

**PENYERAPAN ION LOGAM Cr(III) DAN Cr(VI) DALAM LARUTAN  
MENGUNAKAN KULIT BUAH JENGKOL (*Pithecellobium jiringa* (JACK) PRAIN.)**

**Zulkarnain Chaidir<sup>a</sup>, Qomariah Hasanah, Rahmiana Zein<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas

<sup>b</sup> Laboratorium Kimia Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas

Email: zulkarnain\_ch@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

Jengkol shells (*Pithecellobium jiringa*) an agricultural waste from typical Indonesian plant has been investigated for its ability to absorb heavy metal ions Cr VI and Cr III . Effect of pH, concentration, contact time, mass and the speed of stirring biosorben studied by extraction method. Concentration of metal ions Cr VI and Cr III was measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The optimum conditions for metal ion uptake of Cr VI occurs at pH 4, the concentration of 7000 mg/L, contact time of 60 minutes, 0.1 g biosorben mass and stirring speed 100 rpm. For the metal ions Cr III wa obtained conditions optimum at pH 5, the concentration of 1500 mg/L, contact time of 60 minutes, 0.1 g biosorben mass and stirring speed 100 rpm. Functional groups contained in the jengkol shells analyzed by Fourier Transform Infra Red (FTIR). Data equilibrium uptake of metal ions Cr VI and Cr III by the jengkol shells analyzed using two isotherm models , namely Langmuir and Freundlich isotherm models . The absorption of both the metal ions tend to follow the Langmuir isotherm models in which the absorption capacity of metal ions obtained for Cr VI ) and Cr III is 24.9376 mg / g and 39. 0625 mg / g . The optimum condition was applied to study the river Batang Arau at Padang city obtained a capacity of 15.065 mg/ g with 45 efficiency, 94 % for the uptake of metal ions Cr (total).

**Keywords:** *Jengkol shells , metal ions Cr VI , metal ions Cr III , biosorption , isotherms*

**PENDAHULUAN**

Munculnya keracunan logam berat yang berasal dari berbagai limbah industri merupakan penyebab utama keprihatinan lingkungan yang berdampak terhadap kesehatan. Kromium merupakan kontaminan yang umum pada air limbah pembuangan dari tekstil, cat, tinta, pewarna dan industri electroplating. Kromium (III) dan kromium (VI) adalah salah satu dari logam berat , yang mempunyai potensi karsinogen yang dapat menyebabkan kanker pada saluran ginjal dan hati<sup>[1]</sup>. Kromium valensi tiga memiliki sifat racun yang rendah dibanding dengan valensi enam. Ion krom adalah oksidator kuat. Ion

krom (VI) tereduksi menjadi kromium (III) secara lebih cepat dalam kondisi asam<sup>[2]</sup>.

Kulit buah jengkol diketahui mengandung alkaloid, flavonoid, glikosida, glikosida antraknon, tanin, triterpenoid, dan saponin<sup>[10]</sup>. Dengan kandungan metabolit sekunder tersebut sejauh ini penelitian mengenai kulit buah jengkol telah terbukti dapat digunakan sebagai bioherbisida<sup>[11]</sup>, biolarvasida<sup>[11]</sup>, senyawa anti bakteri<sup>[12]</sup> dan sebagai indikator asam basa. Berdasarkan dari hasil penelusuran ternyata belum ada penelitian yang memanfaatkan kulit buah jengkol sebagai biosorben, maka pada penelitian ini dipelajari kemampuan kulit buah jengkol sebagai biosorben ion logam Cr(III) dan Cr(VI) .

## METODOLOGI PENELITIAN

### **Bahan Kimia, Peralatan Dan Instrumentasi**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah jengkol yang dikumpulkan di Pasar *Raya* Kota Padang, Sumatera Barat. Senyawa  $K_2Cr_2O_7$  dan  $CrCl_3$ ,  $HNO_3$  0,01 M, *aquabides*, NaOH 0,01 M dan bahan-bahan lainnya.

Alat-alat yang digunakan Screener, Shaker, AAS, FTIR, pH Meter, peralatan gelas sesuai dengan kebutuhan.

### **Prosedur penelitian**

#### ***Persiapan Kulit Buah Jengkol sebagai Biosorben***

Kulit buah jengkol dicuci dan dipotong kecil-kecil selanjutnya dikeringkan pada suhu kamar. Kulit jengkol yang telah kering, dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 150  $\mu m$ . Serbuk kering kulit buah jengkol direndam dengan  $HNO_3$  0,01M selama 2 jam, kemudian disaring dan dibilas sampai netral dengan menggunakan *aquabides*, selanjutnya dikeringkan pada suhu kamar.

#### ***Pengaruh pH terhadap Penyerapan ion Logam***

Penyerapan ion logam sangat ditentukan oleh kondisi pH larutan. Percobaan dilakukan pada pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Ke dalam erlenmeyer dimasukkan 0,3 g biosorben 150  $\mu m$  dan ditambahkan 25 mL larutan ion logam Cr(VI) 20 mg/L selanjutnya  $HNO_3$  (0,01 M) dan NaOH (0,01 M) ditambahkan untuk mengatur pH. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 100 rpm selama 90 menit. Larutan disaring dan konsentrasi ion logam pada filtrat dianalisis dengan AAS. Hal yang sama dilakukan untuk ion logam Cr(III)

#### ***Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyerapan ion Logam***

Percobaan dilakukan pada pH 4, ke dalam erlenmeyer dimasukkan 0,3 g biosorben dengan ukuran partikel 150  $\mu m$  dan ditambahkan 25 mL larutan ion logam Cr(VI) dengan konsentrasi 7000 mg/L Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 100 rpm. Percobaan dilakukan dengan variasi waktu kontak 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Larutan disaring dan konsentrasi ion logam pada

filtrat dianalisis dengan AAS. Hal yang sama dilakukan untuk ion logam Cr III.

