

## BIOSORPSI Cr(III) PADA BIOSORBEN SERAT SABUT KELAPA HIJAU TERAMOBILISASI EDTA

I Wayan Sudiarta dan Wahyu Dwijani Sulihingtyas

*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran*

### ABSTRAK

Penelitian tentang biosorpsi Cr(III) pada biosorben serat sabut kelapa teramobilisasi EDTA telah dilakukan. Penelitian ini meliputi optimasi amobilisasi EDTA pada biosorben, optimasi biosorpsi Cr(III) pada biosorben serat sabut kelapa teramobilisasi EDTA (B-EDTA) yang meliputi pH dan waktu kontak biosorpsi, serta studi mekanisme interaksi yang terjadi antara Cr(III) dengan biosorben B-EDTA melalui desorpsi sekuensial.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa amobilisasi optimum EDTA pada biosorben serat sabut kelapa terjadi pada rasio 1 mmol EDTA per 4 g biosorben atau 0,25 mmol/g, dengan keasaman permukaan biosorben B-EDTA sebesar 2,18 mmol/g. Proses biosorpsi Cr(III) pada biosorben B-EDTA optimum terjadi pada pH 3 dan waktu kontak biosorpsi selama 120 menit, dengan kapasitas biosorpsi Cr(III) pada biosorben B-EDTA sebesar 8,32 mg/g. Studi desorpsi sekuensial menunjukkan bahwa interaksi Cr(III) pada biosorben B-EDTA dominan terjadi melalui adsorpsi fisika yaitu melalui ikatan Van der Waals.

Kata kunci : biosorpsi, amobilisasi, EDTA, Cr(III)

### ABSTRACT

Studies on biosorption of Cr(III) on coconut fiber immobilized with EDTA biosorbent (B-EDTA) have been conducted. These studies included the optimization of EDTA immobilization on biosorbent, optimization of Cr(III) biosorption on B-EDTA biosorbent that include pH dan contact time biosorption, and also studied the mechanisms of Cr(III) interactions on biosorbent B-EDTA by sequential desorption.

The result showed that the optimum EDTA immobilization on biosorbent E-EDTA occurred at ratio of 1mmol EDTA : 4g biosorbent (0,25mmol/g), with the surface acidity of biosorbent B-EDTA of 2,18 mmol/g. Optimum biosorption process of Cr(III) on biosorbent B-EDTA occurred at pH = 3, contact time of 120 minutes, with the biosorption capacity of Cr(III) on biosorbent B-EDTA of 8,32 mg/g. The sequential desorption studies show that the interaction of Cr(III) on biosorbent B-EDTA occurred predominantly through physical adsorption namely Van der Waals bonding.

Keywords : biosorption, immobilization, EDTA, Cr(III)

### PENDAHULUAN

Kromium merupakan salah satu logam berat yang pemanfaatannya sangat luas seperti dalam industri cat, pelapisan logam (*electroplating*), dan penyamakan kulit (*leather tanning*) (Aravindan, dkk., 2004). Tingkat toksisitas Cr(VI) sangat tinggi sehingga bersifat racun terhadap semua organisme untuk konsentrasi > 0,05 ppm. Kromium (VI) bersifat

karsinogenik dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia. Toksisitas Cr(III) jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan Cr(VI) yaitu, sekitar 1/100 kalinya. Kromium (III) umumnya hanya toksik terhadap tumbuh-tumbuhan dalam konsentrasi tinggi, kurang toksik bahkan non toksik terhadap binatang, akan tetapi apabila terpapar dalam jangka waktu yang sangat panjang dapat menyebabkan penyakit kulit dan kanker (Anderson, 1997).

Usaha atau tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar logam kromium di lingkungan adalah dengan metode adsorpsi. Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben akibat peristiwa kimia dan fisika (Massel, 1996). Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur, dan lain-lain. Adsorben yang banyak digunakan untuk adsorpsi kromium dalam limbah cair adalah karbon aktif, silika gel, lempung, zeolit, dan sorben dari bahan organik (biosorben) yang menggunakan biomassa dari sel mati. Biosorben yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah kromium adalah rumput laut, serbuk gergaji, hasil samping pertanian, limbah industri makanan, bakteri, dan mikroalga. Biosorben merupakan media yang sangat baik digunakan dalam penanganan limbah kromium karena memiliki banyak keunggulan seperti harganya yang relatif murah, mudah didapat, dan sifatnya yang ramah lingkungan.

