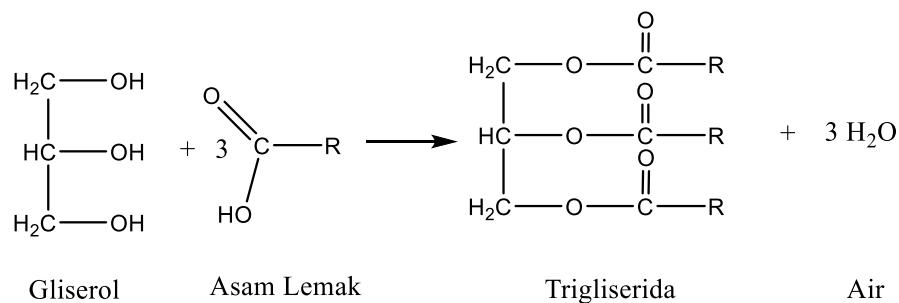


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Minyak Goreng

Minyak merupakan senyawa trigliserida yang dihasilkan oleh hasil kondensasi antara 1 molekul gliserol dengan 3 molekul asam lemak. Menurut Padalowa (2015), gliserol dengan 3 gugus hidroksil dapat mengikat 3 rantai asam lemak membentuk trigliserida dengan melepaskan 3 molekul air. Trigliserida merupakan kelompok lipid yang terdapat paling banyak dalam jaringan hewan dan tanaman, dimana trigliserida dalam bentuk tubuh manusia bervariasi yang tergantung dari tingkat kegemukan seseorang (Winarno, 1999).



Gambar 2.1. Reaksi Umum Trigliserida

Asam lemak yang bersifat polar cenderung larut dalam pelarut polar, sedangkan asam lemak nonpolar larut dalam pelarut nonpolar. Daya kelarutan asam lemak biasanya lebih tinggi dari komponen gliseridanya, dan dapat larut dalam pelarut organik yang bersifat polar dan nonpolar. Semakin panjang rantai karbon asam lemak maka minyak atau lemak tersebut semakin sukar larut. Minyak dan lemak yang tidak jenuh lebih mudah larut dalam pelarut organik dari pada asam lemak jenuh dengan panjang rantai karbon sama (Ketaren, 1986).

Sifat daya tahan minyak sangat bergantung pada komponen penyusunnya, terutama kandungan asam lemak dan non lemak berupa zat pengotor (Raharjo, 2011). Asam lemak umumnya semakin reaktif terhadap oksigen dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap pada rantai molekul (Suroso, 2013).

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan dan hewan yang dimurnikan, berbentuk cair dalam suhu kamar melalui atau tanpa proses kimiawi, termasuk hidrogenasi dan biasanya digunakan sebagai bahan pangan untuk menggoreng bahan makanan (Fauziah dkk, 2013). Minyak goreng juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak dapat menghasilkan 9 kkal energi, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Penggunaan minyak khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial yang banyak mengandung HDL (high-density lipoprotein) yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol (Irmawati, 2013).

Kualitas minyak goreng ditentukan oleh komponen asam lemak penyusunnya yaitu asam lemak jenuh atau tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh mengandung ikatan rangkap. Sedangkan, asam lemak jenuh tidak mempunyai ikatan rangkap (Suroso, 2013).

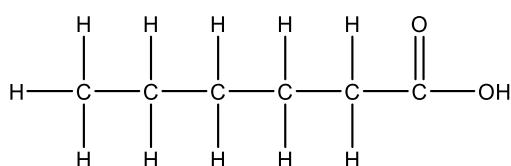
## 2.2 Minyak Jelantah

Kenaikan harga minyak goreng yang cukup tinggi tentu dapat menimbulkan dampak ekonomi yang signifikan sehingga masyarakat cenderung memakai kembali minyak goreng bekas untuk menggoreng makanan berulang kali demi penghematan biaya tanpa mempertimbangkan risiko bagi kesehatan (Istighfar, 2010). Semakin sering digunakan, tingkat kerusakan minyak goreng akan semakin tinggi. Penggunaan minyak goreng berkali-kali mengakibatkan minyak menjadi cepat berasap atau berbusa, lebih berwarna coklat dan menyebabkan cita rasa yang tidak disukai pada bahan makanan yang digoreng (Aisyah dkk., 2010).

