

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Silika (SiO<sub>2</sub>)**

Silikon dioksida atau silika adalah salah satu senyawaan kimia yang paling umum. Silika murni terdapat dalam dua bentuk yaitu kuarsa dan kristobalit. Silikon selalu terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatan-ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik.. Dalam kristobalit, atom-atom silikon ditempatkan seperti halnya atom-atom karbon dalam intan dengan atom-atom oksigen berada di tengah dari setiap pasangan. Dalam kuarsa terdapat heliks sehingga terbentuk kristal enansiomorf. Kuarsa dan kristobalit dapat saling dipertukarkan apabila dipanaskan. Proses ini lambat karena dibutuhkan pemutusan dan pembentukan kembali ikatanikatan dan energi pengaktifannya tinggi. Silika relatif tidak reaktif terhadap Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu 25°C atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh F<sub>2</sub>, HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat.

Silika relatif tidak reaktif terhadap Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu 25°C atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh F<sub>2</sub>, HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat.

Bentuk-bentuk silika merupakan beberapa struktur kristal yang penting bukan saja karena silika merupakan zat yang melimpah dan berguna, tetapi karena strukturnya (SiO<sub>4</sub>) adalah unit yang mendasar dalam kebanyakan mineral.

Kadar silika memiliki dua ciri utama yaitu:

1. Setiap atom silicon berada pada pusat suatu tetrahedron yang terdiri dari empat atom oksigen.
2. Setiap atom oksigen berada ditengah tengah antara dua aton silicon

Tabel 2. Sifat Fisika Silika

Sifat Fisika	
Nama IUPAC	: Silikon Dioksida
Nama lain	: Kuarsa, silika, silikat dioksida, silicon (IV) oksida
Rumus molekul	: SiO <sub>2</sub>
Massa molar	: 60,08 g mol <sup>-1</sup>
Penampilan	: Kristal Transparan
Titik Lebur	: 1600-1725 °C
Titik didih	: 2230 °C

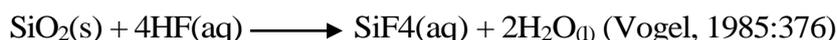
Sumber: (academia,2009)

Adapun sifat kimia dari silika (SiO<sub>2</sub>) yaitu:

Mineral silika mempunyai berbagai sifat kimia antara lain sebagai berikut :

a. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam fospat.



Dalam asam berlebih reaksinya adalah:

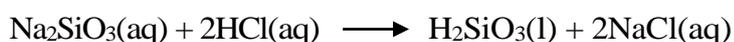


b. Reaksi basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.



Secara komersial, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan pada suhu 110°C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi :





Senyawa kimia silikon dioksida, juga dikenal sebagai silika (dari silex Latin), adalah oksida silicon dengan rumus kimia  $\text{SiO}_2$ . Telah dikenal sejak jaman dahulu karena kekerasannya. Silika ini paling sering ditemukan di alam sebagai pasir atau kuarsa, serta di dinding sel diatom. Silika diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan kuarsa, kristal, silica kesal (atau silica pyrogenic, merek dagang Aerosil atau Cab-O-Sil), silika koloid, gel silika, dan Aerogel.

$\text{SiO}_2$  memiliki sejumlah bentuk Kristal yang berbeda (polimorf) selain bentuk – bentuk amorf. Dengan pengecualian stishovite dan silica berserat, semua bentuk Kristal melibatkan unit  $\text{SiO}_4$  tetrahedral dihubungkan oleh vektor bersama pada pengaturan yang berbeda. Silikon – oksigen panjang ikatan bervariasi antara bentuk Kristal yang berbeda, misalnya dalam  $\alpha$  – kuarsa panjang obligasi adalah 161 pm, sedangkan di  $\alpha$  – tridimit itu di 154 – 171 pm jangkauan. Sudut Si – O – Si juga bervariasi antara nilai rendah  $140^\circ$   $\alpha$  – tridimit, sampai  $180^\circ$  pada  $\beta$  – tridimit. Pada  $\alpha$  – kuarsa sudut Si – O – Si adalah  $144^\circ$ .

Dalam kapasitasnya sebagai bahan tahan api, itu berguna dalam bentuk serat sebagai kain perlindungan termal suhu tinggi. Dalam kosmetik, hal ini berguna untuk sifat cahaya menyebar dan serap alami. Silika koloid digunakan sebagai age jusanggur dan denda. Dalam produk farmasi, silica bantu aliran bubuk saat tablet terbentuk. Akhirnya, ia digunakan sebagai senyawa peningkatan termal di industri panas sumber tanah pompa.

Silika berserat memiliki struktur yang serupa dengan  $\text{SiS}_2$  etrahedra  $\text{SiO}_4$  tepi – sharing. Stishovite, bentuk tekanan yang lebih tinggi, sebaliknya memilikirutil seperti struktur di mana silicon adalah 6 koordinat. Kepadatan stishovite adalah  $4,287 \text{ g/cm}^3$ , yang membandingkan untuk  $\alpha$  – kuarsa, yang terpadat dari bentuk – bentuk tekanan rendah, yang memiliki kerapatan  $2,648 \text{ g/cm}^3$ . Perbedaan densitas dapat berasal dari peningkatan koordinasi sebagai enam panjang terpendek ikatan Si – O dalam stishovite (empat panjang ikatan Si – O dari 176 pm dan dua orang 181 pm) lebih besar dari panjang ikatan Si – O (161 pm) dalam  $\alpha$  – kuarsa. Alam koordinasi meningkatkan iconicity ikatan Si – O.

Tapi yang lebih penting adalah pengamatan bahwa setiap penyimpangan dari standar parameter ini merupakan perbedaan mikrostruktur atau variasi yang merupakan pendekatan ke vitreous, amorf atau kaca padat.

Pembentukan oksida sebagai dielektrik untuk mencegah masuknya ketidakmurnian ke dalam bagian yang tidak dikehendaki, dipergunakan lapisan SiO<sub>2</sub>. Efek dielektrik pada difusi ketidakmurnian terjadi bila konstanta difusi dari ketidakmurnian dalam SiO<sub>2</sub> sangat kecil. Dengan demikian, konsentrasi atom ketidakmurnian pada permukaan sangat cepat menurun, karena adanya gejala pengasingan (segregasi) pada perbatasan SiO<sub>2</sub>-Si maka konsentrasi ketidakmurnian pada permukaan Si sangat rendah.

Film tipis silica tumbuh pada wafer silikon melalui metode oksidasi termal bias sangat bermanfaat dalam mikroelektronik, di mana mereka bertindak sebagai isolator listrik dengan stabilitas kimia tinggi. Dalam aplikasi listrik, dapat melindungi silikon, biayanya, blok saat ini, dan bahkan bertindak sebagai jalur terkontrol untuk membatasi aliran arus.

