

BIOSORPSI KROMIUM(VI) PADA SERAT SABUT KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera*)

I Wayan Sudiarta¹⁾ dan Dwi Ariani Yulihastuti²⁾

¹⁾*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran*

²⁾*Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian biosorpsi Cr(VI) pada biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*). Penelitian ini meliputi penentuan keasaman biosorben, pH optimum, waktu kontak biosorpsi, isoterm dan kapasitas biosorpsi, serta jenis interaksi yang terjadi antara ion logam Cr(VI) dengan biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) melalui desorpsi oleh akuades, HCl 1 M, dan Na₂EDTA 0,05 M.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman total dari biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) adalah $8,7158 \pm 0,2569$ mmol/g, pH optimum biosorpsi adalah pH 2 dan waktu kontaknya 120 menit. Kapasitas biosorpsi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap ion logam Cr(VI) yaitu 12,6152 mg/g. Jenis interaksi yang terjadi antara ion Cr(VI) dengan biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) adalah ikatan hidrogen, ikatan Van der Waals, pertukaran kation, dan ikatan kompleks.

Kata kunci : Biosorpsi, kromium (VI), serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*)

ABSTRACT

Studies on biosorption of chromium (VI) on green coconut coir fibre (*Cocos nucifera*) biosorbent have been carried out. These studies included determination of biosorbent acidity, optimum pH, contact time of biosorption, isotherm and biosorption capacity, and interaction type between chromium (VI) and green coconut coir fibre (*Cocos nucifera*) biosorbent. Mechanisms of interaction were determined through study on desorption chromium (VI) of the previously adsorbed using aquadest, 1 M HCl and 0,05 M Na₂EDTA.

The result showed that the total acidity of green coconut coir fibre biosorbent was $8,7158 \pm 0,2569$ mmol/g, the optimum pH was 2, and the contact time was 120 minute. Biosorption capacity of green coconut coir fibre (*Cocos nucifera*) to chromium (VI) was 12,6152 mg/g. Interaction type that occurred between chromium (VI) ion and green coconut coir fibre biosorbent (*Cocos nucifera*) were hydrogen bond, Van der Walls bond, cation exchange and complex bond.

Keywords : Biosorption, chromium (VI), green coconut coir fibre (*Cocos nucifera*)

PENDAHULUAN

Aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya akan terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan ke

bentuk baru yang cenderung lebih buruk (Palar, 2008).

Seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan penggunaan logam-logam berat terutama dalam industri semakin meningkat (Lu, 1999). Salah satu contohnya adalah pencemaran yang berasal dari limbah industri (Palar, 2008). Keberadaan logam berat dalam lingkungan bisa membahayakan berbagai

macam spesies hidup dan perlu dihilangkan. Kromium adalah salah satu logam yang sering merusak lingkungan. Pemanfaatan logam krom dan senyawanya dapat dijumpai dalam industri elektroplating, penyamakan kulit, dan lain-lain. Cr(VI) merupakan bahan pengoksidasi kuat, mempunyai potensi karsinogenik, bersifat lebih toksik terhadap makhluk hidup termasuk manusia dibandingkan dengan Cr(III). Cr(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).

Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan oleh logam kromium khususnya Cr(VI) bagi makhluk hidup dan lingkungan, maka keberadaan logam tersebut sebagai pencemar di lingkungan perlu diminimalkan bahkan dihilangkan. Berkaitan dengan hal tersebut, berbagai metode telah dikembangkan untuk menurunkan kandungan logam kromium di lingkungan. Salah satunya adalah metode adsorpsi. Pada proses adsorpsi terjadi penyerapan molekul-molekul gas atau cairan pada permukaan sorben. Penggunaan sorben dari bahan organik (biosorben) akhir-akhir ini sangat banyak dikembangkan. Biosorben lain yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran logam kromium di lingkungan antara lain karbon aktif, bahan-bahan organik mati, serbuk gergaji, hasil samping pertanian, dan mikro alga. Biosorben mempunyai keunggulan untuk mengatasi logam berbahaya dan beracun di lingkungan karena harganya yang relatif murah, mudah didapat, dapat diperbaharui serta sifatnya yang ramah lingkungan (Shukla. *et. al*, 2002).