Sabut kelapa merupakan salah satu biomassa yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping dari pertanian. Serat sabut kelapa hijau berpotensi lebih besar dalam menghilangkan logam berat di perairan karena kandungan lignin dan selulosa yang lebih besar dari sabut kelapa lainnya (Carrizo, dkk., 2002). Interaksi logam dengan biomassa pada proses biosorpsi umumnya melibatkan beberapa mekanisme interaksi yaitu adsorpsi fisik, interaksi ionik, dan kompleksasi (Pino, dkk., 2006)

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas biosorpsi suatu biosorben dengan cara: amobilisasi, aktivasi, impregnasi, dan lain-lain. Amobilisasi adalah suatu proses penyisipan suatu spesies kimia ke dalam suatu struktur sehingga bahan yang teramobilisasi tidak dapat bergerak dari struktur. Aktivasi bertujuan untuk menghasilkan sifat-sifat kimia dan fisika yang lebih baik seperti keasaman permukaan (Yun, dkk., 2001).

Biosorpsi Cr(III) menggunakan serat sabut kelapa hijau teramobilisasi EDTA dipelajari pada penelitian ini. Terperangkapnya EDTA (amobilisasi) dalam struktur selulosa dan lignin yang merupakan komponen yang berperan

dalam biosorpsi diharapkan dapat membantu dalam penyerapan ion Cr(III). Ini didukung karena EDTA merupakan ligan pengompleks yang berperan sebagai agen kelat karena kemampuannya untuk mengikat ion logam. Ion logam dapat diikat oleh EDTA dengan membentuk enam ikatan, dimana dua dari atom nitrogen dalam kelompok amino dan empat dari atom oksigen dalam kelompok karboksil. Selain EDTA terperangkap dalam struktur selulosa dan lignin dapat juga terperangkap dalam matriks serat sabut kelapa (Achmadi, 1990).

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serat sabut kelapa,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ , indikator fenolftalein, buffer salmiak, indikator *Eriochrome black T*, aqua demineralisasi dan aquades.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (pipet ukur, pipet volume, labu ukur, gelas ukur, gelas beker, erlenmeyer, corong), gunting, timbangan analitik, kertas saring, pengaduk magnet, desikator, penggerus porselen, pengayak, oven, pencatat waktu, bola hisap, pH meter, dan seperangkat alat spektrofotometer serapan atom.

### Cara Kerja

#### *Preparasi biosorben*

Kelapa yang telah disiapkan dikupas dan seratnya dipisahkan dengan mesin khusus. Serat sabut kelapa yang terpisah dicuci dengan aquades sampai bersih, kemudian dikeringkan. Setelah kering, serat sabut kelapa dipotong kecil-kecil dengan gunting dengan panjang kira-kira 1 mm kemudian diayak. Butiran serbuk serat sabut kelapa dicuci dengan aquades kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $70^\circ\text{C}$ . Serat sabut kelapa kering disimpan dalam desikator. Serat sabut kelapa ini disebut B0.

### ***Amobilisasi EDTA pada biosorben***

Ke dalam 5 buah erlenmeyer 50 mL, dimasukkan masing-masing 2 g biosorben serat sabut kelapa hijau dan ditambahkan 25,0 mL larutan Na<sub>2</sub>EDTA dengan konsentrasi masing-masing 0,001 M; 0,0025 M; 0,005 M, 0,0075 M, dan 0,01 M. Kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 2 jam. Setelah itu biosorben dicuci dengan aquades sampai filtrat bebas EDTA lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C. Biosorben yang diperoleh merupakan biosorben teramobilisasi EDTA (B-EDTA) yang berturut-turut disimbolkan B-EDTA<sub>1</sub>, B-EDTA<sub>2</sub>, B-EDTA<sub>3</sub>, B-EDTA<sub>4</sub>, dan B-EDTA<sub>5</sub>. Sebanyak 0,50 g B-EDTA dan 0,50 g B0 kemudian ditambahkan masing-masing 25,0 mL larutan Cr(III) dengan konsentrasi 200 ppm lalu diaduk dengan pengaduk magnetik selama 2 jam. Selanjutnya disaring dan filtratnya diambil untuk dianalisis. Konsentrasi akhir Cr(III) dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbansi sisa filtrat menggunakan spektrofotometer serapan atom. Nilai absorbansi yang diperoleh, dimasukkan dalam persamaan regresi linier Cr(III) untuk mendapatkan konsentrasi Cr(III) pada masing-masing filtrat. Banyaknya Cr(III) yang terserap oleh setiap gram sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{\text{ads}} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

