

KAJIAN TERHADAP KEBERKESANAN BUTIRAN KARBON
TERAKTIF DALAM PENYINGKIRAN ARSENIK (V).

ZAWANI BINTI ZAINUDDIN

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

LP

47

FST

21

2005

2005

KAJIAN TERHADAP KEBERKESANAN BUTIRAN KARBON TERAKTIF
DALAM PENYINGKIRAN ARSENIK (V).

Oleh

Zawani Binti Zainuddin

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi sebahagian keperluan bagi
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA
2005

LP
48
EST
to
2005

1100036930



PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

KEBERKESANAN BUTIRAN KARBON TERAKTIF DALAM PENYINGKIRAN
ARSENIK (V).

oleh Zawani bt Zainuddin. No. Matrik UK 6555 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar), Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: PROF. MADYA IR AHMAD JUSOH
Ketua

Cop Rasmi: Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia,
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 14-4-05

Penyelia Kedua (jika ada)

Nama: SHAHRUL ISMAIL

Cop Rasmi: Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia

Tarikh: 14-4-05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: PM.Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi: Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia

Tarikh: 14-4-05

PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia utama saya iaitu Prof Madya Ir. Ahmad Jusoh dan En. Shahrul Ismail selaku penyelia kedua., yang telah banyak membantu dan memberikan tunjuk ajar sepanjang tempoh kajian dilakukan.

Terima kasih yang tidak terhingga diucapkan terutamanya kepada En Sunny Goh yang telah banyak memberi tunjuk ajar, dan semua kakitangan Jabatan Sains Kejuruteraan (En. Zaki, En Rozimi, En Mahmood, En Razman, En. Wan Noor Azhar, Cik Mazalina dan Pn Zulaikha), serta Jabatan Sains Kimia (En Ruziman) yang telah banyak membantu.

Tidak lupa juga kepada ibu tersayang, Pn. Sariah Hj. Yahya dan ahli keluarga, Anuar, Zaihoren, Siti Zawiah dan Ammal Hayati serta Kahanafi Mohd kerana banyak memberi semangat dan dorongan. Akhir sekali khas buat rakan-rakan seperjuangan yang banyak berkongsi idea, menghulurkan bantuan, sokongan dan pendapat.

SENARAI KANDUNGAN

	Halaman
JUDUL	i
BORANG PENGESAHAN KELULUSAN	ii
PENGHARGAAN	iii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI SINGKATAN/SIMBOL	x
SENARAI LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN DAN OBJEKTIF	
1.1 Objektif Kajian	4
1.2 Skop Kajian	4
1.3 Penyataan Masalah	5

BAB 2 ULASAN BAHAN RUJUKAN

2.1	Definisi Logam Berat Arsenik (As)	6
2.2	Sifat Fizikal dan Kimia Arsenik	7
2.3	Sumber Logam Berat	8
	2.3.1 <i>Aktiviti perindustrian</i>	8
2.4	Kesan As Terhadap Kesihatan dan Alam Sekitar	9
2.5	Undang-undang Air minuman di Malaysia	11
2.6	Karbon Teraktif	11
	2.6.1 <i>Butiran karbon teraktif (GAC)</i>	12
	2.6.2 <i>Pencirian GAC</i>	13
	2.6.3 <i>Penjanaan semula karbon</i>	15
2.7	Penjerapan	16
	2.7.1 <i>Mekanisma penjerapan</i>	17
	2.7.2 <i>Teori penjerapan</i>	19
	2.7.3 <i>Faktor-faktor yang mempengaruhi penjerapan</i>	21
2.8	Isoterma Penjerapan	23
	2.8.1 <i>Isoterma penjerapan Freundlich</i>	24
	2.8.2 <i>Isoterma penjerapan Langmuir</i>	25
2.9	Operasi turus dan lengkung titik bulus.	26