Serat sabut kelapa adalah material yang tersusun atas beberapa konstituen di antaranya selulosa, lignin, asam pirolignat, ter, tannin, dan kalium. Serat sabut kelapa sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus karboksil dan gugus karboksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikatan logam. Menurut Pino, *et. al*, (2005) selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat.

Mengingat kelimpahan serat sabut kelapa yang besar di alam dan potensinya yang sangat besar sebagai biosorben, maka perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan serat sabut kelapa sebagai biosorben yang nantinya akan dapat memberikan nilai tambah baik secara ekonomi maupun pemecahan masalah pencemaran lingkungan oleh Cr(VI).

Menurut penelitian Elantiani (2007) dan Delina (2007) keasaman permukaan biosorben, pH proses biosorpsi, dan jenis interaksi pada proses biosorpsi mempengaruhi jumlah logam kromium yang terserap pada biosorben. Dengan demikian dalam penelitian ini akan dipelajari keasaman permukaan biosorben, pengaruh pH proses biosorpsi, pola isoterm, kapasitas dan jenis interaksi pada proses biosorpsi.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian : Serat sabut kelapa hijau yang diperoleh di Banjar Batumadeg, Desa Tista, Kecamatan Abang, Kabupaten Karangasem. Bahan-bahan kimia yang digunakan meliputi : $K_2Cr_2O_7$, NaOH, HCl, Na_2EDTA , $H_2C_2O_4$, indikator pp, dan aquades

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipet ukur, pipet volume, labu ukur, gelas ukur, gelas beker, erlenmeyer, buret, corong, kapsul pengaduk magnet, pH-meter, kertas saring, timbangan analitik, oven, ayakan 250 dan 500 μm , blender, desikator, alat pencatat waktu, dan bola hisap. Peralatan instrumen yang digunakan adalah Spektrofotometer serapan atom AA-6200 (SHIMADZU).

Cara Kerja

Kelapa tua yang telah disiapkan dikupas dan seratnya dipisahkan dari gabusnya. Serat sabut kelapa yang telah terpisah dicuci dengan bersih dan dibilas dengan aquades, kemudian dikeringkan. Setelah kering, serat sabut kelapa dipotong kecil-kecil atau diblender kemudian diayak menggunakan ayakan 250 μm dan 500

μm . Ukuran sampel yang diambil adalah sampel yang lolos pada ayakan 500 μm dan tertahan pada ayakan 250 μm . Butiran serat kelapa dicuci dengan aquades kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70⁰C, kemudian serbuk serat kelapa disimpan dalam desikator dan digunakan sebagai biosorben.

Penentuan Keasaman Permukaan biosorben

Sebanyak 1,0 g biosorben dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL dan ditambahkan 25,0 mL larutan NaOH 1 M, erlenmeyer ditutup rapat dan diaduk selama 2 jam pada temperatur kamar. Setelah 2 jam campuran disaring menggunakan kertas saring dan residunya dibilas menggunakan aquades. Filtrat lalu dititrasi dengan larutan HCl 1 M yang telah dibakukan terlebih dahulu. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap larutan blanko yang hanya mengandung 25,0 mL larutan NaOH 1 M.

Penentuan pH optimum biosorpsi

Sebanyak 0,5 g biosorben dimasukkan ke dalam 7 buah erlenmeyer 50 mL, setiap erlenmeyer di tambah dengan 25,0 mL larutan Cr(VI) 200 ppm dengan pH larutan masing-masing 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 5 jam. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diambil untuk analisis Cr(VI) yang tersisa, menggunakan AAS.

Penentuan waktu optimum interaksi

Ke dalam 9 buah erlenmeyer 50 mL dimasukkan masing-masing 0,50 g biosorben dan ditambahkan 25,0 mL larutan Cr(VI) dengan konsentrasi 200 ppm dengan pH optimum yang diperoleh. Campuran diaduk dengan pengaduk magnet selama 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 dan 270 menit. Selanjutnya disaring dan filtratnya diambil untuk dianalisis. Konsentrasi akhir Cr(VI) dalam larutan ditentukan dengan mengukur absorbansi sisa filtrat menggunakan AAS.