#### ***Pengaruh Massa Biosorben Terhadap Penyerapan Logam***

Ke dalam erlenmeyer dimasukkan biosorben ukuran partikel 150  $\mu m$  dengan massa 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; dan 1,2 gram dan ditambahkan 25 mL larutan ion logam Cr VI dengan konsentrasi 7000 mg/L. Percobaan dilakukan pada pH 5 dan waktu kontak 60 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Larutan disaring dan konsentrasi ion logam pada filtrat dianalisis dengan AAS.

#### ***Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap Penyerapan Logam***

Percobaan dilakukan pada pH 5, ke dalam erlenmeyer dimasukkan biosorben dengan massa 0,1 g dengan ukuran partikel 150  $\mu m$  dan ditambahkan 25 mL larutan ion logam Cr VI dengan konsentrasi 7000 mg/L. Pengadukan dilakukan dengan variasi kecepatan 30, 50, 100 dan 200 rpm. Larutan disaring dan konsentrasi ion logam pada filtrat dianalisis dengan AAS. Hal yang dilakukan untuk ion logam Cr III.

#### ***Aplikasi Kondisi Optimum pada Sampel Air***

Sampel air diambil dari air sungai Batang Arau kota Padang. Sampel disaring terlebih dahulu untuk memisahkan partikel-partikel padat. 25 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan diatur pH 5 penyerapan, serbuk kulit jengkol dengan massa 0,1 g ditambahkan ke dalamnya, kemudian diaduk selama waktu 60 menit dengan kecepatan 100 rpm

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ***Pengaruh pH terhadap Penyerapan Ion Logam Cr VI dan Cr III.***

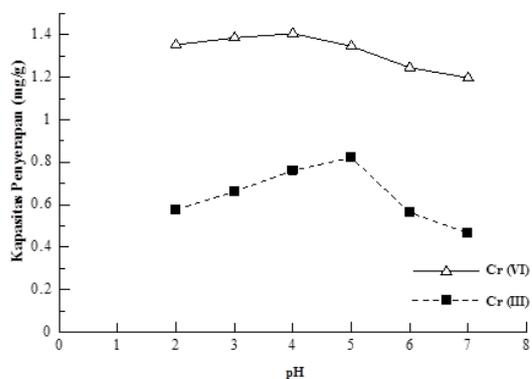
Pada Cr III kemampuan penyerapan biosorben terus meningkat dengan meningkatnya pH yaitu antara 2-5. Pada pH 6-7 terjadi penurunan kemampuan kapasitas penyerapan. Peningkatan pH menyebabkan muatan permukaan biosorben lebih negatif sehingga ion logam Cr(III) terserap lebih banyak karena adanya gaya tarik menarik antara kation dan gugus fungsi pada biosorben. Pada pH rendah afinitas proton pada sisi ikatan lebih besar dari pada ion logam ( $H^+ \gg M^+$ ) dibanding pada pH lebih

tinggi ( $M^{+} \gg H^{+}$ )<sup>[14]</sup>. Sementara jika pH besar dari 5 sebagian ion logam Cr(III) akan mengendap membentuk  $Cr(OH)_3$  sehingga akan mengganggu proses penyerapan ion logam.

Kapasitas penyerapan maksimum terjadi pada pH 4 dan pH 5 untuk ion logam Cr VI dan Cr(III) yaitu sebesar 1,4064 mg/g dan 0,822 mg/g. Kapasitas penyerapan ion logam Cr VI lebih besar dibandingkan dengan Cr III hal ini menunjukkan bahwa gugus fungsi yang bermuatan negatif seperti  $-OH$ , amina dan karboksil<sup>15</sup> lebih mendominasi permukaan biosorben. Perbedaan pH optimum antara Cr VI dan Cr (III) dalam menyerap logam berat sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya mengenai penyerapan ion Cr VI dan Cr III dengan berbagai biomaterial<sup>[5,8]</sup>.

### Pengaruh Konsentrasi Ion Logam Terhadap Penyerapan Logam

Konsentrasi ion logam sangat erat hubungannya dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan biosorben, yang mampu mengikat logam tersebut. Bila jumlah sisi aktif cukup besar dibanding jumlah ion logam maka kapasitas penyerapan akan tinggi. Namun pada kondisi tertentu kapasitas penyerapan akan konstan bahkan terjadi penurunan karena telah terjadi kejenuhan pada material penyerap.<sup>18</sup> Pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion yang tersedia untuk bersaing di daerah ikatan permukaan biomassa berlebih, dengan demikian, terjadi peningkatan biosorpsi.



**Gambar 1.** Pengaruh pH larutan terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cr VI dan Cr III, (konsentrasi awal 20 mg/L selama 90

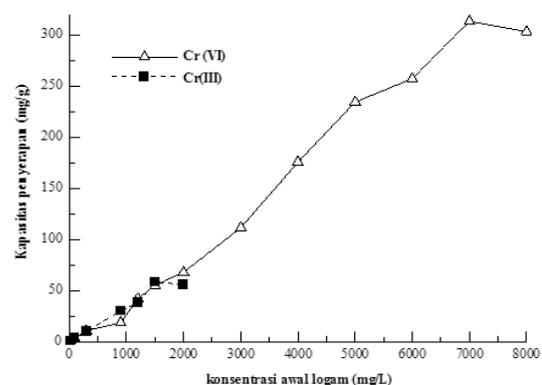
menit dengan massa biosorben 0,3 gram pada kecepatan 100 rpm).

Kapasitas penyerapan maksimum dicapai pada konsentrasi ion Cr VI 7000 mg/L sebesar 313, 330 mg/g dan pada konsentrasi ion Cr(III) 1500 mg/L sebesar 58, 518 mg/g. Kapasitas penyerapan ion Cr VI lebih tinggi dibandingkan dengan Cr III. Hal ini dikarenakan logam Cr VI pada larutan terurai menjadi bentuk anion  $Cr_2O_7^{2-}$ . Anion tersebut membentuk ikatan koordinasi dengan gugus fungsi kulit jengkol yang didominasi dengan gugus amina  $-NH_2$ .

