


“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : En Safarudin Gazali Herawan

Tarikh : 14 December 2005

KARBON TERAKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA UNTUK PENAPIS AIR

MOHD RIDZAL BIN ABD RAZAK


Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia

November 2005

"Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya"

Tandatangan

:.....

Nama Penulis

:Mohd Ridzal Bin Abd Razak

Tarikh

: 10-12-2005

PENGHARGAAN

“Dengan nama Allah yang maha pemurah lagi maha mengasihani”

Syukur alhamdulillah dengan limpah rahmat dan keiznannya dapat saya menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Penghormatan dan jutaan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya iaitu Abd Razak Bin Md Saad dan Rokiah Binti Abdullah yang sentiasa mendoakan dan memberi dorongan untuk terus berjaya. Galakan serta dorongan dari keluarga tercinta banyak membantu saya dalam menjayakan tesis ini.

Setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya iaitu Encik Safarudin Ghazali di atas tunjuk ajar, galakan serta menyelesaikan segala masalah yang timbul dalam menjayakan tesis ini. Pendekatan beliau yang lebih terbuka dan kerjasama yang baik membantu saya dalam menyiapkan projek ini. Setinggi penghargaan kepada pihak Perbadanan Air Melaka (PAM) khususnya kepada pengurus bahagian kualiti air iaitu Puan Rahimah dan semua staf kualiti air yang telah banyak membantu, tunjuk ajar serta pandangan yang berguna dalam menjayakan tesis ini.

Kepada semua pensyarah Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia yang banyak menolong dari segi pemberian idea dan cadangan dan menjalankan projek ini. Kepada kawan-kawan yang banyak membantu serta sumbangan idea yang bernas sedikit sebanyak membantu saya dalam menjalankan projek ini. Tidak dilupakan kepada semua individu yang terlibat secara langsung atau tidak langsung membantu saya dalam projek ini. Akhir sekali semoga Allah memberkati segala kerja yang dilakukan.

ABSTRAK

Tempurung kelapa menjadi bahan buangan kerana tiada nilai baginya. Tempurung kelapa selalu menjadi bahan bakar untuk tujuan tertentu. Dalam kajian ini tempurung kelapa menjadi bahan untuk dijadikan karbon teraktif untuk digunakan dalam sistem penapisan air.

Sifat-sifat utama karbon teraktif amat bergantung pada bahan mentah yang digunakan. Tempurung kelapa dihancurkan bagi pembakaran untuk mengaktifkan karbon terhadapnya. Tempurung kelapa yang telah diaktifkan karbon ke atasnya mempunyai sifat penyerapan. Karbon teraktif dihasilkan dengan suhu pembakaran yang berbeza bagi membuat perbandingan suhu yang lebih sesuai dalam sistem penyerapan. Karbon teraktif yang dihasilkan diuji dengan menjadikan karbon teraktif sebagai bahan penapisan.

Satu sistem penapisan air direka untuk menguji karbon teraktif. Air yang digunakan untuk ujian adalah air penjernihan dari loji Perbadanan Air Melaka (PAM). Air yang telah ditapis dengan karbon teraktif dan pasir dibandingkan dan dianalisis dengan air bertapis dari loji Perbadanan Air Melaka (PAM) yang hanya menggunakan pasir sebagai bahan penapisan. Analisis air dilakukan bagi mengetahui suhu pembakaran karbon teraktif yang sesuai untuk digunakan dalam proses penyerapan bahan organik dan kimia dalam air.

ABSTRACT

The coconut became a waste material because there is no value in it. The coconut shell became always the fuel for the certain aim. In this study the coconut shell became the material to be made active carbon that used in the system water filtration.