### ***Penentuan Keasaman biosorben***

Sebanyak 0,50 g B-EDTA optimum dan 0,50 g B0 masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL yang telah berisi 25,0 mL larutan NaOH 1 M yang telah dibakukan, kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 2 jam pada temperatur kamar. Perlakuan yang sama dilakukan juga terhadap larutan blanko yang hanya mengandung 25,0 mL larutan NaOH 1 M yang telah dibakukan. Setelah 2 jam larutan disaring menggunakan kertas saring dan residunya dibilas dengan menggunakan aquades. Filtrat dan bilasan ditambahkan 2 tetes indikator pp lalu dititrasi dengan larutan standar HCl 0,5 M yang sudah dibakukan. Keasaman total dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kal (mmol/g)} = \frac{(V1 - V2) \times M_{\text{HCl}}}{B}$$

### ***Penentuan pH optimum***

Ke dalam 5 buah erlenmeyer 50 mL, dimasukkan masing-masing 0,5 g B-EDTA optimum dan ditambahkan 25,0 mL larutan Cr(III) 200 ppm dengan pH larutan masing-masing 1, 2, 3, 4 dan 5. Kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 2 jam. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Nilai absorbansi yang diperoleh, dimasukkan dalam persamaan regresi linier Cr(III) untuk mendapatkan konsentrasi Cr(III) pada masing-masing filtrat. Banyaknya Cr(III) yang terserap oleh setiap gram sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{\text{ads}} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

### ***Penentuan waktu kontak biosorpsi***

Ke dalam 9 buah erlenmeyer 50 mL dimasukkan masing-masing 0,5 g B-EDTA optimum dan ditambahkan 25,0 mL larutan Cr(III) dengan konsentrasi 200 ppm pada pH optimum yang diperoleh. Campuran diaduk dengan pengaduk magnet selama 30, 60, 90, 120, 150, 180 dan 210 menit. Selanjutnya disaring dan filtratnya diambil untuk dianalisis. Konsentrasi akhir Cr(III) dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbansi sisa filtrat menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Nilai absorbansi yang diperoleh, dimasukkan dalam persamaan regresi linier Cr(III) untuk mendapatkan konsentrasi Cr(III) pada masing-masing filtrat. Banyaknya Cr(III) yang terserap oleh setiap gram biosorben dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{\text{ads}} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

### ***Penentuan isoterm kapasitas biosorpsi***

Sebanyak 0,5 g B-EDTA optimum dimasukkan masing-masing ke dalam 8 buah erlenmeyer dan ditambahkan 25,0 mL larutan Cr(III) dengan konsentrasi berturut-turut 100, 200, 300, 400, 500, 750 dan 1000 ppm, kemudian diinteraksikan selama waktu kontak dan pH optimumnya pada temperatur kamar dan tekanan

atmosfer. Setelah itu campuran disaring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer serapan atom. Perlakuan yang sama juga dilakukan lagi dengan menggunakan 0,5 g B0.

Nilai absorbansi yang diperoleh, dimasukkan dalam persamaan regresi linier Cr(III) untuk mendapatkan konsentrasi Cr(III) pada masing-masing filtrat. Banyaknya Cr(III) yang terserap oleh setiap gram biosorben dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{ads} = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times Vx \frac{1}{B}$$

### Desorpsi sekuensial (berjenjang)

Sebanyak 2 g B-EDTA optimum direndam dalam 100 mL larutan Cr(III) 200 ppm pada pH 3 dan diaduk selama 120 menit. Selanjutnya campuran disaring dan residunya dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan direndam dengan aquades sebanyak 100 mL. Campuran kemudian diaduk selama 1 jam, setelah 1 jam larutan disaring kembali. Filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Residunya direndam kembali dengan HCl 1M sebanyak 100 mL sambil diaduk selama 4 jam. Selanjutnya disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis kembali dengan spektrofotometer serapan atom. Residunya direndam dengan Na<sub>2</sub>EDTA 0,05 M sebanyak 100 mL sambil diaduk selama 8 jam. Campuran disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom untuk mengetahui banyaknya Cr(III) yang terlepas. Absorbansi Cr(III) dimasukkan ke persamaan regresi linier Cr(III) sehingga konsentrasi Cr(III) yang terdesorpsi diketahui. Jumlah Cr(III) yang teradsorpsi oleh setiap gram biosorben dapat dihitung dengan rumus :