Penentuan isoterm dan kapasitas biosorpsi

ke dalam 8 buah erlenmeyer 50 mL dimasukkan masing-masing 0,50 g biosorben dan ditambahkan 25,0 mL larutan Cr(VI) dengan konsentrasi berturut-turut 100, 200, 300,

400 500, 750, 1000, dan 1250 ppm, dengan pH masing-masing larutan sesuai dengan pH optimum, kemudian di interaksikan selama waktu kontak optimumnya pada temperatur kamar. Setelah itu campuran disaring, dan filtratnya diukur dengan AAS.

Desorpsi sekuensial

Sebanyak 2,0 g biosorben diinteraksikan dalam 100 mL larutan Cr(VI) pada kondisi optimum yang diperoleh. Selanjutnya campuran disaring dan residunya dikeringkan di bawah udara atmosfer. Logam krom yang terserap pada biosorben kemudian dielusi melalui desorpsi sekuensial. Residu biosorben 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 1 M sebanyak 100 mL sambil diaduk selama 4 jam. Selanjutnya disaring, filtrat yang diperoleh dianalisis kembali dengan AAS. Residunya direndam dengan Na₂EDTA 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(VI) yang terlepas.

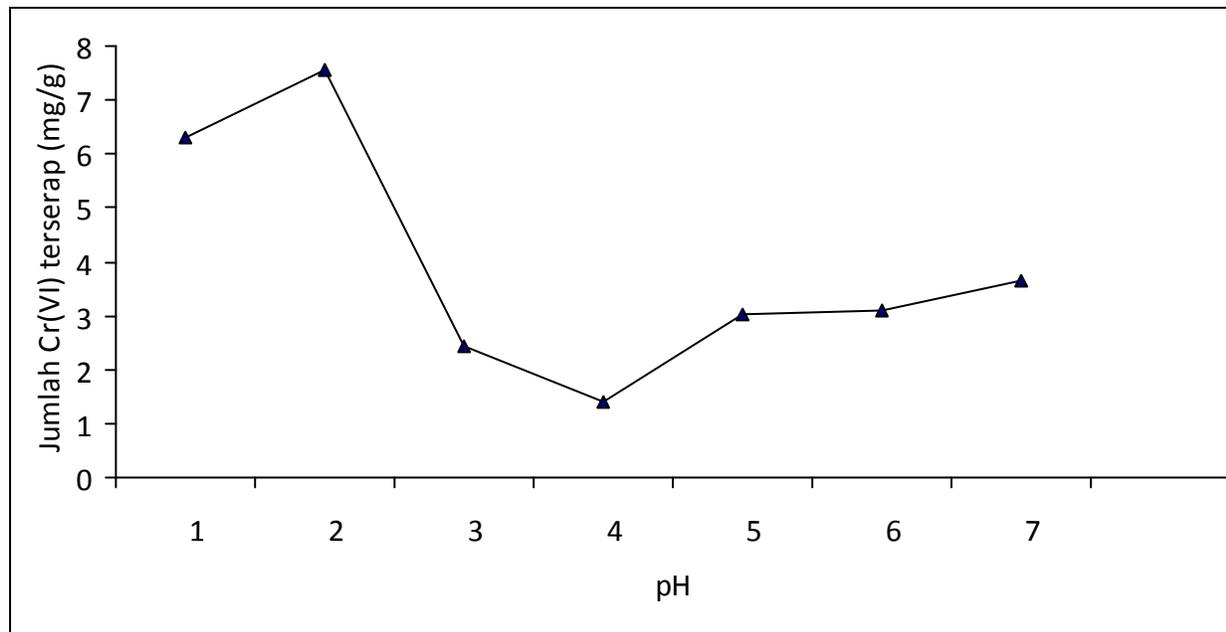
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan keasaman biosorben bertujuan untuk mengetahui jumlah situs asam yang terikat per gram biosorben. Keasaman biosorben ditentukan dengan metode titrasi asam-basa, dimana situs-situs asam dari biosorben direaksikan basa (NaOH) berlebih, dan kelebihan basa dititrasi dengan asam. Berdasarkan penelitian diperoleh nilai keasaman total dari biosorben adalah $8,7158 \pm 0,2569$ mmol/g. Keasaman dari biosorben serat sabut kelapa hijau disebabkan karena pada biosorben tersebut mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus gugus hidroksil serta lignin yang mengandung asam phenolat (-OH) yang mengalami pelepasan ion-ion H⁺.