### Pengaruh Konsentrasi Ion Logam Terhadap Penyerapan Logam

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kapasitas penyerapan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ion logam Cr VI dan Cr III, berkurang setelah mencapai konsentrasi optimum.

Konsentrasi ion logam sangat erat hubungannya dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan biosorben, yang mampu mengikat logam tersebut. Bila jumlah sisi aktif cukup besar dibanding jumlah ion logam maka kapasitas penyerapan akan tinggi. Namun pada kondisi tertentu kapasitas penyerapan akan konstan bahkan terjadi penurunan karena telah terjadi kejenuhan pada material penyerap.<sup>18</sup> Pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion yang tersedia untuk bersaing di daerah ikatan permukaan biomassa berlebih, dengan demikian, terjadi peningkatan biosorpsi.



**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi larutan terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cr VI pada pH 4 dan Cr III pada pH 5 ( waktu kontak 90 menit, massa biosorben 0,3 gram, kecepatan pengadukan 100 rpm).

Kapasitas penyerapan maksimum dicapai pada konsentrasi ion Cr VI 7000 mg/L sebesar 313, 330 mg/g dan pada konsentrasi ion Cr(III) 1500 mg/L sebesar 58, 518 mg/g. Kapasitas penyerapan ion Cr VI lebih tinggi dibandingkan dengan Cr III. Hal ini dikarenakan logam Cr VI pada larutan terurai menjadi bentuk anion  $Cr_2O_7^{2-}$ . Anion tersebut membentuk ikatan koordinasi dengan gugus fungsi kulit jengkol yang didominasi dengan gugus amina  $-NH_2$ .

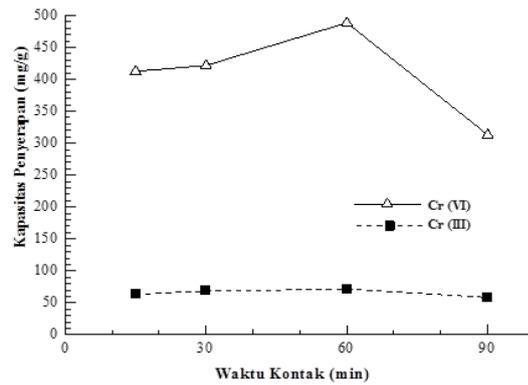
**Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Logam**

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kapasitas penyerapan optimum ion Cr VI diperoleh pada waktu 60 menit yaitu sebesar 488, 333 mg/g. Sementara penyerapan optimum ion Cr III pada kontak 60 menit juga dengan kapasitas penyerapan sebesar 71, 481 mg/g. Hasil yang sama untuk penyerapan ion logam Cr VI dan Cr III oleh biomaterial yang berbeda dilaporkan pada literatur [23].

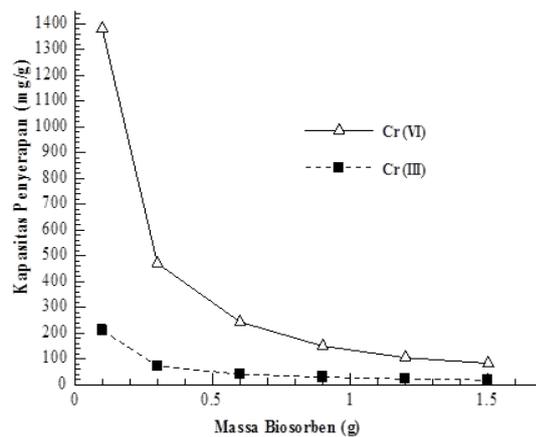
Pada awal penyerapan sejumlah besar sisi aktif yang kosong tersedia untuk terjadinya proses penyerapan. Semakin lama interaksi antara adsorbat dengan adsorben, semakin banyak jumlah ion Cr VI dan Cr III yang terserap pada permukaan kulit jengkol, sehingga sisi aktif yang tadinya tersedia cukup banyak menjadi berkurang. Adsorbat membentuk lapisan yang tipis pada permukaan biosorben sehingga menutupi permukaan biosorben akibatnya kapasitas penyerapan semakin berkurang<sup>20</sup>. Turunnya jumlah ion logam yang terserap juga mungkin diakibatkan oleh ketidakstabilan ikatan antara adsorben dengan adsorbat sehingga sebagian kecil dari partikel logam akan terlepas kembali [21].

**Pengaruh Massa Biosorben Terhadap Penyerapan Ion Logam**

Pengaruh massa kulit jengkol terhadap kapasitas penyerapan ion logam diperlihatkan pada Gambar 4 Jumlah ion Cr VI dan Cr(III) yang terikat per g biosorben berkurang dengan peningkatan jumlah biosorben dengan variasi massa 0,1 g, 0,3 g, 0,6 g, 0,9 g, 1,2 g dan 1,5 g. Penyerapan ion logam Cr VI dan Cr III adalah 1.382, 25 mg/g dan 210,277 mg/g. Untuk kedua ion logam kapasitas penyerapan berkurang setelah massa biosorben optimum.



**Gambar 3.** Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cr VI pada pH 4; konsentrasi awal 7000 mg/L dan Cr(III) pada pH 5; konsentrasi awal 1500 mg/L (massa biosorben 0,3 g, kecepatan pengadukan 100 rpm).



**Gambar 4.** Pengaruh massa biosorben terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cr VI pada pH 4; konsentrasi awal 7000 mg/L; waktu kontak 60 min dan Cr(III) pada pH 5; konsentrasi awal 1500 mg/L; waktu kontak 60 min (kecepatan pengadukan 100 rpm).

Penurunan kapasitas penyerapan disebabkan oleh larutan ion logam mulai jenuh berikatan dengan biosorben. Semakin banyak sisi-sisi aktif yang tidak jenuh selama proses adsorpsi artinya jumlah sisi-sisi yang tersedia untuk pengikat meningkat dengan peningkatan jumlah biosorben [22]. Apabila digunakan dalam jumlah yang lebih banyak maka biosorben tersebut akan membentuk gumpalan-gumpalan yang menyebabkan berkurangnya luas permukaan biosorben [23].