### **2.1.1 Silika Presipitat**

Silika presipitat yang biasa disebut *particulate* silika, terbentuk baik dari fase uap maupun dari presipitasi larutan. Silika presipitat dalam bentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi daripada silika gel dalam bentuk yang sama. Silika dapat dipresipitasi dari larutan natrium silikat dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah daripada dalam pembuatan gel. Proses presipitasi terjadi dalam beberapa langkah diantaranya adalah nukleasi partikel, pertumbuhan partikel menjadi ukuran yang diinginkan, koagulasi untuk membentuk akumulasi dengan kontrol pH dan konsentrasi ion natrium, serta penguatan kumpulan partikel tanpa nukleasi lebih lanjut. Silika banyak digunakan di industri karena sifat dan morfologinya yang unik.

## Sifat Fisika dan Kimia Silika Presipitasi

Tabel 3. sifat fisika silika presipitat

Sifat Fisika	
Bentuk	<i>Powder</i>
Warna	Putih
Kelarutan dalam air	0,012 g/100 ml
Kandungan silika	$\pm 99 \%$
Density	2,634 g/cm <sup>3</sup>
<i>Spesific gravity</i>	2

Sumber: (academia,2012)

## Sifat Kimia :

Silika presipitat memiliki dua gugus fungsi yang berbeda pada permukaannya, yaitu gugus (Si-OH) dan gugus siloxane (Si-O-Si). Kedua gugus fungsi ini mempengaruhi properti pada permukaan sekaligus aplikasi dari silika presipitasi itu sendiri. Suatu permukaan dengan 5-6 gugus silanol per nm<sup>2</sup>, menghasilkan silika presipitasi yang hidrofilik. Sedangkan gugus siloksan bersifat inert secara kimiawi dan kereaktifannya menghasilkan silika presipitasi dengan permukaan yang beragam. Sehingga reaksinya dengan organosilanes atau silikon membuatnya bersifat hidrofobik. Kandungan-kandungan dalam silika presipitasi dapat dianalisa dengan berbagai metode. Kandungan silika dapat diketahui secara gravimetri menggunakan *hydrofluoric acid*, analisa zat pengotor berupa logam dapat dilakukan dengan AAS, sedangkan kandungan sulfat dapat diperoleh dengan titrasi potensiometri (Welveni dalam jurnal Okta, 2009).

**2.1.2.Silika gel**

Silika Gel adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika dibuat secara sintesis dari natrium silikat. Walaupun namanya gel tapi tetap tergolong dalam silika padat. Jangan terlalu mengartikan gel dalam pengertian suatu produk yang bentuknya gel ataupun silicon gel.

Gel (dari bahasa Latin gelu — membeku, dingin, es atau gelatus — membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti jelly), namun pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun mereka

juga memiliki sifat seperti benda padat. Contoh gel adalah gelatin, agar-agar, dan gel rambut. Biasanya gel memiliki sifat tiksotropi (Ing.: thixotropy) : menjadi cairan ketika digoyang, tetapi kembali memadat ketika dibiarkan tenang. Beberapa gel juga menunjukkan gejala histeresis. Dengan mengganti cairan dengan gas dimungkinkan pula untuk membentuk aerogel ('gel udara'), yang merupakan bahan dengan sifat-sifat yang khusus, seperti massa jenis rendah, luas permukaan yang sangat besar, dan isolator panas yang sangat baik. Pada 2005 sebuah efek sound induced gelation didemonstrasikan. Banyak zat dapat membentuk gel apabila ditambah bahan pembentuk gel (gelling agent) yang sesuai. Teknik ini umum digunakan dalam produksi berbagai macam produk industri, dari makanan sampai cat serta perekat.

Sedangkan silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas (memiliki link kekerabatan) yang kuat untuk molekul air.

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat ( $\text{NaSiO}_2$ ). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam – garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini.

Berdasarkan cara pembuatannya silika gel dibagi menjadi dua macam, diantaranya adalah :

#### **a. Silika Gel Sintetis**

Silika Gel Sintetis, dibuat dengan melalui proses dan pengolahan menggunakan mesin. Yang mana terdapat perubahan bentuk dan jenis dari bahan menjadi barang jadi. Dengan bahan dasar Pasir kwarsa dan Soda Ash dijadikan *Silica Gel* ( $\text{SiO}_2$ ). Dalam perkembangannya silica gel sintetis ada dua yaitu :

##### **1. Silika Gel Putih (*White*)**

Silika Gel *White* merupakan silica gel sintetis berupa butiran berwarna putih/bening.



Sumber : (Ratih,2008)

**Gambar 1. Silika Gel Putih (*White*)**

## **2. Silika Gel Biru (*Blue*)**

Silika Gel *Blue* merupakan silika gel sintetis yang dimodifikasi dengan penambahan indikator warna biru. Indikator warna berubah menjadi merah bata pada kondisi jenuh. Bahan ini mengandung kobalt klorida yang memiliki efek samping bersifat karsinogenik dan menyebabkan iritasi pernapasan. Sebaiknya silika gel *blue* dihindari penggunaannya dari produk makanan.



Sumber : (Ratih,2009)

**Gambar 2. Silika Gel Biru (*Blue*)**

**b. Silika Gel Alami (*Natural*)**

Silika Gel *Natural* merupakan silika gel berbahan alami/*natural* seperti batu zeolite dan zat lain yang terkandung senyawa silika didalamnya seperti halnya abu cangkang dan fiber kelapa sawit yang diolah melalui proses aktivasi dan screening.



Sumber : (Ratih, 2009)

**Gambar 3. Silika Gel Alami (*Natural*)**

Berikut ini adalah manfaat dari silika gel, yaitu :

1. Silika gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan pada kemasan produk makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Silika gel sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan - peralatan lainnya.
2. Produk anti lembap ini menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Walaupun dipegang, butiran-butiran silika gel ini tetap kering. Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silika gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
3. Silika Gel selain berfungsi untuk absorpsi kelembaban udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk

terutama untuk barang-barang yang diekspor, misalnya untuk *garment*, *textile*, *computer*, *pharmaceutical*, *electronic*, tas kulit, sepatu, *dry food*, buku, karet, ban, plastik, alat-alat laboratorium, dll.

