

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konsumsi Energi**

Tingginya nilai konsumtif minyak goreng mengakibatkan besarnya jumlah energi yang dibutuhkan dalam proses produksinya. Untuk mengetahui kebutuhan energi dalam menghasilkan per satuan produk, perlu diketahui jenis dan sumber energi yang digunakan pada proses produksi. Sehingga peluang penghematan energi dapat ditentukan.

##### **2.1.1 Energi Listrik**

Energi listrik merupakan energi yang berkaitan dengan perhitungan arus elektron yang dinyatakan dalam satuan Watt-Jam atau KiloWatt-Jam. Perpindahan energi listrik terjadi dalam bentuk aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektostatik melalui medan listrik yang dihasilkan oleh terkumpulnya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Total energi medan listrik ditambah dengan energi medan elektromagnetik, sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi (Nursuhut, 2016).

##### **2.1.2 Daya Listrik**

Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha dalam sistem tenaga listrik. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-bali (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif/ nyata (P) dengan satuan Watt (W), daya reaktif (Q) dengan satuan *volt ampere reactive* (VAR) dan daya semu (S) satuannya adalah *volt ampere* (VA) (Lesmana, 2021).

###### **a. Daya Aktif/ Nyata (P)**

Daya aktif/nyata (P) merupakan daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya aktif/ nyata adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban. Daya nyata menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain. Contoh daya aktif/nyata (P) adalah daya yang digunakan untuk

menyalakan kompor listrik. Energi listrik yang mengalir dari jaringan dan masuk ke kompor listrik, dikonversikan menjadi energi panas oleh elemen pemanas kompor tersebut (Eyse, 2021). Daya listrik pada arus listrik AC menurut *Von Meier Alexander* dirumuskan pada persamaan 2.1.

$$P = V \times I \times \cos \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

P = Daya motor/ mesin (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \theta$  = Faktor daya (0.85 Berdasarkan peraturan SPLN 70-1)

#### b. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah volt ampere reactive (VAR). Persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem satu fasa ditunjukkan oleh persamaan 2.2.

$$Q = V \times I \times \sin \theta \dots\dots\dots (2.2)$$

Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai daya reaktif dalam sistem tiga fasa ditunjukkan oleh persamaan 2.3.

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \theta \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \theta$  = Faktor daya (0.85 Berdasarkan peraturan SPLN 70-1)

### c. Daya Semu (S)

Daya semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan *root mean square* (rms) dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Satuan daya semu adalah volt ampere (VA). Persamaan untuk mendapatkan nilai daya semu dalam sistem satu fasa ditunjukkan oleh persamaan 2.4 dan 2.5.

$$S = \sqrt{p^2 + q^2} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$S = I \times V \dots \dots \dots (2.5)$$

Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai daya semu dalam sistem tiga fasa ditunjukkan oleh persamaan 2.6 dan 2.7.

$$S = \sqrt{p^2 + q^2} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$S = \sqrt{3} \times I \times V \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

cos  $\theta$  = Faktor daya (0.85 Berdasarkan peraturan SPLN 70-1)

### 2.1.3 *Specific Energy Consumption* (SEC)

*Specific Energy Consumption* (SEC) merupakan variabel yang menggambarkan berapa banyak energi yang digunakan untuk memproduksi satu unit produk (Lawrence, dkk., 2019). Besarnya konsumsi energi spesifik mempunyai hubungan langsung dengan penentuan indeks dari banyaknya energi yang digunakan. Dengan penetapan indeks ini akan dapat diperoleh informasi penggunaan energi dan sebagai upaya untuk perencanaan penggunaan efisiensi penggunaan bahan bakar dan listrik.

Untuk menghitung konsumsi energi spesifik atau *specific energy consumption* (SEC) untuk memproduksi tiap liter minyak kelapa ditunjukkan oleh persamaan 2.8.

$$\text{Specific Energy Consumption} = \frac{\text{Energy Used}}{\text{Products Amount}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

*Energy Used* = Energi yang dibutuhkan (kWh)  
*Products Amounts* = Jumlah Produk (ml)

## 2.2 Pengolahan Minyak Kelapa

### 2.2.1 Kelapa

Pohon kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang penting selain kakao, kopi, sawit, vanili, dan lada dalam pembangunan sub sektor perkebunan baik dalam memenuhi kebutuhan domestik maupun sebagai komoiti ekspor penghasil devisa negara. Kelapa dijuluki sebagai pohon kehidupan (*the tree of life*) karena dengan banyaknya manfaat yang dapat diambil dari setiap bagiannya. Produk kelapa yang paling berharga adalah minyak kelapa yang dapat diperoleh dari daging buah kelapa yang segar atau dari kopra (Aziz, et.al., 2017). Kandungan gizi pada buah kelapa pada beberapa tingkatan umur disajikan dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa Segar Pada 3 Tingkatan Umur

No.	Komposisi (per 100 gr bahan)	Satuan	Umur Buah		
			Muda	Setengah Tua	Tua
1.	Kalori	Kal	68,0	180,0	359,3,40
2.	Protein	gr	1,0	4,0	3,4
3.	Lemak	gr	0,9	15,0	34,7
4.	Karbohidrat	gr	14,0	10,0	14,0
5.	Kalsium	mg	7,0	8,0	21,0
6.	Fosfor	mg	30,0	55,0	98,0
7.	Besi	mg	1,0	1,3	2,0
8.	Nilai Vitamin A	SI	0,0	10,0	0,0
9.	Vitamin B1	mg	0,06	0,05	0,1
10.	Vitamin C	mg	4,0	4,0	2,0
11.	Air	gr	83,0	70,0	46,9

(Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI, 2017)

### 2.2.2 Minyak Kelapa

Minyak kelapa merupakan produk olahan kelapa yang memiliki nilai tambah lebih tinggi namun belum banyak dikembangkan di Indonesia. Minyak kelapa merupakan minyak yang diperoleh dari kopra (daging buah kelapa yang dikeringkan) atau dari santannya (Aziz, et.al., 2017). Minyak kelapa sudah dikenal sejak lama dan memenuhi lebih dari 10% kebutuhan minyak nabati di dunia. Minyak kelapa mempunyai aroma yang harum dan khas, tidak berwarna serta mengandung asam lemak jenuh yang sangat tinggi sekitar 91,60% yang menjadikannya lebih stabil pada suhu tinggi dan tidak mudah teroksidasi menjadi gliserol yang bersifat karsinogenik sehingga lebih sehat dibandingkan minyak sawit (Mesu dkk, 2018). Komposisi asam lemak pada minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

<b>Asam lemak</b>	<b>Jumlah (%)</b>
<b>Asam lemak jenuh:</b>	
Asam Kaproat (C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH)	0 – 0,8
Asam Kaprilat (C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH)	5,5 – 9,5
Asam Kaprat (C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> COOH)	4,5 – 9,5
Asam Laurat (C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH)	44 – 52
Asam Palmitat (C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH)	7,5 – 10,5
Asam Stearat (C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH)	1 – 3
Asam Arachidat (C <sub>19</sub> H <sub>39</sub> COOH)	0 – 0,4
<b>Asam lemak tak jenuh:</b>	
Asam Palmitoleat (C <sub>15</sub> H <sub>29</sub> COOH)	0-1,3
Asam Oleat (C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH)	5-8
Asam Linoleat (C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH)	1,5-2,5

(Sumber : Mesu dkk, 2018)

### 2.2.3 Proses Pengolahan Minyak Kelapa

Menurut (Aziz, et.al., 2017), minyak kelapa dapat diperoleh dari daging buah kelapa segar atau dari kopra. Terdapat 2 jenis proses dalam pembuatan minyak kelapa yaitu melalui proses basah dan proses kering.

#### A. Proses Basah (*Wet Process*)

Proses basah (*Wet Process*) terbagi atas beberapa metode yang meliputi pemancingan, pengasaman, mekanik, enzimatik dan penggaraman. Langkah awal

pembuatan minyak kelapa dengan proses basah adalah pembuatan santan dari daging buah kelapa. Untuk mengekstrak minyaknya, lapisan protein yang terkandung di dalamnya perlu dipecahkan. Pada prinsipnya pembuatan minyak kelapa proses basah adalah dengan proses pemecahan sistem emulsi santan melalui denaturasi protein (Aziz, et.al., 2017).

#### 1. Metode Penggaraman

Metode penggaraman dilakukan dengan tujuan untuk memecahkan sistem emulsi santan dengan pengaturan kelarutan protein di dalam garam. Protein yang terdapat di dalam santan akan larut dengan adanya penambahan garam (*salting in*). Akan tetapi pada kondisi tertentu kelarutan protein akan turun seiring dengan peningkatan konsentrasi garam. Penurunan tingkat kelarutan protein akan diikuti dengan pengikatan molekul-molekul air oleh garam. Hal ini kemudian menyebabkan terjadinya pemisahan antara cairan minyak dengan air (*salting out*). Metode pembuatan minyak kelapa dengan cara penggaraman dilakukan dengan menambahkan larutan garam pada krim santan yang telah diperoleh dari tahap awal pembuatan minyak. Adapun kelebihan dan kekurangan pada proses pembuatan minyak kelapa dengan metode penggaraman adalah sebagai berikut.

##### - Kelebihan

- a). Minyak kelapa yang dihasilkan berwarna bening seperti kristal karena tidak mengalami proses pemanasan.
- b). Kandungan asam lemak dan antioksidan di dalam minyak kelapa tidak banyak berubah sehingga khasiatnya tetap terjaga.
- c). Tidak mudah berbau tengik karena komposisi asam lemaknya tidak banyak berubah.
- d). Tidak membutuhkan biaya tambahan yang terlalu mahal karena umumnya garam dapur (NaCl) dijual dengan harga murah.

##### - Kekurangan

Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan minyak kelapa cukup lama, sekitar 12 jam.

## 2. Metode Mekanik (Sentrifugasi)

Sentrifugasi merupakan salah satu pembuatan minyak kelapa dengan cara mekanik. Pembuatan minyak kelapa dengan sentrifugasi juga dikelompokkan menjadi tiga, yaitu : pembuatan santan, pembuatan minyak kelapa serta penyaringan. Dengan cara ini krim dimasukkan dalam tabung ke dalam sentrifuse. Pemutusan ikatan lemak protein pada santan dilakukan dengan pemutaran (pemusingan), yaitu dengan gaya sentrifugal. Dengan berat jenis minyak dan air berbeda maka setelah dilakukan sentrifugasi keduanya akan terpisah dengan sendirinya. Berat jenis minyak lebih ringan dibanding air sehingga minyak akan terkumpul pada lapisan atas.

