

PEMANFAATAN RUMPUT ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) SEBAGAI BIOSORBEN CR(VI) PADA LIMBAH INDUSTRI SASIRANGAN DENGAN METODE TEH CELUP

UTILIZATION OF SEAGEGRASS GRASS (*Imperata cylindrica*) AS BIOSORBEN CR(VI) AT WASTE SASIRANGAN INDUSTRY WITH TEABAG METHOD

Rahmi Hardini, Ina Risnawati, Awin Fauzi, Noer Komari

Program Studi S-1 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km. 35,800 Banjarbaru

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kajian biosorpsi ion Cr(VI) oleh biomassa rumput alang-alang (*Imperata cylindrica*) pada limbah industri sasirangan dengan metode teh celup. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pH, waktu optimum, kapasitas adsorpsi, mengetahui kadar logam Cr(VI) yang teradsorp oleh *Imperata cylindrica* pada limbah cair sasirangan, dan kemampuan recovery serta mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada *Imperata cylindrica* yang berinteraksi dengan ion logam Cr(VI). Ion logam yang teradsorpsi dihitung berdasarkan selisih konsentrasi ion logam dalam larutan sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan AAS dan karakterisasi gugus fungsi pada biomassa menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum untuk mengadsorpsi Cr(VI) pada pH 3 sebesar 94,03 %, dan waktu kontak optimum 90 menit sebesar 13,51351 %. Kapasitas adsorpsi optimum pada konsentrasi 10-20 mg/l sebesar 25,87 %. Kemampuan recovery Cr(VI) berkisar antara 66,07% sampai 76,47%. Gugus-gugus fungsi pada biomassa *Imperata cylindrica* yang mengalami interaksi dengan Cr(VI) adalah gugus hidroksil, karboksil, metil, amina dan rangkaian alkana.

Kata kunci : biosorpsi, *Imperata cylindrica*, Cr(VI)

ABSTRACT

Has been done research of study biosorption ion Cr(VI) are Imperata cylindrica at waste sasirangan industry with teabag method. Purpose of this research is determine hydrogen ion exponent, optimum time, adsorption capacities, knows metal rate Cr(VI) that permeated by Imperata cylindrica at liquid waste sasirangan, and knows functional group from Imperata cylindrica that interaction with Cr(VI). Metal ion adsorption calculated based on difference concentration of metal ion in solution before and after adsorption applies AAS and characterization of functional group at biomass applies FTIR. Result of research was indicate that adsorption optimum pH Cr(VI) at 3 was 94,03 %, and optimum residence time 90 minutes is 13,51351 %. Optimum adsorption capacities at concentration of 10-20 mg/l is 25,87 %. Functional groups of biomass Imperata cylindrica that interaction with Cr(VI) were hydroxyl groups, carboxyl, methyl, amine, and combination of alkana.

Keywords : biosorption, *Imperata cylindrica*, Cr(VI)

PENDAHULUAN

Sasirangan merupakan kain khas daerah Kalimantan Selatan dan diproduksi oleh masyarakat Banjar dalam skala industri rumah tangga. Industri kain sasirangan dalam pembuatannya sebagaimana industri tekstil lainnya banyak melibatkan proses pewarnaan dan pencelupan. Dalam pewarnaan, digunakan bahan-bahan pewarna sintetik seperti pewarna naphtol dan senyawaan garam. Pemakaian bahan pewarna sintesis ini tentu saja mengakibatkan limbah cair yang dihasilkan sebagai buangan mengandung berbagai macam pencemar, seperti fenol; senyawaan organik sintesis; dan logam berat.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengolah limbah cair industri sasirangan ini. Pada umumnya metode yang sering digunakan untuk penyerapan logam berat adalah metode kolom dan metode batch. Hanya saja ada beberapa kelemahan dari kedua metode yang sering digunakan tersebut. Salah satu metode yang relatif mudah dan bahan yang digunakan relatif murah adalah menggunakan biomassa tumbuhan sebagai adsorben logam berat. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biomassa adalah *Imperata cylindrica* (rumput alang-alang). Tumbuhan ini dapat hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrim, termasuk

lingkungan yang banyak terdapat logam berat toksik (Sastroutomo, 1990).

Dalam rangka meningkatkan nilai guna tumbuhan ini maka *Imperata cylindrica* dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat. Hal ini didasarkan bahwa, setiap bagian tumbuhan mengandung biopolimer, diantaranya selulosa yang merupakan polisakarida arsitektural yang membentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan dan protein yang mengandung gugus fungsional: karboksilat, hidroksil, dan gugus amino yang dapat berinteraksi dengan logam.

METODOLOGI PENELITIAN

Preparasi Biomassa

Tumbuhan *Imperata cylindrica* dikumpulkan bagian daunnya kemudian dicuci dan dikeringkan. Setelah itu dihaluskan dan disaring dengan menggunakan saringan 120 mesh dan disimpan dalam desikator.

Preparasi biomassa dilakukan dengan mencuci biomassa menggunakan HCl 0,1 M sampai terbentuk pasta. Pencucian ini dilakukan sebanyak 2 kali yang diikuti dengan sentrifuge 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan kertas saring kemudian dicuci dengan akuades hingga biomassa bebas ion Cl⁻. Biomassa dikeringkan dalam oven dengan suhu 60 °C selama 5 jam, lalu disimpan dalam desikator sampai beratnya konstan,

kemudian disaring kembali menggunakan saringan 120 mesh. Biomassa telah siap digunakan untuk prosedur selanjutnya.

