

BAB II

DASAR TEORI

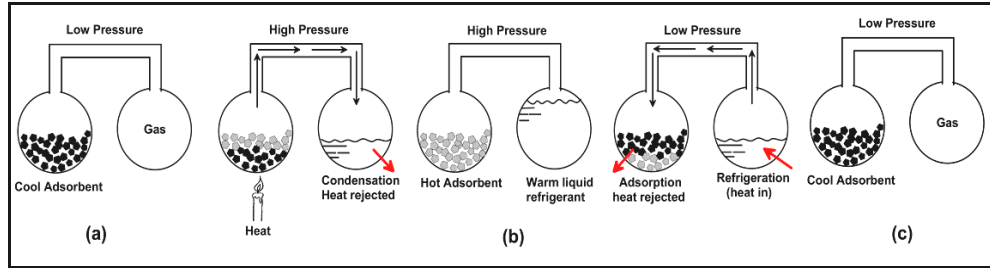
2.1 TEORI SISTEM REFRIGERASI ADSORPSI

2.1.1 Teori Umum Adsorpsi

Proses adsorpsi terjadi pada permukaan yang menghubungkan dua buah fasa yang didalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hydrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas fasa tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida. Proses adsorpsi melibatkan pemisahan sebuah zat dari suatu fase yang diikuti oleh akumulasi pada permukaan zat yang lain. Material yang menyerap disebut adsorben sedangkan material yang teradsorpsi disebut adsorbat (*refrigerant*).

Jika fenomena adsorpsi disebabkan terutama oleh gaya Van der Waals dan gaya hidrostatis antara molekul adsorbat dan atom yang membentuk permukaan adsorben tanpa adanya ikatan kimia maka disebut adsorpsi fisika. Dan jika terjadi interaksi secara kimia antara adsorbat dan adsorben maka fenomenanya disebut adsorpsi kimia. [1,2]

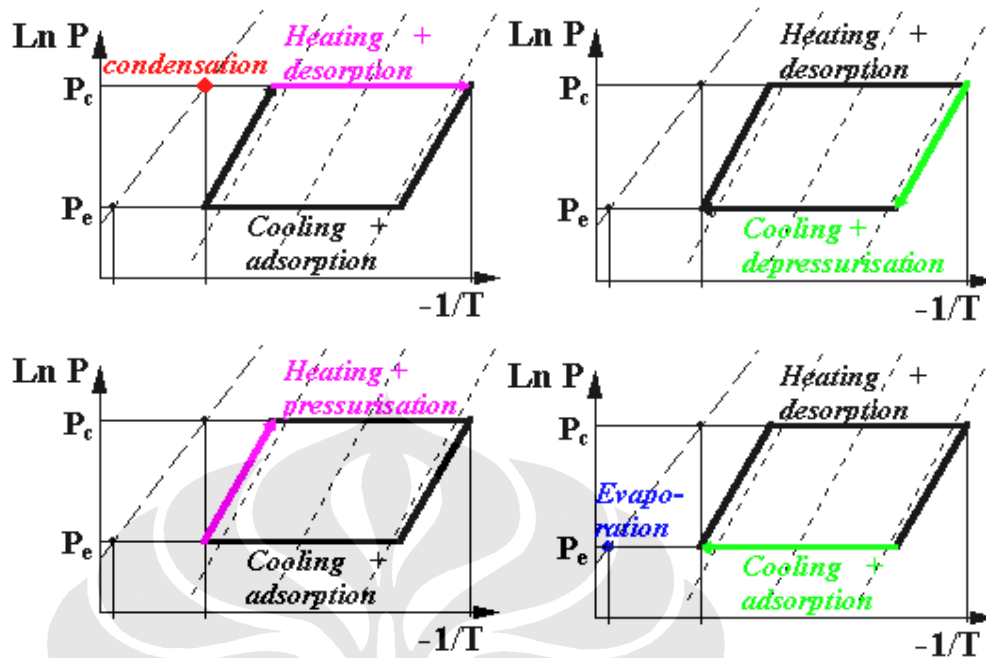
Adsorpsi adalah proses eksotermis yang diikuti oleh adanya pelepasan panas secara evolusi. Jumlah kalor yang dikeluarkan dari proses ini sangat terkait dengan besarnya gaya elektrostatis yang terlibat. Kalor yang dilepaskan terdiri dari entalpi penguapan dari adsorbat, gaya elektrostatis dan energi ikatan kimia. Panas adsorpsi biasanya 30-100% lebih besar dari kalor penguapan adsorbat (*refrigeran*).