4. Silica gel mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi. Silica gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembapan makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik dan film sekalipun. Silica gel sering ditemukan dalam kotak paket dan pengiriman film, kamera, teropong, alat-alat komputer, sepatu kulit, pakaian, makanan, obat-obatan, dan peralatan lainnya.
5. Produk anti lembap ini menyerap lembap tanpa merubah kondisi zatnya. Silica gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembapan dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silica gel juga membantu menahan kerusakan pada barang-barang yang mau disimpan.
6. Silica gel blue & silica gel white. Digunakan selain untuk absorpsi kelembapan udara, fungi-jamuran dan bau-bauan serta ion-ion lainnya dan untuk menjaga kualitas produk terutama untuk barang-barang yang diekspor, misalnya untuk *garment*, *textile*, *computer*, *Pharmaceutical*, *Electronic*, *Tas kulit*, *Shoes*, *Dry Food*, *Buku*, *Karet*, *Ban*, *Plastik*, alat-alat laboratorium, dll.

Silica gel yang siap untuk digunakan berwarna biru. Ketika silica gel telah menyerap banyak kelembapan, ia akan berubah warnanya menjadi pink(merah muda). Ketika ia berubah menjadi warna pink(merah muda), ia tidak bisa lagi menyerap kelembapan. Ia harus meregenerasi. Hal ini dapat dilakukan dengan menghangatkannya di dalam mesin oven. Panasnya mengeluarkan kelembapan, lalu ia akan berubah warnanya menjadi biru dan kembali bisa digunakan.

Walaupun dipegang, butiran-butiran silica gel ini tetap kering. Silica gel penyerap kandungan air bisa diaktifkan sesuai kebutuhan. Unit ini mempunyai indikator khusus yang akan berubah dari warna biru ke merah muda kalau produk mulai mengalami kejenuhan kelembapan. Saat itulah alat ini aktif. Setelah udara mengalami kejenuhan/kelembapan, dia bisa diaktifkan kembali lewat oven.(Okta, 2012).

Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, JISS-0701, DIN 55473 dan sebagainya. Berikut ini adalah tabel spesifikasi silika gel desiccant sesuai standar JISS-0701

Tabel 4. Spesifikasi Silika Gel Standar JISS-0701

ITEM TEST	Standar JISS-0701
Butir Diameter ( mm )	2,0-5,0 ( sesuai kebutuhan )
Kerugian Pengeringan pada 180 °C ( % )	5.0 max.
pH	4.0 – 8.0
Kadar Air (%)	2,5 max.
Jelas Density ( g / ml )	0.73
Luas Permukaan ( m <sup>2</sup> / g)	650
Pori Volume ( ml / g)	0.36
Av . Pori Diameter ( mm )	22
Bahan Jenis ( kcal / Kg . C )	0.22
Konduktivitas Termal ( kcal / m . Hr . C )	0.15
Spesific Resistance (Ω/cm)	3000 min.
Kelembaban :	
RH = 20%	8.0% min.
RH = 40%	20.0% min.
Penyerapan Kadar Air	41 %

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2015)

## 2.2 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi padat cair atau leaching adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan inert ke dalam pelarutnya. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi. Ekstraksi dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam solven pengestraksi. Ekstraksi berkelanjutan diperlukan apabila padatan hanya sedikit larut dalam pelarut. Namun sering juga digunakan pada padatan yang larut karena efektivitasnya. (Eri,2012)

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang

tersisa diperlakukan sedemikian rupa hingga memenuhi standar baku yang ditetapkan. Proses ekstraksi bahan alami dapat dilakukan berdasarkan teori tentang penyarian. Penyarian merupakan peristiwa pemindahan massa. Zat aktif yang semula berada di dalam sel, ditarik oleh cairan penyari sehingga terjadi larutan zat aktif dalam cairan penyari tersebut.

### **2.2.1 Jenis jenis Ekstraksi**

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi padat cair atau leaching adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan inert ke dalam pelarutnya. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi. Ekstraksi dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam solven pengestraksi. Ekstraksi berkelanjutan diperlukan apabila padatan hanya sedikit larut dalam pelarut. Namun sering juga digunakan pada padatan yang larut karena efektivitasnya.

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian rupa hingga memenuhi standar baku yang ditetapkan. Proses ekstraksi bahan alami dapat dilakukan berdasarkan teori tentang penyarian. Penyarian merupakan peristiwa pemindahan massa. Zat aktif yang semula berada di dalam sel, ditarik oleh cairan penyari sehingga terjadi larutan zat aktif dalam cairan penyari tersebut.

Ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan dengan cara dingin dan cara panas. Jenis-jenis ekstraksi tersebut sebagai berikut:

#### **1. Ekstraksi secara dingin**

**Maserasi**, merupakan cara penyarian sederhana yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari selama beberapa hari pada temperatur kamar dan terlindung dari cahaya.

Metode maserasi digunakan untuk menyari simplisia yang mengandung komponen kimia yang mudah larut dalam cairan penyari, tidak mengandung benzoin, tiraks dan lilin. (Eri,2012).

Keuntungan dari metode ini adalah peralatannya sederhana. Sedang kerugiannya antara lain waktu yang diperlukan untuk mengekstraksi sampel cukup lama, cairan penyari yang digunakan lebih banyak, tidak dapat digunakan untuk bahan-bahan yang mempunyai tekstur keras seperti benzoin, tiraks dan lilin. Metode maserasi dapat dilakukan dengan modifikasi sebagai berikut :

- a. Modifikasi maserasi melingkar
- b. Modifikasi maserasi digesti
- c. Modifikasi Maserasi Melingkar Bertingkat
- d. Modifikasi remaserasi
- e. Modifikasi dengan mesin pengaduk (Eri, 2012).

**Soxhletasi** merupakan penyarian simplisia secara berkesinambungan, cairan penyari dipanaskan sehingga menguap, uap cairan penyari terkondensasi menjadi molekul-molekul air oleh pendingin balik dan turun menyari simplisia dalam klongsong dan selanjutnya masuk kembali ke dalam labu alas bulat setelah melewati pipa sifon (Eri,2012).

Keuntungan metode ini adalah :

- a. Dapat digunakan untuk sampel dengan tekstur yang lunak dan tidak tahan terhadap pemanasan secara langsung.
- b. Digunakan pelarut yang lebih sedikit
- c. Pemanasannya dapat diatur (Eri,2012).

Kerugian dari metode ini :

- a. Karena pelarut didaur ulang, ekstrak yang terkumpul pada wadah di sebelah bawah terus-menerus dipanaskan sehingga dapat menyebabkan reaksi peruraian oleh panas.
- b. Jumlah total senyawa-senyawa yang diekstraksi akan melampaui kelarutannya dalam pelarut tertentu sehingga dapat mengendap dalam wadah dan membutuhkan volume pelarut yang lebih banyak untuk melarutkannya.

- c. Bila dilakukan dalam skala besar, mungkin tidak cocok untuk menggunakan pelarut dengan titik didih yang terlalu tinggi, seperti metanol atau air, karena seluruh alat yang berada di bawah kondensor perlu berada pada temperatur ini untuk pergerakan uap pelarut yang efektif (Eri,2012).