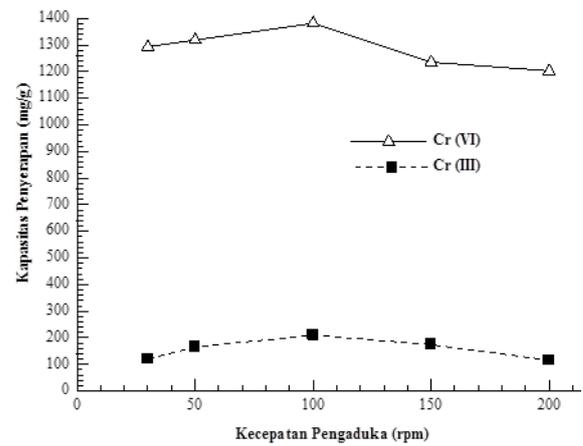
**Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Ion Logam**

Pengaruh kecepatan pengadukan dipelajari dengan memvariasi kecepatan pengadukan; 30, 50, 100, 150 dan 200 rpm. Dari Gambar 5 terlihat bahwa kapasitas penyerapan meningkat pada kecepatan pengadukan 30-100 rpm dan menurun pada kecepatan 150-200 rpm. Kapasitas penyerapan maksimum kedua logam tersebut terjadi pada kecepatan 100 rpm. Peningkatan kecepatan pangadukan membuat biosorben menjadi homogen dengan ion logam dan membuka sisi-sisi aktif biosorben untuk mengadsorbsi ion logam. kecepatan pengadukan yang lebih cepat 150-200 rpm menyebabkan terjadinya desorbsi ion logam yang mengakibatkan menurunnya kapasitas penyerapan. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion logam bervariasi tergantung pada karakteristik biomassa [24].

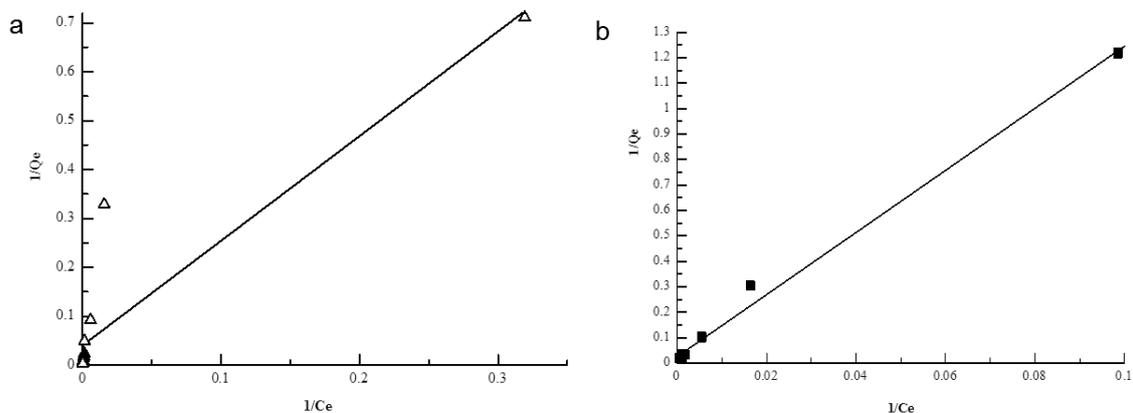
**Model Kesetimbangan Biosorpsi**

Pembuatan model kesetimbangan biosorpsi penting dilakukan karena dapat memberikan Gambaran yang representatif terhadap hasil pengujian yang dilakukan. Model kesetimbangan biosorpsi menyatakan distribusi absorbat antara fasa cair dan fasa padat.<sup>39</sup> Data kesetimbangan penyerapan ion logam Cr(VI) dan Cr(III) oleh kulit jengkol dianalisa dengan isoterm Langmuir dan Freundlich.

Nilai koefisien determinasi  $R^2$  kedua model isoterm (Tabel 1) memperlihatkan bahwa percobaan ini cenderung mengikuti Isoterm Langmuir daripada Isoterm Freundlich. Hal ini menyatakan sisi aktif tersebar homogen pada kulit jengkol dimana ion Cr(VI) dan Cr(III) menutupi permukaan sorben dengan membentuk satu lapisan (monolayer) dan terikat pada sisi aktif kulit jengkol secara kimia [26].



**Gambar 5.** Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kapasitas penyerapan ion logam Cr(VI) pada pH 4; konsentrasi awal 7000 mg/L; waktu kontak 60 min; massa biosorben 0,1 g dan Cr (III) pada pH 5; konsentrasi awal 1500 mg/L; waktu kontak 60 min; massa biosorben 0,1 g



**Gambar 6.** Isoterm Langmuir untuk penyerapan : (a) Cr VI, (b) Cr (III). Kondisi percobaan : Cr VI pada pH 4 , Cr (III) pH 5, massa biosorben 0,3 g selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.

Gambar 7 menyatakan plot isoterm Freundlich pada variasi konsentrasi ion Cr(VI) dan Cr(III). Konstanta  $K_f$  dan  $1/n$  diuraikan pada Tabel 1. Dari tabel nilai  $1/n$  untuk ion Cr(VI) adalah 0,9109 dan 0,8445 untuk ion Cr(III). Sebagaimana nilai  $0,1 < 1/n < 1$ , dapat dinyatakan bahwa ion Cr(VI) dan Cr(III) terserap dengan baik pada percobaan konsentrasi [38].

Separation factor ( $R_L$ ) dan surface coverage ( $\theta$ ) merupakan parameter dari analisis lanjutan persamaan Langmuir. Nilai  $R_L$  menyatakan tipe isoterm berdasarkan karakteristik penyerapan. Fraksi permukaan biosorben yang dilapisi oleh ion logam dipelajari dari plot  $\theta$  vs konsentrasi ion Cr(VI) dan Cr(III) dinyatakan pada Gambar 8a dan 8b.