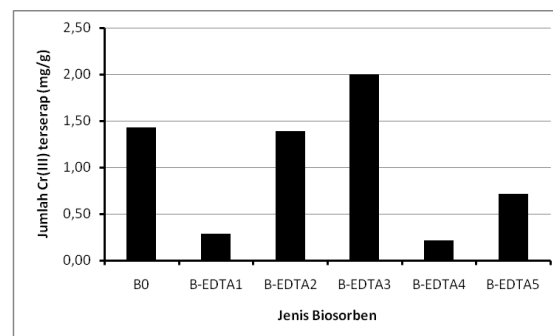
$$W_{des} = \frac{C}{1000} \times Vx \frac{1}{B}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Amobilisasi EDTA pada Biosorben

Amobilisasi EDTA pada biosorben adalah terikatnya atau terperangkapnya EDTA pada biosorben. Amobilisasi dilakukan dengan

menginteraksikan biosorben dengan EDTA pada konsentrasi 0,001; 0,0025; 0,005; 0,0075 dan 0,01 M, sehingga menghasilkan biosorben teramobilisasi EDTA (B-EDTA) yang berturut-turut disebut dengan B-EDTA<sub>1</sub>, B-EDTA<sub>2</sub>, B-EDTA<sub>3</sub>, B-EDTA<sub>4</sub> dan B-EDTA<sub>5</sub>. Variasi konsentrasi EDTA dilakukan untuk mendapatkan B-EDTA optimum yaitu biosorben yang menyerap Cr(III) secara maksimum, sehingga konsentrasi EDTA optimum untuk amobilisasi biosorben dapat diketahui seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik serapan Cr(III) pada berbagai biosorben teraktivasi EDTA

Gambar 1. memperlihatkan bahwa B-EDTA<sub>3</sub> menyerap Cr(III) paling tinggi dibandingkan jenis biosorben yang lain. Penyerapan yang lebih rendah ditunjukkan oleh B-EDTA<sub>1</sub> dan B-EDTA<sub>2</sub> terhadap Cr(III) dikarenakan molekul EDTA belum teramobilisasi secara optimum pada biosorben sehingga situs aktif yang terdapat pada biosorben belum maksimal. Penurunan serapan Cr(III) pada B-EDTA<sub>4</sub> dan B-EDTA<sub>5</sub> disebabkan karena konsentrasi EDTA yang lebih besar menyebabkan pori yang terdapat pada biosorben tertutupi EDTA. Hal ini menyebabkan situs-situs aktif pada biosorben tidak berfungsi secara efektif.

Situs aktif pada B-EDTA<sub>3</sub> di permukaan biosorben, pori biosorben dan situs aktif dari EDTA berfungsi dengan baik sehingga dapat menyerap Cr(III) dengan maksimal. Peningkatan kapasitas adsorpsi terjadi pada B-EDTA<sub>3</sub> dibandingkan biosorben tanpa amobilisasi (kontrol) yaitu dari 1,4280 mg/g menjadi 1,9996 mg/g. Hal ini menunjukkan keberadaan EDTA dalam biosorben dapat meningkatkan kapasitas

adsorpsi biosorben karena EDTA merupakan agen pengompleks logam yang berperan dalam adsorpsi Cr(III). Amobilisasi EDTA optimum terjadi pada perbandingan 1 mmol EDTA berbanding 4 gram biosorben atau sebesar 0,25 mmol/g.

### Keasaman Permukaan Biosorben

Keasaman permukaan biosorben adalah jumlah asam total pada permukaan biosorben yang dinyatakan dalam milimol asam pergram biosorben. Penentuan keasaman permukaan biosorben dilakukan dengan metode titrasi asam basa dimana situs asam pada biosorben direaksikan dengan NaOH berlebih dan sisa OH<sup>-</sup> yang tidak bereaksi dengan situs-situs asam dari biosorben ditentukan dengan titrasi menggunakan HCl 0,5 M. Keasaman biosorben dihitung dari selisih antara jumlah HCl untuk titrasi blanko dengan jumlah HCl untuk titrasi biosorben.