Metode ini terbatas pada ekstraksi dengan pelarut murni atau campuran azeotropik dan tidak dapat digunakan untuk ekstraksi dengan campuran pelarut, misalnya heksan : diklormetan = 1 : 1, atau pelarut yang diasamkan atau dibasakan, karena uapnya akan mempunyai komposisi yang berbeda dalam pelarut cair di dalam wadah (Eri,2012).

**Perkolasi** adalah cara penyarian dengan mengalirkan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi.Keuntungan metode ini adalah tidak memerlukan langkah tambahan yaitu sampel padat (marc) telah terpisah dari ekstrak. Kerugiannya adalah kontak antara sampel padat tidak merata atau terbatas dibandingkan dengan metode refluks, dan pelarut menjadi dingin selama proses perkolasi sehingga tidak melarutkan komponen secara efisien (Sutriani,L . 2008).

## **2. Ekstraksi secara panas**

### **– Metode refluks**

Keuntungan dari metode ini adalah digunakan untuk mengekstraksi sampel-sampel yang mempunyai tekstur kasar dan tahan pemanasan langsung..

Kerugiannya adalah membutuhkan volume total pelarut yang besar dan sejumlah manipulasi dari operator.

### **– Metode destilasi uap**

Destilasi uap adalah metode yang populer untuk ekstraksi minyak-minyak menguap (esensial) dari sampel tanaman. Metode destilasi uap air diperuntukkan untuk menyari simplisia yang mengandung minyak menguap atau mengandung komponen kimia yang mempunyai titik didih tinggi pada tekanan udara normal (Eri,2012).

Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah pelarut yang mempunyai daya melarutkanyang tinggi terhadap zat yang diekstraksi. Daya melarutkan yang tinggi ini berhubungan dengan kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang

diekstraksi. Terdapat kecenderungan kuat bagi senyawa polar larut dalam pelarut polar dan sebaliknya (Eri,2012).

### 3. Pemilihan Pelarut

Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh:

- a. Selektivitas, pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan.
- b. Kelarutan, pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar.
- c. Kemampuan tidak saling bercampur, pada ekstraksi cair, pelarut tidak boleh larut dalam bahan ekstraksi.
- d. Kerapatan, sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dengan bahan ekstraksi.
- e. Reaktivitas, pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- f. Titik didih, titik didih kedua bahan tidak boleh terlalu dekat karena ekstrak dan pelarut dipisahkan dengan cara penguapan, distilasi dan rektifikasi.
- g. Kriteria lain, sedapat mungkin murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak eksplosif bila bercampur udara, tidak korosif, buaka emulsifier, viskositas rendah dan stabil secara kimia dan fisik (Eri,2012).

Ekstraksi silika dari abu campuran cangkang kelapa sawit dan *fiber* kelapa sawit dilakukan dengan mencampurkan abu dengan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  digunakan pada penelitian ini karena silika larut dalam larutan alkali terutama  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Untuk mempercepat pencampuran antara  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan abu maka dilakukan pengadukan selama ekstraksi.

Proses Ekstraksi Ini memerlukan pengadukan karena untuk menghomogenkan larutan yang ada didalam labu ekstraksi.

Proses ekstraksi terjadi karena pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  menembus kapiler-kapiler dalam abu dan melarutkan silika. Larutan silika dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk di bagian dalam abu. Dengan cara difusi akan terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan silika yang ada dalam abu tersebut dengan larutan

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Karena gaya adhesi, terjadi pemisahan larutan yang mengandung silika dalam kuantitas tertentu didalam abu. Larutan silika yang terbentuk ini adalah natrium silika yang merupakan reaksi antara  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan silika pada abu terbang (Welveni dalam jurnal Okta,2009)

Untuk memperoleh efisiensi yang tinggi pada tiap tahap ekstraksi, perlu diusahakan agar kuantitas cairan yang tertinggal sedikit mungkin. Sedangkan untuk mencapai kecepatan ekstraksi yang tinggi pada ekstraksi padat-cair, syarat berikut harus dipenuhi :

1. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran bahan maka luas permukaan bahan akan meningkatkan laju ekstraksi. Dalam hal ini lintasan kapiler yang harus dilewati dengan cara difusi menjadi lebih pendek sehingga mengurangi tahanannya.

2. Lama Ekstraksi

Semakin lama waktu ekstraksi maka jumlah bahan yang terekstrak akan semakin besar.

3. Suhu

Dalam banyak hal kelarutan zat terlarut (pada partikel yang di ekstrak) di dalam pelarut akan naik bersamaan dengan kenaikan temperatur untuk memberikan laju ekstraksi yang lebih tinggi. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin viskositas fasa cair dan semakin besar kelaruta ekstrak dalam pelarut.

4. Zat Pelarut

Larutan yang akan dipakai sebagai zat pelarut seharusnya merupakan larutan pilihan yang terbaik dan viskositasnya harus cukup rendah agar dapat bersirkulasi dengan mudah. Biasanya, zat pelarut murni akan dipakai pada awalnya, tetapi setelah proses ekstraksi berakhir, konsentrasi zat terlarut akan naik dan laju ekstraksinya turun, pertama karena gradient konsentrasi akan berkurang dan kedua karena zat terlarutnya menjadi lebih kental.

5. Pengadukan Fluida

Pengadukan pada zat pelarut adalah karena akan menaikkan proses difusi, sehingga menaikkan perpindahan material dari permukaan partikel ke zat pelarut (Ghozali, 1996).

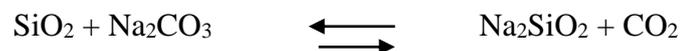
### 2.3 Pelarut Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Sepanjang sejarah industri kimia, persediaan natrium karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , soda, sangat penting. Soda adalah bahan dasar penting bukan hanya untuk keperluan sehari-hari tetapi juga untuk produk industri yang lebih canggih.

Natrium Karbonat memiliki nama lain seperti natrium karbonat, sodium karbonat.

Pada saat silika ( $\text{SiO}_2$ ) bereaksi dengan natrium karbonat akan membentuk reaksi kimia :

Reaksi kimia:



Selain itu Natrium Karbonat memiliki sifat fisika dan kimia antara lain :

Tabel 5. Sifat Fisik Natrium karbonat

Sifat Fisika	
Rumus molekul	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
Penampilan	Putih
Bau	Tidak berbau
Ph	11,6
Titik Didih	$400^\circ\text{C}$
Titik Lebur	$851^\circ\text{C}$
Densitas	1,55
Berat Molekul	105.9778

(Sumber :Aryadi,2011.)