The main characteristics of active carbon very depended on the raw material that was used. The coconut shell was destroyed for the burning to activate carbon towards it. The coconut shell that was activated carbon had the characteristics of the absorption. The active carbon was produced with the difference temperature of the burning for making the temperature comparison that more appropriate in the absorption system. The active carbon that was produced was tested to become carbon as the filtration material

One system water filtration is designed for testing the active carbon. The water that was used for testing is purification water from Perbandanan Air Melaka (PAM). Water that was filtered with active carbon and sand is compared and analyzed with filtered water from Perbadanan Air Melaka (PAM) that only used the sand as the filtration material. The water analysis is done to know the burning temperature of active carbon that suitable used in process absorption of the organic material and chemistry in water

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI RAJAH	x
	SENARAI GRAF	xi
	SENARAI SIMBOL	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1		1
1.1	PENGENALAN	1
1.2	OBJEKTIF	2
1.3	SKOP PROJEK	2
1.4	KENYATAAN MASALAH	3
1.5	ANALISIS MASALAH	3
BAB 2		4
2.1	PENGENALAN	4
2.2	TEORI PENYERAPAN	6
2.2.1	Persamaan Freundlich	7
2.2.2	Persamaan Langmuir	9
2.2.3	Persamaan garis suhu lurus	9
2.3	PROSES PENYERAPAN	10
2.4	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KADAR PENYERAPAN	11
2.4.1	Luas permukaan	11
2.4.2	Nilai pH	12

2.4.3	Suhu	12
2.5	PENGHASILAN KARBON TERAKTIF	13
2.6	PENGAKTIFAN KARBON	14
2.7	CIRI-CIRI KARBON TERAKTIF	15
2.8	PENYERAPAN SEBATIAN BUKAN ORGANIK DENGAN KARBON TERAKTIF	16
2.9	KELEBIHAN DAN PEMBATASAN PENGGUNAAN KARBON TERAKTIF DALAM RAWATAN AIR SISA	18
2.10	KEHADIRAN LOGAM-LOGAM DALAM AIR	19
2.10.1	Kadmium	19
2.10.2	Plumbum	19
2.10.3	Selenium	20
2.10.4	Argentum	20
2.10.5	Zink	20
2.10.6	Barium	21
2.10.7	Merkuri	21
2.11	KEHADIRAN KUPRUM DAN FERUM DALAM AIR DAN KESAN-KESANNYA	22
2.11.1	Kuprum	22
2.11.2	Ferum	22
BAB 3		23
METADOLOGI		23
3.1	PROSES MEMECAHKAN TEMPURUNG KELAPA	23
3.2	PROSES MENGISAR TEMPURUNG KELAPA	24
3.3	PROSES PEMBAKARAN ATAU MENGAKTIFKAN KARBON	25
3.4	PROSES PEMBAKARAN DENGAN GAS NITROGEN	26
3.4.1	PROSES PEMBAKARAN DENGAN GAS KARBON DIOKSIDA	27
3.5	PROSES MENGGUNAKAN KARBON TERAKTIF PADA PENAPIS AIR	28
3.6	PROSES MENJALANKAN UJIAN DAN ANALISIS AIR	29
3.6.1	Nilai pH air	29
3.6.2	Kekeruhan air	30
3.6.3	Ammonia	30
3.6.4	Aluminium	31
3.6.5	Mangenesese	32

3.6.6	Ferum (Iron Reagent)	33
3.6.7	Fluorida	34
BAB 4		35
KEPUTUSAN DAN ANALISIS		35
4.1	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 1	37
4.1.1	Analisis dari graf	38
4.2	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 2	41
4.2.1	Analisis dari graf	42
4.3	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 3	45
4.3.1	Analisis dari graf	46
4.4	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 4	49
4.4.1	Analisis dari graf	50
4.5	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 5	53
4.5.1	Analisis dari graf	54
4.6	DATA DAN ANALISIS BAGI UJIAN 6	57
4.6.1	Analisis dari graf	58
4.7	DATA DAN ANALISIS BAGI NILAI PH	61
4.8	DATA DAN ANALISIS NILAI KEKERUHAN AIR	62
4.9	DATA DAN ANALISIS NILAI AMMONIA	63
4.10	DATA DAN ANALISIS NILAI ALUMINIUM	64
4.11	DATA DAN ANALISIS NILAI MANGANES	65
4.12	DATA DAN ANALISIS NILAI FERUM	66
4.13	DATA DAN ANALISIS NILAI FLUORIDA	67
4.14	PERBINCANGAN ANALISIS	68
BAB 5		70
KESIMPULAN		70
5.1	CADANGAN DAN KOMEN	72
RUJUKAN		75
LAMPIRAN		77
7.1	LAMPIRAN A: UJIAN AIR MENTAH	77
7.2	LAMPIRAN B: PIAWAIAN AIR TERAWAT	86