BAB 3 METODOLOGI

3.1	Peralatan dan Radas	30
3.2	Bahan dan Reagen	31

3.2.1	<i>Penyediaan GAC</i>	31
3.2.2	<i>Penyediaan larutan stok Arsenik.</i>	32
3.3	Penggunaan Inductively Coupled Plasma –OES	32
3.3.1	<i>Penyediaan larutan piawai</i>	32
3.3.2	<i>Penentuan jarak gelombang bagi As</i>	33
3.3.3	<i>Lengkuk penentukuran bagi As</i>	33
3.4	Penentuan Masa untuk Mencapai Takat Keseimbangan	33
3.5	Ujian Kelompok	34
3.5.1	<i>Ujian kesan pH larutan As yang berbeza terhadap kadar penyingkiran As oleh GAC</i>	34
3.5.2	<i>Ujian Dos GAC yang berbeza yang berlainan terhadap kadar penyingkiran As (V)</i>	35
3.6	Ujian Turus	36
3.6.1	<i>Ujian mengkaji kesan kadar alir yang berbeza terhadap kadar penyingkiran molekul As.</i>	36

BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Lengkuk Penentukuran bagi Arsenik.	39
4.2	Masa untuk Mencapai tahap keseimbangan.	41
4.3	Ujian Kelompok	42
4.3.1	<i>Keberkesanan penjerapan bagi Arsenik(%) pada pH larutan As yang berbeza.</i>	42
4.3.2	<i>Keberkesanan penjerapan bagi Arsenik (%) pada dos GAC yang berlainan.</i>	44

4.3.3	<i>Isoterma penjerapan.</i>	45
4.4	Ujian Turus.	52
4.4.1	<i>Keberkesanan GAC dalam menyingkirkan Arsenik di dalam Larutan pada kadar alir yang berbeza.</i>	53
4.4.2	<i>Lengkuk bulus (Breakthrough curve) bagi Arsenik.</i>	53
4.4.3	<i>Persamaan Adam-Bohart.</i>	56
4.4.4	<i>Simulasi lengkuk bulus data eksperimen dengan Persamaan Adam-Bohart</i>	62
4.4.5	<i>Penyesuaian model Adam-Bohart ke dalam data eksperimen.</i>	63
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Cadangan	66
	RUJUKAN	67
	LAMPIRAN	72
	VITAE KURIKULUM	88

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Jenis-jenis penjerap.	17
4.1	Keberkesanan penjerapan As pada dos GAC yang berbeza	44
4.2	Isoterma penjerapan bagi Freundlich dan Langmuir	51
4.3	Keberkesanan penyingkiran As (V) pada kadar alir yang berbeza oleh GAC di dalam ujian terus.	53
4.4	Nilai K dan N_o yang diperolehi daripada lengkung masa operasi, t lawan $\ln (C/C_o-1)$.	58
4.5	Jadual 4.5 Nilai pemalar bagi N_o dan K yang diperolehi daripada persamaan 4.6.	62
4.6	Pengiraan ralat punca-min-kuasa-dua bagi As.	64

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
2.1	Karbon tempurung kelapa 3000x	13
2.2	Proses penjerapan yang berlaku pada struktur liang karbon teraktif.	19
3.1	GAC yang sudah digunakan.	32
3.2	<i>Temperature Orbital Shaker</i> yang digunakan di dalam ujian Kelompok.	35
3.4	Turus yang digunakan di dalam ujian Turus.	37
3.5	Carta alir kerja yang dilakukan di dalam kajian.	38
4.1	Lengkuk penentukuran bagi arsenik.	40
4.2	Masa untuk penjerap mencapai tahap keseimbangan dimana Dos GAC = 40 g/L kepekatan larutan = 0.2 ppm.	41
4.3	Kadar penyingkiran As (V) di dalam pH larutan yang berbeza, dimana dos GAC = 40 g/L dan suhu 37°C.	43
4.4	Kadar penyingkiran arsenik bagi dos GAC yang berbeza dimana pH larutan 7-8 dan suhu 37°C.	45