Nilai  $\theta$  semakin besar dengan meningkatnya konsentrasi kedua ion logam (Gambar 8b). Peningkatan konsentrasi kedua ion logam menyebabkan semakin banyaknya permukaan kulit jengkol yang dilapisi oleh

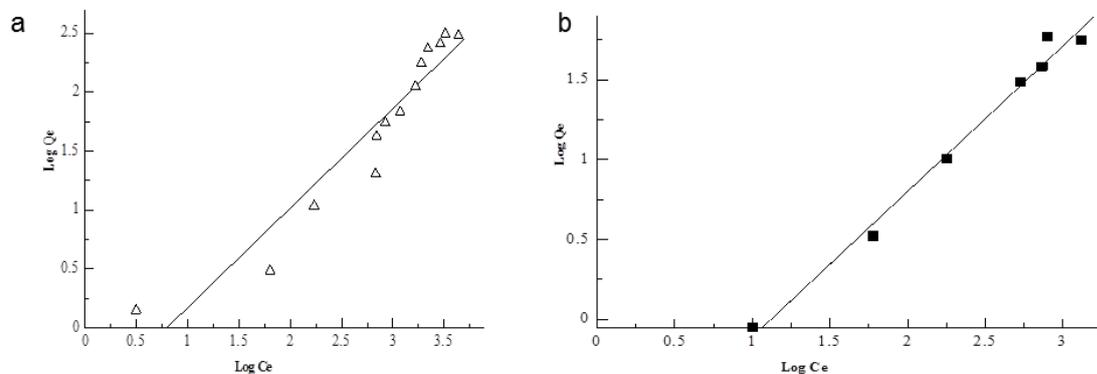
ion logam. Pada konsentrasi yang tinggi nilai  $\theta$  mengalami sedikit peningkatan. Hal ini mengindikasikan bahwa permukaan kulit jengkol hampir seluruhnya dilapisi ion logam Cr VI dan Cr III.<sup>41</sup>

Nilai  $R_L$  untuk kedua logam (Gambar 8a) berada dalam range 0-1, hal ini menyatakan bahwa kulit jengkol merupakan biosorben yang efektif untuk penyerapan ion Cr(VI) dan Cr(III) pada konsentrasi rendah. Nilai  $R_L$  semakin kecil pada konsentrasi lebih tinggi yang berarti bahwa ion logam Cr(VI) dan Cr(III) dengan konsentrasi yang tinggi terserap dengan baik pada kulit jengkol.<sup>39</sup>

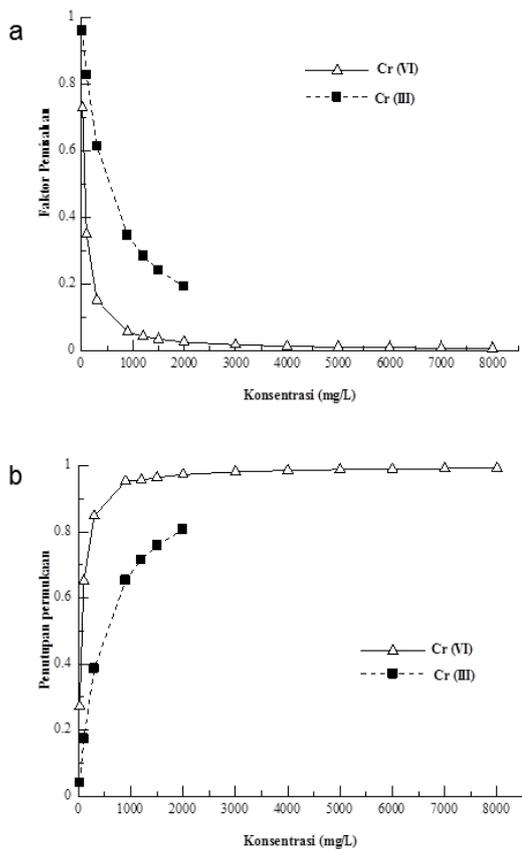
Tabel 2 memperlihatkan perbandingan kapasitas maksimum ( $Q_{max}$ ;mg/g) ion Cr VI dan Cr III dari berbagai macam biosorben. Dari laporan tersebut dapat disimpulkan kemampuan kulit jengkol sebagai bahan penyerap logam cukup bagus

**Tabel 1.** Parameter-parameter Model Isoterm Langmuir dan Freundlich pada penyerapan ion Cr(VI) dan Cr (III) pada kulit jengkol.

Ion Logam	Langmuir			Freundlich		
	$K_L$ (L/mg)	$Q_m$ (mg/g)	$R^2$	$K_f$	$1/n$	$R^2$
Cr VI	0,0187	24,9376	0,9909	0,2132	0,8445	0,9525
Cr (III)	0,0095	39,0625	0,9969	0,0955	0,9109	0,9934



**Gambar 7.** Isoterm Freundlich untuk penyerapan : (a) Cr VI, (b) Cr (III). Kondisi percobaan : Cr VI pada pH 4, Cr (III) pH 5, massa biosorben 0,3 gram selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.



**Gambar 8.** Plot faktor pemisahan ( $R_L$ ) (a); penutupan permukaan ( $\theta$ ) (b) terhadap konsentrasi ion logam Cr VI dan Cr (III).