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
Jadual 4.1:	Piawaian yang telah ditetapkan	36
Jadual 4.2:	Ujian 1 air bertapis karbon teraktif.	37
Jadual 4.3:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 1	39
Jadual 4.4:	Kekeruhan air ujian 1	40
Jadual 4.5:	Ujian 2 air bertapis karbon teraktif.	41
Jadual 4.6:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 2	43
Jadual 4.7:	Kekeruhan air ujian 2	44
Jadual 4.8:	Ujian 3 air bertapis karbon teraktif	45
Jadual 4.9:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 3	47
Jadual 4.10:	Kekeruhan air ujian 3	48
Jadual 4.11:	Ujian 4 air bertapis karbon teraktif.	49
Jadual 4.12:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 4	51
Jadual 4.13:	Kekeruhan air ujian 4	52
Jadual 4.14:	Ujian 5 air bertapis karbon teraktif.	53
Jadual 4.15:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 5	55
Jadual 4.16:	Kekeruhan air ujian 5	56
Jadual 4.17:	Ujian 6 air bertapis karbon teraktif.	57
Jadual 4.18:	Ujian nilai pH dengan suhu ujian 6	59
Jadual 4.19:	Kekeruhan air ujian 6	60
Jadual 4.20:	Bacaan 6 ujian bagi nilai pH	61
Jadual 4.21:	Bacaan 6 ujian nilai kekeruhan air	62
Jadual 4.22:	Bacaan 6 ujian nilai bacaan Ammonia	63
Jadual 4.23:	Bacaan 6 ujian nilai bacaan Aluminium	64
Jadual 4.24:	Bacaan 6 ujian nilai bacaan Manganese	65
Jadual 4.25:	Bacaan 6 ujian nilai bacaan Ferum	66
Jadual 4.26:	Bacaan 6 ujian nilai bacaan Fluorida	67

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
Rajah 3.1:	Tempurung kelapa yang dipecahkan	24
Rajah 3.2:	Mesin kisar	24
Rajah 3.3:	Penapis tempurung kelapa saiz 250 μ dan 450 μ	24
Rajah 3.4:	Tempurung kelapa sebelum diaktifkan karbon	27
Rajah 3.5:	Tempurung kelapa selepas diaktifkan karbon	27
Rajah 3.6:	Sistem penapisan air dengan karbon teraktif	28
Rajah 3.7:	Mesin penguji nilai pH air.	29
Rajah 3.8:	Mesin menguji kekeruhan air.	30
Rajah 3.9:	Air untuk ujian Ammonia	31
Rajah 3.10:	Mesin DR/ 2000	31
Rajah 3.11:	Air untuk ujian Aluminium	32
Rajah 3.12:	Air untuk ujian Manganese	32
Rajah 3.13:	Air untuk ujian Ferum	33
Rajah 3.14:	Air untuk ujian Fluorida	34
Rajah 5.1:	Sistem yang digunakan di loji Perbadanan Air Melaka (PAM)	73
Rajah 5.2:	Sistem yang dicadangkan	73
Rajah 5.3:	Sistem yang digunakan dalam projek ini	74