Prinsip pembuatan minyak kelapa dengan sentrifugasi adalah kecepatan pemutaran yaitu berkisar pada 20.000 rpm. Disamping itu faktor waktu juga ternyata menjadi pembatas dalam pemutaran tersebut. Waktu yang dibutuhkan untuk memutus ikatan lemak-protein dari santan dengan kecepatan 20.000 rpm yaitu sekitar 15 menit. Alat yang digunakan untuk memutar santan dinamakan dengan sentrifuse. Adapun kelebihan dan kekurangan pada pembuatan minyak kelapa dengan sentrifugasi adalah sebagai berikut :

### - Kelebihan

- a). Berwarna jernih dan berbau khas minyak kelapa.
- b). Memiliki daya simpan yang lama sekitar 10 tahun.
- c). Proses pembuatannya sangat cepat, hanya membutuhkan waktu sekitar 15 menit.
- d). Kandungan asam lemak rantai sedang dan kandungan antioksidannya tidak mengalami denaturasi.

### - Kekurangan

- a). Membutuhkan biaya yang mahal untuk keperluan alat sentrifugasinya.
- b). Membutuhkan tenaga listrik yang cukup tinggi sehingga bisa menambah biaya produksi.

## 3. Metode Pengasaman

Pengasaman merupakan salah satu upaya pembuatan minyak kelapa dengan cara membuat suasana emulsi (santan) dalam keadaan asam. Asam memiliki

kemampuan untuk memutus ikatan lemak-protein dengan cara mengikat senyawa yang berikatan dengan lemak. Namun asam yang dicampurkan kedalam santan hanya bisa bekerja dengan maksimal apabila kondisi pH (derajat keasamannya) sesuai. Pada proses pembuatan minyak kelapa, pH yang paling optimal yaitu 4,3. Pengukuran pH tersebut dilakukan dengan pH meter atau kertas lakmus. Adapun kelebihan dan kekurangan pada pembuatan minyak kelapa dengan pengasaman adalah sebagai berikut.

- Kelebihan

- a) Warna minyak lebih bening dibandingkan dengan minyak yang dibuat secara tradisional.
- b) Kandungan asam lemak dan antioksidannya tidak banyak berubah karena prosesnya hanya memutus ikatan antara protein-lemak saja.
- c) Memiliki daya simpan yang sangat lama. Bahkan bisa mencapai 10 tahun karena selama proses pembuatan tidak terjadi denaturasi komposisi gizinya.
- d) Proses pembuatan tidak membutuhkan tenaga tambahan.
- e) Tidak membutuhkan biaya terlalu mahal karena harga asam cuka sebagai bahan tambahan cukup murah.

- Kekurangan

- a) Tidak bisa diformulasikan secara pasti karena untuk mendapatkan pH 4,3 banyak faktor yang mempengaruhinya sehingga harus dilakukan pencampuran (santan dan asam) secara berulang-ulang.
- b) pH campuran santan dan asam harus pas, yaitu 4,3. Apabila pH-nya kurang atau lebih maka kemungkinan terjadinya kegagalan dalam pembuatan minyak kelapa sangat tinggi.
- c) Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan minyak kelapa cukup lama yaitu sekitar 10 jam.

4. Metode Enzimatis

Pembuatan minyak kelapa dengan cara enzimatis merupakan proses pemisahan minyak dalam santan tanpa pemanasan melainkan dengan bantuan enzim. Enzim dapat disintetis atau disuplai dari alam. Beberapa jenis enzim yang bisa digunakan



untuk memecah ikatan lipoprotein dalam emulsi lemak yaitu papain (pepaya), bromelin (nanas), dan enzim protease yang berasal dari kepiting sungai. Enzim papain banyak yang terdapat dalam getah daun pepaya. Sementara enzim bromelin banyak terdapat pada bagian bonggol (hatinya) nanas.

Dengan rusaknya protein maka ikatan lipoprotein dalam santan juga akan terputus dengan sendirinya. Kemudian, minyak yang diikat oleh ikatan tersebut akan keluar dan mengumpul menjadi satu. Karena minyak memiliki masa jenis lebih rendah dibandingkan dengan air, maka posisinya berada paling atas, disusul dengan protein, dan terakhir (bawah) yaitu air. Adapun kelebihan dan kekurangan proses pembuatan minyak kelapa secara enzimatis adalah sebagai berikut :

- Kelebihan

- a) Minyak kelapa berwarna bening seperti kristal karena tidak mengalami proses pemanasan.
- b) Kandungan asam lemak dan antioksidan di dalam minyak kelapa tidak banyak berubah sehingga khasiatnya tetap tinggi.
- c) Tidak mudah berbau tengik karena komposisi asam lemaknya tidak banyak berubah.
- d) Tidak membutuhkan biaya tambahan yang terlalu mahal karena umumnya daun pepaya atau nanas dijual dengan harga yang murah.
- e) Rendemen yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu dari 10 butir kelapa akan diperoleh sekitar 1.100 ml minyak kelapa.