Penentuan pH optimum ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pH optimum

interaksi yaitu pH saat biosorben serat sabut kelapa hijau dapat menyerap biosorbat Cr(VI) secara maksimum. Hasil penelitian tentang

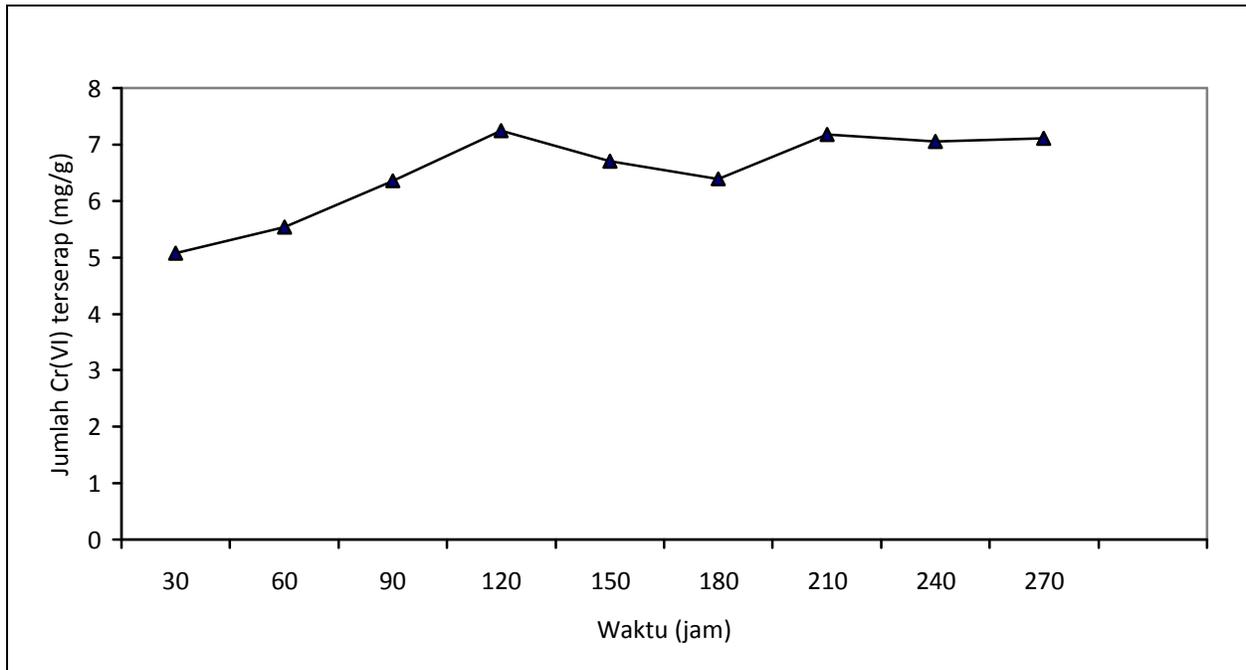
pengaruh pH terhadap kemampuan dari biosorben serat sabut kelapa hijau dalam menyerap Cr(VI) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva pengaruh pH terhadap biosorpsi Cr(VI) pada serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*)

Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah Cr(VI) yang terserap pada serat sabut kelapa hijau sedikit naik dari pH 1 ke pH 2, dan di atas pH 2 jumlah Cr(VI) yang terserap cenderung turun. pH optimum biosorpsi yang dimiliki oleh biosorben serat sabut kelapa hijau terjadi pada pH 2 dengan jumlah Cr(VI) yang terserap sebesar 7,5571 mg/g. Hal serupa juga ditemukan oleh Ahalya, *et. al*, 2005 yang mengamati pH optimum biosorpsi Cr(VI) oleh sekam Bengal gram (*Cicer arietinum*) juga terjadi pada pH 2, sedangkan dalam penelitiannya Mohanty, *et. al*, 2005 menemukan bahwa jumlah Cr(VI) oleh *Eichhornia crassipes* terserap menurun dengan kenaikan pH biosorpsi. Ketergantungan pH pada logam yang teradsorpsi sangat dipengaruhi oleh jenis dan keadaan ionik gugus fungsi pada biosorben dan juga spesiasi Cr(VI) dalam larutan.

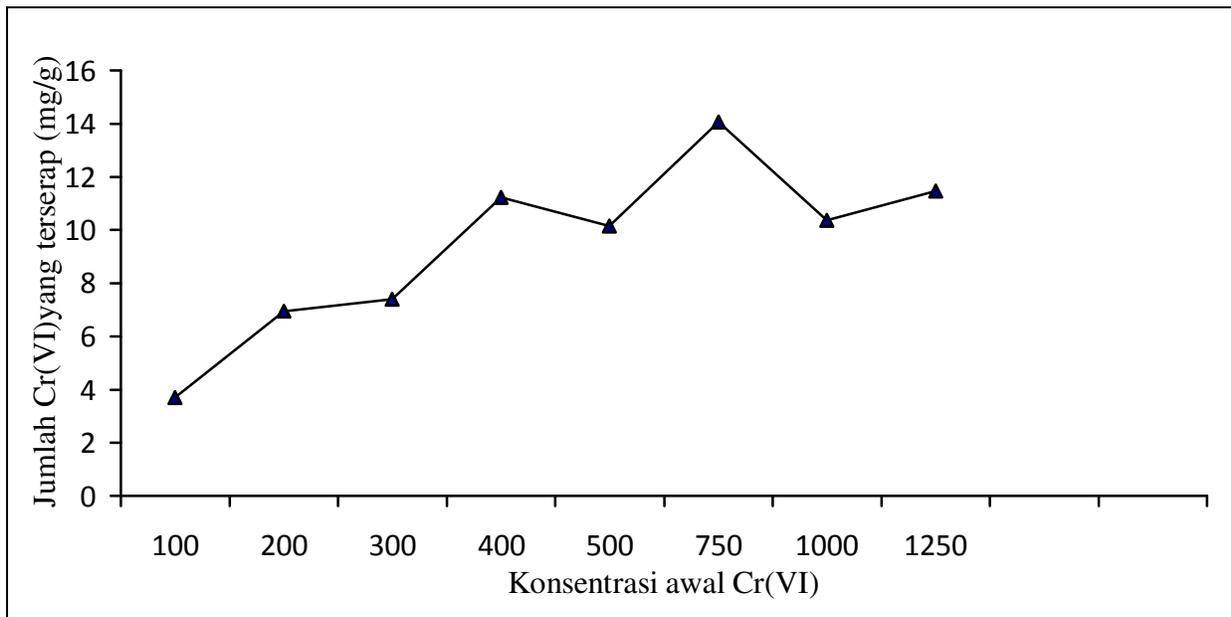
Penentuan waktu kontak biosorpsi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan biosorben serat sabut kelapa hijau mengadsorpsi secara maksimal. Waktu setimbang biosorpsi yang dimiliki oleh biosorben serat sabut kelapa hijau adalah 120 menit dengan jumlah Cr(VI) yang terserap sebesar 7,2429 mg/g. Hasil penelitian dilihat pada Gambar 2. Pada awal waktu interaksi jumlah ion Cr(VI) yang terserap cenderung meningkat dengan meningkatnya waktu interaksi akan tetapi setelah diinteraksikan pada waktu 120 menit jumlah Cr(VI) yang terserap cenderung turun naik. Lemahnya ikatan yang terjadi antara biosorben serat sabut kelapa hijau dengan ion logam Cr(VI) mengakibatkan ketidakstabilan dari jumlah ion Cr(VI) yang terserap.