SENARAI GRAF

NO. GRAF	TAJUK	MUKA SURAT
Graf 2.1:	Hubungan lurus proses penjerapan dari persamaan Freundlich	8
Graf 4.1:	Ujian kimia air bertapis untuk ujian 1	37
Graf 4.2:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 1	39
Graf 4.3:	Perbezaan kekeruhan air ujian 1	40
Graf 4.4:	Ujian kimia air bertapis bagi ujian 2	41
Graf 4.5:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 2	43
Graf 4.6:	Perbezaan kekeruhan air ujian 2	44
Graf 4.7:	Ujian kimia air bertapis untuk ujian 3	45
Graf 4.8:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 3	47
Graf 4.9:	Perbezaan kekeruhan air ujian 3	48
Graf 4.10:	Ujian kimia air bertapis untuk ujian 4	49
Graf 4.11:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 4	51
Graf 4.12:	Kekeruhan air ujian 4	52
Graf 4.13:	Ujian kimia air bertapis untuk ujian 5	53
Graf 4.14:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 5	55
Graf 4.15:	Perbezaan kekeruhan air ujian 5	56
Graf 4.16:	Ujian kimia air bertapis untuk ujian 6	57
Graf 4.17:	Ujian nilai pH dan suhu ujian 6	59
Graf 4.18:	Perbezaan kekeruhan air ujian 6	60
Graf 4.19:	Nilai pH pada 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	61
Graf 4.20:	Nilai kekeruhan air 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	62
Graf 4.21:	Nilai bacaan Ammonia 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	63
Graf 4.22:	Nilai bacaan Aluminium 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	64
Graf 4.23:	Nilai bacaan Manganese 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	65
Graf 4.24:	Nilai bacaan Ferum 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	66
Graf 4.25:	Nilai bacaan Fluorida 6 ujian pada suhu pembakaran berbeza	67

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINASI
C	kepekatan bahan terserap dalam pelarut
C _i	kepekatan awal larutan uji kaji
C _e	jisim bahan penyerap dalam kepekatan keseimbangan
C _f	kepekatan akhir larutan uji kaji
M	jisim karbon
K	pemalar
n	pemalar
X	jumlah jisim yang diserap
V	isi padu larutan uji kaji
q _e	jumlah bahan terserap per unit bahan penyerap
Q ^o	mol bahan terserap per unit jisim bahan penyerap dalam bentuk lapisan mono molekul
b	pemalar
pH	keasidan dan alkali
%	peratus
mm	milimeter
g	gram
ml	mililiter
CO ₂	Karbon dioksida
CO	Karbon
°C	Darjah Celcius

UNIT

lit/ min	liter per minit
mg/ L	miligram per liter

HURUF GREEK

μ	mikron
-------	--------

RINGKASAN

PAM	Perbadanan Air Melaka
WHO	World Health Organization
NTU	Nephelometric Turbidity Unit

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Ujian air mentah	77
B	Piawaian air terawat	86

BAB 1

1.1 PENGENALAN

Tempurung kelapa merupakan bahan buangan yang dilihat tidak memberi apa nilai selain menjadi bahan bakar. Banyak bahan buangan seperti tempurung kelapa sawit, arang batu, koko, tempurung kelapa yang belum diketahui tentang kelebihan yang terdapat pada bahan tersebut.

Projek ini mengkaji ciri-ciri dan sifat yang terdapat pada tempurung kelapa serta struktur dan kelebihannya. Tempurung kelapa mempunyai sifat menyerap apabila diaktifkan karbon ke atasnya. Tempurung kelapa dibakar atau disteamkan untuk menghasilkan karbon teraktif bagi dijadikan penapis air. Proses menghasilkan karbon teraktif memerlukan gas nitrogen dan gas karbon dioksida bagi pembakaran tempurung kelapa.

Tempurung kelapa yang telah diaktifkan karbon akan diuji dengan dijadikan penapis air. Dalam projek ini, air yang akan diuji adalah air dari Perbadanan Air Melaka (PAM). Perbadanan Air Melaka menggunakan bahan semula jadi seperti pasir dalam sistem penapisan di loji rawatan air. Loji Perbadanan Air Melaka mempunyai lima peringkat dalam proses rawatan air. Proses penapisan adalah peringkat ketiga dalam loji tersebut. Peringkat pertama adalah air mentah dari empangan disalurkan ke loji tersebut bagi rawatan air. Air mentah ini akan diberikan pengudaraan di mana ia di pam ke udara seperti air pancut. Peringkat kedua adalah proses penjernihan air. Dalam proses ini bahan yang dicampurkan ialah alum dan polimer.