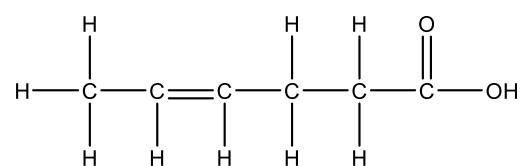
Asam lemak yang rantainya dominan dengan ikatan tunggal cenderung lebih mudah terhidrolisis. Kedua proses kerusakan tersebut dapat menurunkan kualitas minyak (Suroso, 2013). Oksidasi minyak akan menghasilkan senyawa aldehid, keton, hidrokarbon, alkohol, lakton, serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik dan rasa getir (Raharjo, 2011). Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas yang dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Hasil reaksi

hidrolisis dari minyak sawit adalah gliserol dan asam lemak bebas. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya faktor-faktor seperti panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar asam lemak bebas yang terbentuk (Ketaren, 1986).

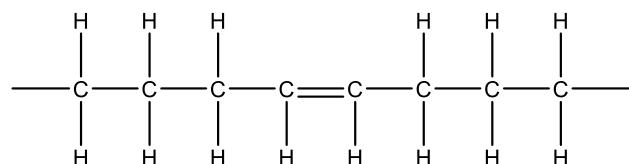
Menurut Aminuddin (2010), kadar asam lemak bebas merupakan banyaknya asam lemak bebas yang dihasilkan dari proses hidrolisis minyak. Meningkatnya kadar asam lemak bebas dalam minyak menunjukkan adanya penurunan kualitas minyak. Penentuan asam lemak bebas atau biasa disebut dengan FFA (Free Fatty Acid) sangat penting kualitasnya minyak. Sedangkan bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat pada minyak. Semakin besar angka ini berarti kandungan asam lemak bebas semakin tinggi. Hal ini dapat berasal dari proses hidrolisis ataupun proses pengolahan yang kurang baik. Struktur asam lemak tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap bersifat tidak stabil dan mudah berubah menjadi asam lemak jenuh atau asam lemak trans yang berbahaya untuk kesehatan. Makin banyak jumlah ikatan rangkapnya makin banyak asam lemak trans terbentuk, terutama jika minyak ini digunakan lebih dari tiga kali. Selain strukturnya berubah, maka senyawa lain yang bersifat toksik akan terbentuk (Aprilio, 2010).



Gambar 2.2. Struktur Asam Lemak Jenuh



Gambar 2.3. Struktur Asam Lemak Tak Jenuh



Gambar 2.4. Struktur Asam Lemak Trans

Minyak goreng yang rusak akibat oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik. Kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak akan mengakibatkan keracunan dalam tubuh dan menimbulkan berbagai macam penyakit, seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker yang menurunkan nilai cerna lemak, dan penurunan tingkat kecerdasan generasi berikutnya (Widayat, 2006; Istighfaro, 2010).

### 2.3 Arang aktif

Arang aktif atau yang biasa disebut dengan karbon aktif merupakan karbon dengan rumus kimia C dan berbentuk amorf. Arang ini dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diberi perlakuan khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas (Salamah, 2008).

Arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi. Arang aktif diperoleh dengan proses pembakaran (karbonisasi) dan aktivasi. Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, dan biasanya dilakukan di dalam *Muffle Furnace*. Menurut Cheresmisinoff (1993), bahwa proses ini menyebabkan terjadinya proses penguraian senyawa organik penyusun struktur bahan dan menghasilkan metanol, uap asam asetat, tar dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan area permukaan spesifik yang sempit. Menurut Botahala L. (2013), suhu pembakaran untuk pembentukan arang berkisar antara 350–500° C. Tahap karbonisasi akan menghasilkan arang yang memiliki daya serap lemah karena permukaan arang masih tertutup oleh senyawa hidrokarbon. Oleh karena itu arang masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.

Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana dengan tujuan untuk memperbesar pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul yang menutupi permukaan arang sehingga arang

mengalami perubahan sifat fisika maupun kimia, serta luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya penyerapan. Menurut Botahala L. (2019), suhu aktivasi yang biasa digunakan berkisar antara 200-500°C. Sedangkan waktu aktivasi berkisar antara 1-3 jam.

Aktivator adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif. Zat ini akan mengaktifkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air sehingga air yang terikat kuat pada pori-pori arang yang tidak hilang pada proses karbonisasi menjadi lepas oleh aktivator (Botahala L., 2019). Selanjutnya zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan arang yang tertutup (Dahlan dkk., 2013).

Adapun spesifikasi persyaratan mutu arang aktif yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995 pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Syarat Mutu Kualitas Arang Aktif

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar air	Maks. 15%
Kadar abu	Maks. 10%
Kadar zat menguap	Maks. 25%

(sumber: SNI 3730 – 1995)

## 2.4 Tebu

Tebu merupakan keluarga rumput-rumputan yang berkembang biak di daerah beriklim udara sedang sampai panas. Tebu hidup pada daerah yang mempunyai ketinggian tanah 1 sampai 1300 meter di atas permukaan laut. Di Indonesia terdapat beberapa jenis tebu yang memiliki ukuran batang dan warna yang berlainan. Tebu termasuk tumbuhan berbiji tunggal. Tinggi tumbuhan tebu berkisar 2-4 meter. Batang pohon tebu terdiri dari banyak ruas yang setiap ruasnya dibatasi oleh buku-buku sebagai tempat duduknya daun. Daun tebu berbentuk belaihan dengan panjang pelepasan antara 1-2 meter dan lebar 4-8 centimeter dengan permukaan kasar dan berbulu. Bunga tebu berupa bunga majemuk sedangkan akarnya berbentuk serabut (Wardiyono, 2008). Gambar tanaman tebu dapat dilihat pada Gambar 2.5

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tanaman perkebunan semusim yang dipanen satu kali dalam satu kali siklus hidupnya. Tanaman ini ditanam besar-besaran secara monokultur di Indonesia. Menurut *United States Department of Agriculture* (2018), klasifikasi tanaman tebu adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Tanaman Tebu Hijau

Klasifikasi Tanaman Tebu:

*Kingdom* : *Plantae – Plants*  
*Subkingdom* : *Tracheobionta – Vascular plants*  
*Superdivision* : *Spermatophyta – Seed plants*  
*Division* : *Magnoliophyta – Flowering plants*  
*Class* : *Liliopsida – Monocotyledons*  
*Subclass* : *Commelinidae*  
*Order* : *Cyperales*  
*Family* : *Poaceae – Grass family*  
*Genus* : *Saccharum L. – sugarcane P*  
*Species* : *Saccharum officinarum L. – sugarcane P*

Produk utama dari tebu adalah sukrosa. Akan tetapi, kandungan sukrosa pada tebu hanya sekitar 5-10%, sedangkan sisanya adalah ampas tebu sekitar 90%, tetes tebu dan air. Ampas tebu yang digunakan sebagai adsorben mengandung serat yang terdiri atas lignin 19,7%, pentosan 27,5%, dan selulosa 50-60% (Syukur, 2006).

Ampas tebu umumnya digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi yang diperlukan pada pembuatan gula. Selain itu, ampas tebu dapat juga digunakan sebagai pakan ternak, bahan baku serat, papan, plastik, dan kertas (Witono, 2003). Ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti seng, kadmium, tembaga, dan timbal dengan efisiensi adsorpsi berturut-turut sebesar 90, 70, 80, dan 55% (Kaur dkk, 2008). Ampas tebu berwarna kuning dan berserat seperti pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6. Ampas Tebu

## 2.5 Tempurung Kelapa

Indonesia menjadi negara dengan penghasil kelapa yang cukup besar di dunia. Pada tahun 2014 luas lahan kelapa mencapai 3,6594,478 ha dengan total produksi 3,051,585 ton buah kelapa. Kelapa yang mempunyai peranan dan nilai yang begitu besar dan penting ditinjau dari budaya dan segi sosial. Pulau Sumatera menjadi sumber daya alam yang cukup besar dari sektor pertanian utamanya dalam produksi buah kelapa (Dirjenbun, 2014).