4.5	Menunjukkan lengkung q_e lawan C_e bagi data yang diperolehi daripada ujian Kelompok.	47
4.6	Lengkuk $\log q_e$ lawan C_e bagi arsenik.	48
4.7	Lengkuk $1/q_e$ lawan $1/C_e$ bagi arsenik.	49
4.8	Penyesuaian isoterma penjerapan dengan data eksperimen, q_e (mg/g) lawan C_e (mg/L).	50
4.9	Lengkuk lengkung bulus bagi kadar alir 3.4 ml/min dengan kepekatan awal, $C_o = 0.3$ mg/L.	55
4.10	Lengkuk lengkung bulus bagi kadar alir 7.2 ml/min dengan kepekatan awal, $C_o = 0.3$ mg/L.	56
4.11	Lengkuk masa operasi, t (jam) lawan $\ln (C_o/C-1)$ dengan nilai EBCT = 0.462 jam.	57
4.12	Lengkuk masa operasi, t (jam) lawan $\ln (C_o/C-1)$ dengan nilai EBCT = 0.21817 jam.	58
4.13	Lengkuk C_e/C_o lawan masa operasi, t (jam) dengan EBCT = 0.462 jam	60
4.14	Lengkuk C_e/C_o lawan masa operasi, t (jam) dengan EBCT = 0.21817 jam	60
4.15	Lengkuk BDST bagi Arsenik.	61
4.16	Simulasi data eksperimen dengan persamaan Adam-Bohart bagi EBCT = 0.462 jam.	63
4.17	Simulasi data eksperimen dengan persamaan Adam-Bohart bagi EBCT = 0.21817 jam	63

SENARAI SINGKATAN/SIMBOL

Singkatan/Symbol

As	Arsenik
a	kapasiti penjerapan bagi persamaan Langmuir
BDST	Bed Depth Service Time
b	Pemalar empirik bagi persamaan Langmuir.
C_b	Kepekatan yang dibenarkan.
C_e	Kepekatan keseimbangan bahan dijerap yang masih tinggal di dalam larutan
C_o	Kepekatan aliran yang masuk.
C_e/C_o	Nisbah kepekatan aliran yang keluar kepada kepekatan aliran yang masuk
DBP	Disinfection By-Products.
EBCT	Empty Bed Contact Time
EPA	Environmental Protection Agency
GAC	Granular Activated Carbon
g	gram.
g/cm^3	gram per sentimeter padu
H	Ketinggian lapisan GAC.

ICP-OES	Inductively Coupled Plasma– Optical Emission Spectroscopy.
kd	kandela.
K	Pemalar kadar bagi persamaan Adam-Bohart.
k_f	Kapasiti penjerapan bagi persamaan Freundlich.
Log	Logaritma.
L	liter
L/mg	liter per milligram.
MTZ	Mass Transfer Zone
mg	miligram
mg/g	milligram per gram.
mg/L	milligram per liter.
ml	mililiter.
mm	milimeter
NAS	National Academy of Science.
nm	nanometer
N_o	kapasiti penjerapan bagi persamaan Adam-Bohart.
n	Pemalar empirik yang berkaitan dengan kekuatan ikatan bagi persamaan Freundlich.
PAC	Powdered Activated Carbon
q_e	Nisbah jumlah bahan yang dijerap (mg) kepada
RMSE	Ralat punca-min–kuasa-dua
R^2	Pekali sekaitan

TCE	Trikloroetilene
THM	Trihalometana
t	masa operasi.
V	Isipadu larutan
X_j^p	Kepekatan yang dijangka.
X_j	Kepekatan yang diukur.
Å	Angstrom

SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Halaman
A	Pengiraan bagi kaedah pencairan larutan As (V).	72
B	Masa bagi GAC untuk mencapai tahap keseimbangan.	73
C	Data eksperimen bagi pH larutan yang berbeza di dalam ujian kelompok.	74
D	Data eksperimen dan pengiraan bagi ujian kelompok (Dos GAC yang berbeza).	75
E	Data eksperimen bagi ujian turus. (lengkuk bulus pada kadar alir 3.4 ml/min).	76
F	Data eksperimen bagi ujian turus. (lengkuk bulus pada kadar alir 7.2 ml/min).	77
G	Data pengiraan bagi lengkuk masa operasi, t (jam) lawan $\ln (C_0/C_e-1)$ pada kadar alir 3.4 ml/min.	78
H	Data pengiraan bagi lengkuk masa operasi, t (jam) lawan $\ln (C_0/C_e-1)$ pada kadar alir 7.2 ml/min.	79
I	Data pengiraan bagi persamaan 4.5 pada kadar alir 3.4 ml/min.	80
J	Data pengiraan bagi persamaan 4.5 pada kadar alir 7.2 ml/min.	81

