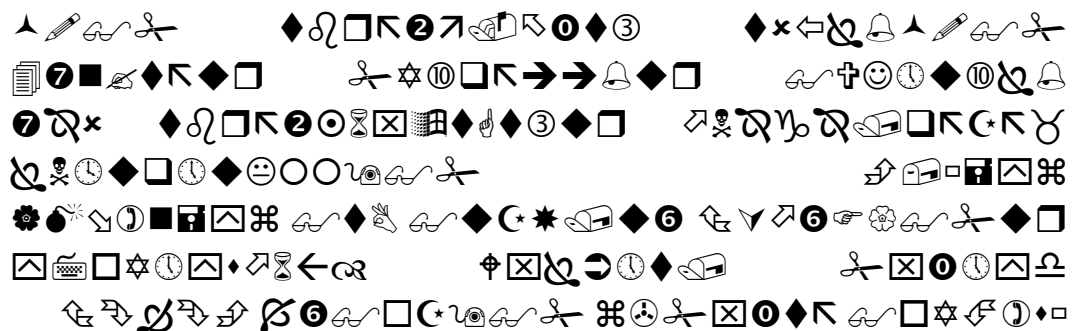


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Perspektif Islam Tentang Pemanfaatan Tanaman

Allah SWT menciptakan suatu makhluk baik yang hidup di bumi, udara dan air mempunyai hikmah yang sangat besar. Semua itu menggambarkan kebesaran dan kekuasaan-Nya. Dia tidak menciptakan sesuatu apa pun tanpa maksud dan tujuan, sebagaimana telah dijelaskan-Nya dalam surah Al-Imran ayat 191 yang berbunyi:



”(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka". (Q.S. Al-Imran: 191).

Kutipan ayat di atas menjelaskan bahwa tiada suatu apapun yang sia-sia dari apa yang telah diciptakan oleh Allah SWT, makhluk hidup (hewan, tumbuhan dan lainnya) semuanya dapat dimanfaatkan oleh manusia jika mau berfikir. Tidak terkecuali tanaman tebu. Tanaman ini tidak hanya bisa dimanfaatkan untuk diolah menjadi gula di pabrik gula. Perkembangan ilmu pengetahuan dan sentuhan

teknologi telah menyibak banyak manfaat lain yang dapat diperoleh dari tanaman tebu, diantaranya adalah sebagai adsorben (khususnya ampas tebu), sebagai penjernih minyak goreng bekas, penjernih air, obat, pakan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp*, *particle board*, bahan bakar boiler di pabrik gula dan lain sebagainya. Dapat disimpulkan bahwa tanaman tebu memberikan manfaat baik dari sisi ekonomi, kesehatan dan bagi ilmu pengetahuan itu sendiri.

## B. Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum L*) termasuk salah satu anggota familia rumput-rumputan (*Graminae*) yang merupakan tanaman asli tropika basah, namun masih dapat tumbuh baik dan berkembang di daerah subtropika, pada berbagai jenis tanah dari dataran rendah hingga ketinggian 1.400 m diatas permukaan laut (mdpl).



**Gambar II.1 Tanaman tebu<sup>22</sup>**

Di Indonesia terdapat beberapa jenis tebu, diantaranya tebu hitam (cirebon), tebu kasur, POJ 100, POJ 2364, EK 28 dan POJ 2878. Setiap tebu memiliki ukuran batang dan warna yang berlainan. Tebu termasuk tanaman

<sup>22</sup> Sumber gambar: images.google.com

berbiji tunggal yang tingginya berkisar antara 2 sampai 4 meter. Batang tebu memiliki banyak ruas yang setiap ruasnya dibatasi oleh buku-buku sebagai tempat tumbuh daun. Bentuk daunnya berupa pelepah dengan panjang mencapai 1-2 meter dan lebar 4-8 cm. Permukaan daunnya kasar dan berbulu. Bunga tebu merupakan bunga majemuk dengan bentuk menjuntai di puncak sebuah poros gelagah. Tebu mempunyai akar serabut.

**Tabel II.1 Komponen-komponen yang terdapat dalam batang tebu<sup>23</sup>**

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>
Monosakarida	0.5-1.5
Sukrosa	11-19
Zat-zat organik	0.5-1.5
zat-zat anorganik	0.15
Sabut	11-19
Air	65-75
Bahan lain	12

### **1. Komoditas Tanaman Tebu**

Tanaman tebu telah dikenal sejak beberapa abad yang lalu oleh bangsa Persia, China, India dan kemudian menyusul bangsa Eropa yang memanfaatkan sebagai bahan pangan bernilai tinggi yang dianggap sebagai emas putih, yang secara berangsur mulai menggeser kedudukan bahan pemanis alami seperti madu.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Erni Misran, *op.cit.* h. 6.

<sup>24</sup> Departemen Jenderal Perkebunan., *Komoditas Tanaman Tebu*.  
<http://ditjenbun.deptan.go.id/budtansim/images/pdf/tebu.pdf>, diakses 16 Februari 2012.

Berdasarkan catatan sejarah, sekitar tahun 400-an tanaman tebu telah ditemukan tumbuh di beberapa tempat di pulau Jawa dan Sumatera, namun baru pada abad XV tanaman tersebut diusahakan secara komersil oleh sebagian imigran China. Diawali kedatangan bangsa Belanda di Indonesia tahun 1596 yang kemudian mendirikan perusahaan dagang *Vereeniging Oost Indische Compagnie* (VOC) pada bulan Maret 1602, mulailah terbentuk industri gula di Indonesia yang kemudian dipacu dengan semakin meningkatnya permintaan gula dari Eropa pada saat itu.

Sejarah Indusri gula di Indonesia, khususnya di Jawa penuh dengan pasang surut. Pada dekade 1930-an industri gula di Indonesia mencapai puncaknya dengan produksi gula sebesar 3 juta ton dengan areal pertanaman seluas 200.000 ha yang terkonsentrasi di pulau Jawa. Pada masa itu terdapat lebih kurang 179 pabrik gula yang mampu memproduksi 14,8 ton gula/ha.<sup>25</sup>



**Gambar II.2 Pabrik gula<sup>26</sup>**

---

<sup>25</sup> Departemen Jenderal Perkebunan., loc.cit.

<sup>26</sup> Sumber gambar: koleksi pribadi (Kunjungan ke Pabrik Gula Madukismo, Yogyakarta, 2012)

## 2. Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan limbah selulosa yang banyak sekali potensi pemanfaatannya. Selain yang telah disebutkan di atas, ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan kanvas rem, furfural, sirup glukosa, etanol, CMC (*carboxymethyl cellulose*) dan bahan penyerap (adsorben). Bahkan di Hawaii dan Kuba ampas tebu telah pula dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang dikenal dengan *co-generation* (kogenerasi). Di kuba, ampas tebu telah memasok sepertiga kebutuhan energi nasional. Ampas tebu yang mirip jerami dibakar untuk menghasilkan listrik.<sup>27</sup>

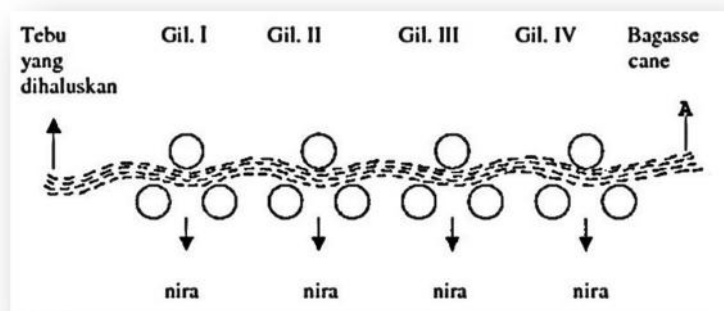


**Gambar II.3 Ampas tebu<sup>28</sup>**

Ampas tebu merupakan limbah pabrik gula ( $\pm 30\%$  dari kapasitas giling) yang sangat mengganggu apabila tidak dimanfaatkan. Ampas tebu yang dipergunakan adalah ampas tebu yang telah mengalami proses penggilingan kelima kali. Secara garis besar, proses produksi dari tebu menjadi ampas tebu dapat dilihat pada gambar berikut:

<sup>27</sup> Kementerian Badan Usaha Milik Negara, *Listrik Dari Ampas Tebu*. <http://www.bumn.go.id/22142/publikasi/berita/listrik-dari-ampas-tebu/>, diakses 16 Februari 2012.