### 2.4 Asam Klorida (HCl)

Seperti disebutkan dalam pendahuluan, asam klorida adalah asam kuat, dan terbuat dari atom hidrogen dan klorin. Atom Hidrogen dan klorin berpartisipasi dalam [ikatan kovalen](#), yang berarti bahwa hidrogen akan berbagi sepasang

elektron dengan klorin. Ini ikatan kovalen hadir sampai air ditambahkan ke HCl. Setelah ditambahkan ke dalam air, HCl akan terpisah menjadi ion hidrogen (yang positif dan akan melakat pada molekul air) dan ion klorida (yang negatif).

HCl bening dan tidak berwarna ketika ditambahkan ke air. Namun, asam klorida memiliki bau yang kuat, dan mengandung rasa asam yang khas dari kebanyakan asam. Asam klorida mudah larut dalam air pada semua konsentrasi, dan memiliki titik didih sekitar  $110^{\circ}\text{C}$ .

Asam klorida bersifat korosif, yang berarti akan merusak dan mengikis jaringan biologis bila tersentuh. Selanjutnya, HCl dapat menyebabkan kerusakan besar internal jika terhirup atau tertelan. Untuk alasan ini, disarankan bahwa seseorang yang menangani HCl harus menggunakan sarung tangan, kaca mata, dan masker saat bekerja dengan asam ini.

Tabel 6. Sifat Fisik HCl

Sifat Fisika	
Rumus molekul	HCl
Bentuk	Cairan
pH	1
Titik Didih	$110^{\circ}\text{C}$
Penampilan	Bening
Titik Lebur	$-27,32^{\circ}\text{C}$
Kelarutan	Tercampur Penuh
Berat Molekul	36,46 g/mol

Sumber : (sridianti,2009)

## 2.5. Faktor-faktor yang mempengaruhi absorpsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme absorpsi adalah agitasi, karakteristik karbon aktif, ukuran molekul adsorbat, pH larutan, temperatur dan waktu kontak.

### 1. Agitasi

Jika agitasi yang terjadi antara partikel karbon dengan cairan relatif kecil, permukaan film dari *liquid* sekitar partikel akan menjadi tebal dan difusi film akan terbatas.

### 2. Ukuran molekul Adsorbat

Tingkat adsorpsi biasanya meningkat seiring dengan semakin besarnya ukuran molekul dari adsorbat.

#### 4. pH

pH mempunyai pengaruh yang sangat besar pada proses adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Asam organik dapat diadsorpsi dengan mudah pada pH rendah, sebaliknya basa organik dapat diadsorpsi pada pH tinggi. Pada umumnya, adsorpsi bahan organik dari air limbah meningkat seiring dengan menurunnya pH (Culp,RL dan Culp, GL, 1986). Pada pH rendah, jumlah ion H<sup>+</sup> lebih besar; dimana ion H<sup>+</sup> tersebut akan menetralkan permukaan karbon aktif yang bermuatan negatif, sehingga dapat mengurangi halangan untuk terjadinya difusi organik pada pH yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada pH tinggi, jumlah ion OH<sup>-</sup> berlimpah, sehingga menyebabkan proses difusi bahan-bahan organik menjadi terhalang(RaniSahu,www.GISdevelopment.net). pH optimum untuk proses adsorpsi harus didapat dari tes laboratorium.

#### 5. Suhu

Tingkat adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan akan menurun dengan menurunnya suhu. Tapi jika reaksi-reaksi adsorpsi yang terjadi adalah eksoterm, maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat sejalan dengan menurunnya suhu.

#### 6. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

## **2.6 Sejarah dan Perkembangan Kelapa Sawit**

### **2.6.1 Sejarah Kelapa Sawit**

Kelapa Sawit berasal dari Afrika & Amerika, hal ini didasari pada fakta-fakta yang ada dimana pada umumnya kelapa sawit didapati, bahkan dalam jumlah besar, di daerah afrika tropika, kehidupan penduduk afrika tropika ditopang oleh

hasil minyak kelapa sawit, antara lain dalam bentuk bahan makanan. Sebagian ahli lagi berpendapat bahwa sejak zaman prasejarah tanaman kelapa sawit telah ditemukan dalam bentuk liar maupun sebagai tanaman yang dibudidayakan di afrika sehingga disimpulkan bahwa kelapa sawit berasal dari afrika.

Kemudian ada pendapat kedua yang dikemukakan oleh dari Hunger dan Drude, yang mana mereka berdua berpendapat bahwa kelapa sawit merupakan tanaman impor dari negara lain, yaitu Amerika. Alasan yang mereka kemukakan adalah, pertama: di Afrika hanya ditemukan satu jenis tanaman kelapa sawit yaitu *elais guineensis*. Sedangkan di Amerika, selain jenis di atas ditemukan pula jenis lain yang hidup di alam bebas yaitu *elais melanococca* kedua: seluruh kelompok *cocoineae* yang meliputi kurang lebih 20 marga termasuk kelapa sawit, tidak ada kecualinya semua berasal dari Amerika ketiga: jika dihubungkan dengan sejarah geologi, mungkin marga elais (kelapa sawit) lahir pada saat afrika dan amerika selatan masih merupakan satu benua. Dengan demikian kelapa sawit bisa dikatakan berasal dari kedua benua tersebut.

Bibit kelapa sawit pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1848 untuk dibudidayakan di Kebun Raya Bogor, kemudian dari kebun raya bogor kelapa sawit disebarluaskan ke seluruh daerah di Jawa. sementara itu kelapa sawit juga ditanam di pulau-pulau lain di seluruh Indonesia, untuk menarik perhatian masyarakat, pemerintah mengadakan pertanaman percobaan yang diikuti dengan kegiatan-kegiatan lain, namun sayangnya tanaman ini tidak mendapat tanggapan yang baik dari masyarakat, karena pada waktu itu zaman perjuangan, baru merdeka.

Perkembangan dari Tanaman Sawit di Indonesia tahun ke tahun. Pada tahun 1869 pertanaman di muara enim cukup baik keadaannya. sekalipun diberikan dorongan oleh pemerintah, namun penduduk setempat tidak menaruh perhatian. Pada tahun 1870 di musu ulu dilakukan percobaan-percobaan penanaman kelapa sawit. Namun penduduk setempat tidak tertarik pada tananam kelapa sawit. Pada tahun 1890 di belitung tanaman kelapa sawit dapat ditemukan di mana saja, namun penduduk tidak tertarik untuk mengumpulkan hasilnya 1896 di daerah belitung kelapa sawit tumbuh dengan sangat baik. namun

penduduk sedikitpun tidak tertarik untuk menanamnya, padahal di mana-mana kelapa sawit ditanam dan bisa tumbuh dengan baik, namun ternyata di masyarakat manapun kelapa sawit tetap tidak mendapat perhatian dan tetap dianggap sebagai sesuatu yang asing. Ada banyak alasan rakyat tidak tertarik menanam sawit pada saat itu salah satunya rakyat sudah memiliki pohon kelapa (nyiur) yang dapat memberikan hampir semua yang dihasilkan kelapa sawit : minyak, gula, sapu lidi, kopra, untuk menghasilkan kopra mereka tidak memerlukan pabrik, cukup dikeringkan di panas matahari, dapat disimpan dengan mudah dan dapat dijual.