Pembuatan Media Pencelup

Kertas saring dibuat sedemikian rupa membentuk suatu kantong dengan tali sebagai alat penarik saat kantong tersebut dicelupkan ke dalam sampel seperti kantong yang biasanya digunakan untuk teh celup. Selanjutnya biomassa dapat dimasukkan ke dalam kantong tersebut dan media pencelup siap untuk digunakan.

Penentuan pH Optimum

Sebanyak 1 gram biomassa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 100 ml larutan Cr(VI) dengan konsentrasi 20 mg/l yang sudah diatur pH nya dengan penambahan HCl 0,01 M dan NaOH sehingga pH larutan berturut-turut menjadi 2, 3, 4, 5, 6. Kemudian diaduk selama 60 menit dan disentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan kertas saring dan supernatan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Konsentrasi awal larutan logam juga diukur dengan AAS.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 1 gram biomassa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 100 ml larutan Cr(VI) dengan konsentrasi 20 mg/l yang sudah diatur pH-nya pada pH optimum. Larutan diaduk selama waktu kontak 15, 30, 45,

60, 75, 90 dan 120 menit kemudian disentrifuge dengan kecepatan 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dan supernatan diukur dengan AAS. Konsentrasi awal larutan logam juga diukur dengan AAS.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cr(VI)

Larutan logam Cr(VI) dibuat dengan berbagai konsentrasi yaitu 10, 25, 50, 75 dan 100 mg/l sebanyak 100 ml lalu dimasukkan dalam Erlenmeyer kemudian 1 gram biomassa yang sudah dimasukkan ke dalam media pencelup dicelupkan ke dalam larutan logam tersebut. Interaksi dilakukan pada pH dan waktu kontak optimum. Larutan logam yang sudah dikontakkan dengan biomassa tersebut kemudian diukur dengan AAS. Konsentrasi awal larutan logam juga diukur dengan AAS.

Pengukuran Recovery Ion Logam Cr(VI)

Sebanyak 1 gram biomassa dimasukkan ke dalam media pencelup, kemudian biomassa tersebut dicelupkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 100 ml larutan logam Cr(VI) 20 mg/l yang sudah diatur pH pada waktu kontak optimum. Larutan logam yang sudah dikontakkan dengan biomassa tersebut diambil setelah waktu kontak optimum. Biomassanya kemudian dicelupkan kembali ke dalam 100 ml HCl 0,1 M dan dikontakkan selama waktu kontak

optimum. Larutan diambil kembali. Konsentrasi awal dan larutan yang sudah dikontakkan dengan biomassa diukur dengan AAS. Proses penambahan larutan logam dan *recovery* dilakukan sebanyak 2 kali.

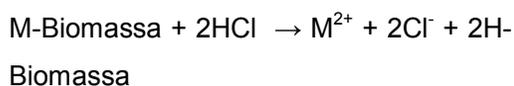
Identifikasi Gugus Fungsi

Untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada biomassa dan gugus fungsi yang berinteraksi dengan ion logam Cr(VI) dilakukan analisis dengan Spektroskopi Inframerah. Masing-masing ± 1 mg sampel biomassa dan biomassa yang telah dikontakkan logam dibuat pelet dengan menggunakan KBr kering. Sebanyak 300 mg, hasil pelet masing-masing selanjutnya diukur menggunakan Spektrofotometer Inframerah (Shimadzu model FTIR-8201 P).

HASIL DAN PEMBAHASAN

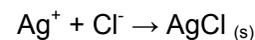
Preparasi Biomassa Rumput Alang-alang (Imperata cylindrica)

Preparasi biomassa rumput alang-alang dilakukan dengan mencuci rumput alang-alang, dikeringkan, dan dihaluskan sampai berukuran 120 mesh, kemudian biomassa tersebut dicuci dengan HCl 0,1 M sebanyak dua kali. Pencucian ini dimaksudkan untuk melepaskan pengotor dan mendesorpsi logam-logam yang mungkin terikat pada dinding sel biomassa melalui proses pertukaran ion sebagai berikut :



Hal ini akan menambah situs aktif pada biomassa yang dapat digunakan untuk mengikat logam.

Tahap pencucian selanjutnya digunakan akuades, di mana akuades ini untuk menghilangkan ion Cl^- yang terdapat pada biomassa. Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan AgNO_3 pada air pencuci biomassa membentuk endapan putih AgCl . Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih lagi maka biomassa sudah bebas dari ion Cl^- .



Biomassa yang telah dicuci kemudian dikeringkan kembali dan disaring. Penyaringan biomassa sampai berukuran 120 mesh ini dilakukan untuk memperluas permukaan biomassa, di mana hal ini diharapkan dapat memperluas pula penyerapan logam oleh biomassa. Biomassa yang diperoleh melalui tahap preparasi merupakan biomassa dengan berat kering. Biomassa inilah yang selanjutnya akan diinteraksikan dengan ion logam.