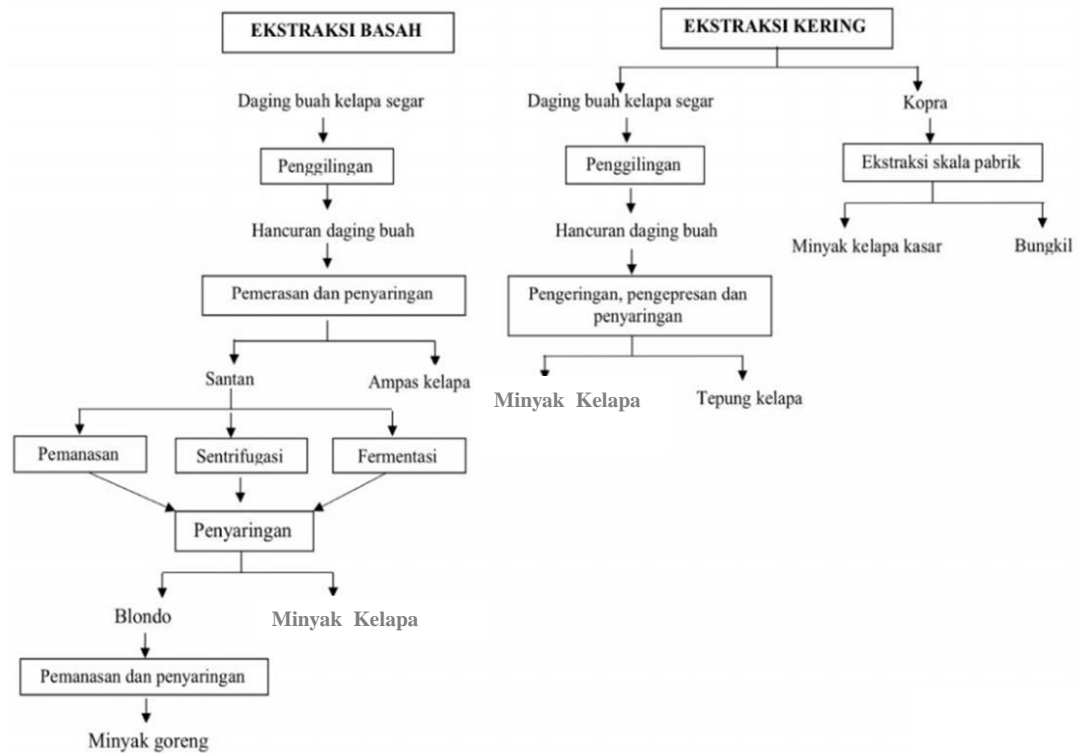
- Kekurangan

Membutuhkan waktu yang sangat lama dalam proses denaturasi protein untuk memisahkan minyak dari ikatan lipoprotein yaitu sekitar 20 jam.

B. Proses Kering (*Dry Process*)

Metode pembuatan minyak kelapa dengan proses kering dilakukan dengan pembuatan kopra dari daging buah kelapa. Pada prosesnya daging buah kelapa dikeringkan dengan metode konvensional menggunakan sinar matahari (*sun drying*), pengasapan atau pengeringan di atas api terbuka (*smoke drying or drying over an open fire*), pengeringan dengan pemanasan secara tidak langsung (*indirect drying*)

dan pengeringan dengan udara vakum (*vacuum drying*). Selanjutnya kopra akan dibungkus dengan kain lalu ditumbuk atau ditekan dengan penekan ulir (*screw press*) yang kemudian dimasukkan ke dalam air mendidih sehingga minyak akan mengapung dan terpisahkan dari airnya (Aziz, et.al., 2017).



**Gambar 2.1** Tahapan Pengolahan Minyak Kelapa Ekstraksi Basah dan Kering  
(Sumber : Karouw et al, 2017)

Pengolahan minyak kelapa dengan cara ekstraksi dan penggunaan bahan baku yang berbeda akan mempengaruhi minyak kelapa yang dihasilkan. Pengolahan dengan ekstraksi kering menggunakan bahan baku kopra umumnya dilakukan oleh industri skala besar, sedangkan industri skala kecil dan menengah memanfaatkan kelapa parut yang telah dikeringkan. Pengolahan bahan baku kopra akan menghasilkan minyak kelapa kasar. Sehingga minyak tersebut perlu dimurnikan lagi melalui beberapa tahapan proses yang meliputi, pemurnian, pemucatan, dan

penghilangan bau. Dengan cara ini akan diperoleh minyak yang akan diklasifikasikan sebagai minyak kelapa murni atau *Virgin Coconut Oil* (VCO) (Stevie, et.al., 2019).

### 2.3 Karakteristik Minyak Goreng SNI 3741:2013

Standar mutu merupakan hal yang penting untuk menentukan minyak yang bermutu baik. Kandungan air, kotoran dalam minyak, kandungan asam lemak bebas, warna, dan bilangan peroksida merupakan beberapa faktor yang menentukan standar mutu minyak kelapa Berdasarkan syarat mutu yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional, minyak goreng harus memenuhi beberapa karakteristik yang ditunjukkan oleh Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Karakteristik Minyak Goreng SNI 3741:2013

Parameter	Nilai
Kadar Air	maks 0.5%
Kotoran	maks 0.05%
Bilangan Peroksida (mg O <sub>2</sub> /g) sampel	maks 5
Asam Lemak Bebas (Asam Laurat)	maks 5%
Bau	Normal
Warna	Putih-kekuningan

(Sumber : Badan Standar Nasional, 2013)

#### a. Kadar Air dan Zat Menguap

Penentuan kadar air dalam minyak sangat penting dilakukan karena adanya air dalam minyak akan mengakibatkan reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan minyak berbau tengik yang disebabkan minyak berubah menjadi senyawa keton Kadar air juga merupakan parameter penting yang memiliki peran penting dalam penentuan kontrol kualitas sampel *Coconut Oil* yang telah dihasilkan (Chairil, et.al., 2016).