<sup>28</sup> Sumber gambar: images.google.com (Kiri: Ampas tebu dari usaha es tebu, tengah: ampas tebu dari pabrik tebu, kanan: pengolahan ampas tebu).



**Gambar II.4 Proses penggilingan tebu<sup>29</sup>**

Ampas tebu mengandung serat (selulosa, pentosan dan lignin), abu dan air. Adanya serat memungkinkan ampas tebu untuk digunakan sebagai pakan ternak, tetapi dengan adanya lignin<sup>30</sup> dengan kandungan yang cukup tinggi (19,7 %) dan kadar protein yang rendah (28 %) menyebabkan penggunaannya sangat terbatas.

Pentosan<sup>31</sup> merupakan salah satu polisakarida yang terdapat dalam ampas tebu dengan persentase sebesar 20-27 %. Kandungan pentosan yang cukup tinggi tersebut memungkinkan ampas tebu tersebut diolah menjadi furfural<sup>32</sup> yang memiliki aplikasi cukup luas dalam industri terutama untuk mensintesis senyawa-senyawa turunannya seperti furfural, alkohol, furan dan lain-lain.

Ampas tebu juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti  $Zn^{2+}$  (90 %),  $Cd^{2+}$  (70 %),  $Pb^{2+}$  (80 %) dan  $Cu^{2+}$  (55 %). Kandungan karbon yang

<sup>29</sup> Buku pedoman penggunaan serat alami limbah ampas tebu (*bagasse*) PTPN II SEI.

<sup>30</sup> Lignin adalah zat yang menyusun bagian terbesar dari massa kayu; salah satu zat selain selulosa, dan bersama selulosa membentuk dinding sel dari kayu tanaman. Lihat: Drs. Mulyono HAM, M.Pd, *Kamus Kimia*. (Bandung: Bumi Aksara, 2005), h. 254.

<sup>31</sup> Pentosan adalah monosakarida yang tersusun dari 5 atom C per molekulnya, dan bergantung pada sifat gugus karbonilnya. *Ibid.* h. 325.

<sup>32</sup> Furfural (2-furaldehid); aldehid yang terikat pada gugus lingkar (gugus furfural) dengan rumus molekul  $C_5H_4O_2$ ; zat cair menyerupai minyak, tak berwarna dan berbau harum; dibuat dari jerami, dedak, tongkol jagung. Digunakan sebagai pelarut, zat penghilang bau, bahan pengawet, untuk bahan plastik dan resin sintesis. *Ibid.* h. 138

cukup tinggi pada ampas tebu menjadi dasar pembuatan arang aktif dalam pemurnian minyak goreng bekas.<sup>33</sup>

#### a. Komponen Penyusun Serat Ampas Tebu

Tanaman tebu yang sering kita lihat tidak hanya berisi air yang digunakan sebagai bahan pembuat gula tetapi memiliki komposisi yang lebih kompleks yakni: sakarosa, zat sabut (*fiber*), gula reduksi dan beberapa bahan lainnya. Sabut yang terkandung dalam ampas tebu tersusun dari beberapa komponen penyusun yakni: selulosa, pentosan, lignin dan beberapa komponen lain seperti ditampilkan dalam tabel berikut:

**Tabel II.2 Komponen penyusun serat ampas tebu<sup>34</sup>**

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1	Selulosa	45
2	Pentosan	32
3	Lignin	18
4	Lin-lain	5

Sementara itu berdasarkan hasil penelitian dari beberapa orang ahli, diperoleh komposisi unsur kimia dari ampas tebu sebagai berikut:

<sup>33</sup> Ria Wijayanti, *loc.cit.* h. 3.

<sup>34</sup> Materials Handbook Thirteenth Edition, 1991

**Tabel II.3 Komposisi unsur kimia ampas tebu<sup>35</sup>**

	<b>N.Deer</b>	<b>Tromp</b>	<b>Kelly</b>	<b>M.R</b>	<b>Daries</b>	<b>Gregory</b>
Karbon	46,5	44	48,2	47,5	47,9	48,1
Hidrogen	6,5	6	6	6,1	6,7	6,1
Oksigen	46	48	43,1	44,4	45,5	43,3
Ash (debu)	1	2	2,7	2		2,5
	100	100	100	100	100	100

Berdasarkan penelitian, senyawa kimia yang terkandung dalam ampas tebu adalah sebagai berikut:

**Tabel II.4 Senyawa kimia dalam ampas tebu<sup>36</sup>**

<b>Senyawa</b>	<b>Jumlah (%)</b>
SiO <sub>2</sub>	70.79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.36
K <sub>2</sub> O	4.82
Na <sub>2</sub> O	0.43
MgO	0.82
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	22.27
C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	
C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	

Dari data di atas, jelas sekali terlihat bahwa senyawa kimia yang dominan adalah SiO<sub>2</sub> (Silika) sebesar 70,97 %.

<sup>35</sup> Hand book of Cane Sugar Engineering

<sup>36</sup> Hasil analisa No 4246/LT AKI/XI/99 Oleh Team Afiliansi dan Konsultasi Industri ITS Surabaya



### C. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95 % karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.<sup>37</sup>



**Gambar II.5 Karbon aktif<sup>38</sup>**

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-3500 m<sup>2</sup>/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Adsorpsi karbon aktif bersifat selektif (hanya mengadsorpsi senyawa-senyawa kimia tertentu) dan tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan adsorbat.<sup>39</sup> Banyak senyawa yang dapat

---

<sup>37</sup> M.T Sembiring dan T. S Sinaga, *Arang Aktif; Pengenalan dan Proses Pembuatan*, Makalah . (Medan: Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara, 2003), h. 1.