Gambar 2.1 Siklus Dasar refrigerasi adsorpsi [2]

Siklus refrigerasi adsorpsi sangat tergantung pada adsorpsi gas refrigeran (uap) ke dalam adsorben pada tekanan rendah dan dilanjutkan dengan desorpsi dengan pemanasan. Sebagai sebuah gambaran sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1 diatas, sebuah sistem refrigerasi adsorpsi terdiri dari dua buah *vessel* yang saling berhubungan, satu *vessel* terdiri adsorben dan *vessel* kedua terdapat refrigeran.

Pada kondisi awal sistem berada pada tekanan dan temperature rendah, adsorben memiliki konsentrasi refrigeran yang cukup tinggi dan *vessel* yang lain terdapat refrigeran dalam bentuk gas (gambar 2.1.a). *Vessel* yang terdapat adsorben dipanaskan (desorber) yang mengakibatkan keluarnya refrigeran dan naiknya tekanan sistem. Refrigeran yang terdesorpsi kemudian terkondensasi sebagai cairan didalam *vessel* kedua dengan dikeluarkannya panas (gambar 2.1.b) Selanjutnya desorber didinginkan kembali ke temperature ambien, menyerap kembali refrigeran dan menurunkan tekanannya. Tekanan yang rendah pada *vessel* kedua menyebabkan proses penguapan yang memproduksi efek pendinginan. Siklus bersifat diskontinyu sehingga efek pendinginan terjadi hanya pada setengah siklusnya. Proses refrigerasi adsorpsi dapat digambarkan dalam diagram Clapeyron seperti terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Siklus pendingin adsorpsi dalam clapeyron diagram [4]

Sebagai salah satu alternatif solusi untuk mesin pendingin kompresi yang menggunakan refrigerant yang mencemari lingkungan (ozon), sistem pendingin adsorpsi yang terutama memanfaatkan gas buang adalah sebuah produksi bersih (*clean production*) sebagai sebuah tantangan yang perlu terus untuk dikembangkan

2.1.2 Parameter Unjuk Kerja

Unjuk kerja mesin pendingin adsorpsi sangat dipengaruhi baik oleh perpindahan kalor maupun perpindahan massa. Dalam merancang sebuah adsorber sangatlah penting untuk memilih konfigurasi karena adanya pertimbangan-pertimbangan batas dari perpindahan massa. Secara umum peningkatan perpindahan massa akan mengakibatkan menurunnya kemampuan transfer kalor. Sehingga perlu dicari sebuah nilai optimum dari keduanya yang merupakan kompromi antara kedua faktor tersebut agar diperoleh unjuk kerja yang terbaik

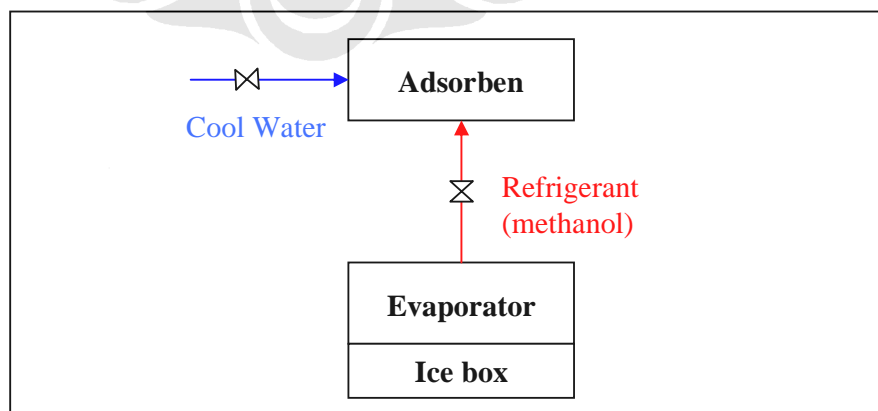
Parameter *number of transfer unit* (NTU) sebagai salah satu bagian terpenting dalam mendesain sebuah alat penukar kalor yang merupakan