Tempurung kelapa yang melimpah hanya dianggap sebagai limbah industri pengolahan kelapa, seperti pengolahan minyak goreng. Tempurung kelapa (Gambar 2.7) yang selama ini dianggap hanya sebagai masalah lingkungan dan penyebab pencemaran tanah. Padahal tempurung kelapa dapat diolah sebagai produk baru yaitu karbon aktif. Karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai adsorben yang cukup baik untuk menurunkan kandungan logam

berat, dan penurunan timbal (Pb) serta pewarna kationik dalam suatu bahan (Basir, 2017).

Menurut Ramadhani dkk. (2020), daging buah kelapa dan airnya merupakan bagian terbesar dari buah kelapa yang dapat dimanfaatkan atau dikonsumsi langsung oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, akan tetapi tempurung kelapa masih sangat kurang dimanfaatkan.



Gambar 2.7. Tempurung Kelapa

## 2.6 Standar Kualitas Minyak Goreng Layak Pakai

Standar mutu merupakan hal penting untuk menentukan apakah minyak sudah bermutu baik. Ada beberapa faktor yang menentukan standar mutu, yaitu kandungan air dan kotoran dalam minyak, kandungan asam lemak bebas, warna dan bilangan peroksida. Faktor lain yang mempengaruhi standar mutu adalah titik cair dan kandungan gliserida, *refining loss*, plastisitas dan *spreadability*, kejernihan, kandungan logam berat dan bilangan penyabunan. Standar kualitas minyak goreng layak pakai berdasarkan SNI 3741 – 1995 dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Standar Mutu Minyak Goreng

No.	Kriteria uji	Persyaratan
1.	Bau	Normal
2.	Rasa	Normal
3.	Warna	Muda jernih
4.	Cita rasa	Hambar
5.	Kadar air	Max 0,3 %

6.	Berat jenis	0,900 g/cm3
7.	Asam lemak bebas	Max 0,3 %
8.	Bilangan peroksida	Max 2 meq/Kg
9.	Bilangan Iodium	45-46
10.	Bilangan Penyabunan	196-206
11.	Titik asap	Min 200°C
12.	Indeks bias	1,448 - 1,450
13.	Cemaran logam, antara lain: Besi Timbal Tembaga Seng Raksa Timah Arsen	Max 0,5 mg/Kg Max 0,1 mg/Kg Max 40 mg/Kg Max 0,05 mg/Kg Max 0,1 mg/Kg Max 0,1 mg/Kg Max 0,1 mg/Kg

(sumber: SNI 3741 – 1995)

Standar mutu dari minyak kelapa sawit yang baik meliputi kadar air kurang dari 0,1%, kadar kotoran lebih kecil dari 0,01%, kandungan asam lemak bebas serendah mungkin (lebih kurang 2 %), bilangan peroksida di bawah 2, bebas dari warna merah dan kuning (harus berwarna pucat) dan tidak berwarna hijau, jernih, dan kandungan logam berat serendah mungkin atau bebas dari ion logam. Faktor penentu kualitas minyak antara lain:

### 1. Angka asam

Angka asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Angka asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas yang besar yang berasal dari hidrolisis minyak ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Makin tinggi angka asam makin rendah kualitasnya. Menurut Standar Nasional Industri (SNI) dengan nomor 01-3741-1995, syarat mutu minyak goreng yang dihitung sebagai asam larut (asam lemak bebas) yaitu maksimal 0,3 %.