<sup>38</sup> Sumber gambar: Koleksi pribadi (Dokumentasi penelitian)

<sup>39</sup> Reni Griswinda, *Penurunan Kadar Minyak Lemak Pada Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Dilanjutkan Dengan Reaktor Karbon Aktif*. (Yogyakarta. Jurusan Teknik lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perancangan, Universitas Islam Indonesia, 2008), h. 42.

diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.<sup>40</sup>

Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi. Luas permukaan yang besar disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.<sup>41</sup>

Sumber arang dapat berasal dari bahan nabati dan hewani antara lain serbuk gergaji, ampas tebu, tempurung, tongkol jagung dan tulang. Pada umumnya pengarangan dilakukan pada suhu 300-500 °C. Suhu pengarangan pada ruang hampa dilakukan pada suhu 600-700 °C. Pada proses pengarangan akan terjadi penguapan air disusul dengan pelepasan gas CO<sub>2</sub> dan selanjutnya terjadi peristiwa eksotermis yang merupakan tahap permulaan proses pengarangan. Pengarangan dianggap sempurna jika asap tidak terbentuk lagi dan arang yang bermutu baik adalah arang yang mengandung kadar karbon tinggi.<sup>42</sup>

Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, filter, pemisah gas, pemurnian air juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Arang pada

---

<sup>40</sup> Ferra Pramadewi, *Laporan Kimia Fisika Isoterm Adsorpsi Karbon Aktif*. <http://ferrapramadewi.wordpress.com/2012/04/03/laporan-kimia-fisika-isoterm-adsorpsi-karbon-aktif/>. Diakses 30 Desember 2013.

<sup>41</sup> Reni Griswinda, *op.cit.* h. 43.

<sup>42</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 219.

umumnya mempunyai daya adsorpsi yang rendah terhadap zat warna dan daya adsorpsi tersebut dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan arang menggunakan uap atau bahan kimia.<sup>43</sup>

Arang aktif dapat mengadsorpsi gas, molekul netral, asam atau basa organik tetapi tidak mampu menyerap secara maksimal ion logam atau garam-garam yang terionisasi dengan kuat, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000 % terhadap berat arang aktif.<sup>44</sup>

**Tabel II.5 Penggunaan arang aktif<sup>45</sup>**

No	Pemakai	Kegunaan	Jenis/Mesh
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa	8 x30, 325
2	Minuman keras dan ringan	Penghilangan warna dan bau pada minuman	2 x 8, 4 x 12
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4 x 8, 4 x 12, 8 x 30
4	Pembersih air	Penghilangan warna, bau dan penghilangan resin	
5	Budi daya udang	Pemurnian, penghilangan ammonia, netrite phenol dan logam berat	4 x 8, 4 x 12
6	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4 x 8, 4 x 12

<sup>43</sup> *Ibid.* h. 218.

<sup>44</sup> M.T Sembiring dan T. S Sinaga, *op.cit.* h. 1.

<sup>45</sup> Meilita T Sembiring, ST dan Tuti S Sinaga, ST (2003)

7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4 x 8, 4 x 12, 8 x 30
8	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun dan bau busuk asap	4 x 8, 4 x 12
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil chloride, binil acetat	4 x 8, 4 x 30
10	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8 x 30

Pemurnian minyak goreng bekas dengan menggunakan adsorben dapat meningkatkan kualitas minyak itu sendiri dan secara langsung juga meningkatkan kualitas makanan yang dihasilkan. Proses peningkatan kualitas minyak bekas dilakukan dengan cara menghilangkan senyawa yang teroksidasi, zat warna, senyawaan non polar dan berbagai macam senyawa polimer.

Prinsip pembuatan karbon aktif didasarkan pada proses pirolisis yaitu penguraian bahan-bahan organik pada temperatur tinggi di bawah kondisi non oksidatif. Pendekatan utama dari pirolisis adalah pendaur-ulangan bahan-bahan yang dapat diuraikan secara termal. Pirolisis dilaksanakan pada kondisi temperatur diatas 430 °C.<sup>46</sup> Adapun tahapan pembuatan karbon aktif adalah:<sup>47</sup>

### 1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan air. Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105 °C selama 24 jam dengan tujuan untuk

---

<sup>46</sup> Husni Husin dan Cut Meurah Rosnelly, *Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batang Pisang Menggunakan Gas Nitrogen*. (Banda Aceh: Universitas Syiah kuala Darussalam, 2008), dalam Fajar Wiyaningsih (2010).

<sup>47</sup> M.T Sembiring dan T. S Sinaga, *op.cit.* h. 1

menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku.<sup>48</sup> Proses dehidrasi dapat juga dilakukan dengan cara sederhana seperti menjemur bahan dibawah sinar matahari.

## 2. Karbonisasi

Proses karbonisasi adalah peristiwa pirolisis atau pembakaran tak sempurna dengan udara terbatas di mana terjadi proses dekomposisi komponen atau pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Tujuan utama dari proses karbonisasi ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi. Sifat-sifat dari hasil karbonisasi ditentukan oleh kondisi dan bahan dasarnya. Parameter yang biasanya digunakan untuk menentukan kondisi karbonisasi yang sesuai yaitu temperatur akhir yang dicapai, waktu karbonisasi, laju peningkatan temperatur, medium (atmosfer) dari proses karbonisasi.

Pada proses karbonisasi, suhu di atas 170 °C akan menghasilkan CO, CO<sub>2</sub> dan asam asetat, pada suhu 275 °C dekomposisi menghasilkan tar, metanol dan hasil samping lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada suhu 400-600 °C, selama proses ini unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom yang terbebaskan membentuk kristal grafit. Proses karbonisasi akan menghasilkan tiga komponen pokok, yaitu karbon atau arang, tar, dan gas (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, dan lain-lain).<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> *Ibid.* h. 5.

<sup>49</sup> Siti Muallifah, *Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat dan Angka Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Dengan Karbon Aktif Dari Biji Kelor (Moringa oleifera, LAMK)*. (Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim, 2009), h. 33.

Tahap karbonisasi akan menghasilkan karbon yang mempunyai struktur pori lemah, oleh karena itu arang masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.<sup>50</sup>

### 3. Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.<sup>51</sup>

Pori-pori dalam arang biasanya diisi oleh *tar*, hidrokarbon dan zat-zat organik lainnya yang terdiri dari *fixed carbon*, abu, air dan persenyawaan yang mengandung nitrogen dan sulfur.<sup>52</sup> Metode aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan karbon aktif adalah:

#### a. Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Aktivator yang digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti:

1. Hidroksida logam alkali:  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCl}$ .
2. Garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan khususnya  $\text{ZnCl}_2$ .
3. Asam-asam  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_4\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  serta zat lain seperti sianida,  $\text{SO}_2$  dan uap air pada suhu tinggi.

---

<sup>50</sup> Fajar Wiyaningsih, *op.cit.* h. 35.

<sup>51</sup> M.T Sembiring dan T. S Sinaga, *op.cit.* h. 3

<sup>52</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 219.

Unsur-unsur mineral yang ditambahkan dari persenyawaan kimia yang ditambahkan akan meresap ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen kimia sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar.

#### b. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO<sub>2</sub>. Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan karbon aktif bertambah besar. Karbon dipanaskan didalam *furnace* pada temperatur 800-900 °C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah merupakan reaksi eksoterm<sup>53</sup> sehingga sulit untuk mengontrolnya. Pemanasan dengan uap atau CO<sub>2</sub> pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan.<sup>54</sup>

**Tabel II.6 Standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995<sup>55</sup>**

Uraian	Prasyarat kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	Maks. 15	Maks. 25
Kada air, %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kada abu, %	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , mg/g	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni, %	Min. 80	Min. 65

<sup>53</sup> Eksoterm; Eksotermik; menunjukkan bahwa suatu proses atau reaksi kimia berlangsung dengan disertai pelepasan kalor. Sedangkan Endotermik adalah suatu proses atau reaksi kimia yang berlangsung dengan disertai penyerapan kalor. Drs. Mulyono HAM., M.Pd, *op.cit.* h. 115.