#### b. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah indeks jumlah lemak atau minyak yang telah mengalami oksidasi. Angka peroksida sangat penting untuk identifikasi tingkat oksidasi minyak. Minyak yang mengandung asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa peroksida. Cara yang sering dilakukan untuk menentukan angka peroksida adalah dengan metode titrasi iodometri. Penentuan besarnya angka peroksida dilakukan dengan titrasi iodometri.

Salah satu parameter penurunan mutu minyak goreng adalah bilangan peroksida. Pengukuran angka peroksida pada dasarnya adalah mengukur kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi, namun pada angka yang lebih rendah bukan selalu berarti menunjukkan kondisi oksidasi yang masih dini. Angka peroksida rendah biasa disebabkan laju pembentukan peroksida rendah biasa disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain, mengingat kadar peroksida cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain. Oksidasi lemak oleh oksigen terjadi secara spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecepatan proses oksidasinya tergantung pada tipe lemak dan kondisi penyimpanan. Minyak curah terdistribusi tanpa kemasan, paparan oksigen dan cahaya pada minyak curah lebih besar disbanding dengan minyak kemasan.

Paparan oksigen, cahaya, dan suhu tinggi merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi oksidasi. Penggunaan suhu tinggi selama penggorengan memacu terjadinya oksidasi minyak. Kecepatan oksidasi lemak akan bertambah dengan kenaikan suhu dan berkurang pada suhu rendah. Peroksida dapat mempercepat proses timbulnya bau tengik dan flavor yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan. Jika jumlah peroksida lebih dari 100 meq peroksid/kg minyak akan bersifat sangat beracun dan mempunyai bau yang tidak enak. Kenaikan bilangan peroksida merupakan indikator bahwa minyak akan berbau tengik.

c. Kadar Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas merupakan bagian dari parameter kualitas minyak goreng. Asam lemak bebas terbentuk karena proses oksidasi dan hidrolisis. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi akan berpengaruh terhadap kualitas produk gorengan. Asam lemak dalam bahan pangan dengan kadar lebih dari 0,2 persen dari berat lemak akan mengakibatkan flavor yang tidak diinginkan dan dapat meracuni tubuh (Henny, et.al., 2015).

#### d. Sifat Organoleptik

Produk pangan di samping mempunyai sifat mutu obyektif, juga mempunyai sifat mutu subyektif yang lebih umum disebut organoleptik atau sifat inderawi karena penilaiannya menggunakan indera manusia. Kadang-kadang disebut sifat sensorik pada organ indera. Sifat-sifat mutu ini banyak ditemukan pada produk pertanian pada umumnya seperti pahit, manis, asam, empuk, renyah, pulen, halus, tengik, dan enak. Mutu organoleptik sangat penting untuk produk pangan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengujian organoleptik yaitu :

1. Menerima bahan/ sampel
2. Mulai mengenal bahan/ sampel
3. Melakukan klasifikasi sifat-sifat yang dimiliki produk
4. Mengurangi sifat inderawi dari bahan tersebut berdasarkan sifat inderawi yang dimiliki.

Sifat organoleptik adalah sifat produk atau komoditi yang hanya dikenali atau diukur dengan proses penginderaan yaitu oleh penglihatan, penciuman dan pembauan dengan hidung, pencicipan dengan rongga mulut serta percobaan dengan ujung jari tangan atau pendengaran dengan telinga. Adapun penilaian sifat organoleptik meliputi :

##### 1. Warna

Warna merupakan salah satu parameter yang berperan pada produk pangan dan hasil pertanian. Warna digunakan untuk menarik perhatian konsumen dan paling cepat memberi kesan disukai atau tidak. esan disukai atau tidak. Pengukuran mutu warna secara langsung adalah pengukuran warna secara subyektif atau visual, karena sangat menguntungkan yaitu di samping dapat menilai mutu warna secara langsung juga karena proses penilaiannya sangat cepat.

##### 2. Aroma

Aroma atau bau makanan menentukan kelezatan bahan makanan tersebut. Dalam hal ini, lebih banyak kaitannya dengan alat panca indera pembau. Pada umumnya bau yang diterima oleh hidung lebih banyak merupakan berbagai campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik, dan langu.

### 3. Rasa

Rasa berhubungan dengan perasaan yang dihasilkan oleh sesuatu yang dirasakan oleh mulut. Rasa sangat menentukan penerimaan produk pangan. Apabila rasa suatu produk disukai oleh panelis, maka produk pangan tersebut akan dapat diterima, sebaliknya bila panelis tidak menyukai rasa suatu produk maka produk tersebut akan ditolak.

#### 2.4 Sifat- sifat Minyak Goreng

Menurut Ketaren (2015) sifat–sifat minyak goreng dapat dibagi menjadi sifat fisik dan sifat kimia, yakni :

##### a. Sifat Fisik

###### 1) Warna

Warna terdiri dari 2 golongan, golongan pertama yaitu zat warna alamiah, yaitu secara alamiah terdapat dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain  $\alpha$  dan  $\beta$  karoten (berwarna kuning), xantofil, (berwarna kuning kecoklatan), klorofil (berwarna kehijauan) dan antosyanin (berwarna kemerahan). Golongan kedua yaitu zat warna dari hasil degradasi zat warna alamiah, yaitu warna gelap disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E), warna coklat disebabkan oleh bahan untuk membuat minyak yang telah busuk atau rusak, warna kuning umumnya terjadi pada minyak tidak jenuh. Minyak dalam keadaan murni tidak mempunyai warna, rasa, dan bau.