Pengaruh pH terhadap Ion Logam Cr(VI) yang Teradsorpsi pada Biomassa

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi biosorpsi logam oleh biomassa. pH akan mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada biomassa. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada

dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif dari adsorben (Lestari *et al.*, 2003; Horsfall & Spiff, 2004). Untuk mempelajari pengaruh pH terhadap interaksi antara Cr(VI) dengan

biomassa rumput alang-alang. Maka larutan Cr(VI) diinteraksikan dengan biomassa pada beberapa titik pH yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

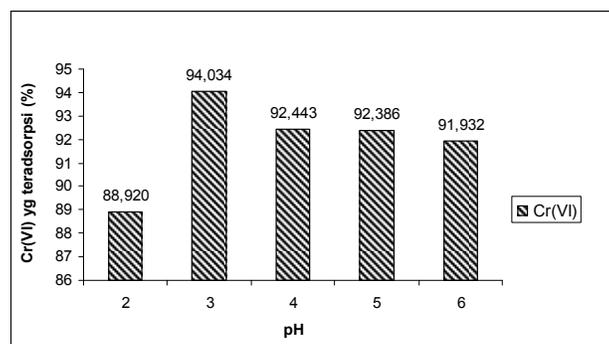
Tabel 1. Pengaruh pH terhadap adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa rumput alang-alang

pH	Cr teradsorpsi (mg/l)	% Cr teradsorpsi
2	1,95	88,92045
3	1,05	94,03409
4	1,33	92,44318
5	1,34	92,38636
6	1,42	91,93182

Sumber : Data primer yang diolah

Penelitian sebelumnya telah dilaporkan bahwa logam dapat berikatan dengan beberapa asam organik yang terdiri atas ligan karboksil. Pada pH rendah gugus karboksil di permukaan biosorben mengalami protonasi sehingga kemungkinan untuk berikatan dengan ion bermuatan positif sangat kecil. Pada pH tinggi (di atas 4), gugus karboksil mengalami deprotonasi mengakibatkan permukaan biosorben menjadi

bermuatan negatif sehingga ion positif dari logam akan tertarik dan membentuk ikatan dengan gugus di permukaan biosorben (Baig *et al.*, 1999). Sehingga semakin tinggi pH maka semakin banyak gugus karboksil pada biomassa yang akan bertindak sebagai ligan dalam pembentukan kompleks dengan ion logam seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh pH terhadap Cr(VI) yang teradsorpsi oleh biomassa rumput alang-alang

Gambar 1 menunjukkan bahwa adsorpsi Cr(VI) meningkat tajam di daerah 2-3 dengan adsorpsi optimum terjadi pada pH 3 sebanyak 94,03%. Sedangkan adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa cenderung menurun seiring dengan kenaikan pH. Pada pH 3, Cr(VI) teradsorpsi sebanyak 94,03% sedangkan pada pH 4 hanya 92,44% Cr(VI) yang teradsorpsi. Hal tersebut menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi Cr(VI) terjadi pada pH 3. Hasil penelitian Gupta dan Babu (2006) tentang adsorpsi Cr(VI) menggunakan biomassa benih asam jawa juga menunjukkan adsorpsi optimum Cr(VI) terjadi sekitar pH 1-3. Fenomena ini dapat dijelaskan berdasarkan mekanisme ikatan antara Cr(VI) dan biomassa, yaitu pada pH lebih tinggi Cr(VI) terdapat sebagai anion oksida seperti CrO_4^{2-} , HCrO_4^- atau $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, dan biomassa juga bermuatan negatif sehingga adsorpsinya rendah. Sedangkan pada pH rendah, Cr(VI) direduksi menjadi Cr(III) oleh biomassa

sehingga adsorpsi optimum Cr(VI) terjadi pada pH 3.

Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Cr(VI) oleh Biomassa Rumput Alang-alang

Umumnya, tumbuhan memiliki waktu retensi (waktu yang diperlukan untuk mengadsorpsi ion logam hingga jenuh) yang berbeda-beda. Biomassa dapat mengikat ion logam dalam rentang waktu yang spesifik, dimana adsorpsi terjadi selama permukaan biomassa belum mencapai kejenuhan. Tiap jenis biomassa memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam hingga mencapai maksimum. Namun setelah batas maksimum telah dilewati dan permukaan biomassa menjadi terlalu jenuh untuk menyerap ion logam, maka biomassa dinyatakan telah melampaui batas toleransi (Kaim & Schwedersky (1994) dalam Yudistri, 2007). Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah Cr(VI) yang dapat teradsorpsi oleh biosorben disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa rumput alang-alang

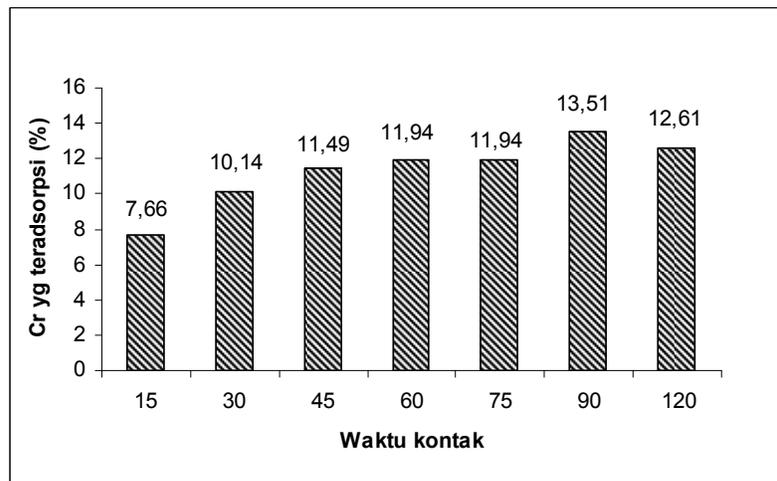
Waktu	Co	Ce	Ca	%Ca
15	22,2	20,5	1,7	7,657658
30	22,2	19,95	2,25	10,13514
45	22,2	19,65	2,55	11,48649
60	22,2	19,55	2,65	11,93694
75	22,2	19,55	2,65	11,93694
90	22,2	19,2	3	13,51351
120	22,2	19,4	2,8	12,61261

Berdasarkan tabel 2 teradsorpsi pada biomassa *Imperata cylindrica* dalam waktu yang relatif menunjukkan Cr(VI) sudah dapat

singkat. Adsorpsi Cr(VI) pada biomassa *Imperata cylindrica* terus meningkat sampai 90 menit, kemudian mengalami penurunan setelah interaksinya stabil. Waktu optimum biomassa *Imperata cylindrica* untuk mengadsorpsi Cr(VI) terjadi pada waktu interaksi 90 menit dengan jumlah ion logam yang terjerap 13,51351%.