<sup>54</sup> M.T Sembiring dan T. S Sinaga. *op.cit.* h. 3

<sup>55</sup> Meilita T Sembiring, ST dan Tuti S Sinaga, ST (2003)

Daya serap terhadap benzena, %	Min. 25	-
Daya serap terhadap metilen biru, mg/g	Min. 60	Min. 120
Berat jenis curah, g/ml	0,45-0,55	0,3-0,35
Lolos mesh 325, %	-	Min. 90
Jarak mesh, %	90	-
Kekerasan, %	80	-

#### D. Minyak Goreng

Minyak adalah lemak yang berasal dari tumbuhan yang berupa zat cair dan mengandung asam lemak tak jenuh. Minyak dapat bersumber dari tanaman, misalnya minyak zaitun, minyak jagung, minyak kelapa dan minyak bunga matahari. Minyak dapat juga bersumber dari hewan, misalnya minyak ikan sardin, minyak ikan paus dan lain-lain. Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng nabati biasa diproduksi dari kelapa sawit, kelapa atau jagung. Dalam penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah ras gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan.<sup>56</sup>



**Gambar. II.6 Minyak goreng curah**

<sup>56</sup> S Ketaren, *loc.cit.* h. 139.



Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis jack*). Buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (*pericarp*) dan inti (*kernel*). Serabut buah kelapa sawit terdiri dari tiga lapis yaitu lapisan luar atau kulit buah yang disebut *pericarp*. Lapisan sebelah dalam disebut *mesocarp* atau *pulp* dan lapisan paling dalam disebut *endocarp*. Inti kelapa sawit terdiri dari lapisan kulit biji (*testa*), endosperm dan embrio. *Mesocarp* mengandung kadar minyak rata-rata sebanyak 56 %, inti (*kernel*) mengandung minyak sebesar 44 %, dan *endocarp* tidak mengandung minyak.<sup>57</sup>

Minyak sawit memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Dari segi ekonomi minyak sawit merupakan minyak nabati yang paling murah karena produktivitas sawit sangat tinggi. Minyak sawit juga mengandung betakaroten dan tokoferol sehingga dilihat dari segi gizi mempunyai keunggulan. Minyak kelapa sawit didalamnya banyak mengandung vitamin K dan magnesium.<sup>58</sup>

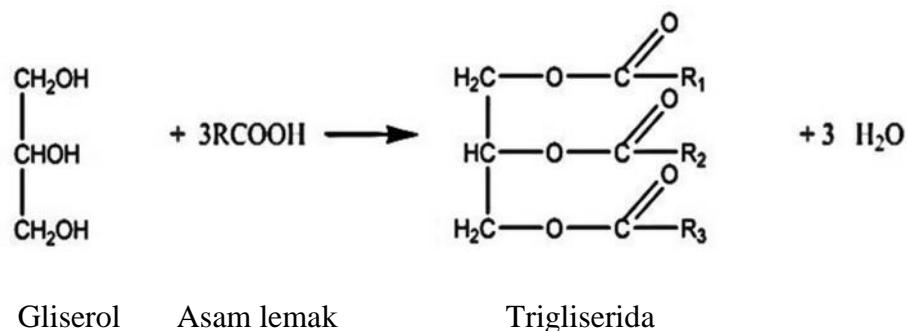
### **1. Trigliserida Pada Minyak Kelapa Sawit**

Minyak kelapa sawit terdiri atas trigliserida sebagaimana lemak dan minyak lainnya. Minyak kelapa sawit merupakan ester dari gliserol dengan tiga molekul asam lemak menurut reaksi sebagai berikut:

---

<sup>57</sup> Nurhida Pasaribu, *Minyak Buah Kelapa Sawit*. E-USU Repository. (Medan: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2004), h. 8.

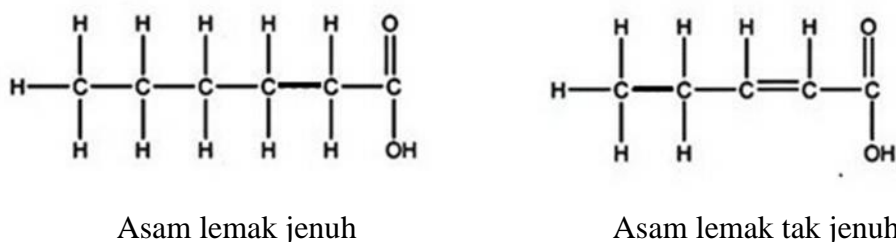
<sup>58</sup> Departemen Perindustrian, *Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit*. (2007) h. 7.



**Gambar II.7 Reaksi pembentukan trigliserida<sup>59</sup>**

Bila  $R_1=R_2=R_3$  atau ketiga asam lemak penyusunnya sama maka trigliserida ini disebut trigliserida sederhana dan apabila salah satu atau lebih asam lemak penyusunnya tidak sama maka disebut trigliserida campuran.

Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen, kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan tiga atom terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya disebut asam lemak jenuh. Secara umum struktur asam lemak dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar II.8 Struktur asam lemak<sup>60</sup>**

<sup>59</sup> Nurhida Pasaribu, *op.cit.* h. 1

<sup>60</sup> *Ibid.* h. 2.

Makin jenuh molekul asam lemak dalam molekul trigliserida, makin rendah titik cair minyak tersebut, sehingga pada suhu kamar biasanya berada pada fase cair. Sebaliknya semakin tidak jenuh asam lemak dalam molekul trigliserida maka makin tinggi titik cair minyak tersebut sehingga pada suhu kamar berada pada fase padat.

Berikut ini adalah tabel dari komposisi trigliserida dan tabel komposisi asam lemak dari minyak kelapa sawit.

**Tabel II.7 Komposisi trigliserida dalam minyak kelapa sawit<sup>61</sup>**

<b>Trigliserida</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Tripalmitin	3-5
Dipalmito – Stearin	1-3
Oleo – Miristopalmitin	0-5
Oleo – Dipalmitin	21-43
Oleo – Palmitostearin	10-11
Palmito - Diolein	32-48
Stearo – Diolein	0-16
Linoleo – Diolein	3-12

**Tabel II.8 Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit<sup>62</sup>**

<b>Asam lemak</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Asam Kaprilat	-
Asam Kaproat	-
Asam Miristat	1,1 – 2.5
Asam Palmitat	40 - 46
Asam Stearat	3,6 – 4,7
Asam Oleat	30 – 45
Asam Laurat	-
Asam Linoleat	7 – 11

Minyak juga mengandung sejumlah kecil komponen non trigliserida, yaitu lipid kompleks (lesithin, cephalin, fosfatida, dan glikolipid), sterol (berada dalam

<sup>61</sup> *Ibid.*

<sup>62</sup> *Ibid.*

keadaan bebas atau terikat dengan asam lemak bebas), asam lemak bebas, lilin; pigmen yang larut dalam lemak, dan hidrokarbon. Komponen tersebut yang mempengaruhi warna dan *flavour* minyak serta berperan dalam proses terjadinya ketengikan.