Peringkat ketiga adalah proses penapisan air dengan menggunakan pasir. Projek ini menjadikan karbon teraktif sebagai penapis air dalam proses tersebut. Karbon teraktif menjadi penapis pertama sebelum pasir dan menjadikan ia mempunyai dua penapis air. Air yang ditapis dengan karbon teraktif dan pasir akan diuji serta dianalisis dan dibandingkan dengan air yang menggunakan pasir sahaja. Peringkat ini membanding kualiti air yang terhasil dan dapat digunakan pada masa akan datang serta menjimatkan kos.

1.2 OBJEKTIF

- i. Mengkaji ciri dan sifat-sifat yang terdapat pada tempurung kelapa
- ii. Menghasilkan karbon teraktif dari tempurung kelapa.
- iii. Menggunakan karbon teraktif untuk penapisan air.
- iv. Menghasilkan sistem penapisan air.
- v. Analisis air mengikut piawaian Organisasi Kesihatan Sedunia (World Health Organization (WHQ)).

1.3 SKOP PROJEK

Skop projek ini menjadi garis panduan untuk mencapai objektif projek:

- i. Mengetahui ciri dan sifat-sifat karbon teraktif.
- ii. Menghasilkan karbon teraktif mengikut prosedur yang telah ditetapkan.
- iii. Menghasilkan satu sistem penapis air dengan menggunakan karbon teraktif sebagai bahan penapis.
- iv. Analisis air yang telah ditapis dengan karbon teraktif mengikut piawaian yang telah ditetapkan.

1.4 KENYATAAN MASALAH

Dari projek ini, karbon teraktif boleh dihasilkan dari pelbagai bahan buangan seperti tempurung kelapa sawit, arang, koko dan banyak lagi. Karbon teraktif boleh digunakan dalam proses penyerapan gas dan penapis air. Tempurung kelapa menjadi kajian dalam menghasilkan karbon teraktif untuk penapis air. Ciri dan sifat-sifat karbon teraktif dari tempurung kelapa dikaji bagi menghasilkan penapis air. Mengkaji karbon teraktif yang sesuai untuk digunakan dalam penapis air. Menguji air dari Perbadanan Air Melaka (PAM) dengan menggunakan karbon teraktif. Penapisan air di Perbadanan Air Melaka (PAM) hanya menggunakan pasir sebagai bahan penapisan. Air yang diuji ialah air mentah dan air penjernihan dari Perbadanan Air Melaka (PAM).

1.5 ANALISIS MASALAH

Dari masalah yang dinyatakan berikut ialah analisis bagi masalah tersebut:

- i. Mengetahui segala ciri dan sifat pada karbon teraktif.
- ii. Mengenal pasti segala masalah yang pada karbon teraktif dan menyelesaikannya.
- iii. Memahami tentang teori, konsep dan masalah pada karbon teraktif.
- iv. Menghasilkan karbon teraktif dari tempurung kelapa.
- v. Menghasilkan satu sistem penapis air bagi karbon teraktif.
- vi. Menguji karbon teraktif dalam penapis air dan mengambil segala data.
- vii. Analisis air yang telah ditapis dengan karbon teraktif.
- viii. Membandingkan air yang telah diuji dengan air mengikut piawaian yang telah ditetapkan.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 PENGENALAN

Penggunaan karbon telah bermula sejak zaman dahulu dan tidak dapat lagi untuk mengkaji asalnya. Arang telah digunakan dalam proses penurasan air minuman semasa tamadun Hindus di India dan karbon daripada kayu telah digunakan sebagai bahan penyerap dalam perubatan dan agen penapisan oleh orang Mesir sejak tahun 1500 sebelum Masihi (Cheremisinoff, et al. 1980).

Karbon teraktif mula dihasilkan secara industri untuk proses penapisan gula pada awal abad ke-20. Serbuk karbon teraktif mula dihasilkan secara komersial di Eropah pada awal abad ke-19 dengan menggunakan kayu sebagai bahan mentah dan digunakan dalam industri penghasilan gula (Bansal, et al. 1988). Di Amerika Syarikat, karbon teraktif mula dihasilkan dengan menggunakan abu sebagai bahan mentah apabila didapati ia sungguh berkesan dalam penjerapan warna dalam larutan (Mantell dan Charles L.,1968). Karbon teraktif telah digunakan secara meluas dalam pelbagai industri dan ia biasanya digunakan untuk penjerapan warna dalam air sisa tekstil.

