

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 akan berbentuk cair, serta kandungan persentase asam tak jenuh pada minyak lebih tinggi apabila dibandingkan dengan 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. Penggunaan asam sulfat yang merupakan asam kuat dibutuhkan sebagai katalisator karena reaksi hidrolisis berjalan sangat lambat. 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 *solvent* 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 terhadap konversi hidrolisis minyak jarak (x).
2. Pengaruh variabel terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis minyak jarak (k).
3. Pengaruh variabel terhadap arah kesetimbangan reaksi hidrolisis minyak jarak (K).

1.3 Manfaat Percobaan

1. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis terhadap konversi hidrolisis minyak jarak (x).
2. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis minyak jarak (k).
3. Mampu memahami pengaruh variabel konsentrasi katalis 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*. Penggunaan secara langsung minyak jarak hanya 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°C-145°C selama 30 menit. Kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan tekanan 200kg/cm²-400 kg/cm² selama 5 menit-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 1. Komposisi asam lemak pada minyak jarak

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

(Yeboah *et al.*, 2021)

2.2 Hidrolisis Minyak Jarak

Hidrolisis merupakan pengikatan gugus hidroksil (OH⁻) oleh suatu senyawa. Gugus OH⁻ 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 yang 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 reaksi 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

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

Dengan: C_A menyatakan konsentrasi air di fase minyak yang seimbang dengan konsentrasi air di fase air atau $C_A^* = k \cdot C_{A2}$, C_{A1} menyatakan konsentrasi air di fase minyak (mgrek/g minyak), C_{A2} menyatakan konsentrasi air di fase air, dan k_{1a} menyatakan konstanta kecepatan difusi air ke fase minyak (menit).

- b. Kecepatan reaksi di fase minyak

$$r_A = r_B = k_r \cdot C_{A1} \cdot C_B \quad (2)$$

Dengan: C_{A1} menyatakan konsentrasi air di fase minyak dan C_B menyatakan 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 :

$$\frac{dC_{A1}}{dt} = k_{1a}(C_A^* - C_{A1}) - k_r C_{A1} C_B \quad (3)$$

Asumsi: dengan adanya pengadukan, kecepatan transfer massa pada persamaan (3) $[(k_{1a}(C_A^* - C_{A1}))]$ 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

$$\frac{dC_{A1}}{dt} = -k_r C_{A1} C_B \quad (4)$$

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 $-r_B = k' \cdot C_B$.

$$\begin{aligned} \frac{dC_{A1}}{dt} &= \frac{dC_{A1}}{dt} = -k_r' C_B \\ \int_{C_{B0}}^{C_B} \frac{C_B}{C_{B0}} &= -k' \int_0^t dt \\ \ln \frac{C_B}{C_{B0}} &= -k't \end{aligned} \quad (5)$$

Dengan: C_{B0} menyatakan banyaknya trigliserida mula-mula (mgrek/g minyak) dan C_B menyatakan banyaknya trigliserida suatu saat adalah C_{B0} dikurangi 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

$$\begin{aligned} X &= \frac{C_{B0} - C_B}{C_{B0}} \\ \frac{C_B}{C_{B0}} &= \frac{C_{B0} - (C_{B0} - C_B)}{C_{B0}} = (1 - X) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\ln(1 - X) = -k't \quad (7)$$

Dengan: k menyatakan konstanta kecepatan reaksi tingkat satu (s^{-1}) dan t menyatakan waktu reaksi (s).

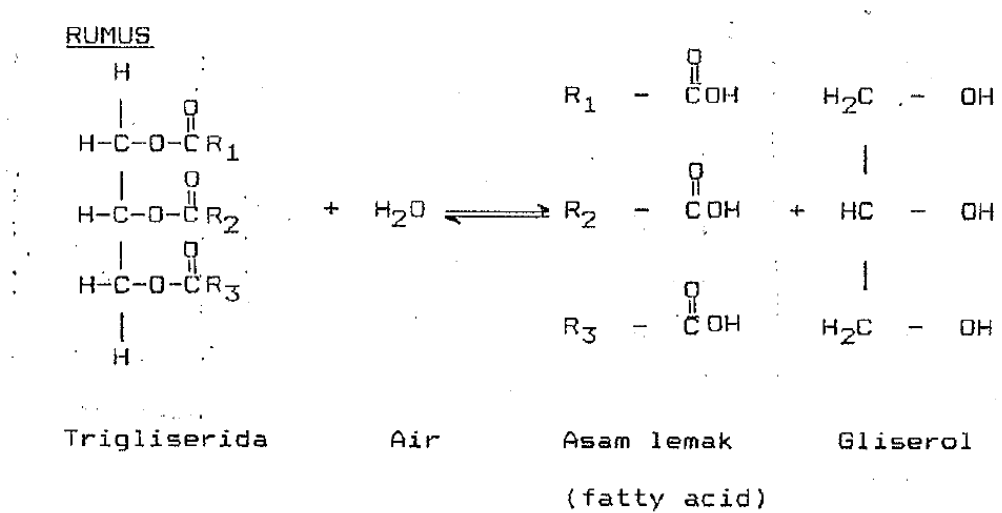
Nilai konstanta kecepatan reaksi kimia sebagai fungsi suhu dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (8)$$

Dengan: k menyatakan konstanta kecepatan reaksi tingkat satu (s^{-1}), T menyatakan suhu (K), R menyatakan tetapan gas, dan Ea menyatakan energi aktivasi.