Minyak sawit memiliki karakteristik asam lemak utama penyusunnya terdiri atas 35 – 40 % asam palmitat, 38 – 40 % oleat dan 6 – 10 % asam linolenat serta kandungan mikronutrientnya seperti karotenoid, tokoferol, tokotrienol dan fitosterol. Selain itu keunggulan minyak sawit sebagai minyak makan adalah tidak perlu dilakukan parsial hidrogenasi untuk pembuatan margarin dan minyak goreng (*deep frying fat*), *trans fatty acid* rendah, dan harganya murah. Klaim produk minyak sawit sebagai produk sehat telah banyak dilakukan penelitian mendasar sehingga klaim unggulannya mempunyai dasar yang kuat. Meskipun minyak sawit mengandung *mono-unsaturated fatty acid* (Omega 9) cukup tinggi, kandungan asam lemak jenuhnya (palmitat) juga tinggi yaitu 40 %. Asam palmitat yang ada dalam minyak sawit mempunyai nilai positif karena dapat menurunkan kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*).

Beberapa hal yang mempengaruhi sifat-sifat minyak adalah asam lemak penyusunnya, yaitu asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid/SFA*) dan asam lemak tak jenuh (*Unsaturated Fatty Acid/UFA*), yang terdiri atas *Mono-Unsaturated Fatty Acid* (MUFA) dan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA) atau *High Unsaturated Fatty Acid* (HUFA). Para ahli biokimia dan ahli gizi lebih mengenalnya dengan sebutan asam lemak tak jenuh Omega 3, Omega 6 dan Omega 9.

**Tabel II.9 Standar mutu minyak goreng berdasarkan SNI 3741-1995<sup>63</sup>**

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/L
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 <sup>o</sup> C
12	Indeks bias	1,448-1,450
13	Cemaran logam antara lain:	
	Besi	Max 0,5 mg/Kg
	Timbal	Max 0,1 mg/Kg
	Tembaga	Max 40 mg/Kg
	Seng	Max 0,05 mg/Kg
	Raksa	Max 0,1 mg/Kg
	Timah	Max 0,1 mg/Kg
	Arsen	Max 0,1 mg/Kg

### E. Kerusakan Minyak

Pemakaian minyak yang berulang-ulang menyebabkan perubahan pada minyak yang ditandai dengan penampakan minyak yang menjadi kotor dan berwarna coklat. Tingkat kerusakan minyak goreng berbanding lurus dengan intensitas penggunaannya. Semakin sering digunakan, tingkat kerusakan pun akan semakin tinggi. Kerusakan minyak goreng akan mengakibatkan terjadinya proses oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi sehingga menimbulkan bau dan rasa tengik sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), perubahan indeks refraksi, bilangan peroksida, timbulnya kekentalan minyak,

<sup>63</sup> Wijana dkk (2005)

terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu yang digunakan dan dari bahan yang digoreng. Kerusakan minyak terdiri dari:

### 1. Ketengikan

Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak. Terjadi reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik. Oksidasi minyak biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas. Oksidasi minyak akan menghasilkan senyawa aldehid, keton, hidrokarbon, alkohol serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik dan rasa getir.<sup>64</sup>

Ketengikan terjadi bila komponen cita rasa dan bau yang mudah menguap terbentuk sebagai akibat kerusakan oksidatif dari lemak dan minyak yang tak jenuh. Komponen-komponen ini menyebabkan bau dan cita rasa yang tak diinginkan dalam lemak dan minyak dan produk-produk yang mengandung minyak itu. Hidrolisa minyak menghasilkan asam-asam lemak bebas yang dapat mempengaruhi cita rasa dan bau daripada bahan itu. Hidrolisa dapat disebabkan oleh adanya air dalam minyak atau karena kegiatan enzim.<sup>65</sup>

Ketengikan merupakan kerusakan utama pada minyak yang ditimbulkan bau dan rasa tengik, Hal ini disebabkan oleh autooksidasi radikal asam lemak tak jenuh dalam minyak. Autooksidasi dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor-faktor yang dapat mempercepat reaksi seperti:

---

<sup>64</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 29.

<sup>65</sup> Buckle, dkk. *Ilmu Pangan*. (Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, 2007). Dalam Fajar Wiyaningsih (2010)

panas, peroksida lemak atau hiperoksida, logam-logam berat seperti: Cu, Fe, Co, Mn dan enzim lipoksidase. Pembentukan radikal bebas dari asam lemak tidak jenuh akibat pemanasan.

Molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tidak jenuh mengalami oksidasi dan menjadi tengik. Bau tengik yang tidak sedap tersebut disebabkan oleh pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida.

Radikal bebas ini bereaksi dengan  $O_2$  membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek oleh radiasi energi tinggi, energi panas, katalis logam, atau enzim. Senyawa-senyawa dengan rantai C lebih pendek ini adalah asam-asam lemak, aldehid dan keton yang bersifat volatil (mudah menguap) dan menimbulkan bau tengik pada lemak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan oksidasi yaitu:

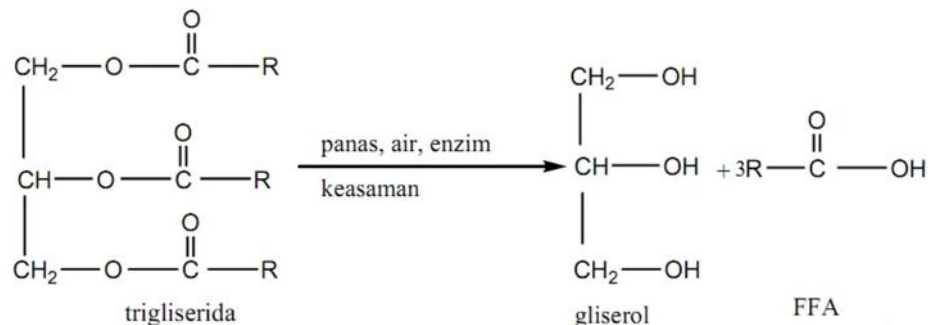
- a. Radikal, misalnya: dipengaruhi panas dan cahaya.
- b. Bahan pengoksidasi, misalnya: peroksida, ozon, asam nitrat, beberapa senyawa organik nitro dan aldehid aromatik.
- c. Katalis metal, khususnya garam dari beberapa macam logam berat.
- d. Sistem oksidasi, misalnya: adanya katalis organik yang labil terhadap panas.

## **2. Hidrolisis**

Reaksi hidrolisis lemak atau minyak telah diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak yang terjadi karena terdapat sejumlah air dalam minyak atau

lemak tersebut. Reaksi ini akan mengakibatkan *hydrolytic rancidity* yang menyebabkan timbulnya cita rasa dan bau tengik pada minyak atau lemak. Kecepatan reaksi hidrolisis pada minyak atau lemak dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan pangan dan dipercepat oleh basa, asam, suhu tinggi dan tekanan. Kandungan air semakin tinggi dalam bahan pangan sehingga semakin cepat proses hidrolisis berlangsung dan terjadi akumulasi asam lemak bebas. Hidrolisis minyak atau lemak dapat dikatalis oleh adanya asam lemak dan enzim lipase.