Relatif cepatnya adsorpsi Cr(VI) oleh biosorben kemungkinan besar disebabkan karena interaksinya merupakan interaksi pasif yang tidak

melibatkan proses metabolisme (Lestari *et al.*, 2003). Proses ini terjadi ketika ion logam terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme pasif dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pertama dengan pertukaran ion dimana ion pada dinding sel biosorben digantikan oleh ion-ion logam; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion logam dengan gugus fungsi seperti karbonil, amino, thiol, hidroksil, fosfat dan hidroksi-karboksil secara bolak balik dan cepat (Putra & Putra, 2003).



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi Cr(VI) yang teradsorpsi oleh biomassa rumput alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Pengikatan ion logam umumnya terjadi pada awal-awal reaksi dan pada reaksi selanjutnya akan berjalan seragam, atau bahkan bisa terjadi penurunan karena dinding sel biomassa sudah mengalami dekomposisi lebih lanjut (Jasmidi dkk., 2002). Adsorpsi ion logam pada dinding sel biomassa disebabkan karena terjadinya ikatan pada permukaan dinding sel (*surface-*

binding), melalui mekanisme fisika dan kimia, seperti pertukaran ion dan pembentukan kompleks.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Biomassa Rumput Alang-alang

Penentuan kapasitas penjerapan ion logam oleh biomassa dilakukan pada pH dan waktu optimum, yang dinyatakan dalam mg ion logam per gram biomassa (mg/g). Untuk mengetahui besarnya

kapasitas adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa rumput alang-alang, maka larutan Cr(VI) dengan berbagai variasi konsentrasi awal diinteraksikan dengan biomassa yang beratnya konstan. Variasi konsentrasi awal larutan logam yang digunakan adalah 10, 20, 25, 50, 75 dan 100 mg/l. dalam menentukan kapasitas adsorpsi ion logam Cr(VI) ini digunakan metode teh celup, yaitu suatu metode yang menggunakan kantung teh celup sebagai wadah biomassa rumput alang-alang. Biomassa dalam kantung teh celup itu kemudian dikontakkan dengan logam dengan cara mencelupkannya

pada pH dan waktu kontak optimum. Sebagai kontrol digunakan kantung teh celup tanpa berisi biomassa yang dicelupkan ke dalam larutan logam. Selain itu juga dilakukan aplikasi langsung ke limbah cair sasirangan untuk mengetahui besar kapasitas Cr(VI) dari limbah tersebut yang dapat teradsorpsi dengan menggunakan biomassa *Imperata cylindrica* dengan menggunakan metode teh celup ini. Hasil dari kapasitas Cr(VI) yang teradsorpsi dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

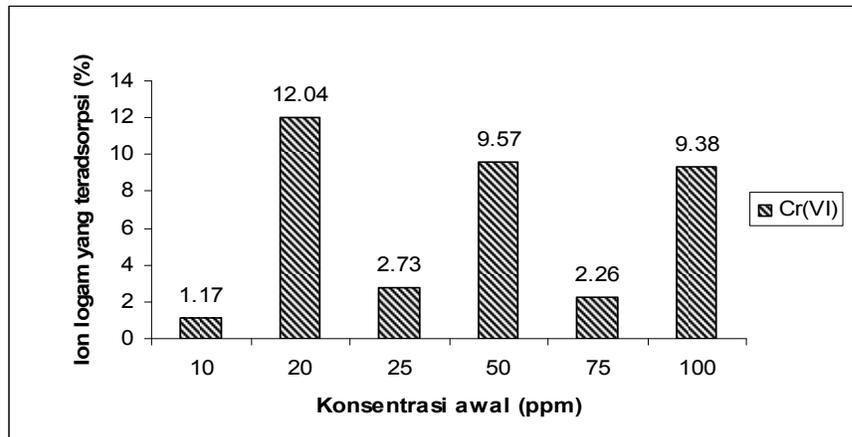
Tabel 3. Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica*

Konsentrasi (mg/l)	Co (mg/l)	Ca (mg/l)	Konsentrasi yang teradsorpsi (mg/l)	% teradsorpsi
10	17,15	0,2	16,95	1,166
20	23,25	2,8	20,45	12,043
25	25,60	0,7	24,90	2,734
50	57,50	5,5	52,00	9,565
75	75,20	1,7	73,50	2,261
100	96,00	9,0	87,00	9,375

Sumber : Data primer yang diolah

Tabel 4. Kapasitas adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica* pada limbah cair sasirangan

Konsentrasi Cr(VI) sebelum diadsorpsi (mg/l)	Konsentrasi Cr(VI) setelah diadsorpsi (mg/l)	Konsentrasi yang teradsorpsi (mg/l)	% teradsorpsi
0,1639	0,1215	0,0424	25,87