Gambar 2. Kurva biosorpsi Cr(VI) oleh biosorben pada berbagai variasi waktu pada pH 2

Penentuan isoterm biosorpsi bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ion logam Cr(VI) yang direaksikan terhadap jumlah

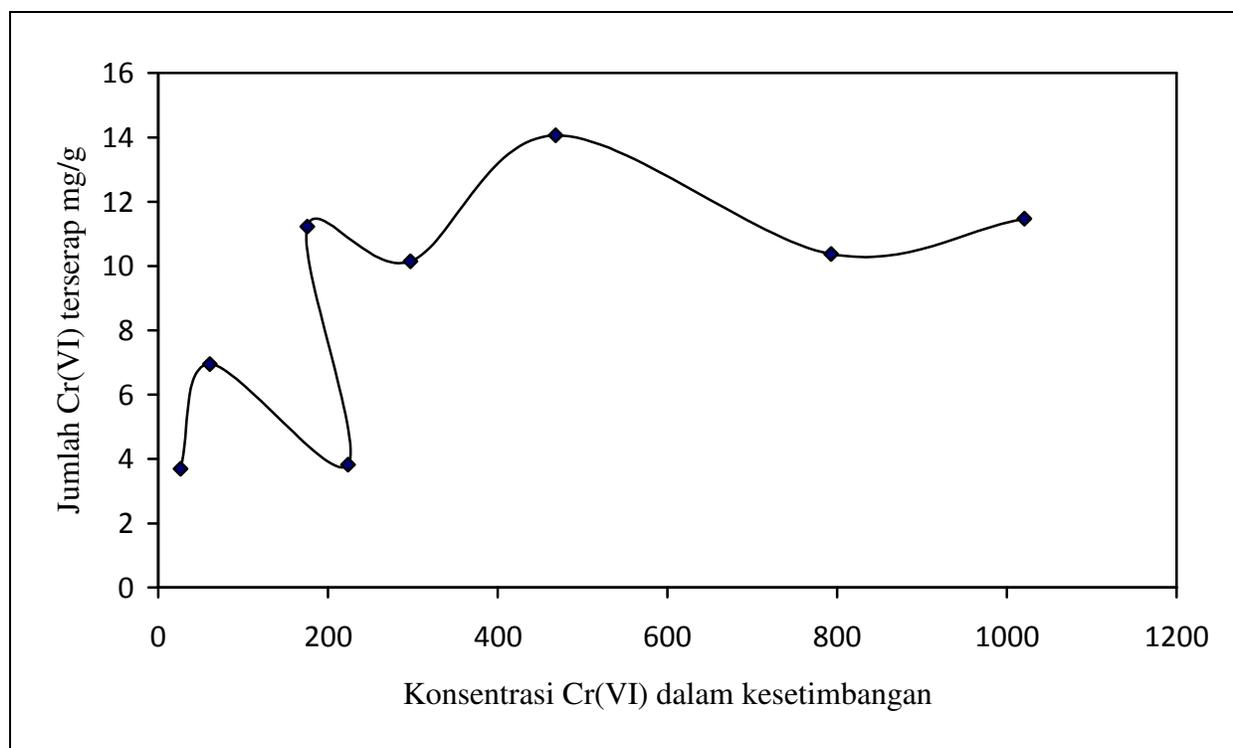
ion logam Cr(VI) yang terserap oleh biosorben pada temperatur kamar.



Gambar 3. Kurva jumlah Cr(VI) terserap (mg/g) terhadap konsentrasi Cr(VI) yang diinteraksikan pada pH 2 dan waktu interaksi selama 120 menit

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada awal interaksi jumlah ion Cr(VI) yang terserap oleh biosorben bertambah dengan meningkatnya konsentrasi kemudian pada konsentrasi tertentu menjadi stabil dan mencapai nilai maksimum pada konsentrasi 750 ppm dengan jumlah Cr(VI)

yang terserap sebesar 14,0686 mg/g. Pola isoterm biosorpsi Cr(VI) dapat diketahui dengan jalan membuat kurva antara konsentrasi Cr(VI) dalam kesetimbangan dengan banyaknya Cr(VI) yang terserap.