Hidrolisis minyak menghasilkan asam-asam lemak bebas yang dapat mempengaruhi cita rasa dan bau. Hidrolisis dapat disebabkan oleh adanya air dalam minyak atau karena kegiatan enzim. Persamaan reaksi hidrolisis pada minyak dan lemak adalah sebagai berikut:



**Gambar II.9 Reaksi hidrolisis pada minyak goreng.<sup>66</sup>**

### 3. Polimerisasi

Polimer merupakan senyawa yang terbentuk di dalam minyak goreng akibat pemanasan yang terus menerus pada suhu tinggi dengan atau tanpa adanya

<sup>66</sup> Nila Istighfaro, *op.cit.* h 26.



oksigen. Polimer terbentuk akibat terjadinya ikatan antara atom karbon dan oksigen.<sup>67</sup>

Pembentukan senyawa polimer selama proses menggoreng terjadi karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh, hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai *gum* yang mengendap di dasar wadah penggoreng. Proses polimerisasi ini mudah terjadi pada minyak setengah mengering atau minyak mengering, karena minyak tersebut mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dalam jumlah besar.<sup>68</sup>

#### 4. Perubahan Warna

Zat warna alami seperti karoten, xanthofil, klorofil, antosianin menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijauan dan kemerah-merahan. Selama proses pengolahan dan penyimpanan, minyak dapat mengalami perubahan warna menjadi gelap atau kecoklatan.

Warna gelap pada minyak goreng bekas pemakaian, disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E). Warna gelap ini dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan, yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti suhu pemanasan yang terlalu tinggi, dan oksidasi terhadap fraksi tidak tersabunkan dalam minyak.<sup>69</sup>

Perubahan warna dapat disebabkan oleh perubahan zat warna alami atau tokoferol yang terkandung dalam minyak, produk degradasi minyak, reaksi

---

<sup>67</sup> Ika Arnas Puji Astutik, *Pengaruh Suhu Interaksi Minyak Goreng Bekas Dengan Menggunakan Karbon Aktif Biji Kelor (Moringa oleifera. LAMK) Terhadap Angka Iodin dan Angka Peroksida*. Skripsi. (Malang : Jurusan kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim, 2010), h. 43.

<sup>68</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 149.

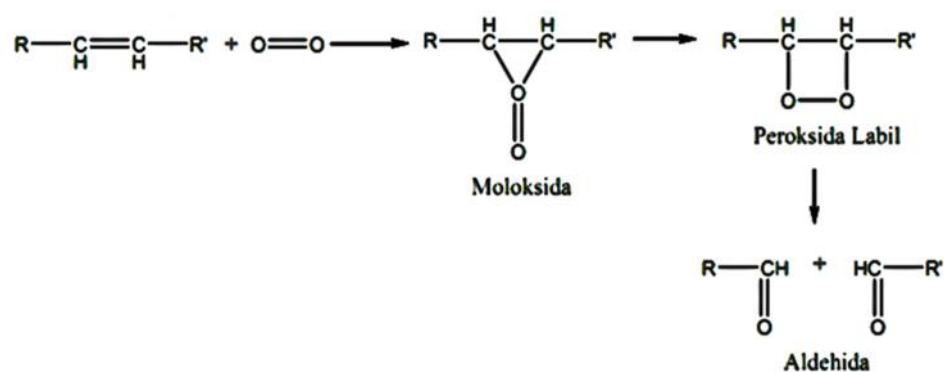
<sup>69</sup> Nila Istighfaro, *op.cit.* h. 70.

Maillard karena minyak yang panas akan mengekstraksi zat warna yang terdapat dalam bahan pangan, adanya logam seperti Fe, Cu, Mn atau adanya oksidasi.

### 5. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Peroksida yaitu produk awal dari reaksi oksidasi yang bersifat labil, reaksi ini dapat berlangsung bila terjadi kontak antara oksigen dengan minyak goreng. Semakin rendah angka peroksida berarti semakin tinggi kualitas minyak goreng tersebut.<sup>70</sup>

Peroksida dapat mempercepat proses timbulnya bau tengik dan *flavour* yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan. Jumlah peroksida dalam bahan jika lebih besar dari 100 meq/kg akan bersifat sangat beracun dan tidak dapat dikonsumsi, disamping itu bahan pangan tersebut mempunyai bau yang tidak enak. Secara umum reaksi pembentukan peroksida dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar II.10** Reaksi pembentukan peroksida.<sup>71</sup>

<sup>70</sup> Mulawarman, *op.cit.* h. 23

<sup>71</sup> Nila Istifgaro, *op.cit.* h. 27.

Kadar peroksida terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Pengukuran dilakukan dengan titrasi menggunakan larutan iod dan dinyatakan sebagai miliequivalen (meq) peroksida per kg minyak. Kadar peroksida bisa terakumulasi cukup tinggi, cepat terdegradasi dan bereaksi dengan zat lain, maka besarnya bilangan peroksida harus ditentukan dengan hati-hati. Bilangan peroksida tinggi diindikasikan bahwa minyak sudah mengalami oksidasi sedangkan bilangan peroksida rendah disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain. Menentukan bilangan peroksida harus dilakukan pengukuran beberapa kali dalam interval waktu tertentu.

## **6. Asam Lemak Bebas (FFA)**

Asam lemak adalah asam organik yang terdiri dari rantai hidrokarbon lurus yang salah satu ujungnya memiliki gugus karboksil ( $\text{COOH}$ ) dan ujung satunya lagi mengandung gugus metil ( $\text{CH}_3$ ). Asam lemak memiliki panjang rantai yang berbeda-beda ada yang terdiri dari 6 atom karbon biasanya disebut rantai pendek, ada yang terdiri dari 12 atom karbon yang dikenal dengan rantai sedang, dan yang terdiri dari 18 lebih atom karbon disebut rantai panjang. Dan hampir semua jenis lemak hewani dan nabati termasuk dalam asam lemak rantai panjang.

Asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dalam minyak nabati dihasilkan dari pemecahan ikatan ester trigliserida. Asam lemak bebas secara umum dihilangkan selama proses penjernihan. Adsorpsi asam lemak bebas ditentukan oleh beberapa faktor seperti kadar air dalam minyak, kadar sabun, temperatur dan lamanya waktu kontak dengan adsorben.

Bilangan asam lemak bebas adalah ukuran dari asam lemak yang terlepas dari ikatan ester, penetapannya didasarkan atas asam lemak dominan yang terkandung dalam minyak. Kadar asam lemak bebas dapat dijadikan dasar untuk mengetahui umur minyak, kemurnian minyak, tingkat hidrolisis serta menentukan kemungkinan terjadinya kesalahan proses.

Minyak digunakan untuk menggoreng terjadi peristiwa oksidasi dan hidrolisis yang memecah molekul minyak menjadi asam. Proses ini bertambah besar dengan pemanasan yang tinggi dan waktu yang lama selama penggorengan makanan. Adanya asam lemak bebas dalam minyak goreng tidak baik bagi kesehatan. Asam lemak bebas dengan kadar lebih dari 0,2 % dari berat lemak akan mengakibatkan *flavour* yang tidak diinginkan dan kadang-kadang dapat meracuni tubuh, sedangkan kadar asam lemak bebas yang lebih besar dari 1 %, jika dicicipi akan terasa membentuk filem pada permukaan lidah dan tidak berbau tengik, namun intensitasnya tidak bertambah dengan bertambahnya jumlah asam lemak bebas.<sup>72</sup>

Asam lemak bebas walaupun berada dalam jumlah kecil mengakibatkan rasa tidak lezat, menyebabkan karat dan warna gelap jika dipanaskan dalam wajan besi. Reaksi hidrolisis minyak atau lemak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi ini dapat mengakibatkan kerusakan lemak atau minyak dan dipercepat dengan adanya panas, air, keasaman dan katalis (enzim).

Penentuan asam lemak dapat dipergunakan untuk mengetahui kualitas dari minyak atau lemak, hal ini dikarenakan bilangan asam dapat dipergunakan untuk

---

<sup>72</sup> S. Ketaren, *op.cit.* h. 69.

mengukur dan mengetahui jumlah asam lemak bebas dalam suatu bahan atau sampel.