representasi dari karakteristik internal dalam sebuah adsorber. NTU merupakan rasio perpindahan kalor pada *interface* antara fluida kerja terhadap adveksi dari energi di dalam fluida. COP sebuah mesin pendingin adsorpsi akan meningkat seiring dengan meningkatnya nilai NTU, atau dengan kata lain semakin besar sebuah alat penukar kalor akan memberikan nilai NTU yang juga besar, tetapi seberapa besar ukuran tersebut jika pertimbangan *pressure drop* menjadi perhatian kita juga. Sehingga akan didapatkan nilai optimum dari NTU tersebut dalam sebuah desain.

Berbagai perbaikan unjuk kerja mesin adsorpsi telah dilakukan dalam skala laboratorium, misalnya mesin adsorpsi dalam skala besar yang menghasilkan es serta dikembangkan melalui proses *mass recovery* akan meningkatkan kapasitas pendinginannya sebesar 7-11% serta melalui proses *heat recovery* akan menurunkan input energi sebesar 20-30%. Penggunaan multi adsorber juga telah dilakukan yang dilaporkan dapat meningkatkan COP sebesar 35% dari sistem standar.

Penelitian ini merupakan upaya pemanfaatan energi alternatif dimana dewasa ini perlu mulai dihilangkan ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar minyak. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini akan mengalami proses adsorpsi dan desorpsi. Oleh karena adsorben yang digunakan adalah adsorben tunggal, maka proses adsorpsi dan desorpsi berjalan secara bergantian/*intermitten*.

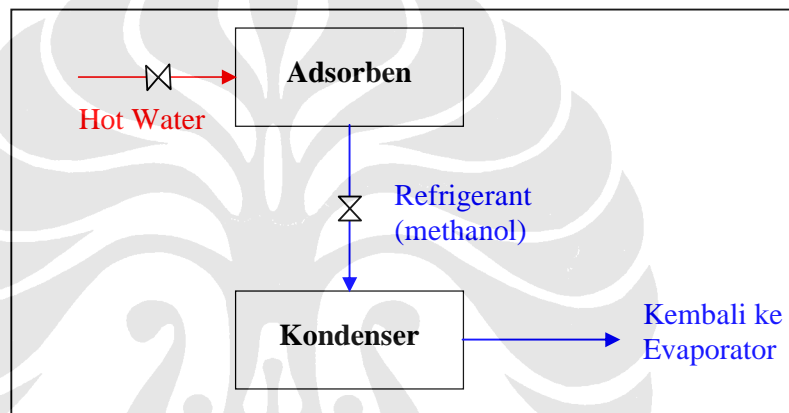
2.1.3 Proses Adsorpsi



Gambar 2.3 Adsorpsi

Pada proses adsorpsi ini methanol yang terdapat dalam evaporator akan diserap oleh karbon aktif. Pada kondisi awal, sistem memiliki tekanan dan temperatur rendah dan adsorben memiliki konsentrasi yang tinggi. Sehingga refrigeran akan mengalir ke dalam adsorben, pada saat mengalirnya refrigeran maka tekanan dan temperaturnya akan turun seiring dengan waktu yang ada. Menurunnya tekanan dan temperatur dalam evaporator inilah nantinya yang akan dipakai dalam pembuatan es batu.

2.1.4 Proses Desorpsi



Gambar 2.4 Desorpsi

Ketika proses adsorpsi sudah mengalami titik jenuh, maka proses berikutnya adalah proses desorpsi yakni mengalirkan air panas ke dalam adsorber yang mengakibatkan naiknya tekanan sistem. Refrigeran yang keluar dari adsorben akan terkondensasi masuk kedalam kondenser. Pada kondenser, refrigeran akan didinginkan kembali menggunakan air dingin dan kemudian akan dialirkan kembali ke evaporator untuk digunakan kembali.