Penggunaan karbon teraktif dalam rawatan air yang pertama kali dicatatkan adalah pada abad ke-19 di England iaitu karbon teraktif digunakan untuk penyerapan bau dan rasa dalam air minuman (Cheremisinoff, et al. 1980). Cara ini juga digunakan di Amerika Syarikat dan pada tahun-tahun seterusnya, karbon teraktif telah digunakan secara meluas terutamanya dalam proses penyerapan bahan-bahan pencemar organik.

Pasaran terbesar untuk karbon teraktif masa kini ialah industri penulenan air di mana arang digunakan untuk tujuan penurasan secara fizikal dan proses penyerapan. Penuras karbon teraktif telah digunakan secara meluas dalam rawatan air minuman. Untuk rawatan air sisa, karbon teraktif biasanya dijadikan medium penurasan yang ketiga dalam proses rawatan supaya karbon teraktif lebih berkesan terhadap bahan penyerap organik dan bukan organik dalam kepekatan yang rendah. Selain daripada penggunaan dalam proses rawatan air minuman dan air sisa, karbon teraktif telah digunakan untuk pelbagai tujuan seperti penurasan gula, penyerapan gas, penyingkiran minyak dan lemak, electroplating, penghasilan minuman beralkohol dan sebagainya (Mantell dan Charles L.,1968).

2.2 TEORI PENYERAPAN

Penyerapan adalah penumpuan molekul-molekul daripada gas atau cecair pada permukaan pepejal yang disebabkan oleh ketidakseimbangan tekanan permukaan. Dalam proses ini, molekul-molekul yang dikumpulkan pada permukaan bahan penyerap dinamakan bahan terserap. Untuk proses rawatan air, biasanya karbon teraktif dipilih sebagai bahan penyerap dan molekul-molekul bendasing dalam air yang dikumpulkan pada permukaan karbon dinamakan bahan terjerap.

Jumlah penyerapan yang berlaku pada permukaan pepejal biasanya sangat sedikit tetapi bahan-bahan yang dijadikan bahan penyerap seperti karbon teraktif, alumina teraktif dan silica gel telah diproses untuk menyerap molekul-molekul gas atau cecair. Bahan-bahan penyerap ini mempunyai permukaan yang penuh dengan liang-liang kecil yang boleh dilalui oleh gas atau cecair. Struktur keliangan bahan penyerap ini menyediakan permukaan yang luas untuk bertindak balas dengan molekul-molekul bahan terserap.

Bahan terserap yang berkumpul pada permukaan bahan penyerap adalah disebabkan oleh tenaga van der Waals dan tenaga ikatan hydrogen. Proses penyerapan akan berhenti apabila keseimbangan tindak balas tercapai. Proses penyerapan yang sempurna dan berkesan dipengaruhi oleh masa sentuhan dan kuantiti bahan terserap yang dapat diserap oleh bahan penyerapan. Pada suhu yang tetap, keseimbangan perhubungan di antara kuantiti bahan terserap per unit berat bahan penyerap dan keseimbangan kepekatan bahan terserap dalam sesuatu larutan dinamakan penyerapan isoterma. Implikasi teori penyerapan ini adalah berdasarkan tiga teori utama iaitu :

- i. persamaan Freundlich
- ii. persamaan garis suhu lurus
- iii. persamaan Langmuir.

2.2.1 Persamaan Freundlich

Persamaan Freundlich adalah persamaan yang umum dan kerap digunakan untuk kepekatan bahan terserap yang tidak terlalu tinggi.