2.3 Mekanisme Hidrolisis Minyak Jarak

Hidrolisis adalah suatu proses pemecahan senyawa menggunakan air. Minyak jarak merupakan trigliserida dari lemak yang apabila dihidrolisis oleh air akan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Dengan rumus bangun seperti pada Gambar 2.1. (Kirk & Othmer, 1953):



Gambar 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 :

$$k = 1,2515 \cdot 10^8 e^{\frac{-8022}{T}} = 1,2515 e^{\frac{-15939}{RT}} \quad (9)$$

Dengan: k menyatakan konstanta kecepatan reaksi (s^{-1}), T menyatakan suhu absolut (K), dan R menyatakan tetapan gas adalah 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 (K_c) dengan konsentrasi asam (c) mg mol H_2SO_4 / gr minyak dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$K_c = 0,14525 c^{13} \quad (10)$$

dengan c menyatakan 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

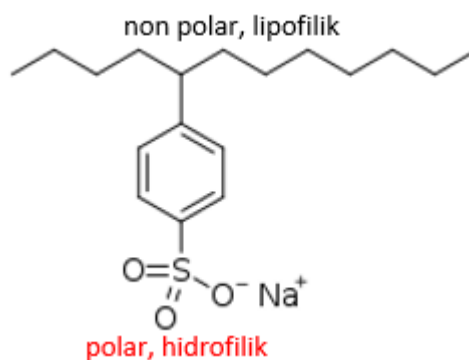
Perlu adanya pencampuran agar proses dapat saling bertumbukan dengan baik. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk. Apabila prosesnya kontinu maka pengadukan dilakukan dengan cara mengatur aliran dalam reaktor agar terjadi olakan. Reaksi dapat berjalan baik apabila dilakukan 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. 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 yang 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 akuades
 - Waktu hidrolisis

3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

3.2.1 Bahan yang Digunakan

- a. Minyak jarak ... mL
- b. Akuades

Menggunakan H_2O dari proses *Reverse Osmosis* (RO) ... mL.
- c. Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis asam H_2SO_4 dengan kemurnian 98% atau HCl ... N sebanyak ... mL.
- d. NaOH

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

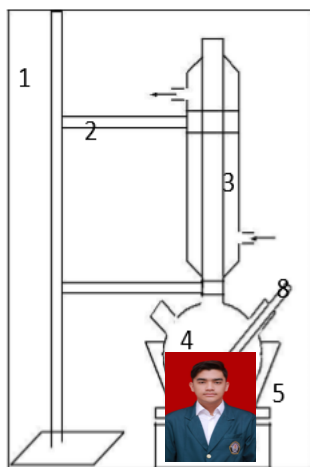
Menggunakan etanol atau metanol dengan kemurnian ...% sebanyak ... mL.

- 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

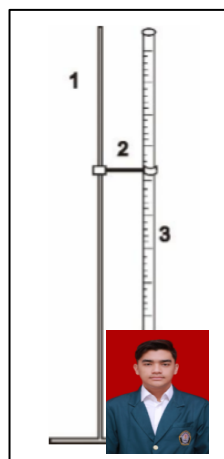
3.3 Gambar Alat



Gambar 3. 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 4. 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 piknometer yang telah diketahui volumenya (V), timbang beratnya (m_2). Hitung densitas minyak jarak.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (11)$$

- Densitas Katalis

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

B. Analisa 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°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 akuades 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>

IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISA RESIKO
MATERI : HIDROLISIS MINYAK JARAK

IDENTIFIKASI BAHAYA (IB)											
A	Mekanik		D	Lingkungan		E	Bahan kimia		G	Bahaya lainnya	
A1	Penanganan Manual		D1	Kebisingan		E1	Racun	√	G1	Gas terkompresi	
A2	Bagian yang bergerak		D2	Getaran		E2	Iritan	√	G2	Radiasi pengion	
A3	Bagian yang berputar	√	D3	Penerangan		E3	Korosif	√	G3	Radiasi UV	
A4	Pemotongan		D4	Kelembaban		E4	Karsinogenik		G4	Kelelahan	
B	Biologi		D5	Temperatur	√	E5	Mudah terbakar	√	G5	Ruang sempit	
B1	Bakteri		D6	Bahaya perjalanan		E6	Mudah meledak	√	G6	Penuh sesak	
B2	Virus		D7	Permukaan yang licin	√	E7	<i>Cryogenics</i>		G7	Termometer	
B3	Jamur		D8	Limbah padat		F	Peralatan				
C	Listrik		D9	Kualitas udara		F1	Bejana tekan				
C1	Voltase tinggi	√	D10	Pekerjaan soliter		F2	Peralatan panas	√			
C2	Listrik statis		D11	Percikan/tetes/banjir	√	F3	Laser				
C3	Kabel	√	D12	Tumpukan serbuk		F4	Pembuluh kaca				