2.1.5 Panas/Kalor

Kalor (Q) adalah salah satu bentuk energi. Fakta dengan jelas membuktikan bahwa kalor dapat diubah menjadi bentuk energi lain dan begitu pula sebaliknya. Secara termodinamik kalor didefinisikan sebagai "*Energy in transit from one body to another as the result of a temperature difference between the two bodies*" [3]

Kuantitas energi kalor (Q) dihitung dalam satuan joules (J). Laju aliran kalor dihitung dalam satuan joule per detik (J/s) atau watt (W). Laju aliran energi ini juga disebut daya, yaitu laju dalam melakukan usaha.

2.1.6 Kalor Spesifik

Kalor spesifik (c) adalah jumlah energi dalam satuan kilojoule yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur 1 kg substansi sebesar 1°C atau 1K. Kalor spesifik substansi berubah secara signifikan dengan terjadinya perubahan fase pada substansi. Dalam kasus substansi gas bervolume konstan kalor spesifik diberi simbol c_v (kJ/kg K), sedangkan pada gas bertekanan konstan diberi simbol c_p (kJ/kg K). Pada umumnya $c_p > c_v$ karena pada kondisi tekanan konstan, gas berekspansi bersamaan dengan perubahan temperatur sehingga terjadi energi kinetik eksternal / kerja (W). Oleh karena itu diperlukan kalor lebih banyak sesuai besarnya kerja yang terjadi.

2.1.7 Perhitungan Kuantitas Energi

Dari definisi kalor spesifik jumlah energi dapat dihitung dengan persamaan

$$Q = m c (T_2 - T_1)$$

Q = jumlah kalor (kJ)

m = massa (kg)

c = kalor spesifik (kJ/kg K)

T_1 = temperatur awal (K) atau ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = temperatur akhir (K) atau ($^{\circ}\text{C}$)

Apabila massa diganti laju aliran massa (kg/s), maka jumlah kalor pun akan menjadi laju aliran kalor atau disebut daya (kJ/s)

2.1.8 Kalor Sensibel Dan Kalor Laten

Energi kalor yang dialirkan ke/ataupun dari substansi mengakibatkan perubahan temperatur ataupun fase pada substansi. Oleh karena itu berdasarkan efek yang ditimbulkannya terhadap suatu substansi, kalor dapat dibagi menjadi 2:

- Kalor sensibel, adalah kalor yang keberadaannya menyebabkan/menyertai timbulnya perubahan temperatur pada substansi. Dalam kondisi ini kalor digunakan untuk meningkatkan energi dalam kinetik pada substansi.
- Kalor latent, adalah kalor yang keberadaannya menyebabkan/menyertai timbulnya perubahan fase pada substansi. Dalam kondisi ini temperatur cenderung konstan karena kalor cenderung menaikkan tingkat pemisahan molekul (meningkatkan energi dalam potensial).

Berdasarkan perubahan fase pada substansi, kalor laten dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

- Kalor laten fusi, yaitu kalor yang menyebabkan terjadinya perubahan fase suatu substansi yang telah mencapai temperatur fusi, dari fase padat menjadi cair ataupun sebaliknya.

$$Q_L = m h_{if}$$

Q_L = kalor laten (kJ)

m = massa (kg)

h_{if} = kalor laten fusi (kJ/kg)

- Kalor laten vaporasi, yaitu kalor yang menyebabkan terjadinya perubahan fase suatu substansi yang telah mencapai temperatur jenuh (*saturation temperature*), dari fase cair menjadi gas ataupun sebaliknya.

$$Q_L = m h_{fg}$$

Q_L = kalor laten (kJ)

m = massa (kg)

h_{fg} = kalor laten vaporasi (kJ/kg)

2.1.9 Tekanan Dan Temperatur Saturasi

Tekanan saturasi adalah tekanan yang terjadi pada saat suatu substansi pada temperatur tertentu mengalami perubahan fase. Temperatur saturasi yaitu temperatur pada saat suatu substansi berada dalam tekanan tertentu mengalami perubahan fase. Ketika substansi mengalami perubahan fase, substansi memerlukan ataupun melepaskan kalor laten tergantung perubahan fasa yang terjadi.