Kemudian pada tahun 1911 di Sumatera utara dibangun perkebunan kelapa sawit yang pertama yang diusahakan secara komersial, K. Schadt, yang berkebangsaan Jerman, menanam 2000 bibit kelapa sawit di tanah item ulu, Sumatera utara. Secara berangsur-angsur perkebunannya diperluas, pada tahun itu juga Adrien Hallet, seorang pekebun bangsa Belgia, menanam kelapa sawit dalam skala besar, Adrien Hallet membangun kebun kelapa sawit di Sungai Liput, Aceh Timur dan di Pulau Raja, Asahan, Sumatera Utara, pertumbuhan dan produksinya memberikan harapan yang cerah sekali sehingga pada tahun 1915 diterbitkan publikasi-publikasi yang menggambarkan masa depan yang penuh harapan bagi budidaya kelapa sawit, panen pertama masih diolah dengan sangat sederhana dan hasilnya digunakan untuk bahan pembuatan sabun, pada tahun-tahun itu merupakan masa-masa yang sulit karena berkecamuknya perang dunia ke satu, sarana penunjang masih sangat terbatas, sarana pengolahan sangat minim, peluang untuk pemasaran sangat terbatas, hubungan dengan Eropa terputus, tidak jarang dana dan tenaga kerja tidak ada, meskipun penuh dengan kesulitan namun semangat para pengusaha perkebunan tidak pernah pudar, lembaga penelitian di Medan (AVROS) mengerahkan seluruh tenaganya untuk tetap mengembangkan perkebunan kelapa sawit, dengan usaha-usahanya itu perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara meluas terus menerus, pada tahun 1939 menjelang pecahnya perang Pasifik, di Sumatera sudah terdapat puluhan ribu hektar kebun kelapa sawit. (Syarif, 2009).

### 2.6.2 Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu dari beberapa tanaman golongan *palm* dan berkeping satu yang termasuk dalam *family palmae*. Kelapa Sawit (*elaeis*) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (*biodiesel*). Nama *genus elaeis* berasal dari bahasa Yunani *elatlari* atau minyak, sedangkan nama spesies *guineensis* berasal dari kata *guinea*, yaitu tempat dimana seorang ahli bernama Jacquin menemukan tanaman kelapa sawit pertama kali di Guinea, Afrika Selatan.



Sumber: Tangges Varen 2014

**Gambar 4. Kelapa sawit**

Bagian bagian kelapa sawit:

#### a. Daun (Folium)

Daun kelapa sawit terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

1. Kumpulan anak daun (*leaflets*) yang mempunyai helaian (*lamina*) dan tulang anak daun (*midrib*).
2. Rachis yang merupakan tempat anak daun melekat.
3. Tangkai daun (*petiole*) yang merupakan bagian antara daun dan batang.
4. Seludang daun (*sheath*) yang berfungsi sebagai perlindungan dari kuncup dan memberi kekuatan pada batang.

Bentuk seludang daun yang terlihat pada daun dewasa sudah tidak lengkap dan merupakan sisa dari perkembangan yang ada. Pada daun yang sedang berkembang, seludang berbentuk pipa dan membungkus daun muda secara

sempurna. Namun, karena daun berkembang terus-menerus, sedangkan seludang sudah tidak berkembang lagi, serabut-serabut seludang menjadi robek dan tercerai membentuk baris duri (*spine*) sepanjang tepipetiole yang merupakan pangkal dari tepi serabut tersebut.

Pada anak daun yang gagal, terbentuk helai daun (*lamina*), tulang anak daun yang pendek membentuk duri tipe kedua. Duri ini dapat dibedakan secara jelas dengan duri pada seludang daun di *petiole*. Bentuk anak daun panjang dan sempit (*pinnate*) dengan sebuah tulang daun dan sejumlah pembuluh yang sejajar dengan tulang daun tersebut. Stomata terletak pada permukaan bawah anak daun. (Anto, Cabon, 2009).

#### **b. Batang (*Caulis*)**

Batang kelapa sawit terdiri dari pembuluh-pembuluh yang terikat secara diskrit dalam jaringan parenkim. Maristem pucuk terletak dekat ujung batang. Aktivitas maristem pucuk hanya memberikan sedikit kontribusi terhadap jaringan batang karena fungsi utamanya menghasilkan daun dan infloresen bunga. Pada batang tidak terjadi penebalan sekunder.

Penebalan dan pembesaran batang terjadi karena aktivitas penebalan maristem primer yang terletak di bawah maristem pucuk dan ketiak daun. Pada tahun pertama atau kedua pertumbuhan kelapa sawit, pertumbuhan membesar terlihat sekali pada bagian pangkal, diameter batang bisa mencapai 60 cm. Setelah itu, batang akan mengecil, tetapi pertumbuhan tingginya menjadi lebih cepat. Umumnya pertambahan tinggi batang mencapai 35-75 cm per tahun, tergantung pada keadaan lingkungan tumbuh dan keragaman genetik.

Batang diselimuti oleh pangkal pelepah daun tua sampai kira-kira umur 11-15 tahun. Setelah itu, bekas pelepah daun mulai terlepas dari batang, biasanya mulai dari bagian tengah batang kemudian meluas ke atas dan ke bawah.

Batang mempunyai tiga fungsi utama, yaitu 1) sebagai struktur yang mendukung daun, bunga, dan buah, 2) sebagai system pembuluh yang mengangkut air dan hara mineral dari akar ke atas serta hasil fotosintesis (fitosintat) dari daun ke bawah, 3) sebagai organ penimbun zat makanan. Fungsi batang sebagai organ penimbun zat makanan belum diketahui

dengan jelas, tetapi umumnya batang mengandung sejumlah besar karbohidrat dan mineral, seperti kalium dan nitrogen.(Anto Cabon, 2009).

### **c. Akar (*Radix*)**

Akar terutama sekali berfungsi untuk (1) menunjang struktur batang di atas permukaan tanah, (2) menyerap air dan unsure-unsur hara dalam tanah.

Secara umum , system perakaran kelapa sawit lebih banyak berada dekat dengan permukaan tanah, tetapi pada keadaan tertentu akar juga bisa menjelajah lebih dalam.