Gambar 4. Grafik pola isoterm biosorpsi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap ion logam Cr(VI) pada pH 2, dengan waktu kontak 120 menit

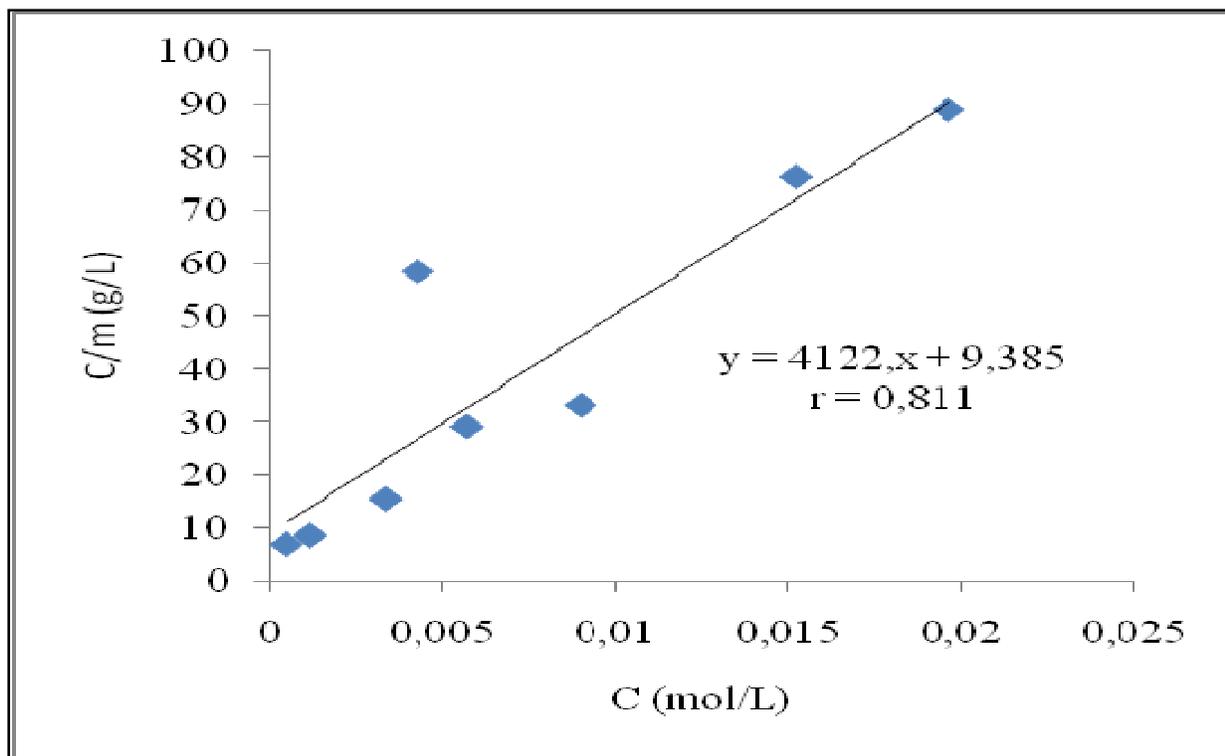
Gambar 4 menunjukkan bahwa pola isoterm biosorpsi dari serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) dapat diklasifikasikan mendekati isoterm biosorpsi tipe Langmuir yang memperlihatkan afinitas yang cukup tinggi antara padatan dengan zat terlarut pada tahap awal.

Kapasitas biosorpsi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap ion logam Cr(VI) dihitung dengan menggunakan pendekatan biosorpsi Langmuir. Kurva dari persamaan isoterm biosorpsi Cr(VI) pada biosorben ditampilkan pada Gambar 5.

Berdasarkan persamaan tersebut regresi linear pada Gambar 5, diperoleh nilai kapasitas biosorpsi (b) biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) sebesar 12,6152 mg/g, nilai konstanta kesetimbangan (K) adalah 439,2127 mol/L⁻¹ dan energi bebas Gibbnya (ΔG°_{ads}) sebesar - 15,1772 KJ/mol. Dengan melihat nilai ΔG°_{ads} dan nilai kapasitas biosorpsi (b) biosorben serat yang relatif kecil maka biosorpsi yang terjadi antara biosorben biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) dengan Cr(VI) adalah biosorpsi fisika.