Keasaman biosorben disebabkan adanya situs asam yang terdapat pada biosorben. Ion-ion H<sup>+</sup> yang terlepas akan bereaksi dengan NaOH dan NaOH yang tersisa akan bereaksi dengan HCl, reaksi yang terjadi sebagai berikut :



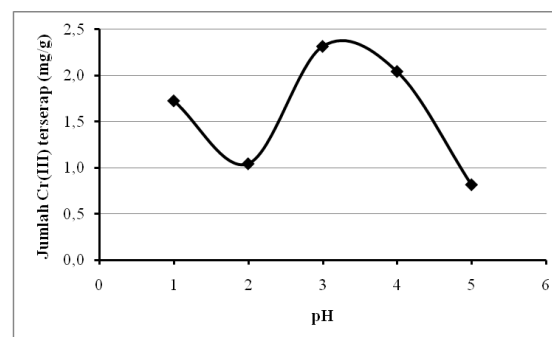
Dimana R adalah makromolekul dan H adalah proton dari gugus (-COOH) dan (-OH) yang bersifat asam. Hasil menunjukkan bahwa keasaman permukaan meningkat dengan adanya amobilisasi EDTA yaitu dari 0,6068 mmol/g menjadi 2,1779 mmol/g. Peningkatan keasaman permukaan disebabkan karena pengotor-pengotor yang ada pada biosorben hilang dan tergantikan oleh EDTA dimana EDTA yang terikat pada biosorben mengandung gugus karboksil (-COOH) yang meningkatkan keasaman permukaan.

### pH optimum Cr(III)

Pengikatan kation logam oleh situs-situs aktif biosorben sangat dipengaruhi oleh pH. Parameter pH merupakan parameter yang penting dalam proses biosorpsi yang mempengaruhi spesies logam dalam larutan, aktivitas gugus fungsi dalam biomassa dan kompetisi dari ion-ion logam. Variasi pH dilakukan untuk mengetahui pH optimum

biosorpsi Cr(III) pada B-EDTA<sub>3</sub>. Pengaruh pH terhadap biosorpsi Cr(III) pada biosorben dipelajari dengan menginteraksikan biosorben dengan pH larutan awal Cr(III) yaitu pH 1, 2, 3, 4 dan 5.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Cr(III) yang terserap pada B-EDTA<sub>3</sub> sangat dipengaruhi oleh pH.



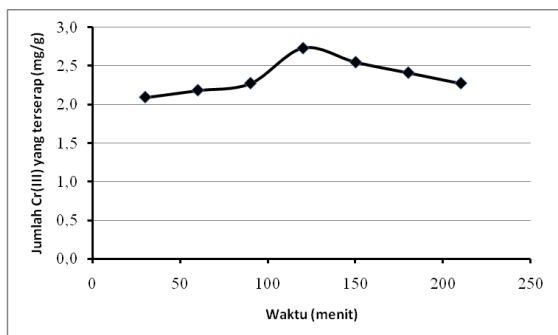
Gambar 2. Pengaruh pH larutan awal Cr(III) terhadap jumlah Cr(III) yang terserap pada biosorben B-EDTA<sub>3</sub>

Berdasarkan Gambar 2. terlihat bahwa pada pH < 3 jumlah Cr(III) yang terserap lebih sedikit. Ini dikarenakan adanya jumlah H<sup>+</sup> yang besar sehingga ion Cr<sup>3+</sup> berkompetisi dengan H<sup>+</sup> untuk berikatan dengan situs-situs aktif pada B-EDTA<sub>3</sub>, selain itu kondisi pH yang asam dapat merusak biosorben. Penurunan serapan Cr(III) pada pH 4 dan 5 disebabkan karena pada pH tersebut spesies Cr(III) dominan dalam bentuk Cr(OH)<sup>2+</sup> yang berasal dari perubahan ion Cr<sup>3+</sup>. Jumlah Cr<sup>3+</sup> yang menurun dan perbedaan muatan antara Cr<sup>3+</sup> dengan Cr(OH)<sup>2+</sup> mempengaruhi serapan pada biosorben. Ion Cr(OH)<sup>2+</sup> yang memiliki muatan lebih rendah memberikan interaksi yang lemah dengan biosorben sehingga serapan terhadap ion Cr(III) kecil. Kondisi optimum terjadi pada pH 3 karena pada pH 3 B-EDTA<sub>3</sub> memberikan serapan terhadap Cr(III) paling tinggi dan spesies Cr(III) pada pH 3 dominan dalam bentuk Cr<sup>3+</sup>. Hasil menunjukkan terjadi kenaikan kapasitas biosorpsi Cr(III) antara B0 dengan B-EDTA<sub>3</sub> pada pH 3 yaitu dari 1,8178 mg/g menjadi 2,3168 mg/g. Sesuai dengan Gambar 2, dimana pada pH 3 Cr(III) dominan dalam bentuk spesies Cr<sup>3+</sup> dibandingkan Cr(OH)<sup>2+</sup>, sedangkan pada pH 4-5 Cr dominan dalam bentuk Cr(OH)<sup>2+</sup> dan

bentuk Cr pada pH diatas 5 sudah mulai membentuk endapan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  (Yun, 2001).