###### 2) *Odor* dan *Flavor*

*Odor* dan *Flavor* pada minyak atau lemak selain terdapat secara alami, juga terjadi karena pembentukan asam yang berantai sangat pendek sehingga hasil penguraian pada kerusakan minyak dan lemak. Sebagai contoh, bau khas dari minyak kelapa sawit dikarenakan terdapatnya beta ionone, sedangkan bau khas dari minyak kelapa ditimbulkan oleh nonyl methylketon.

###### 3) Kelarutan

Suatu zat dapat larut dalam pelarut jika mempunyai nilai polaritas yang sama, yaitu zat polar larut dalam pelarut bersifat polar dan tidak larut dalam pelarut non

polar. Minyak dan lemak tidak larut dalam air, kecuali minyak jarak. Minyak dan lemak hanya sedikit larut dalam alkohol, tetapi akan melarut sempurna dalam etil eter, karbon dioksida dan pelarut-pelarut halogen. Ketiga jenis pelarut ini memiliki sifat non polar sebagaimana halnya minyak dan lemak netral.

4) Titik Didih (*Boiling Point*)

Titik didih akan semakin meningkat dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak tersebut.

5) Titik Lunak (*Softening Point*)

Titik lunak dari minyak ditetapkan dengan maksud untuk identifikasi minyak tersebut. Cara penetapannya yaitu dengan menggunakan tabung kapiler yang diisi dengan minyak, kemudian dimasukkan ke dalam lemari es selama satu malam, sehingga minyak akan membeku atau menjadi padat.

6) *Slipping Point*

Penetapan slipping point dipergunakan untuk pengenalan minyak dan lemak alam serta pengaruh kehadiran komponen-komponennya. Cara penetapannya yaitu dengan mempergunakan suatu silinder kuningan yang kecil, yang diisi dengan lemak padat, kemudian disimpan dalam bak yang tertutup dan dihubungkan dengan termometer. Bila bak tadi digoyangkan, temperatur akan naik dengan perlahan-lahan.

7) *Shot Melting Point*

*Shot melting point* adalah temperatur pada saat terjadi tetesan pertama dari minyak atau lemak. Minyak dan lemak umumnya mengandung asam lemak tidak jenuh dalam jumlah yang relatif besar biasanya berwujud cair pada temperatur kamar. Bila mengandung asam lemak jenuh yang relatif besar, maka minyak atau lemak tersebut akan mempunyai titik cair yang tinggi. Bila titik cair dari trigliserida sederhana yang murni ditentukan, akan dijumpai bahwa panjang rantai karbon dari asam-asam lemaknya, maka titik cairnya pun akan semakin tinggi.

8) Bobot Jenis

Bobot jenis minyak lebih ringan dari pada air yaitu 0,91 – 0,94 g/liter. Bobot jenis dari minyak dan lemak biasanya ditentukan pada temperatur 2500 C. Akan tetapi dalam hal ini dianggap penting juga untuk diukur pada temperatur 4000 C.

Pada penetapan bobot jenis, temperatur dikontrol dengan hati-hati dalam kisaran temperatur yang pendek.

9) Indeks Bias

Indeks bias adalah derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias tersebut pada minyak dan lemak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan untuk pengujian kemurnian minyak.

**b. Sifat Kimia**

1) Hidrolisa

Dalam reaksi hidrolisa, minyak atau lemak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak yang terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak tersebut.

2) Oksidasi

Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak. Terjadinya reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik pada minyak atau lemak. Oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas.

3) Hidrogenasi

Proses hidrogenasi bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak atau lemak.

4) Esterifikasi

Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Dengan menggunakan prinsip reaksi ini hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap (Ketaren, 2012).



## 2.5 Penyebab Kerusakan Minyak Goreng

### a. Penyerapan bau

Minyak bersifat mudah menyerap bau. Apabila bahan pembungkus dapat menyerap lemak, maka lemak yang tertutup ini akan teroksidasi oleh udara sehingga rusak dan berbau. Bau dari bagian lemak yang rusak akan diserap oleh lemak yang ada dalam bungkusannya sehingga seluruh lemak akan rusak.

### b. Hidrolisis

Dengan adanya air, lemak dapat terhidrolisa menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dapat dipercepat oleh basa, asam dan enzim-enzim. Hidrolisa sangat mudah terjadi pada asam lemak rendah seperti pada mentega, minyak kelapa sawit dan minyak kelapa. Hidrolisa sangat menurunkan mutu minyak goreng. Selama penyimpanan dan pengolahan minyak atau lemak menyebabkan bertambahnya asam lemak bebas. Asam lemak bebas dihilangkan dengan proses pemurnian, sekaligus menghilangkan bau untuk menghasilkan minyak yang lebih baik mutunya.

### c. Oksidasi dan Ketengikan

Kerusakan minyak dan lemak yang adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan. Hal ini disebabkan oleh proses autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam minyak. Autooksidasi dimulai dengan pembentukan faktor – faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti cahaya, panas, peroksida lemak atau hidroperoksida, logam–logam berat, dan enzim– enzim lipoksidase.