Persamaan Freundlich adalah seperti berikut:

$$X / M = KC_f^{1/n}$$

Dengan

X = jumlah jisim bahan yang diserap (mg) = $(C_i - C_f) \times V$

V = isipadu larutan ujikaji (L)

C_i = kepekatan awal larutan ujikaji (mg/L)

C_f = kepekatan akhir larutan ujikaji (mg/L)

M = jisim karbon (mg)

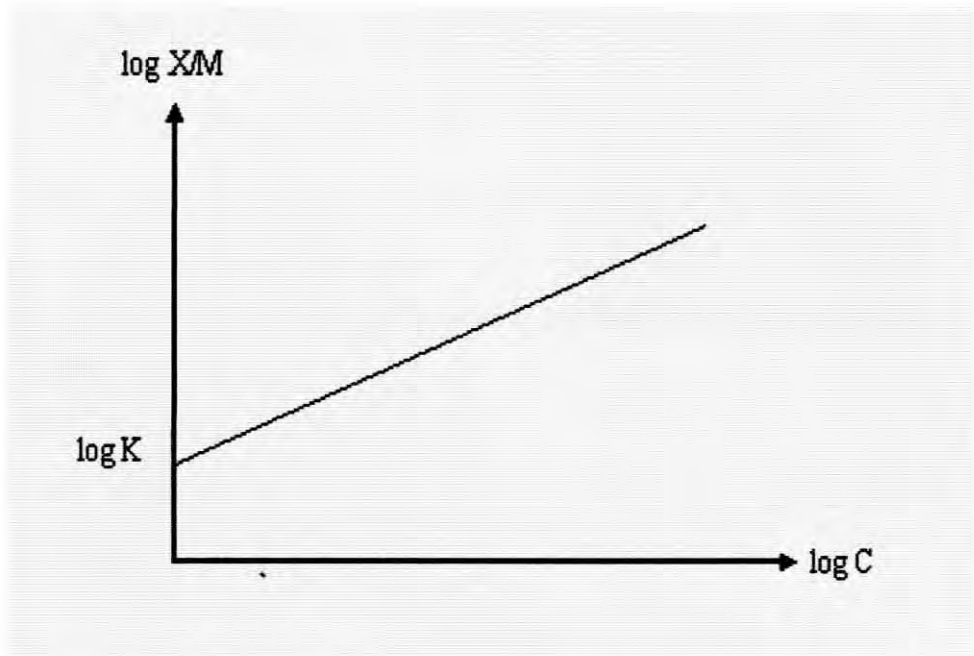
K = pemalar

n = pemalar

Persamaan Freundlich boleh ditulis dalam bentuk logaritma supaya persamaan linear dapat diplotkan seperti rajah di bawah.

$$\log X / M = \log K + 1/n \log C$$

Persamaan di atas merupakan persamaan garis lurus dengan kecerunan $1/n$. Apabila $\log X/M$ diplotkan melawan $\log C$, satu garis lurus yang akan bersilang dengan paksi-y pada nilai $\log K$ akan diperolehi. Jumlah karbon yang diperlukan boleh diperolehi dengan menggantikan nilai-nilai yang diperolehi daripada graf ke dalam persamaan di atas.



Graf 2.1: Hubungan lurus proses penjerapan dari persamaan Freundlich

2.2.2 Persamaan Langmuir

Persamaan Langmuir diterbitkan berdasarkan konsep keseimbangan lapisan permukaan mono molekul dalam teori penyerapan. Persamaan Langmuir adalah seperti berikut:

$$q_e = (Q^\circ b C_e) / (1 + b C_e)$$

dengan

q_e = jumlah bahan terserap per unit bahan penyerap

C_e = jisim bahan penyerap dalam kepekatan keseimbangan

Q° = mol bahan terjerap per unit jisim bahan penyerap dalam bentuk lapisan mono molekul

b = pemalar

2.2.3 Persamaan garis suhu lurus

Persamaan garis suhu lurus digunakan untuk kepekatan bahan terserap yang rendah dan darjah penyerap yang rendah. Persamaan garis suhu lurus adalah seperti berikut:

$$X / M = KC$$

Dengan

X = jisim bahan yang diserap

M = jisim bahan penyerap

K = angkatap

C = kepekatan bahan terserap dalam pelarut