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi Cr(VI) pada biomassa rumput alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah Cr(VI) yang dapat teradsorpsi pada biomassa *Imperata cylindrica* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi Cr(VI) yang dipakai. Peningkatan yang relatif tajam terjadi mulai dari konsentrasi 10 mg/l hingga 20 mg/l. Selanjutnya, setelah konsentrasinya mencapai 20 mg/l, kenaikan konsentrasi Cr(VI) relatif tidak banyak menaikkan jumlah logam yang teradsorpsi. Kontrol yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mengetahui besar kapasitas adsorpsi Cr(VI) dari kertas saring yang digunakan sebagai kantong teh celup tanpa diisi dengan biomassa. Adapun data yang dapat diperoleh dari kontrol yang digunakan pada larutan Cr(VI) pada konsentrasi 20 mg/l diketahui kapasitas adsorpsi yang diperoleh sebesar 5,20% dengan konsentrasi logam yang teradsorpsi sebesar 0,95 mg/l. Nilai persentase dari kapasitas adsorpsi untuk

kontrol ini lebih kecil dari persentase untuk larutan Cr(VI) pada konsentrasi 20 mg/l dengan menggunakan biomassa.

Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah Cr(VI) dalam limbah cair sasirangan sebelum diadsorpsi dengan biomassa *Imperata cylindrica* sebesar 0,1639 mg/l. Namun, setelah diadsorpsi dengan biomassa *Imperata cylindrica* jumlah Cr(VI) dalam limbah cair sasirangan tersebut mengalami penurunan menjadi 0,1215 mg/l. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa biomassa *Imperata cylindrica* dapat mengadsorpsi logam Cr(VI) dalam limbah cair sasirangan tersebut dengan kapasitas adsorpsi sebesar 25,87%.

Kemampuan Recovery Ion Logam Cr(VI) yang Terikat pada Biomassa Rumput Alang-alang

Proses *recovery* berkaitan dengan proses pelepasan ion logam yang terikat pada biomassa. *Recovery* Cr(VI) dari biomassa rumput alang-alang dilakukan dengan metode teh celup.

Seperti halnya proses adsorpsi, *recovery* juga menggunakan biomassa yang dikontakkan dengan larutan logam dengan metode teh celup.

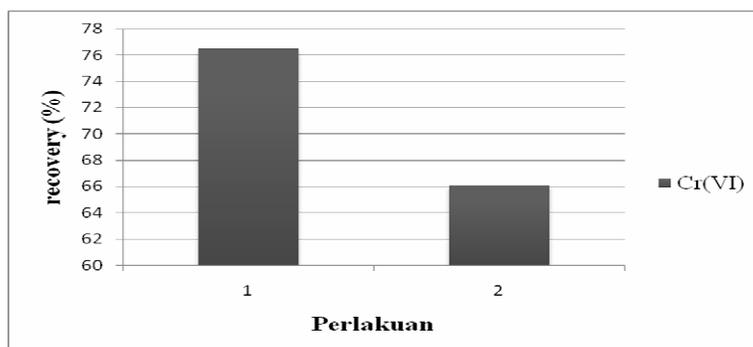
Menurut Ahalya *et al.* (2005) *recovery* dapat dilakukan menggunakan asam-asam mineral encer seperti HCl, H₂SO₄, HNO₃ dan CH₃COOH untuk mendesorpsi logam dari biomassa.

Asam mineral dengan konsentrasi di atas 0,1M tidak cocok digunakan untuk meregenerasi biomassa karena akan merusak biomassa (Susanti *et al.*, 2004). Pada penelitian ini digunakan HCl 0,1 M untuk me-*recovery* Cr(VI) dari biomassa rumput alang-alang.

Tabel 5. Persen *recovery* Cr(VI) dari biomassa rumput alang-alang

Ulangan ke-	Co (mg/l)	Ce (mg/l)	Cr teradsorpsi (mg/l)	Cr (mg/l)	% Recovery
1	23,25	20,7	2,55	1,95	76,47059
2	23,25	20,45	2,8	1,85	66,07143

Sumber : Data primer yang diolah



Gambar 4. Hasil *recovery* Cr(VI) yang teradsorpsi pada biomassa *Imperata cylindrica*

Logam Cr(VI) yang dapat diperoleh kembali (*recovery*) dapat dilihat pada tabel 5 dan pada gambar 4. Pada ulangan ke 1, Cr(VI) yang dapat diperoleh kembali sebesar 76,47059%, sedangkan pada ulangan ke 2 sebesar 66,07143%. Persen *recovery* Cr(VI) yang dapat diperoleh pada ulangan 1 lebih besar hal itu disebabkan karena jumlah gugus aktif yang dapat mengikat logam lebih banyak sehingga jumlah Cr(VI)

yang dapat terserap juga lebih banyak, sedangkan pada ulangan ke 2 jumlah Cr(VI) yang dapat terserap oleh biomassa menurun, hal itu disebabkan karena berkurangnya kemampuan biomassa yaitu berkurangnya gugus aktif dari biomassa yang dapat mengikat logam Cr(VI) karena gugus aktif biomassa telah berikatan dengan logam Cr(VI) pada ulangan 1.