DETAIL RESIKO								
IB	Resiko (setelah tindakan pengendalian)				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama	
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal				
1. PREPARASI / TAHAP AWAL								
D7. D11				√	Saat melakukan kalibrasi piknometer dan pembuatan reagen-reagen, terdapat risiko aquadest tumpah yang menyebabkan permukaan menjadi licin	Berhati-hati dalam menggunakan aquadest, jika aquadest dialirkan menuju tempat yang rawan terjadi tumpah, gunakan corong agar dapat meminimalisir terjadinya resiko permukaan licin.	Jika tergelincir, periksa bagian yang cidera dan obati bagian yang cidera. Apabila cideranya besar atau bertambah parah, bawa korban ke rumah sakit/ klinik terdekat.	
E5. E6			√		Saat melakukan titrasi asam lemak bebas pada bahan baku dengan pelarut alkohol, terdapat risiko alkhol terbakar dan meledak.	Memastikan alkohol tidak terkena sumber panas/sumber nyala secara langsung. Berhati-hati saat menggunakan alkohol agar tidak tertumpah, dapat menggunakan corong sebagai alat bantu menuang alkohol.	Menyiram api dengan air atau meletakkan kain basah pada sumber api. Jika api cukup besar, gunakan <i>fire extinguisher</i> untuk memadamkan api.	
C1. C3			√		Saat melakukan titrasi asam lemak bebas pada bahan baku, larutan dipanaskan dengan kompor listrik. Adanya kabel yang terkelupas dapat menyebabkan sengatan listrik.	Lakukan pemeriksaan sebelum digunakan untuk memastikan alat dalam keadaan baik.	Cabut sumber listrik untuk menghentikan aliran listrik.	

2. PERCOBAAN UTAMA							
A3				√	Putaran <i>magnetic stirrer</i> yang terlalu kencang di dalam labu leher tiga dapat menyebabkan labu pecah.	Pastikan skala <i>magnetic stirrer</i> tidak terlalu tinggi atau <i>overpowered</i> .	Matikan <i>magnetic stirrer</i> dan hentikan percobaan.
C1. C3			√		Adanya kabel kompor listrik yang terkelupas dapat menyebabkan sengatan listrik.	Lakukan pemeriksaan sebelum digunakan untuk memastikan alat dalam keadaan baik.	Cabut sumber listrik untuk menghentikan aliran listrik.
D5. F2			√		Adanya kontak dengan kompor listrik atau alat yang dipanaskan pada saat hidrolisis.	Hati-hati dengan permukaan panas pada saat melakukan proses pemanasan dan meletakkan rangkaian alat ke tempat yang lebih aman agar tidak terjadi kontak.	Hentikan proses pemanasan, dinginkan luka bakar, dan diberikan obat anti nyeri. Jika masih berlanjut, bawa ke klinik atau rumah sakit terdekat.
E1. E2		√			Reagen-reagen seperti minyak jarak, katalis, surfaktan, bersifat racun dan mengiritasi.	Berhati-hati saat menggunakan/ menuang reagen agar tidak terpapar pada anggota tubuh, terutama kulit dan lidah.	Beri pertolongan pertama bagi yang terkena racun/iritasi. Jika masih berlanjut, bawa ke klinik atau rumah sakit terdekat.
E3	√				Katalis asam kuat (HCl dan H ₂ SO ₄) bersifat korosif sehingga dapat melukai praktikan.	Berhati-hati saat menggunakan katalis asam kuat dan mengenakan APD lengkap.	Beri pertolongan pertama bagi dengan cara diberi air mengalir. Jika masih berlanjut, bawa ke klinik atau rumah sakit terdekat.

3. ANALISA / TAHAP AKHIR							
E5. E6			√		Saat melakukan titrasi asam lemak bebas pada hasil hidrolisis dengan pelarut alkohol, terdapat risiko alkhoh terbakar dan meledak.	Memastikan alkohol tidak terkena sumber panas/sumber nyala secara langsung. Berhati-hati saat menggunakan alkohol agar tidak tertumpah, dapat menggunakan corong sebagai alat bantu menuang alkohol.	Menyiram api dengan air atau meletakkan kain basah pada sumber api. Jika api cukup besar, gunakan <i>fire extinguisher</i> untuk memadamkan api.
C1 C3			√		Saat melakukan titrasi asam lemak bebas pada hasil hidrolisis, larutan dipanaskan dengan kompor listrik. Adanya kabel yang terkelupas dapat menyebabkan sengatan listrik.	Lakukan pemeriksaan sebelum digunakan untuk memastikan alat dalam keadaan baik.	Cabut sumber listrik untuk menghentikan aliran listrik.