Sistem perakaran kelapa sawit merupakan system akar serabut, terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, dan kuarter. Akar primer umumnya berdiameter 6—10 mm, keluar dari pangkal batang dan menyebar secara horizontal dan menghujam ke dalam tanah dengan sudut yang beragam. Akar primer bercabang membentuk akar sekunder yang diameternya 2—4 mm. Akar sekunder bercabang membentuk akar tersier yang berdiameter 0,7—1,2 mm dan umumnya bercabang lagi membentuk akar-akar kuarter. (Anto Cabon, 2009).

### **d. Bunga (*Flos*)**

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman *monoecious* (berumah satu). Artinya, bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu pohon, tetapi tidak pada satu tandan yang sama. Tetapi sering juga dijumpai bunga jantan dan betina terdapat pada satu tandan (*hermafrodit*). Bunga terdapat pada ketiak daun (*flos lateralis* atau *flos axillaries*), berupa satu rangkaian pada tandan dan merupakan bunga majemuk (*infloresen*).

Bagian-bagian bunga yang bersifat sebagai batang atau cabang yaitu:

1. Ibu tangkai bunga (*peduncullus* atau *rachis*), yaitu bagian yang biasanya merupakan terusan batang yang mendukung bunga majemuk
2. Tangkai bunga (*pedicellus*), merupakan cabang dari ibu tangkai bunga yang mendukung bunga
3. Dasar bunga (*receptacullum*) yaitu ujung dari tangkai bunga yang mendukung bagian-bagian bunga lainnya. Sedangkan bagian-bagian bunga yang bersifat daun, yaitu daun-daun pelindung (*bractea*).

Bunga kelapa sawit merupakan bunga majemuk yang terdiri atas kumpulan spikelet dan tersusun dalam infloresen yang berbentuk spiral. Bunga jantan maupun bunga betina mempunyai ibu tangkai bunga yang merupakan struktur pendukung spikelet. Umumnya, dari pangkal rachis muncul sepasang daun pelindung yang membungkus infloresen sampai dengan saat-saat menjelang terjadinya anthesis. Dari rachis ini, terbentuk struktur triangular bract yang kemudian membentuk tangkai-tangkai bunga (spikelet). (Anto Cabon, 2009).

#### **e. Buah (*Fructus*)**

Jika penyerbukan pada bunga telah terjadi dan kemudian diikuti dengan pembuahan, maka bakal buah berkembang menjadi buah dan bakal biji menjadi biji. Buah kelapa sawit digolongkan sebagai buah drupe, terdiri dari exocarp (kulit buah), mesocarp (daging buah), dan endocarp (cangkang) yang membungkus kernel. Inti memiliki testa (kulit), endosperm, dan embrio.

Terdapat tiga tipe tanaman kelapa sawit berdasarkan ketebalan cangkang yang diidentifikasi oleh Beirnaert dan Vanderweyen (1941) yaitu:

- (1) Tipe pisifera yang mempunyai alel homosigot resesif (sh-sh-) sehingga tidak membentuk cangkang.
- (2) Tipe dura, mempunyai alel homosigot dominant (sh+sh+) yang menghasilkan cangkang tebal (tebal cangkang 2—8 mm, mesocarp berisi 35—55%).
- (3) Tipe tenera yang merupakan hybrid dari dura x pisifera yang mempunyai alel heterosigot (sh+sh-), tebal cangkang 0,5—4 mm dan dikelilingi oleh cincin-cincin serat pada mesocarpanya, dan mesocarp berisi 60—96%.

Buah kelapa sawit yang tidak normal (abnormal) disebut poissoni dan diwakkawakka yang mempunyai dua lapisan daging buah yang menyelimuti buah utama.

Berdasarkan warna buah, kelapa sawit dikelompokkan menjadi 3 tipe yaitu nigrescens, virescens, dan albescens,

- a) Nigrescens, berwarna ungu sampai hitam pada waktu muda dan berubah menjadi jingga kehitam-hitaman pada waktu masak.

- b) *Virescens*, pada waktu muda buah berwarna hijau dan berwarna jingga kemerahan pada waktu masak, tetapi ujungnya tetap kehijau-hijauan.
- c) *Albescens*, pada waktu muda buah berwarna keputih-putihan dan berwarna kekuning-kuningan dengan ujung berwarna ungu kehitam-hitaman pada waktu masak.

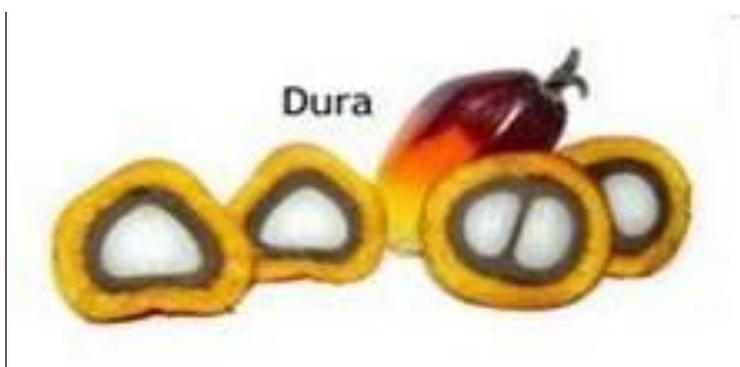
Pada saat ini dikenal tiga jenis kelapa sawit yang dibedakan berdasarkan morfologinya yaitu *dura*, *pisifera*, dan *tenera*. Namun, di antara jenis tersebut terdapat jenis unggul yang mempunyai beberapa keistimewaan dibandingkan jenis lainnya sebagai berikut:

Tabel 7. Perbedaan varietas kelapa sawit berdasarkan morfologinya

Varietas	Cangkang (mm)	<i>Pericarp</i> (mm)	Cangkang (% buah)	<i>Mesocarp</i> (% buah)	Inti (% buah)
<i>Dura</i>	2 – 5	2 – 6	25 – 50	20 – 65	3 – 20
<i>Pisifera</i>	-	5 - 10	-	92 - 97	3 - 8
<i>Tenera</i>	1 - 2,5	3 – 10	3 – 20	60 – 90	3 – 15

Sumber: Lubis, 2008

*Dura* merupakan jenis kelapa sawit yang memiliki cangkang tebal sehingga *crude palm oil* (CPO) yang di produksi sangat rendah. Selain itu, cangkang tebal yang di miliki *dura* ini juga di anggap cepat merusak mesin pengolahannya. Jenis ini memiliki ciri yaitu tandan buahnya besar-besar dan memiliki bobot yang sangat berat dengan kandungan minyak pertandannya berkisar 18% (Gambar 5)



Sumber: ariyoedo, 2013

**Gambar 5. Kelapa sawit jenis *dura***

*Pisifera* merupakan jenis kelapa sawit yang tidak memiliki cangkang. Sehingga tidak memiliki inti (*kernel*) tetapi menghasilkan minyak sangat ekonomis. Kelemahan *pisifera* secara umum yaitu tandannya kecil-kecil dan mengalami aborsi atau gugus pada awal perkembangannya (Gambar 6).