Cr(VI) dapat terlepas dengan mudah dari biomassa *Imperata cylindrica* setelah perlakuan dengan HCl. Perlakuan dengan HCl pada proses ini bertujuan untuk melepaskan ion logam yang terikat pada dinding sel biomassa melalui mekanisme pertukaran ion. Proses terikatnya Cr(VI) pada dinding sel biomassa *Imperata cylindrica* terjadi melalui mekanisme pertukaran ion saja sehingga dapat dengan mudah lepas dari dinding sel tersebut melalui pertukaran ion H^+ . Proses *recovery* logam ini sangat berkaitan dengan prinsip HSAB, dimana asam keras cenderung berikatan dengan basa keras dan asam lunak cenderung berikatan dengan basa lunak. Ion logam Cr(VI) merupakan asam keras, sedangkan ion H^+ merupakan asam lunak sehingga ion logam Cr(VI) dapat ditukar oleh ion H^+ . Larutan HCl pada proses ini hanya melepaskan ion logam yang terikat pada dinding sel biomassa melalui mekanisme pertukaran ion.

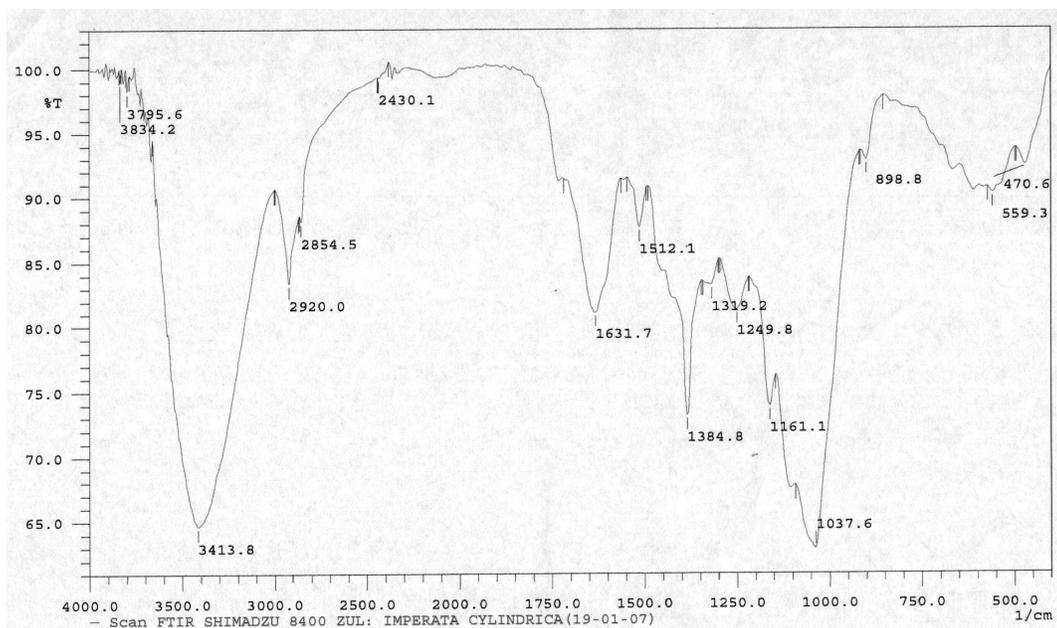
Hal ini juga dapat dijelaskan berdasarkan kemampuan polarisasinya. Menurut Hughes & Poole (1989) dalam Jasmidi dkk., (2002), menyatakan bahwa kation dengan kemampuan polarisasi

yang tinggi merupakan pusat muatan positif yang berkepadatan tinggi menghasilkan interaksi yang kuat dengan ligan dan ion yang berukuran kecil bermuatan tinggi akan memiliki kekuatan ikatan yang makin besar daripada ion yang berukuran besar bermuatan rendah.

Proses perolehan kembali (*recovery*) logam Cd(II) yang terikat pada biomassa dilakukan dengan menggunakan asam encer dalam penelitian ini menggunakan HCl 0,1 M. Penggunaan asam encer 0,1 M karena asam mineral di atas 0,1 M dapat merusak biomassa (Susanti, dkk., 2004).

Identifikasi Gugus Fungsi Biomassa Rumput Alang-alang (*Imperata cylindrica*)

Biomassa *Imperata cylindrica* yang dianalisis merupakan biomassa yang alami atau belum diinteraksikan dengan logam Cr(VI). Biomassa *Imperata cylindrica* tersebut dianalisis dengan FTIR Shimadzu 8400 untuk mengidentifikasi keberadaan gugus-gugus fungsional yang terdapat pada biomassa *Imperata cylindrica*. Hasil analisis gugus fungsional yang berupa spektrum Inframerah *Imperata cylindrica* tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