### Waktu Kontak Biosorpsi

Penentuan waktu kontak biosorpsi dilakukan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan biosorben teramobilisasi EDTA (B-EDTA) dalam menyerap Cr(III) secara maksimum sampai tercapai keadaan setimbang. Variasi waktu interaksi biosorpsi Cr(III) pada biosorben dipelajari pada waktu interaksi 30, 60, 90, 120, 150, 180 dan 210 menit. Waktu kontak optimum biosorpsi B-EDTA<sub>3</sub> dapat diketahui dengan membuat grafik antara banyaknya Cr(III) yang terserap (mg/g) terhadap waktu kontak biosorpsi.



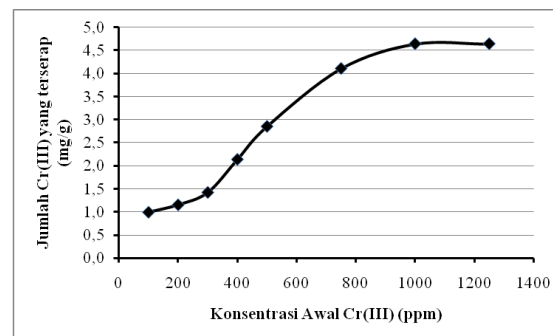
Gambar 3. Pengaruh Waktu kontak biosorpsi terhadap jumlah Cr(III) yang terserap pada biosorben B-EDTA<sub>3</sub>

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa B-EDTA<sub>3</sub> memiliki waktu kontak optimum biosorpsi 120 menit. Pada awal interaksi Cr(III) yang terserap sedikit kemudian naik hingga waktu optimum. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum belum cukup sehingga interaksi adsorbat dan biosorben belum optimum. Setelah mencapai waktu interaksi optimum yaitu 120 menit Cr yang terserap menurun. Ini dikarenakan Cr yang terserap kembali terlepas akibat interaksi fisik yang sangat lemah antara Cr dan biosorben. Hal ini sesuai dengan data desorpsi sekuensial yang menunjukkan interaksi antara B-EDTA<sub>3</sub> dan Cr(III) lebih banyak melalui interaksi fisik yang sifatnya lemah sehingga mudah putus. Selain itu keadaan biosorben yang sudah jenuh juga menyebabkan penurunan serapan. Hasil

menunjukkan B-EDTA<sub>3</sub> memberikan peningkatan kapasitas biosorpsi dibandingkan dengan B0 pada waktu kontak optimum biosorpsi 120 menit yaitu dari 1,5896 mg/g menjadi 2,7267 mg/g.

### Penentuan Isoterm dan Kapasitas Biosorpsi

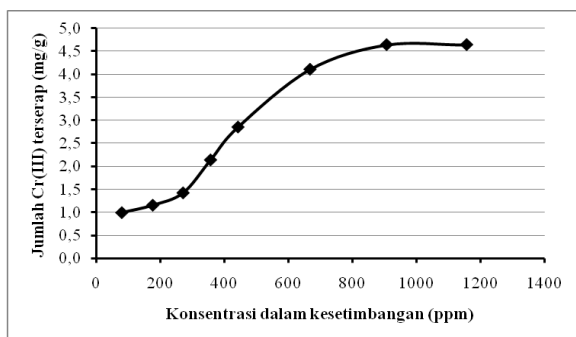
Penentuan isoterm kapasitas biosorpsi dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ion logam Cr(III) yang diinteraksikan dengan B-EDTA<sub>3</sub>. Data pola isoterm biosorpsi yang diperoleh kemudian diterapkan ke persamaan linear isoterm Freundlich sehingga dapat ditentukan harga kapasitas biosorpsi yang menyatakan jumlah maksimum adsorbat yang dapat dibiosorpsi, konstanta keseimbangan biosorpsi (K) yang berhubungan dengan kekuatan ikatan, dan energi biosorpsinya. Variasi konsentrasi yang digunakan pada studi pengaruh konsentrasi adalah 100, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, dan 1250.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi awal Cr(III) terhadap jumlah Cr(III) yang terserap pada biosorben B-EDTA<sub>3</sub>