Sumber: [ariyoedo,2013](#)

**Gambar 6. Kelapa sawit jenis *pisifera***

*Tenera* merupakan hasil persilangan antara induk *dura* dan jantan *pisifera*. Jenis tenera di anggap bibit unggul karena melengkapi masing-masing induk dengan sifat cangkang buah tipis namun bunga betinanya tetap fertil. Beberapa jenis *tenera* unggul memiliki persentase daging perbuahnya mencapai 90% dan kandungan minyak pertandannya dapat mencapai 28% (Gambar 7).



Sumber: [ariyoedo,2013](#)

**Gambar 7. Kelapa sawit jenis *tenera***

Panen kelapa sawit dilakukan berdasarkan pada saat kadar minyak *mesocarp* mencapai maksimum dan kandungan asam lemak bebas minimum, yaitu pada saat buah mencapai tingkat kematangan tertentu. Kriteria kematangan yang tepat ini dapat dilihat dari warna kulit buah (warna daging buah muda adalah putih kuning dan berwarna jingga jika matang) dan jumlah buah yang rontok pada tiap tandan.

Beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam memanen kelapa sawit adalah penentuan tingkat kematangan yang tepat, biaya panen, cara panen, frekuensi panen dan sistem pengangkutan yang digunakan.

Buah kelapa sawit terdiri dari empat bagian penting, diantaranya:

- a. *Eksocarp*, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin
- b. *Mesocarp*, serabut buah yang mengandung banyak minyak
- c. *Endocarp*, cangkang pelindung inti
- d. Inti sawit (*kernel*), sebetulnya adalah biji yang merupakan bagian dalam perbanyakan generatif tanaman

### 2.6.2.1 Sifat Fisika dan Kimia

#### Sifat Fisika Kelapa Sawit

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| a. Bentuk granula                              | = bulat                  |
| b. Ukuran granula $\mu\text{m}$                | = 8,9 - 29,3             |
| c. Rata-rata $\mu\text{m}$                     | = 19,47                  |
| d. Derajat putih (% terhadap $\text{BaSO}_4$ ) | = 83,02 kejernihan pasta |

#### Sifat Kimia Kelapa Sawit

##### Komponen kelapa sawit

- a. Protein (% bk) 0,96
- b. Lemak (% bk) 0,37
- c. Abu (% bk) 0,68
- d. *Karbohidrat by difference* ( bk) 88,02
- e. Pati (% bk) 1,78
- f. Amilosa 96,00
- g. % Total Pati 28,76 (*dura*), 36,14 (*pisifera*), 30,74 (*tenera*)

### 2.6.3 Cangkang Kelapa Sawit



Sumber: [http://www.academia.edu/8268144/Pemanfaatan\\_Pohon\\_Kelapa](http://www.academia.edu/8268144/Pemanfaatan_Pohon_Kelapa)

**Gambar 8. Cangkang kelapa sawit**

Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut. (Husein, 2009).

Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai kandungan antara lain : Dimana kandungan yang terkandung pada cangkang mempunyai persentase (%) yang berbeda jumlahnya. Antara lain : kalium (K) sebesar 7,5 %, natrium (Na) sebesar 1,1, kalsium (Ca) 1,5 %, klor (Cl) sebesar 2,8 %, karbonat ( $\text{CO}_3$ ) sebesar 1,9 %, nitrogen (N) sebesar 0,05 % posfat (P) sebesar 0,9 % dan silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 61 %. bahan bakar cangkang ini setelah mengalami proses pembakaran akan berubah menjadi arang, kemudian arang tersebut dengan adanya udara pada dapur akan terbang sebagai ukuran partikel kecil yang dinamakan partikel pijar. (Sutanto, 2013).

### 2.6.4 Serabut Kelapa Sawit

Serabut adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, apabila telah mengalami proses pengolahan berwarna coklat muda, serabut ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah kelapa sawit. didalam serabut dan daging buah sawitlah minyak CPO terkandung.

Panas yang dihasilkan serabut jumlahnya lebih kecil dari yang dihasilkan oleh cangkang, oleh karena itu perbandingan lebih besar serabut dari pada

cangkang, disamping serabut lebih cepat habis menjadi abu apabila dibakar, pemakaian serabut yang berlebihan akan berdampak buruk pada proses pembakaran karena dapat menghambat proses perambatan panas pada pipa water wall, akibat abu hasil pembakaran beterbangan dalam ruang dapur dan menutupi pipa water wall, disamping mempersulit pembuangan dari pintu ekspansi door (Pintu keluar untuk abu dan arang) akibat terjadinya penumpukan yang berlebihan.



Sumber: [http://www.academia.edu/8268144/Pemanfaatan\\_Pohon\\_Kelapa](http://www.academia.edu/8268144/Pemanfaatan_Pohon_Kelapa)

**Gambar 9. Serabut Kelapa Sawit**

Pada serabut terdapat kandungan antara lain kalium (K) sebesar 9,2 %, natrium (Na) sebesar 0,5 %, kalsium (Ca) 4,9 %, klor (Cl) sebesar 2,5 %, karbonat ( $\text{CO}_3$ ) sebesar 2,6 %, nitrogen (N) sebesar 0,04 % posfat (P) sebesar 1,4 % dan silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 59,1 %. bahan bakar cangkang ini setelah mengalami proses pembakaran akan berubah menjadi arang, kemudian arang tersebut dengan adanya udara pada dapur akan terbang sebagai ukuran partikel kecil yang dinamakan partikel pijar. (Sutanto, 2013).

Limbah padat Pabrik Kelapa Sawit berupa abu dari Cangkang mengandung banyak silika. Tabel 8 berikut menyajikan komposisi abu sawit yang berasal dari pembakaran. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1 abu cangkang dan *Fiber* sawit mengandung banyak silika, mencapai  $\pm 60\%$ . Selain itu, abu sawit juga mengandung ion alkali (kalium dan natrium).

Tabel 8. Komposisi Abu Sawit (% berat)

Unsur/ senyawa	<i>Fiber</i>	Cangkang
Kalium (K)	9,2	7,5
Natrium (Na)	0,5	1,1
Kalsium (Ca)	4,9	1,5
Klor (Cl)	2,5	2,8
Karbonat (CO <sub>3</sub> )	2,6	1,9
Nitrogen (N)	0,04	0,05
Posfat (P)	1,4	0,9
Silika (SiO <sub>2</sub> )	59,1	61

Sumber : (Ida, Zahrina 2007).