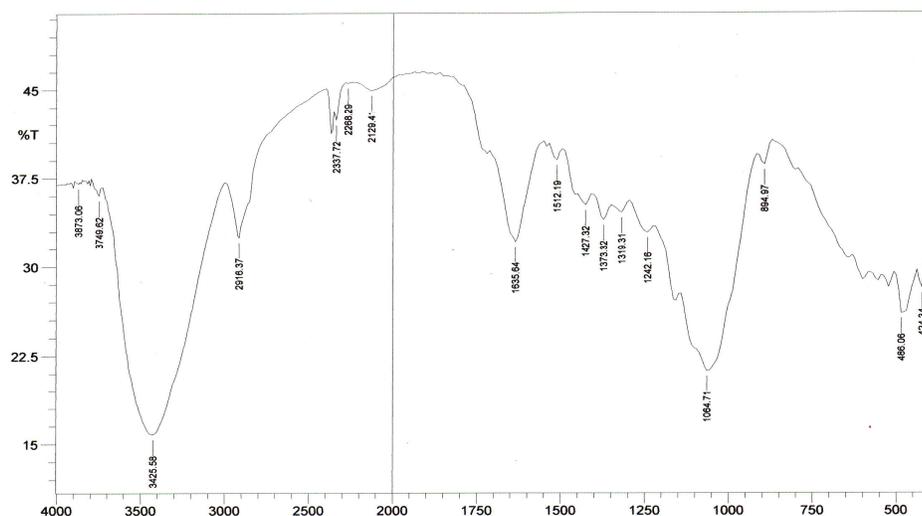


Gambar 5. Spektrum Inframerah Biomassa *Imperata cylindrica*

Berdasarkan spektrum Inframerah biomassa *Imperata cylindrica* yang disajikan pada gambar 5, terdapat beberapa puncak-puncak serapan pada bilangan gelombang sebagai berikut, 3413,8 ; 2920,0 ; 2854,5 ; 2430,1 ; 1631,7 ; 1512,1 ; 1384,8 ; 1319,2 dan 1037,6 cm^{-1} . Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3413,8 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -OH . Pada bilangan gelombang ini juga menunjukkan adanya vibrasi ulur N-H yang diperkuat dengan adanya pita serapan lemah di sebelah kiri bilangan gelombang 3413,8 cm^{-1} yang merupakan vibrasi dari ion ammonium. Pernyataan ini diperkuat lagi dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1161,1 cm^{-1} dan 898,8 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi ulur C-N dari amina

aromatik tersier dan vibrasi tekukan N-H ke luar bidang.

Serapan lemah pada bilangan gelombang 2920,0 cm^{-1} dan 2854,5 cm^{-1} yang mengidentifikasi adanya vibrasi ulur dari -CH alifatik. Vibrasi ulur -OH dari ikatan hidrogen juga teridentifikasi pada bilangan gelombang 2430,1 cm^{-1} dengan pita serapan yang lemah. Pada bilangan gelombang 1631,7 cm^{-1} muncul pita serapan yang cukup kuat yang menunjukkan vibrasi ulur asimetri anion -COO^- . Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1384,8 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -C-H dari CH_3 dan pita serapan pada bilangan gelombang 1319,2 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur -C-O asam karboksilat dalam bentuk dimer. Getaran dari -O-CH_3 teridentifikasi pada bilangan gelombang 1037,6 cm^{-1} (Tan, 1998)



Gambar 6. Spektrum Inframerah Biomassa *Imperata cylindrica* yang telah dikontakkan dengan logam Cr(VI)

Spektrum Inframerah yang tersaji pada gambar 6 memperlihatkan adanya pergeseran serapan pada beberapa bilangan gelombang, yaitu bilangan gelombang $3413,8 \text{ cm}^{-1}$ yang lebar mengidentifikasi adanya vibrasi O–H yang berikatan hidrogen mengalami pergeseran menjadi $3425,58 \text{ cm}^{-1}$. Vibrasi ulur C–H alifatik untuk CH_2 yang teridentifikasi pada bilangan gelombang $2920,0 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,5 \text{ cm}^{-1}$ mengalami pergeseran menjadi $2916,37 \text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $1384,8 \text{ cm}^{-1}$ mengalami pergeseran menjadi $1373,32 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur –C–H dari CH_3 . Pergeseran puncak juga terjadi pada bilangan gelombang $1631,7 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur asimetri anion –COO^- menjadi $1635,64 \text{ cm}^{-1}$. Pita serapan pada bilangan gelombang $1512,1 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi ulur C=C aromatik juga mengalami pergeseran menjadi $1512,19 \text{ cm}^{-1}$.

Sedangkan untuk rangkaian C–O untuk karboksilat juga mengalami pergeseran dari bilangan gelombang $1319,2 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $1319,31 \text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $1037,6 \text{ cm}^{-1}$ untuk getaran O– CH_3 bergeser menjadi $1064,71 \text{ cm}^{-1}$.

Selain itu, pergeseran yang muncul pada bilangan gelombang $3413,8 \text{ cm}^{-1}$ juga mengidentifikasi adanya vibrasi N–H yang diperkuat dengan munculnya serapan di sekitar 1100 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ulur C–N dari amina, serta munculnya serapan lemah di sebelah kiri dari bilangan gelombang $3413,8 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya ion ammonium. Adanya pergeseran yang terjadi pada pita serapan dari suatu gugus fungsi menunjukkan bahwa biomassa *Imperata cylindrica* mampu mengikat Cr(VI), yaitu melalui gugus hidroksil, karboksil, metil, ammonium, dan rangkaian alkana.

Tabel 6. Perbandingan serapan biomassa *Imperata cylindrica*, biomassa *Imperata cylindrica* yang telah dikontakkan dengan Cr(VI)

Biomassa <i>Imperata cylindrica</i>	Biomassa <i>Imperata cylindrica</i> yang telah dikontakkan dengan Cr(VI)	Perkiraan gugus fungsi
3413,8	3425,58	Vibrasi ulur -OH
2920,0	2916,37	Rangkaian CH dari CH ₃
2854,5	2916,37	Rangkaian CH ₂ dan CH ₃
1631,7	1635,64	Vibrasi ulur asimetri anion -COO ⁻
1512,1	1512,19	C=C aromatik
1384,8	1373,32	Rangkaian CH dari CH ₃
1319,2	1319,31	Rangkaian C-O dari karboksilat
1037,6	1064,71	Getaran O-CH ₃

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. pH optimum untuk adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica* adalah pada pH 3 sebesar 94,03%.
2. Waktu kontak optimum untuk adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica* yaitu 90 menit dengan banyaknya Cr(VI) yang teradsorp sebesar 13,513%.
3. Kapasitas adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica* yaitu berkisar antara 10 – 20 mg/l.
4. Kapasitas adsorpsi Cr(VI) oleh biomassa *Imperata cylindrica* pada limbah cair sasirangan yaitu sebesar 25,87%.
5. Kemampuan *recovery* Cr(VI) berkisar antara 66,07% sampai 76,47%.
6. Gugus-gugus fungsi yang ada pada biomassa *Imperata cylindrica* adalah gugus hidroksil, karboksil, metil, amina dan rangkaian alkana; dimana semua gugus fungsi tersebut mengalami interaksi dengan Cr(VI).