Desorpsi sekuensial dilakukan untuk mengetahui mekanisme interaksi yang terjadi antara biosorben dengan Cr(VI). Proses desorpsi ini dilakukan secara berjenjang dengan

menggunakan akuades, HCl 1 M dan Na₂EDTA 0,05 M dimana pemutusan ikatannya dimulai dari ikatan terlemah dan diakhiri dengan ikatan yang terkuat.



Gambar 5. Grafik isoterm biosorpsi ion logam Cr(VI) pada biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*)

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

Larutan pendesorpsi	\overline{W}_{ads} (mg/g)	\overline{W}_{des} (mg/g)	Cr(VI) yang terdesorpsi (%)
Akuades	27,6572	0,0586	0,21%
HCl 1 M		0,6857	2,48%
Na ₂ EDTA 0,05 M		0,3771	1,36%

Keterangan :

\overline{W}_{ads} = berat Cr(VI) rata-rata yang terserap oleh satu gram sampel (mg/g)

\overline{W}_{des} = berat Cr(VI) rata-rata yang terdesorpsi oleh pelarut (mg/g)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis interaksi yang terjadi antara ion Cr(VI) dengan biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) melalui ikatan hidrogen, ikatan Van der Waals, pertukaran kation, dan ikatan kompleks.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut : Nilai keasaman permukaan biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) adalah sebesar 8,7158 mmol/g.

Kondisi optimum biosorpsi ion logam Cr(VI) oleh biosorben diperoleh pada pH 2 dan waktu interaksi 120 menit. Pola isoterm biosorpsi yang diperoleh sesuai dengan Gilles dan Mac Edwan, diklasifikasikan sebagai isoterm biosorpsi tipe L yang lebih dikenal dengan isoterm Langmuir dengan kapasitas biosorpsi sebesar 12,6152 mg/g dan energi adsorpsinya sebesar - 15,1772 KJ/mol. Jenis interaksi yang terjadi antara ion Cr(VI) dengan biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) melalui ikatan hidrogen, ikatan Van der Waals, pertukaran kation, dan ikatan kompleks.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan, maka disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan biosorpsi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) teraktivasi asam terhadap ion logam Cr(VI) melalui aktivasi atau perlakuan lainnya. Disamping itu perlu juga melihat keadaan oksidasi dari kromium yang ada di dalam larutan baik sebagai Cr(III) maupun Cr(VI) pada proses biosorpsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada DP2M DIKTI atas pendanaannya melalui proyek penelitian Hibah Bersaing tahun 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Kanamadi, R. D., and Ramachandra, T. V., 2005, Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions by the husk of Bengal gram, *Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458*, 8 (3), Issue Of December 15, 2005
- Anderson, R. A., 1997, Chromium as an Essential Nutrient for Human, *Reg. Toxicol. Pharmacol.*, 26 : 534-541
- Delina, R., 2007, Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(III) pada Biosorben Rumput Laut *Eucheuma spinosum*, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Jimbaran, Denpasar
- Elantiani, 2007, Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr(VI) pada Biosorben Rumput Laut *Eucheuma spinosum*, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Jimbaran, Denpasar
- Lu, F. C., 1995, *Toksikologi Dasar*, Penerbit Gramedia, Jakarta
- Mohanty, Kaustubha., Jha, Mousam., Meikap, B. C., Biswas, M. N., 2005, Biosorption of Cr(VI) from aqueous solutions by *Eichhornia Crassipes*, *Chemical Engineering Journal*, Indian Institute of Technology (IIT), Kharagpur, India
- Palar, H., 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Cetakan keempat, Rineka Cipta, Jakarta
- 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

Shukla, A., Zhang, Y. H., Dubey, P., Margravw,
J. L., and Shukla, S., 2002, The Role of
Swadust in the removalof unwanted

materials from water, *J. of Hazardous
Materials*, 9 : 137-157