Semakin besar bilangan asam maka dapat diartikan kandungan asam lemak bebas dalam sample semakin tinggi, besarnya asam lemak bebas yang terkandung dalam sampel dapat diakibatkan dari proses hidrolisis ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik.

Asam lemak bebas terbentuk karena proses oksidasi, dan hidrolisa enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Ketika minyak digunakan untuk menggoreng terjadi peristiwa oksidasi dan hidrolisis yang memecah molekul minyak menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Proses ini bertambah besar dengan pemanasan yang tinggi dan waktu yang lama selama penggorengan makanan.

## **F. Pemurnian Minyak Goreng Bekas**

Proses pemurnian minyak digunakan untuk menghilangkan rasa, bau, warna dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah.<sup>73</sup> Proses pemurnian dapat dilakukan secara fisis maupun kimiawi. Secara fisis dengan cara penyaringan sedangkan secara kimia melalui pemanasan, pemberian bahan pengendap serta penggunaan unit peralatan berupa pemanas pendahuluan (*heat exchanger*), *defekator*, *sulfitator*, *expandeur*, *clarifier*, *rotary vacuum filter*.<sup>74</sup>

---

<sup>73</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 203.

<sup>74</sup> Nila Istighfaro, *op.cit.* h. 41.

Pada penelitian ini, pemurnian minyak goreng bekas yang dilakukan adalah *despicing*, netralisasi, dan *bleaching*.

### **1. Penghilangan Bumbu (*Despicing*)**

Proses pemucatan merupakan proses pemurnian (pengendapan dan pemisahan) kotoran akibat perubahan warna, bumbu dan kotoran dari bahan pangan yang bertujuan menghilangkan partikel halus tersuspensi atau terbentuk koloid seperti protein, karbohidrat, garam, gula serta bumbu rempah-rempah yang digunakan untuk menggoreng bahan pangan tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak.<sup>75</sup>

Zat warna yang ada dalam lemak dan minyak termasuk karotenoid, klorofil dan bahan berwarna yang lain akan diserap oleh permukaan adsorben dan juga menyerap suspensi koloid (*gum* dan *resin*) serta hasil degradasi minyak, misalnya peroksida.

### **2. Netralisasi**

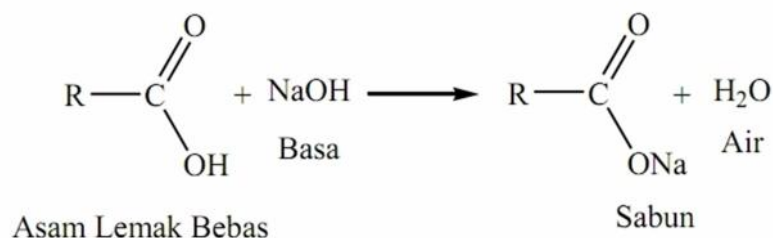
Netralisasi merupakan proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun (*soap stock*).<sup>76</sup> Netralisasi dengan kaustik soda (NaOH) banyak dilakukan dalam skala industri, karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya. Kaustik soda (NaOH) membantu dalam mengurangi zat warna dan kotoran yang berupa getah

---

<sup>75</sup> *Ibid*, h. 60.

<sup>76</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 206.

dan lendir dalam minyak. Reaksi antara asam lemak bebas dengan NaOH adalah sebagai berikut:



**Gambar II.11 Reaksi asam lemak bebas dengan NaOH<sup>77</sup>**

Sabun yang terbentuk dapat membantu pemisahan zat warna dan kotoran seperti fosfatida dan protein, dengan cara membentuk emulsi. Sabun atau emulsi yang terbentuk dapat dipisahkan dari minyak dengan cara sentrifugasi.

### 3. Pemucatan (*Bleaching*)

Pemucatan ialah suatu tahap proses pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempung aktif (*activated clay*) dan arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia. Zat warna dalam minyak akan diserap oleh permukaan adsorben dan juga menyerap suspensi koloid (*gum* dan *resin*) serta hasil degradasi minyak, misalnya peroksida.<sup>78</sup>

Jumlah adsorben yang dibutuhkan untuk menghilangkan warna minyak tergantung dari macam dan tipe warna dalam minyak dan sampai berapa jauh warna tersebut akan dihilangkan. Daya penyerapan terhadap warna akan lebih

<sup>77</sup> *Ibid.* h. 215.

<sup>78</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 216

efektif jika adsorben tersebut mempunyai bobot jenis yang rendah, kadar air tinggi, ukuran partikel halus, dan pH adsorben mendekati netral.

### **G. Adsorpsi**

Sorpsi adalah proses penyerapan ion oleh partikel penyerap. Proses sorpsi dibedakan menjadi dua yaitu adsorpsi dan absorpsi. Dinamakan proses adsorpsi jika ion atau senyawa yang diserap tertahan pada permukaan partikel penyerap. Jika proses pengikatan berlangsung sampai di dalam partikel penyerap disebut sebagai proses absorpsi.<sup>79</sup> Pada adsorpsi akan terjadi pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Adsorpsi akan terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan adsorben dan zat yang diserap.<sup>80</sup>

Zat yang diserap disebut adsorbat sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Absorpsi kebanyakan terjadi pada cairan, adsorpsi kebanyakan pada padatan.<sup>81</sup>

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan adsorben. Didukung oleh selektifitasnya yang tinggi, proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang lebih kecil dari campuran yang mengandung

---

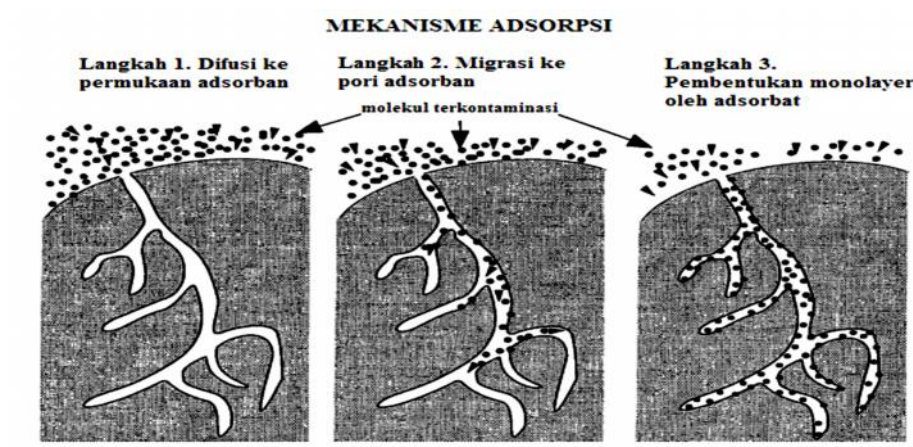
<sup>79</sup> Afiatun, dkk. *Perolehan kembali Cu dari Limbah Elektroplating dengan Menggunakan Reaktor Unggun Terfluidisasi*. (Jurnal INFOMATEK Volume 6 Nomor 1 Maret, 2004), h. 4.

<sup>80</sup> S Ketaren, *op.cit.* h. 220.