## 2.6 Perubahan Minyak Karena Proses Penggorengan

Salah satu proses penggorengan diantaranya pemanasan yang dialami oleh minyak selama proses penggorengan, masuknya uap air, komponen larut lemak dari makanan ke dalam minyak, dan terjadinya kontak antara minyak dengan oksigen dari udara. Semua kondisi ini menyebabkan terjadinya perubahan pada minyak goreng. Kontak dengan oksigen pada suhu tinggi menyebabkan minyak goreng teroksidasi. Uap air dari makanan yang masuk ke dalam minyak selama proses penggorengan juga akan memicu reaksi kimiawi lemak. Begitu pula dengan komponen larut lemak dan sisa-sisa yang berasal dari makanan, akan menambah kerusakan terhadap minyak goreng. Seberapa cepat terjadinya proses perubahan minyak sangat tergantung pada

frekuensi penggunaan, jenis bahan yang digoreng dan suhu serta waktu penggorengan yang digunakan. Perubahan pada Bahan Pangan Karena Proses Penggorengan diantaranya yaitu :

a. Pembentukan *Crust*

*Crust* atau kerak akan terbentuk pada permukaan bahan pangan yang berwarna kuning yang disebabkan oleh reaksi pencoklatan non enzimatis karena ekspose yang lebih intensif dengan minyak goreng panas, sehingga kandungan air dalam bahan pangan akan menguap dan permukaan bahan pangan akan mudah mengering.

b. Perubahan Cita-Rasa, Aroma, Tekstur, Dan Warna

Proses penggorengan mengakibatkan bahan pangan mengalami perubahan citarasa dari mentah menjadi gurih dan lezat, perubahan aroma menjadi aroma khas gorengan, perubahan texture dari keras menjadi renyah, perubahan warna yang khas yaitu kuning kecoklatan.

c. Pengurangan Air

Akibat pemberian panas pada bahan pangan akan menyebabkan kadar air bahan pangan akan berkurang karena terjadi penguapan saat proses penggorengan.

d. Penyerapan Minyak

Saat proses penggorengan, minyak yang digunakan akan terserap ke dalam bahan pangan, sehingga bahan pangan akan mengandung sejumlah minyak yang ikut dikonsumsi oleh konsumen.

e. Kerusakan Vitamin

Penggorengan cepat pada suhu tinggi akan menghambat terjadinya perubahan pada bagian dalam bahan pangan sehingga dapat mempertahankan sebagian besar nutrisi yang terkandung di dalamnya. Sebaiknya proses penggorengan yang ingin menghasilkan bahan pangan kering dan memiliki umur simpan yang panjang, dapat mengakibatkan nutrisi yang terkandung di dalamnya akan hilang terutama vitamin larut lemak.

f. Gelatinisasi Pati

Apabila didalam bahan yang digoreng terdapat kandungan pati, maka suhu tinggi dapat menyebabkan terjadinya gelatinisasi pada pati. Granula pati yang semula utuh akan pecah dan membentuk tekstur yang lebih mengembang.

g. Denaturasi/Koagulasi Protein

Akibat suhu penggorengan yang tinggi bahan pangan yang megandung protein juga akan mengalami perubahan kandungan proteinnya dimana dapat terjadi denaturasi atau koagulasi yang berpengaruh pada tekstur produk pangan gorengan yang dihasilkan.

## 2.7 Enzim Bromelin

Enzim adalah golongan protein yang paling banyak terdapat dalam sel hidup. Sampai saat ini kira-kira lebih dari 2000 enzim telah teridentifikasi yang masing-masing berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia dalam sistem hidup. Sintesis enzim terjadi di dalam sel dan sebagian besar enzim dapat diperoleh dari ekstraksi dari jaringan tanpa merusak fungsinya. Tanpa enzim maka reaksi seluler berlangsung sangat lambat, bahkan mungkin tidak terjadi reaksi. Dalam mengkatalisis suatu reaksi, enzim bersifat sangat spesifik, sehingga meskipun jumlah enzim dan substratnya sangat banyak, tidak akan terjadi kekeliruan (Nathania, 2018).

Enzim memiliki tenaga katalitik yang luar biasa, yang biasanya jauh lebih besar dari katalisator sintetik. Enzim mempercepat reaksi kimia tanpa pembentukan produk samping. Aktivitas katalitik enzim bergantung pada integritas strukturnya sebagai protein. Sebagai contoh, jika enzim direaksikan dengan asam kuat atau diinkubasi dengan tripsin yaitu perlakuan yang akan memotong rantai polipeptida sehingga terjadi konformasi struktur yang dapat menyebabkan aktivitas katalitiknya hilang. Selanjutnya perlakuan panas dan perlakuan pH yang jauh menyimpang dari keadaan normalnya juga akan menghilangkan aktivitas katalitiknya. Enzim yang bekerja sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis protein disebut enzim proteolitik atau protease. Oleh karena yang dipecah adalah ikatan pada rantai peptida, maka disebut juga peptidase. Ada dua macam peptidase, yaitu endopeptidase dan eksopeptidase (Suroso, 2015).