### Analisa FTIR

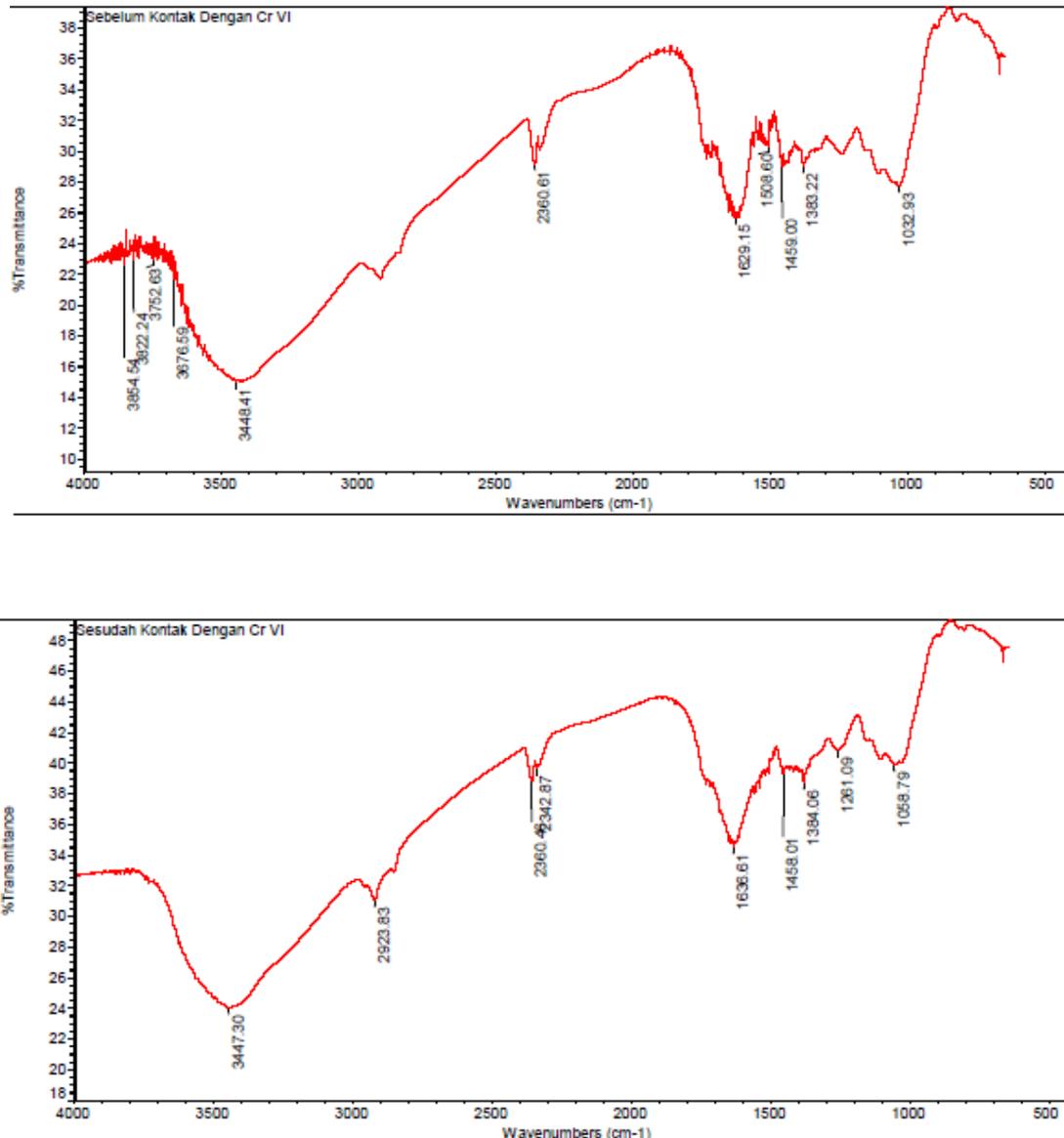
Spektrum FTIR kulit jengkol sebelum dan sesudah penyerapan dengan ion logam Cr(VI) digunakan untuk menentukan jenis gugus fungsi yang terdapat pada kulit jengkol serta melihat kadar dari gugus-gugus fungsi tersebut setelah penyerapan dengan Cr(VI). Spektrum diukur pada range gelombang 500 - 4000  $\text{cm}^{-1}$  dan hasilnya dinyatakan dalam Gambar 9.

Absorpsi -OH yang muncul sebagai pita lebar pada 3448,41  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9a) dan 3447,30  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 4.9b). Pita pada 2360,61  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9a) dan 2360,46  $\text{cm}^{-1}$ , 2342,87  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9b) merupakan pita -NH<sup>2+</sup>, NH<sup>3+</sup> amina. Gugus sulfonat 1383,93  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 4,9a) dan 1384,06  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9b). pita pada 1032,93  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9a) dan 1058,79  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9b) merupakan gugus -C-O dari alkohol. Gugus karboksil menunjukkan serapan -C-O muncul pada 1629,15  $\text{cm}^{-1}$ , 1459,00  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9a) dan gugus 1508,01  $\text{cm}^{-1}$ , 1459,00  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 9b).

Dari analisis FTIR memperlihatkan keberadaan gugus-gugus fungsi (karboksil, hidroksil, amina, sulfonil) yang mengalami pergeseran angka gelombang, hal ini menandakan adanya keterlibatan gugus-gugus ini dalam pembentukan ikatan dengan ion logam Cr VI.

**Tabel 2.** Perbandingan kapasitas penyerapan ion logam Cr VI dan Cr III dengan berbagai macam biosorben.

Biosorben	Cr VI		Cr(III)		Literatur
	Qm (mg/g)	K <sub>L</sub> (L/mg)	Qm (mg/g)	K <sub>L</sub> (L/mg)	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	62,5	1,383			18
<i>Aspergillus Niger</i>			5,2	1,12	25
<i>Oedogonium hatei</i> (Raw Alga)	28,2	2,810			33
Eceng Gondok	1,74	12,07	3,39	21,97	8
Daun Tendu	108,34	528,5			32
Sekam Bengal gram ( <i>Cicer Arientinum</i> )	91,64	2,815			35
<i>Rhizopus Arrhizus</i>	23,88	10,99			31
<i>Rhizopus nigrificans</i>	99,00	12,06			30
Biomassa Cemara	201,81	38,38			28
<i>Chlorella vulgaris</i>	33,80	0,48			29
Kulit Kacang			27,86	0,036	26
Macroalgae ( <i>Gracilaria verrucosa</i> )	343,1	0,0066			27
Ganggang Laut <i>Sargassum Wightii</i>	50	0,003			36
Karbon Aktif	3,46	0,47			37
Kulit Jengkol	24,93	0,018	39,06	0,0095	Penelitian



**Gambar 9.** Spektrum FTIR kulit buah jengkol sebelum (atas) dan sesudah (bawah) penyerapan ion Cr.

**Aplikasi Pada Sampel Air**

Untuk aplikasinya, sampel diambil dari air sungai Batang Arau kota Padang. Dengan diperoleh kondisi optimum untuk ion Cr (total) maka hasil penelitian diaplikasikan pada sampel air sungai Batang Arau kota Padang untuk mengurangi konsentrasi ion logam Cr (total) yang terdapat dalam sampel sampel air tersebut. Kulit jengkol berhasil menyerap ion logam Cr total sebesar 45,94 % dengan kapasitas penyerapannya adalah 15,605mg/g. Kosentrasi logam berat

kromium total pada limbah air terbilang cukup besar.

**KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Kulit jengkol terbukti efektif dapat menyerap ion logam CrVI dan Cr III.
2. Kondisi optimum penyerapan ion logam Cr VI pada kulit jengkol terjadi pada pH 4, konsentrasi Cr VI 7000 mg/L, waktu

kontak 60 menit, massa biosorben 0,1 g dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan kapasitas penyerapan 1382,25 mg/g. Sementara untuk ion Cr III kondisi optimum didapatkan pH 5, konsentrasi 1500 mg/L, waktu kontak 60 menit, massa biosorben 0,1g dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan kapasitas 210, 277 mg/g.

3. Menurut isoterm Langmuir, kapasitas penyerapan maksimum ( $Q_{max}$ ) untuk ion logam Cr(VI) sebesar 24, 9376 mg/g dan 39, 0625 mg/g untuk ion logam Cr(III). Isoterm Langmuir menyatakan ion logam terikat secara kimia pada kulit jengkol.
4. Berdasarkan isoterm Freundlich, diperoleh nilai  $1/n$  0,8445 untuk Cr VI dan 0,9109 untuk Cr III. Nilai  $0,1 < 1/n < 1$  yang menyatakan bahwa kedua ion logam terikat secara fisika pada kulit jengkol.
5. Aplikasi hasil penelitian pada sampel air sungai Batang arau kota Padang didapatkan kapasitas sebesar 15, 065 mg/g dengan efisiensi penyerapan sebesar 45,94% untuk ion logam Cr total.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Stift, Anton., Successful Treatment of a Patient Suffering from Severe Acute Potassium Dichromate Poisoning With Liver Transplantation. Journal Department of General and Transplantation Surgery University of Vienna, Vienna, Austria. 2000.
2. Kamran Anjana, and Anubha Kaushik, Bala Kiran. Biosorption of Cr(VI) by immobilized biomass of two indigenous strains of *Cyanobacteria* isolated from metal contaminated soil. J. of Hazardous Materials. 148 (2007) 383–386.
3. Diantariani, N.P., Sudiarta, I.W., and Elantiani, N.K. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) pada Biosorben Rumput Laut *Eucheuma spinosum*. J. Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, 2 (2008) 45-52.
4. Ulfin, Ita, and Widya W. Studi Penyerapan Kromium Dengan Kayu Apu (*Pistia,L*). Akta Kimindo Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh November, No 1 Vol 1(2005) 41-48.
5. Munaf, Edison., Zein, R., Refilda., Deswita and Besti, Yuliza., Penyerapan Ion Kromium dalam Air Limbah Oleh biosorben Kulit Kacang dengan Deteksi Spektroskopi Serapan Atom. J. Kimia Andalas. 5 (1999).
6. Zein, R., Suhaili, R., Earnestly, Indrawati, dan Munaf, E. Removal of Pb(II), Cd(II), and Co(II) from aqueous solution using *Garcinia mangostana* L fruit shell. Hazardous Material. 181 (2010) 52-56.
7. Donmez, Gonul., Aksu, Zumriye. Removal of Chromium Cr(VI) From saline Waterwaters by *Dunaliella* Species. J. Process Biochemistry 38 (2001) 751-762.
8. Munaf, E., Haryati, Sri., Suyani Hamzar., Dharma, Abdhi. Penyerapan Ion Kromium (III) dan Kromium (VI) dalam Air Menggunakan Tepung Eceng Gondok dan Study Regenerasinya. J. Kimia Andalas, 6 (2000) 65-71.
9. Munaf E., Zein R., Refilda dan Maryati Y. Pemanfaatan sabut kelapa sawit untuk menyerap ion logam cadmium dan kromium dalam air limbah. J. Kimia Andalas, 5 (1999) 10-14.
10. Stefii. Lampiran Hasil Identifikasi Tumbuhan Jengkol (*Pithecellobium Lobatum Benth*). Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA Universitas Sumatera Utara. 2010
11. Susanti, Eni. Pemanfaatan Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) sebagai Bioherbisida dan Biolarvasida *Aedes aegypti*. Karya Tulis Mahasiswa Berprestasi Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara. 2010
12. Patimah, S., Abun, and Supratman, R.H. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobiumjiringa (Jack) Prain*) dalam Ransum Terhadap Jumlah koloni Bakteri *Escherichia coli* dan *Lactobacillus sp.* Pada usus Halus Ayam Broiler. Thesis Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. 2012
13. Adrian, Nur. Alat Analisa. Materi Ajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. 2009.
14. Wang, J., dan Chen, C. Biosorption of Heavy Metals By *Saccharomyces Cerevisiae*: J A Review. Biotechnology Adv. vol.24 (2006) 427-451.