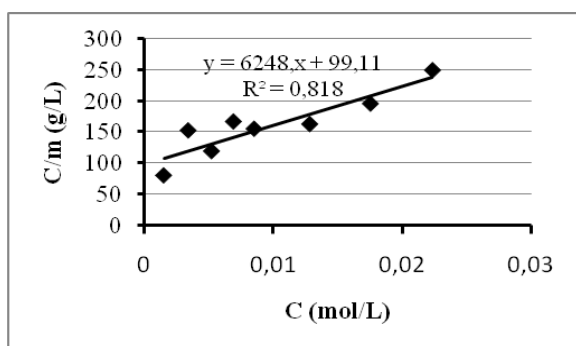
Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi adsorbat yang diinteraksikan, maka jumlah ion logam Cr(III) yang terserap tiap gram B-EDTA<sub>3</sub> semakin bertambah sampai titik optimum. Pada konsentrasi Cr(III) 1000 ppm jumlah adsorbat yang terserap tidak bertambah dan cenderung konstan sampai konsentrasi 1250 ppm.

Pola isoterm biosorpsi Cr(III) dapat diketahui dengan cara membuat grafik antara konsentrasi Cr(III) dalam keseimbangan dengan banyaknya Cr(III) yang terserap.



Gambar 5. Bentuk pola isoterm biosorpsi Cr(III) pada biosorben B-EDTA<sub>3</sub>

Gambar 5. menunjukkan pola isoterm biosorpsi mendekati tipe S sesuai dengan Gilles dan Mac Edwan. Pola isoterm biosorpsi tipe S memperlihatkan adsorpsi lebih mudah terjadi dengan kenaikan konsentrasi (Van-Olphen, 1977).



Gambar 6. Kurva regresi isoterm Langmuir

Data biosorpsi yang didapat dalam pola isoterm biosorpsi diterapkan ke dalam persamaan isoterm biosorpsi Langmuir  $C/m = C/b + 1/K.b$ . Dimana  $C$  adalah konsentrasi Cr(III) dalam keseimbangan (mol/L) dan  $m$  adalah jumlah Cr(III) yang terserap per gram biosorben (mol/g). Kurva dari persamaan isoterm biosorpsi Langmuir dari biosorpsi Cr(III) pada B-EDTA<sub>3</sub> ditampilkan pada Gambar 6. Persamaan regresi linear Isoterm Langmuir untuk B-EDTA<sub>3</sub> adalah  $y = 0,6248x + 99,11$ . Berdasarkan persamaan tersebut dapat dihitung kapasitas dari B-EDTA<sub>3</sub> sebesar 8,32 mg/g.

### Desorpsi Sekuensial (berjenjang)

Pada penelitian ini, selain mempelajari kapasitas biosorpsi Cr(III) terhadap B-EDTA<sub>3</sub>, juga dipelajari kemampuan desorpsi Cr(III) yang

telah terserap dan jenis interaksi yang terjadi antara Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub>. Desorpsi sekuensial dilakukan secara bertahap dengan menggunakan pelarut aquades, HCl dan Na<sub>2</sub>EDTA.

Tabel 1. Data hasil desorpsi Cr(III) dengan berbagai pelarut

$W_{ads}$ (mg/g)	Larutan pendesorpsi	$W_{des}$ (mg/g)	Jumlah Cr(III) terdesorpsi (%)
2,3484	Aquades	0,6189	26,35
	HCl 1 M	0,4985	21,23
	EDTA 0,05 M	0,1416	6,03

Desorpsi menggunakan aquades dilakukan untuk mengetahui adanya ikatan Van der Waals yang terjadi antara ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub>. Berdasarkan hasil desorpsi yang dilakukan didapatkan banyaknya ion Cr(III) yang dapat didesorpsi dengan aquades sebesar 26,35 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses biosorpsi Cr(III) terjadi melalui interaksi fisika yaitu melalui ikatan Van der Waals. Ikatan Van der Waals merupakan ikatan yang dihasilkan dari interaksi dipol-dipol yang diakibatkan perpindahan elektron antar molekul. Ikatan Van der Waals merupakan ikatan yang lemah sehingga ikatannya mudah lepas kembali.