## 2. Angka peroksida

Kerusakan minyak atau lemak yang utama disebabkan oleh peristiwa oksidasi dan hidrolisis, baik secara enzimatik maupun non enzimatik. Diantara kerusakan minyak yang mungkin terjadi ternyata kerusakan oleh autoksidasi yang paling besar pengaruhnya terhadap cita rasa. Hasil dari oksidasi lemak antara lain: peroksida, asam lemak, aldehid dan keton. Bau tengik atau ransid terutama disebabkan oleh keton. Angka peroksida dinyatakan sebagai miliequivalen peroksida tiap kilogram minyak. Angka peroksida yang ditetapkan untuk minyak goreng menurut SNI 01-3741-1995 adalah maksimum 2 mek/kg.

## 3. Angka Penyabunan

Angka penyabunan adalah angka yang menunjukkan jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak. Besarnya angka penyabunan tergantung dari massa molekul minyak, semakin besar massa molekul semakin rendah angka penyabunannya. Menurut SNI 01-3741-1995 kualitas minyak goreng yang baik dapat dilihat dari angka penyabunan yaitu 196-206 mg KOH/g.

## 4. Angka Ester

Angka ester menunjukkan jumlah asam organik yang bersenyawa sebagai ester. Angka ester dapat dihitung dari selisih angka penyabunan dengan angka asam.

## **2.7 Analisis Kualitas Minyak Jelantah yang Telah Dimurnikan**

### **2.7.1. Penentuan Bilangan Asam**

Bilangan asam adalah jumlah milligram KOH 0,1 N yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak (Ketaren, 1986). Bilangan asam juga dapat diungkapkan sebagai banyaknya milimeter natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N yang dibutuhkan untuk menetralkan asam bebas dalam 10 g minyak atau lemak (Rohman, 2007). Bilangan asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas yang besar. Asam lemak ini berasal dari hidrolisis minyak ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Makin tinggi bilangan

asam maka makin rendah kualitasnya. Bilangan asam tinggi disebabkan oleh meningkatnya jumlah asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak goreng sebagai hasil dari oksidasi dan pemecahan ikatan rangkap asam lemak (Andarwulan dkk, 2011).

Bilangan asam ditentukan melalui titrasi asidi alkalimetri. Titrasi asidi alkalimetri merupakan tritrasi asam basa. Titrasi asam basa untuk menentukan bilangan asam digunakan KOH sebagai titran dan menggunakan indikator phenolphthalein untuk menentukan titik akhirnya. Pada titrasi ini minyak yang digunakan sebagai sampel dilarutkan dalam alkohol, yang kemudian direfluks agar minyak dapat larut sempurna dalam alkohol. Selanjutnya dititrasi dengan KOH setelah diberi indikator fenolftalein. Perhitungan asam lemak lebih efektif menggunakan cara titrasi dibandingkan dengan cara lain seperti metoda GLC (*Gas-Liquid Chromaography*), karena metoda ini tidak terjadi ekstrasi dingin dengan pelarut yang dipakai secara sempurna. (Mohammad Adnan, 1997)

### 2.7.2. Penentuan Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida dinyatakan sebagai banyaknya miliekuivalen peroksida dalam setiap 1000 g (1 kg) minyak, lemak, dan senyawa lain (Rohman, 2007). Bilangan peroksida merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Semakin tinggi bilangan peroksida semakin rendah kualitas minyak. Peroksida yang dihasilkan dalam minyak diperoleh dari reaksi oksidasi lemak, yaitu reaksi antara oksigen dengan ikatan rangkap di dalam lemak. Menurut Agsa (2004) senyawa peroksida merupakan senyawa yang cukup kuat untuk dapat bereaksi sempurna dengan ion iodida. Maka untuk menentukan bilangan peroksida dapat dilakukan dengan titrasi iodometri. Titrasi iodometri ini berdasarkan pada reaksi antara alkali iodida (KI) dalam larutan asam asetat dan kloroform dengan peroksida. Seperti persamaan reaksi berikut ini:



R menunjukan gugus yang mempunyai ikatan rangkap.