2.1.10 COP

COP (*coefficient of performance*) refrigerasi merupakan gambaran efisiensi siklus alat refrigerasi, dinyatakan oleh perbandingan energi kalor yang diserap dari evaporator (Q_{ref}) terhadap energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kompresor (W). Pada sistem refrigerasi adsorpsi pemakaian kompresor digantikan dengan karbon aktif. Untuk menaikkan tekanan refrigeran yang teradsorpsi agar mencapai tekanan kondensasinya karbon aktif dipanaskan sampai temperatur tertentu. Dengan demikian COP pada sistem refrigerasi adsorpsi dihitung dengan persamaan:

$$COP = \frac{Q_{ref}}{Q_g}$$

Q_{ref} = kalor yang diserap dalam proses evaporasi (kJ)

Q_g = kalor yang digunakan untuk memanaskan karbon aktif (kJ)

2.2 KARBON AKTIF

2.2.1 Sekilas Karbon Aktif

Karbon aktif 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 didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Karbon aktif selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap karbon aktif tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia.

Pada abad XV, diketahui bahwa karbon aktif dapat dihasilkan melalui komposisi kayu dan dapat digunakan sebagai adsorben warna dari larutan. Aplikasi komersial, baru dikembangkan pada tahun 1974 yaitu pada industri gula sebagai pemucat, dan menjadi sangat terkenal karena kemampuannya menyerap uap gas beracun yang digunakan pada Perang Dunia I.

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif.

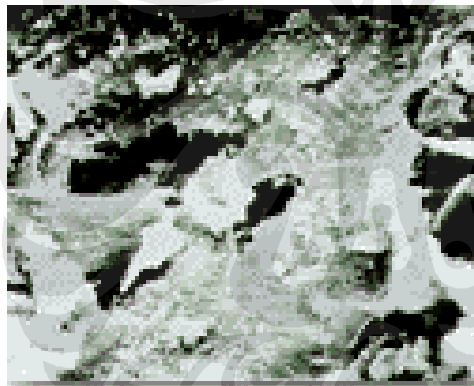
Karbon aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk powder yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu dan kegunaan lain yaitu pada industri kimia dan industri baru. Diperoleh dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah.

Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras diameter pori berkisar antara 10-200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang,

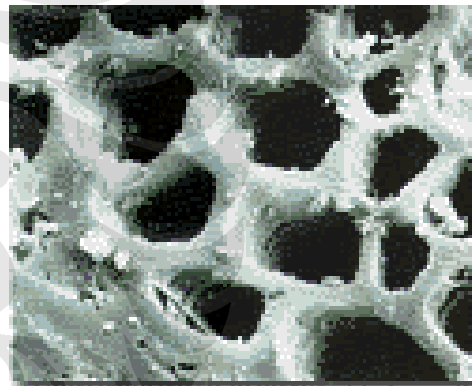
batu bata atau bahan baku yang mempunyai bahan baku yang mempunyai struktur keras. [5,6]



Gambar 2.5 Bentuk granular dari karbon aktif



Gambar 2.6 Karbon Kelapa



Gambar 2.7 Karbon Aktif

2.2.2 Penggunaan Karbon Aktif

Karbon aktif terbagi atas 2 tipe yaitu Karbon aktif sebagai pemucat dan Karbon aktif sebagai penyerap uap. Karena hal tersebut maka karbon aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi Karbon aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi. Adapun penggunaan Karbon aktif secara umum dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Penggunaan karbon aktif

No	PEMAKAI	KEGUNAAN	JENIS/MESH
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa	8x30,325
2	Minuman keras dan Ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman	4x8,4x12
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4x8,4x12,8x30
4	Pembersih air	Penghilangan warna, bau penghilangan resin	
5	Budi daya udang	Permurnian, penghilangan ammonia, netrite phenol dan logam berat	4x8,4x12
6	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4x8, 4x12
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4x8,4x12,8x30
8	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap	4x8, 4x12
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil chloride, vinil acetat	4x8, 4x30
10	Pengolahan Pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8x30

2.2.3 Bahan Karbon Aktif

Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif, antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara.