K	Data pengiraan bagi lengkuk C/C_o lawan masa operasi, t (jam) menggunakan persamaan 4.6 bagi kadar alir = 3.4 ml/min.	82
L	Data pengiraan bagi lengkuk C/C_o lawan masa operasi, t (jam) menggunakan persamaan 4.6 bagi kadar alir = 7.2 ml/min.	84
M	Data pengiraan bagi BDST dan persamaan 4.7 bagi Arsenik.	86
N	Data pengiraan bagi ralat punca-min-kuasa-dua (RMSE).	87

ABSTRAK

Pencemaran logam berat dalam persekitaran terutamanya sumber air menjadi masalah yang membimbangkan di seluruh dunia terutama di negara-negara membangun, kerana sifat ketoksikannya yang membahayakan kesihatan manusia dan hidupan lain dimana, sektor utama yang menjadi penyumbang kepada pencemaran adalah sektor industri dan perbandaran. Proses penjerapan telah terbukti melalui kajian yang terdahulu, merupakan antara teknik yang paling berkesan bagi menyingkirkan logam berat di dalam air yang tercemar, manakala karbon teraktif pula telah digunakan secara meluas sebagai bahan penjerap. Kajian ini dijalankan bagi menentukan keberkesanan penyingkiran GAC terhadap ion As (V), ia dilakukan melalui ujian kelompok dan ujian turus dengan menggunakan larutan sintetik dengan kepektan awal 0.2 mg/L bagi ujian kelompok dan 0.3 mg/L bagi ujian turus. Di dalam ujian kelompok, kesan pH larutan As yang berbeza di dalam lingkungan pH 3 - pH 12 dikaji. Di dapati bahawa pH optimum bagi menyingkirkan As adalah pada pH 7. Isoterma penjerapan Freundlich dan Langmuir digunakan untuk menganalisis kesesuaian data eksperimen yang diperolehi daripada ujian kelompok. Isoterma penjerapan Freundlich ditemui lebih baik berbanding Langmuir. Manakala di dalam ujian turus, kadar alir yang berbeza iaitu 3.4 ml/min dan 7.2 ml/min digunakan bagi mengkaji kesan kadar alir tersebut terhadap prestasi turus, dimana lengkung bulus yang berbeza diperolehi. Persamaan Adam-Bohart digunakan bagi menjangkakan lengkung bulus dan didapati bersesuaian dengan data eksperimen. Secara keseluruhannya, GAC berupaya menyingkirkan ion As (V) dengan berkesan diantara 95% hingga 99%.

ABSTRACT

Pollution that has been caused by heavy metals especially in water resources has become a major concern in worldwide particularly in developing countries because of its toxicity characteristic can be harmful to human and other life form which the major sector that contributed to the pollution is industrial sector and urbanization. Studies had showed that adsorption process was among the most effective techniques to remove heavy metals in contaminated water, while activated carbon had been used widely as an adsorbent. This study was carried out to investigate and determine the effectiveness of GAC in removing As (V) ion through batch test and column test using synthetic solution with initial concentration 0.2 mg/L in batch test and 0.3 mg/L in column test. In the batch test, the influence of different As (V) solution pH within pH 3 – pH 12 on As (V) removal rate was studied. The result showed that optimum pH to remove As (V) at pH 7. Freundlich and Langmuir adsorption isotherm were used to analyse the fitness of experimental data obtained from the batch test. From the analysis, Freundlich adsorption isotherm gives better correlation than Langmuir adsorption isotherm. While in fixed bed column test, different flow rates are 3.4 ml/min and 7.2 ml/min were used to investigate its influence on column performance where different breakthrough curves were obtained. Adam-Bohart model was used to predict the breakthrough curve and found fitted with the experimental data. Obviously, As (V) molecule could be successfully removed within 95% to 99% by granular activated carbon (GAC).