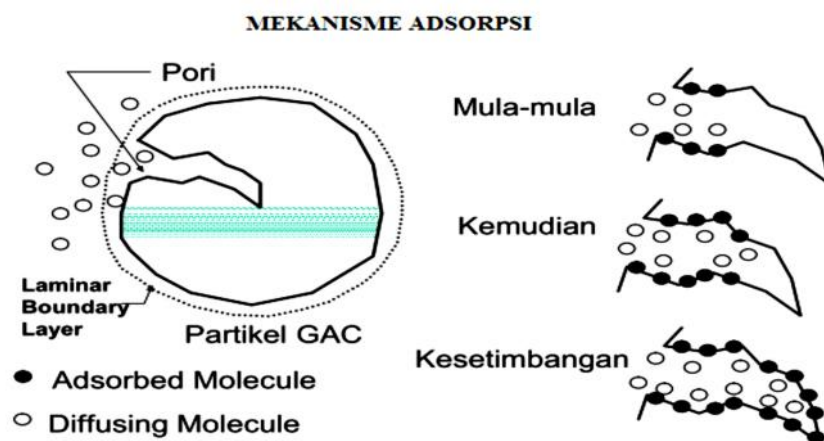
<sup>81</sup> Denny, Kuliah 12 Adsorpsi (2004), h. 3.



bahan lain yang berkonsentrasi tinggi. Kecepatan adsorpsi tidak hanya tergantung pada perbedaan konsentrasi dan pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, tekanan (untuk gas), ukuran partikel, dan porositas adsorben. Kecepatan adsorpsi juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan disorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (cairan, gas).<sup>82</sup>



**Gambar II.12. Mekanisme adsorpsi (1) (Denny, 2004)**



**Gambar II.13 Mekanisme adsorpsi (2)**

<sup>82</sup> Bernasconi, dkk. *Teknologi Kimia Bagian 2*. (Edisi Pertama, Terjemahan Lienda Handojo dan Pradya Paramita. Jakarta). h. 204.

Pada peristiwa adsorpsi, komponen akan berada di daerah antar muka adsorben dan adsorbat, tetapi tidak masuk ke dalam fasa ruah adsorben. Proses ini menghasilkan akumulasi konsentrasi zat tertentu di permukaan media setelah terjadi kontak antarmuka atau bidang batas (paras, *interface*) cairan dengan cairan, cairan dengan gas atau cairan dengan padatan dalam waktu tertentu.<sup>83</sup> Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua.

### 1. Adsorpsi Fisika (Fisisorpsi)

Proses adsorpsi ini terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri. Adsorpsi ini berlangsung cepat, dapat membentuk lapisan *multilayer* dan dapat bereaksi balik (*reversible*), karena energi yang dibutuhkan relatif rendah.

Energi aktivasi untuk terjadinya adsorpsi fisika biasanya adalah tidak lebih dari 1 kkal/gr.mol, sehingga gaya yang terjadi pada adsorpsi fisika termasuk lemah. Adsorpsi fisika dapat berlangsung di bawah temperatur kritis adsorbat yang relatif rendah sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga rendah yaitu sekitar 5–10 kkal/gr-mol gas, lebih rendah dari panas adsorpsi kimia.

---

<sup>83</sup> Anonim, Kimia Permukaan - Adsorpsi, h. 10.  
<http://www.amaliasholehah.files.wordpress.com/2008/05/kimia-permukaan1.doc>, diakses 14 Februari 2012.

Gaya Van der Waals meliputi gaya dipol-dipol, gaya dipol-dipol induksi dan gaya London. Gaya dipol-dipol adalah gaya tarik antara molekul polar dengan polar. Gaya tarik antara molekul-molekul tersebut lebih kuat dibandingkan dengan gaya tolaknya.<sup>84</sup>

## 2. Adsorpsi Kimia (Kemisorpsi)

Proses adsorpsi ini terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben dimana terbentuk ikatan kovalen dengan ion. Gaya ikat adsorpsi ini bervariasi tergantung pada zat yang bereaksi. Adsorpsi jenis ini bersifat *irreversible* dan hanya dapat membentuk lapisan *monolayer*. Adsorpsi ini terjadi pada temperatur tinggi di atas temperatur kritis adsorbat, sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga tinggi, yaitu sekitar 10-100 kkal/gr-mol. Energi aktivasi pada adsorpsi kimia berkisar antara 10–60 kkal/gr-mol.<sup>85</sup>

Sistem adsorpsi dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

### a. Adsorpsi sistem *batch*

Tujuan dari sistem ini adalah untuk mengetahui karakteristik adsorbat dan adsorben. Partikel adsorben ditempatkan di dalam sebuah larutan adsorbat dan diaduk untuk mendapatkan kontak yang merata sehingga terjadi proses adsorpsi. Konsentrasi larutan awal nantinya akan berkurang dan bergerak ke konsentrasi kesetimbangan setelah beberapa waktu tertentu. Dalam proses adsorpsi secara batch berlaku persamaan isotherm Freundlich dan Langmuir.

### b. Adsorpsi sistem kontinyu (kolom)

---

<sup>84</sup> Fajar Wiyaningsih, *Pengaruh Variasi Suhu Pemanasan Karbon Aktif Polong Buah Kelor (Moringa Oleifera. Lamk) Terhadap Perubahan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Proses Bleaching Minyak Goreng Bekas*, Skripsi. (Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim, 2010), h. 15.

<sup>85</sup> Fajar Wiyaningsih, *loc.cit.*

Dalam proses adsorpsi sistem kolom, adsorben selalu berkontak dengan adsorbat yang selalu mengalir sehingga proses kontak yang terjadi juga relatif lebih konstan.

#### **H. Penentuan Bilangan Peroksida Dengan Titrasi Iodin**

Bilangan peroksida dalam minyak goreng dinyatakan dengan miliequivalen peroksida dalam 1000 g minyak. Penentuan bilangan peroksida dalam penelitian ini menggunakan metode iodometri. Prinsip metode ini adalah pengukuran jumlah iod yang dibebaskan dari KI melalui reaksi oksidasi oleh peroksida pada suhu kamar di dalam medium asam asetat-kloroform.

Metode iodometri dilakukan cara melarutkan minyak goreng dalam larutan asam asetat-kloroform, kemudian ditambahkan larutan KI jenuh dan didiamkan selama 1 menit, selanjutnya ditambahkan aquades. Campuran dititrasi dengan natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) sampai warna kuning hampir hilang. Titrasi dihentikan untuk menambahkan indikator pati (amilum) sampai warna larutan menjadi biru, titrasi dilanjutkan kembali sampai warna biru hilang. Kompleks iodium-amilum mempunyai kelarutan yang kecil dalam air sehingga penambahan dilakukan pada titik akhir titrasi.

#### **I. Analisis FFA Dengan Metode Titrasi Asam-Basa**

Metode pengukuran konsentrasi larutan menggunakan metode titrasi yaitu suatu penambahan indikator warna pada larutan yang diuji, kemudian ditetesi dengan larutan yang merupakan kebalikan asam-basanya.

Analisa FFA pada minyak goreng menggunakan metode titrasi asam basa dengan cara melarutkan minyak goreng dalam alkohol yang dibantu dengan pemanasan, kemudian dititrasi dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) sampai terbentuk warna merah jambu, indikator yang digunakan adalah fenolftalein (pp). Pemilihan metode ini dipakai karena merupakan metode yang sederhana dan sudah banyak digunakan dalam laboratorium maupun industri, penentuannya hanya didasarkan pada perubahan warna yang terjadi pada sampel dan sering disebut sebagai titik akhir titrasi.