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis Quineesis Jacq*) termasuk jenis palma yang menghasilkan minyak, baik dari daging buah (*mesocarp*) maupun dari inti (*kernel*), dan hasil ikutan seperti tempurung biji sawit, serat dan biogas. Tempurung biji sawit, selain digunakan sebagai bahan bakar atau karbon juga digunakan sebagai pengeras jalan. Arang tempurung inti sawit tersebut jika diperlakukan dengan bahan-bahan kimia atau dipanaskan lebih lanjut, dapat dijadikan sebagai karbon aktif. Kelapa sawit diklasifikasikan atas 3 (tiga) tipe yaitu:

a. *Elaeis quineensis* varitas *Dura*

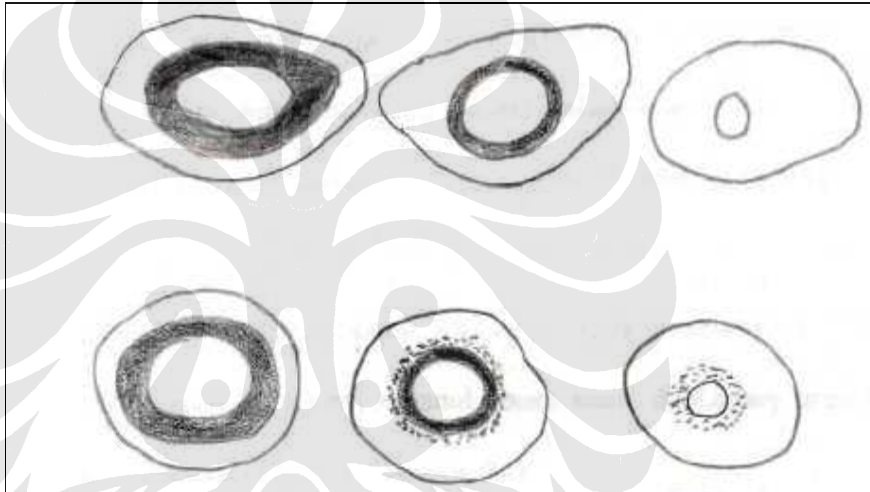
Daging buahnya, mempunyai inti yang besar dan ketebalan tempurungnya berkisar antara 2-8 mm.

b. *Elaeis quineensis* varitas *Pisifera*

Buah jenis ini, tidak mempunyai tempurung dan intinya sangat kecil, sedangkan daging buahnya tebal.

c. *Elaeis quineensis* varitas *Tenera*

Daging buahnya tebal, disekeliling tempurung terdapat *Berst* (*fiber ring*). Ketebalan tempurung berkisar antara 0,5-4 mm.



Gambar 2.8 Penampang Buah Kelapa Sawit

2.2.4 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Di negara tropis masih dijumpai arang yang dihasilkan secara tradisional, itu dengan menggunakan drum atau lubang dalam tanah, dengan tahap pengolahan sebagai berikut: bahan yang akan dibakar dimasukkan dalam lubang atau drum yang terbuat dari plat besi. Kemudian dinyalakan sehingga bahan baku tersebut terbakar, pada saat pembakaran, drum atau lubang ditutup sehingga hanya ventilasi yang dibiarkan terbuka. Ini bertujuan sebagai jalan keluarnya asap. Ketika asap yang keluar berwarna kebiru-biruan, ventilasi ditutup dan dibiarkan selama kurang lebih kurang 8 jam atau satu malam. Dengan hati-hati lubang atau dibuka dan dicek apakah masih ada bara yang menyala. Jika masih ada yang atau

drum ditutup kembali. Tidak dibenarkan menggunakan air untuk mematikan bara yang sedang menyala, karena dapat menurunkan kualitas arang.