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Kepala laboratorium Dasar FMIPA Universitas Lambung Mangkurat beserta para teknisi.
2. Teknisi Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pemberantasan Penyakit Menular (BTKL PPM) Banjarbaru.
3. Teknisi Laboratorium Kimia Organik FMIPA UGM Yogyakarta.
4. Bapak Noer Komari, S.Si, M.Kes selaku dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989. *Pedoman Teknologi Tekstil Kerajinan Tritic, Jumputan dan Sasirangan*. Departemen Perindustrian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan Batik. Yogyakarta. Hal. 2-5.
- Anonim, 2005. *Kain Sasirangan Sulaman Arguci*. Dinas Perindustrian Perdagangan Penanaman Modal dan Koperasi. Banjarbaru.
- Baig, T.H., A.E. Garcia, K.J. Tiemann, J.L. Gardea-Torresdey. 1999. *Adsorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of Solanum Elaeagnifolium (Silverleaf)*

- nightshade*), hlm. 131-142. Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research.
- Bassett, J., R.C. Denney, G.H. Jeffery, J. Mendham. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Dalimartha, S. 2004. *Jaga-jaga Penting untuk Anda*. <http://www.jaga-jaga.com> Diakses tanggal 13 Maret 2006
- Flores-Velez, L.M, G. Ruiz, M.E Reyes, C. Heydrich & B. Reyes . 1995. Speciation of Cr(VI) In Soil. Extracts by Polarographic Method. *Intern J. Environ Anal Chem Rev* 61 : 177-178.
- Gardea-Torresdey, J.L., J.H. Gonzalez, K.J. Tiemann, O. Rodriguez. 1998. *Biosorption of Cadmium, Chromium, Lead, and Zinc By Biomass of Medicago Sativa (Alfalfa)*. *Journal of Hazardous Materials*, 57: 29-39.
- Goksungur, Y., Uren, S., dan Guvenc, U. 2003. Biosorption of Copper Ions by Caustic treated Waste Baker's Yeast Biomass. *Turk Journal of Biology* (27) : 23-29.
- Gupta, S. & B. V. Babu. 2006. *Adsorption of Chromium (VI) by a Low-Cost Adsorbent Prepared from Tamarind Seeds*. Chemical Engineering Group, Birla Institute of Technology and Science Rajasthan, India :1-6
- Horsfall, M. 2004. *Studies on The Effect of pH on The Sorption of Pb²⁺ and Cd²⁺ Ions from Aqueous Solutions by Caladium bicolor (Wild cocoyam) Biomass*. *Electronic Journal of Biotechnology* Vol. 7 No. 3 (313-323).
- Juniarita, R. & Herdiansyah. 2003. Adsorption of Cr(VI) on Black Water. *Indonesian Journal of Chemistry*, 3(3): 169 – 175.
- Kozuh, N, J. Stupar & B.Gorenc. 2000. *Reduction and Oxidation Processes of Chromium In Soils*. *Environ Sci Technol* 34 : 112-119.
- Lestari, S.E. et al., 2003. *Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa Saccharomyces Cerevisiae yang Terimobilkan Pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II)*. *Teknosains* 16A (3): 357-371.
- Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udag sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*. Institut Pertanian Bogor.
- Ningsih, F. 2002. *Studi Kemamp Mikroalga Chlorella sp. Dalam Mengadsorpsi Logam Berat Timbal*. Universitas Negeri Malang. Malang
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Richard, F.C & A.C.H Bourg. 1991. *Aqueous Geochemistry of Chromium a Review*. *Wat Res* 25 ; 807.
- Rismunandar. 1989. *Mendayagunakan Tanaman Rumput*. Cetakan kedua. Penerbit Sinar Baru, Bandung.
- Rodriguez, F.J, S.Gutierrez, J.G Ibanez, J.L Bravo & N. Batina. 2000. *The Efficiency of Toxic Chromate Reduction by a Conducting Polymer (Polypyrrole) Influence of Electropolymerization Condition*. *Environ.Sci.Technol* 34 : 2018-2023.

- Samiran dan Ismail. 2005. *Lima Akar yang Bikin Perkasa*.
<http://keris.blogs.ie/2005/03/16>
Diakses tanggal 20 Maret 2006
- Sastroutomo, S. S. 1990. *Ekologi Gulma*. Penerbit PT Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Slamet, J. S. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Cetakan kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suhendrayatna, 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan. *Bioteknologi untuk Indonesia abad 21. Vol. 1* : 1-9.
- Svehla, G. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi ke-5. Terjemahan L. Setiono & A. H. Pudjaatmaka. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta : 270.
- Viera, R.H.S.F., B. Volesky. 2000. Biosorption: a Solution to Pollution? *Internatl Microbiol.* 3: 17 – 24.