Bromelin adalah salah satu enzim proteolitik atau protease yaitu enzim yang mengkatalisasi penguraian protein menjadi asam amino dengan membangun blok melalui reaksi hidrolisis. Bromelin adalah enzim yang di ekstrak dari buah nanas (*Ananas comosus*). Bromelin memiliki rumus kimia  $C_{39}H_{66}N_2O_{29}$ , berbentuk serbuk amori dengan warna putih bening sampai kekuning-kuningan, berbau khas, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, kloroform dan eter, stabil pada suhu optimal 50-60°C dan dapat bertahan pada suhu 70°C sebelum terjadi inaktivasi enzim (Nathania, 2018).

Enzim bromelin termasuk ke dalam golongan glikoprotein yaitu protein yang mengandung satu bagian oligosakarida pada tiap molekul, yang terikat secara kovalen dengan rantai polipeptida enzim tersebut. Adapun beberapa asam amino disekitar lokasi aktifnya yaitu: -Cys – Gly–Ala– Cys–Trp–Asn–Gly–Asp–Pro–Cys–Gly–Ala–Cys– Cys–Trp. Enzim bromelin merupakan enzim protease seperti halnya renin (renet), papain dan fisin yang mempunyai sifat menghidrolisis protein. Hidrolisis (hidro = air; lysis = mengendurkan atau gangguan/uraian) adalah penguraian dari molekul besar menjadi unit yang lebih kecil dengan kombinasi air. Hidrolisis yang terjadi antara enzim dan protein adalah putusnya ikatan peptida dari ikatan substrat, di mana enzim protease bertugas sebagai katalisator di dalam sel dan bersifat khas (Saptarani, N.M., 2019).

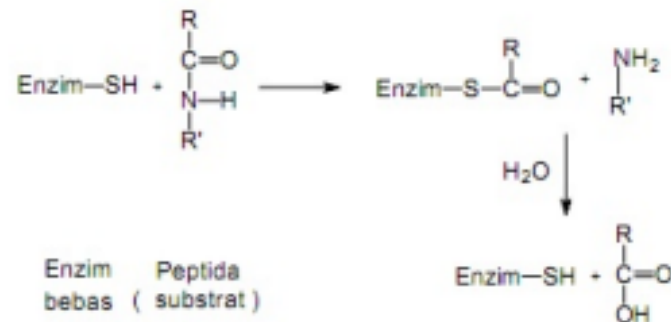
Enzim ini menguraikan protein dengan jalan memutuskan ikatan peptida dan menghasilkan protein yang lebih sederhana. Enzim bromelin terdapat dalam semua jaringan tanaman nanas. Enzim bromelin dari jaringan-jaringan tanaman nanas memiliki potensi yang sama dengan papain yang ditemukan pada pepaya yang dapat mencerna protein sebesar 1000 kali beratnya. Sekitar setengah dari protein dalam nanas mengandung protease bromelin. Bromelin dapat diperoleh dari tanaman nanas baik dari tangkai, kulit, daun, buah, maupun batang dalam jumlah yang berbeda. Kandungan enzim lebih banyak di bagian daging buahnya, hal ini ditunjukkan dengan aktivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas pada bagian batangnya. Adapun kandungan enzim bromelin pada buah nanas ditunjukkan oleh Tabel 2.4.

**Tabel 2.4** Kandungan Enzim Bromelin

Bagian	Kandungan Enzim Bromelin
Buah Utuh Masak	0,060-0,080
Daging Buah Masak	0,080-0,125
Kulit Buah	0,05-0,025
Tangkai	0,04-0,06
Batang	0,10-0,60
Buah Utuh Mentah	0,04-0,06
Daging Buah Mentah	0,05-0,07

(Sumber : Febriyanto, 2015)

Enzim bromelin termasuk dalam golongan enzim protease yang dapat menghidrolisis makro-molekul (pati, selulosa, protein, dan karbohidrat) yang terdapat dalam daging buah kelapa. Enzim bromelin akan memecah minyak dalam santan menjadi emulgator tidak stabil sehingga partikel air akan terlepas dari minyak sehingga diperoleh minyak kelapa sebagai hasil akhir. Aktivitas proteolitiknya enzim bromelin berada pada pH 4,0 – 8,9 dan suhu optimum 35 - 80 °C (Poba, 2019). Mekanisme enzimatik untuk hidrolisis dari ikatan peptida dalam protein dikatalisis oleh gugus sulfhidril (-SH) dari bagian enzim peptida disajikan dalam Gambar 2.2.

**Gambar 2.2** Mekanisme Enzimatik Proses Hidrolisis Ikatan Peptida

(Sumber : Effendi, dkk, 2015)

Menurut Febriyanto (2015), aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu :

a. Konsentrasi Enzim

Konsentrasi dan aktivitas enzim bromelin selama tingkat pertumbuhan dan pematangan buah ternyata berbeda-beda. Aktivitas enzim bromelin batang lebih tinggi dibandingkan buahnya. Akan tetapi aktivitas spesifik enzim bromelin buah lebih baik dibandingkan pada enzim bromelin batang.

b. Suhu

Suhu optimum untuk aktivitas enzim bromelin adalah 35-80 °C. Keaktifan enzim bromelin akan jauh lebih rendah pada suhu diatas dan dibawah suhu optimum. Hal ini disebabkan oleh energi kinetik molekul atau substrat yang lebih rendah.

c. pH

Aktivitas enzim bromelin akan menurun apabila buah nanas semakin matang. Hal tersebut berhubungan dengan semakin banyaknya asam yang terbentuk sehingga terjadi penurunan pH. Kondisi optimum pH enzim bromelin adalah berkisar antara 4,0 -8,9.