Berdasarkan hasil desorpsi yang dilakukan menggunakan pelarut HCl diperoleh jumlah ion Cr(III) yang dapat didesorpsi adalah 21,23 %. Desorpsi menggunakan pelarut HCl bertujuan untuk mengetahui adanya ikatan ion dan pertukaran kation yang terjadi antara ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub>. Ikatan yang terjadi melalui pertukaran ion merupakan ikatan yang kuat karena itu digunakan pelarut HCl untuk melepaskan ion Cr(III). Ion H<sup>+</sup> dari HCl akan merusak ikatan antara ion Cr(III) dengan B-EDTA. Diperolehnya nilai persen desorpsi dengan menggunakan pelarut HCl menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub> juga melalui interaksi ionik.

Berdasarkan hasil desorpsi yang dilakukan menggunakan pelarut Na<sub>2</sub>EDTA, jumlah ion Cr(III) yang terdesorpsi adalah 6,03 %. Desorpsi menggunakan pelarut Na<sub>2</sub>EDTA

bertujuan untuk mengetahui adanya pembentukan kompleks antara ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub>. Pembentukan kompleks merupakan ikatan yang kuat sehingga proses pelepasannya tidak mudah. Nilai persen desorpsi dengan menggunakan pelarut Na<sub>2</sub>EDTA yang kecil mengindikasikan bahwa interaksi ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub> melalui pembentukan kompleks relatif sedikit dibandingkan dengan interaksi fisik dan interaksi ionik.

Berdasarkan ketiga hasil desorpsi yang telah dilakukan didapatkan bahwa jumlah Cr(III) yang dapat didesorpsi paling banyak menggunakan pelarut aquades sedangkan desorpsi dengan pelarut HCl dan Na<sub>2</sub>EDTA relatif sedikit. Hal ini mengindikasikan interaksi antara ion Cr(III) dengan B-EDTA<sub>3</sub> lebih banyak melalui ikatan Van der Waals dibandingkan melalui pertukaran ionik dan pembentukan kompleks.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Amobilisasi EDTA pada biosorben optimum terjadi pada konsentrasi 0,005 M dengan rasio 1 mmol EDTA berbanding 4 gram biosorben.
2. Kapasitas biosorpsi Cr(III) pada serat sabut kelapa teramobilisasi EDTA (B-EDTA) adalah 8,32 mg/g pada pH 3 dan waktu kontak biosorpsi 120 menit.
3. Jenis interaksi yang berperan dalam biosorpsi ion Cr(III) pada biosorben serat sabut kelapa teramobilisasi EDTA (B-EDTA) dominan melalui ikatan fisika dan relatif kecil melalui interaksi ionik dan ikatan kompleks.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disarankan untuk melakukan penelitian untuk mengetahui kapasitas adsorpsi biosorben serat sabut kelapa teramobilisasi EDTA (B-EDTA) terhadap ion logam lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Udayna dan DP2M DIKTI atas dukungan finansial melalui penelitian Hibah Bersaing II tahun 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, SS., 1990, *Kimia kayu*, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, IPB, Bogor
- Anderson, R.A., 1997, Chromium as an Essential Nutrient for Human, *Reg. Toxicol. Pharmacol.*, 26, 534-541
- Aravindan, R, Madhan, B., Bao, J.R., and Ramasami T., An 2004, Bioaccumulation of Chromium from Tannery Wastewater : Approach for Chrome Recovery and Reuse, *Environ. Sci. Technol.*, 38, 300-306
- Carrijo, O.A., Liz, R.S., Makishima, N., 2002, Fiber of Green Coconut shell as Agriculture substratum, *Brazilian Horticulture*, 20, 533-535
- Massel, R.I., 1996, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces*, First Edition, John Willey and Sone., Illionis
- Pino, G.H., Mesquita, L.M.S., Torem, M.L., and Pinto, G.A.S., 2005, *Biosorption of Cadmium by Green Coconut Shell Powder*, Metallurgy and Material, 225-Gavea, 22453-900 Rio de Janeiro-RJ, Brazil
- Van-Olphen, H, 1977, *An Entroduction to Clay Colloid Chemistry for Clay Technologist, Geologist and Soil Scientist*, 2<sup>nd</sup> ed, Awiley – Interscience – Rahway, N.J., USA
- Yun, Y-S., Park, D., and Volesky, B., 2001, Biosorption of Trivalent Chromium on The Brown Seaweed Biomass, *Environ. Sci. Teknol.*, 35, 4353-4358.