Selain cara di atas, arang juga dapat dihasilkan dengan cara destilasi kering. Dengan cara ini, bahan baku dipanaskan dalam suatu ruangan vakum. Hasil yang diperoleh berupa residu yaitu arang dan destilat yang terdiri dari campuran metanol dan asam asetat. Residu yang dihasilkan bukan merupakan karbon murni, tetapi masih mengandung abu dan ter yang mempunyai titik didih 1991. Hasil yang diperoleh seperti metanol, asam asetat dan arang tergantung pada bahan baku yang digunakan dan metoda destilasi.

Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Yang dimaksud dengan 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, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

Metoda aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan karbon aktif adalah:

- a. Aktivasi Kimia: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia
- b. Aktivasi Fisika: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2

Untuk aktivasi kimia, aktivator yang digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti: hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl_2 , asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_4PO_4 .

Untuk aktivasi fisika, biasanya arang dipanaskan didalam *furnance* pada temperatur 800-900°C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah, merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya. Sedangkan pemanasan dengan uap atau CO_2 pada temperatur tinggi merupakan reaksi endoterm, sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktivasi jika diklorinasi terlebih dahulu.

Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhirnya diaktifasi dengan uap.

Juga memungkinkan untuk memperlakukan arang kayu dengan uap belerang pada temperatur 500°C dan kemudian desulfurisasi dengan H₂ untuk mendapatkan arang dengan aktifitas tinggi. Dalam beberapa bahan barang yang diaktifasi dengan percampuran bahan kimia, diberikan aktifasi kedua dengan uap untuk memberikan sifat fisika tertentu barang tidak dikembangkan oleh aktifasi kimia. Karbon aktif sebagai pemucat, dapat dibuat dengan aktifasi kimia. Bahan laku dicampur dengan bahan-bahan kimia, kemudian campuran tersebut dipanaskan pada temperatur 500-900°C. Selanjutnya didinginkan, dicuci untuk menghilangkan dan memperoleh kembali sisa-sisa zat kimia yang digunakan. Akhirnya, disaring dan dikeringkan. Bahan baku dapat dihaluskan sebelum atau setelah aktifasi.

Karbon aktif sebagai penyerap uap, juga dapat dibuat dengan aktifasi kimia. Sebagai contoh, digunakan serbuk gergaji sebagai bahan dasar dan H₃PO₄, ZnCl₂, K₂S atau KCNS sebagai aktifator. Biasanya, seratus bagian bahan baku yang telah dihaluskan dicampur dengan larutan yang mengandung 50-100 bagian aktifator. Kemudian dipanaskan dalam pencampur mekanik untuk menguapkan air, selanjutnya campuran yang masih panas tersebut dibentuk menjadi blokblok, dihancurkan kembali dan dikarbonisasi pada 500-900°C, didinginkan, dicuci untuk menghilangkan dan memperoleh kembali bahan-bahan kimia yang digunakan untuk selanjutnya dikeringkan.

Proses yang melibatkan oksidasi selektif dari bahan baku dengan udara, juga digunakan baik untuk pembuatan karbon aktif sebagai pemucat maupun sebagai penyerap uap. Bahan baku dikarbonisasi pada temperatur 400-500°C untuk mengeleminasi zat-zat yang mudah menguap. Kemudian dioksidasi dengan gas pada 800-1000⁰C untuk mengembangkan pori dan luas permukaan.[5]

2.2.5 Sifat Adsorpsi Karbon Aktif

Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

- Sifat Adsorben

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan karbon aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori karbon aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan, juga diperhatikan. Untuk itu dapat digunakan persamaan Freundlich, yaitu: $X/M = kC^n$. Persamaan ini menghubungkan kapasitas adsorpsi persatuan berat karbon (X/M) dengan konsentrasi Serapan yang tersisa dalam larutan pada keadaan setimbang. Dalam hal ini, dilakukan percobaan terhadap sederetan sampel dengan menggunakan berat karbon aktif yang berbeda, dimana waktu dan temperatur- dibuat tetap untuk semua perlakuan.

- Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat 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.

- Temperatur

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses. Karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna atau dekomposisi, maka perlakuan

dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperature yang lebih kecil.

- PH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik) adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam minreal. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

- Waktu Singgung

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon yang digunakan. Seisin ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.[5]