15. Gupta, V.K., dan Rastogi, A. Biosorption of hexavalent chromium by raw and acid-treated green alga *Oedogonium hatei* from aqueous solution. *J. of Hazardous Material*, 163 (2009) 396-402.
16. Gutierrez N., Ramo E., and Contreras, A. Removal of chromium (VI) from aqueous solutions by hydrotalcite-like compounds: kinetic and equilibrium studies. *Revista Mexicana De Fisica*, 55 (2009) 135-138.
17. Abhillash, Mehta.K.D., Kumar.V., and Perdey, B.D. Biosorption of Trivalent chromium from a Model Tanning Solution by Adapted *Aspergillus niger*. M.E.F Division, National Metallurgical Laboratory. 2007
18. Ramadhan, B., Handajani, M. Biosorpsi logam berat Cr VI dengan menggunakan biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. *Makalah Seminar*, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB. 2007
19. Deng, Shubo dan Ting, Peng Yen. Polyethylenimine-Modified Fungal Biomass as a High-Capacity Biosorbent for Cr(VI) Anions; sorption Capacity and Uptake Mechanism. *Environ.Sci.Techol* , 39 (2005) 8490-8496.
20. Raju,D.S.S.R., Kiran, G.A.R., dan Rao,Dr.V.N. Comparison studies on biosorption of lead (II) from an aqueous solution using *Anacardium occidentale* and *Carica papaya* leaves powder. *J. Emerging Trends In Engineering and Development*, vol.3 (2013) 273-283.
21. Putri, Lenni Erika. Penyerapan Ion Logam Cr VI Menggunakan Serbuk Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L*) yang telah ditarik Zat Warnanya, *Jurnal Skripsi Kimia FMIPA Universitas Andalas*. 2007
22. Munagapati, V.S., Yarramuthi,V., Nadavala, S.K. Alla, S.R., and Abburi,K. Biosorption of Cu(II), Cd (II) and Pb (II) by *Acacia leucocephala bark* powder : Kinetics, equilibrium and Thermodynamics. *Chem. Eng.J.*, Vol. 157 (2010) 357-365.
23. Saueprasearsit, P., Nuanjaraen, M., and Chinpala, M. Biosorption of Lead (Pb<sup>2+</sup>) by *Luffa cylindrical* Fiber. *Environ. Res. J*, vol.4 (2010) 157-166.
24. Chuah, T. G., Jumasih, A., Azni,I., Katayon, S., and Choong, S. Y. Rice husk potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview. *Desalination* , Vol. 175 (2005) 305-316.
25. Chhikara, S., Hooda, A., Rana, L., dan Dhankhar, R. Chromium (VI) biosorption by immobilized *Aspergillus niger* in continuous flow system with special reference to FTIR analysis. *J. of Environmental Biologi*, 31 (2010) 561-566.
26. Witek-Krowiak, Anna. , Szafran, Roman G., and Modelski,Szymon. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions onto peanut shell as a low-cost biosorbent. *Desalination*. 265 (2011) 126-134
27. Ata, Ayca. , Nalcaci, Orkun Ovez., Ovez, Bikem. Macro algae *Gracilaria verrucosa* as a biosorbent: A study of sorption mechanisms. *Algal Research* xxx. 2012.
28. Uzun, Handan., Kemal, Bayhan Y., Yusuf, Kaya., Avni, Cakici dan Faruk, Algur O. Biosorption of chromium (VI) from aqueous solution by cone biomass of *Pinus sylvestris*. *Bioresource Technology*. 85 (2002) 155-158.
29. Cetinkaya, Donmez G., Aksu, Z., Oztruk, A., and Kutsal, T., A. Comparative study on heavy metal biosorption characteristics of some algae. *Process Biochemistry*. 34 (1999) 885-892.
30. Bai, Sudha R., and Abrham, Emilia. Studies on chromium (VI) adsorption-desorption using immobilized fungal biomass. *Bioresource Technology*. 87 (2003) 17-26.
31. Prakasham, R. S., Merrie, J.S., Sheela, R., Saraswati, N., and Ramakrishnan, S.V. Biosorption of Chromium (VI) by free and immobilized *Rhizopus arrhizus*. *Environmental Pollution*. 104 (1999) 421-427.
32. Gautam K., Nagda dan Vikram S., and Ghole. Glutaraldehyde Treated Tendu Waste from Bidi Industry as an Efficient Sorbent for Chromium from Aqueous Solution. *Global Journal of*

- environmental Research. 3(2009) 274-279.
33. Gupta, V.J., and Rastogi A. Biosorption of hexavalent chromium by raw and acid-treated green alga *Oedogonium hatei* from aqueous solutions. J. of Hazardous Materials. 163 (2009) 396-402.
34. Krishna R., and Padma Sree R. Removal of Chromium from Aqueous Solution by *Custard Apple (Annona Squamosa) Peel Powder* as Adsorbent. International Journal of Applied Science and Engineering. 11 (2013) 171-194.
35. Ahalya, N. Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions by the husk of Bengal gram (*Cicer arietinum*). Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458. 8 (2005).
36. Abirami, S., Srisudha, S., and Gunasekaran, P. Biosorpsi of Chromium from Tanner Effluent Using Biomass of *Sargassum Wightii (Greville)*. Int Pharm Bio Sci. 3 (2012) 584-595.
37. Selvi, K., Pattabhi,S., and Kadirvelu,K. Removal of Cr(VI) From Aqueous Solution by Adsorption onto activated Carbon. J. Bioresource Thecnology. 80 (2001) 87-89.
38. Oktay, H., Maharramov, Abel M., Akprov, and Elchin O. Modified Maleic anhydride- allypropionate- styrene terpolymer as Adsorbent for Removal Copper Ions From Aqueous Solution. J. Int.Chem. environ. 2 (2012) 220-227.
39. Onwuka J. C.I., Ajibola V. O., Kagbu J. A., and Manji A. Biosorption of Cr(VI) and Co(II) ions from Synthetic Wastewater using Dead Biomass of Fresh Water Green Algae *Cosmarium panamense*, Archives of Applied Science Research. 3 (2011) 191-207.
40. M.A,Dabhade., Saidutta,M.B., and Murthy, D. Adsorption of Phenol on Granular Activated Carbon from Nutrient Medium:Equilibrium and kinetic Study Int. J. Environ. Res. 3 (2009) 557-568.
41. Mishra, Vishal., Balomajumder, Chandrajit., Agarwal, Vijay, and Kumar. Biosorption of Zn (II) Ion Onto Surface of *Cedrus Deodara sawdust*: Studies on Isoterm Modeling and Surface Characterization. International J. of Chemical Sciences and Applications. 2 (2011) 179-185.