

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN BBI
OLEH : YEFRIDAA, MSi DAN DRA. YUNIARTIS**

BAB I PENDAHULUAN

Di era industrialisasi yang disertai dengan globalisasi di beberapa negara berkembang termasuk Indonesia, kualitas lingkungan terutama air menjadi suatu permasalahan nasional yang perlu dicari pemecahannya. Untuk itu diperlukan pengolahan air secara baik agar tidak membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup terutama manusia (Darmono, 2001).

Salah satu parameter limbah cair yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan adalah logam berat, seperti timbal, krom, kadmium, merkuri, nikel, tembaga, dan arsen (Wisjnuprpto,1996). Kehadiran ion logam-logam berat dalam perairan dengan konsentrasi yang relatif tinggi, dapat meracuni kehidupan organisme perairan, sedangkan dalam konsentrasi yang relatif rendah, akan diserap oleh organisme perairan tingkat rendah, seperti plankton yang kemudian terakumulasi di dalam selnya. Apabila logam berat tersebut terakumulasi dalam tubuh manusia, dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius seperti gangguan syaraf otak pada anak-anak, gangguan ginjal yang akut, dan dapat menyebabkan kematian (Boeckx, 1989).

Beberapa metoda telah dikembangkan sebagai upaya untuk menyerap logam berat dari dalam air. Metoda ini meliputi proses penguapan, pengendapan, dan pertukaran ion. Namun sayangnya metoda-metoda tersebut relatif mahal (Matheickal, 1990). Beberapa biomaterial yang telah diteliti ternyata dapat menyerap ion logam-logam berat antara lain adalah alga, sabut kelapa, sekam padi, dan jamur (Low, 1995; Munaf, 1997; Bai, 2001). Berdasarkan penelitian-penelitian ini diketahui bahwa biomaterial mempunyai kapasitas peyerapan maksimum yang cukup besar terhadap ion logam.

Di Laboratorium Kimia Analisis Lingkungan Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, serbuk gergaji telah dipelajari sebagai biomaterial untuk ion logam tembaga, kadmium, kromium dan seng dalam limbah (Zuwita, 2001; Saswita, 2001). Berdasarkan hasil penelitian

tersebut dapat dikatakan bahwa serbuk gergaji mempunyai kemampuan yang cukup besar untuk menyerap ion logam yang terdapat dalam air.

Seperti halnya karbon aktif dan resin sintetik yang bisa diregenerasi maka pada penelitian ini dicoba untuk meregenerasi serbuk gergaji yang telah digunakan sebagai penyerap ion logam. Pada penelitian ini proses regenerasi dilakukan dengan cara merendam serbuk gergaji yang telah menyerap ion logam dalam larutan HCl atau HNO₃ selama beberapa waktu, kemudian disaring dan diukur konsentrasi larutan ion logam dengan AAS. Proses regenerasi ini disamping untuk memakai kembali biomaterialnya sebagai adsorben, juga dapat digunakan untuk mendapatkan logamnya kembali (*recovery*) terutama untuk logam-logam yang mahal harganya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serbuk Gergaji

Penggunaan kayu sangat banyak sekali manfaatnya bagi kehidupan. Dari hasil pengolahannya didapat limbah berupa padatan serbuk, yang berasal dari pemotongan kayu yang biasanya disebut serbuk gergaji.

Komponen- komponen yang terdapat dalam kayu :

1. Sellulosa

Merupakan komponen kayu terbesar (45%) yang terdapat hampir pada semua jenis kayu. Sellulosa merupakan polimer linier dengan berat molekul tinggi yang tersusun seluruhnya atas β -D-glukosa. Karena sifat-sifat kimia dan fisiknya maupun struktur supramolekulnya, maka ia dapat memenuhi fungsinya sebagai komponen struktur utama dinding sel.

2. Poliosa (hemiselulosa)

Sangat dekat asosiasinya dengan selulosa dalam dinding sel. Lima gula netral yaitu heksosa-heksosa glukosa, manosa, galaktosa, pentosa-pentosa xilosa dan arabinosa merupakan konstituen utama poliosa. Sejumlah poliosa mengandung senyawa tambahan asam uronat. Rantai molekulnya jauh lebih pendek bila dibandingkan dengan selulosa, dan beberapa senyawa mempunyai rantai bercabang. Di dalam kayu terdapat sebanyak 25%.

3. Lignin

Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana . terdapat sebanyak 19% didalam kayu.

4. Senyawa polimer minor

Terdapat dalam kayu dengan jumlah sedikit sebagai pati dan senyawa pektin. Sel parenkim kayu mengandung protein sekitar 1 %, terutama terdapat dalam bagian batang kayu, yaitu kambium dan kulit bagian dalam (Sjostrom, 1995).

2.2 Biosorpsi

Proses penyerapan yang menggunakan material biologi (biomaterial) sebagai sorben disebut biosorpsi. Biomaterial yang digunakan sebagai penyerap disebut biosorben. Biomaterial mempunyai kemampuan yang unik, penyerapan dapat melalui pengikatan aktif dan pasif. Pengikatan aktif melibatkan reaksi metabolisme terjadi pada biomaterial yang hidup sedangkan pengikatan pasif hanya terjadi pada biomaterial yang telah mati (Drake, 1996). Pada pengikatan pasif, penyerapan terjadi pada permukaan dinding sel dan permukaan eksternal lainnya melalui mekanisme kimia dan fisika seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks, dan adsorpsi secara keseluruhan (Gadd, 1993).

Penangkapan logam-logam oleh biomaterial terjadi melalui proses penyerapan yang melibatkan gugus-gugus fungsional yang terikat pada makromolekul permukaan sel seperti : protein, polisakarida, lignin, chitin, chitosan, dan biopolymer lain yang terdapat dalam dinding sel biomaterial tersebut. Gugus fungsional dimaksud meliputi gugus-gugus karboksilat, hidroksil, imidazol, sulfohidril, dan fosfat.

Jenis interaksi yang terjadi berupa interaksi ionik, interaksi polar, interaksi gabungan dan berganda.

a. Interaksi ionik

Terjadi antara kation logam dengan gugus fungsional makromolekul permukaan dinding sel, mirip dengan interaksi dalam resin penukar kation, yang kekuatan spesifiknya tergantung pada jari-jari dan muatan

ion logam, derajat ionisasi anion makromolekul pada pH operasional (treatment) dan persaingan dari muatan positif tertentu dengan polimer.

b. Interaksi polar

Terjadi bila polisakarida penyusun dinding sel biomaterial seperti chitin dan chitosan dapat membentuk kompleks dengan ion logam transisi melalui interaksi dipole-dipol antara kation logam dengan gugus polar seperti $-OH$ dan $-C-O$.

c. Interaksi Gabungan (pembentukan kompleks)

Pembentukan kompleks bergantung pada kemampuan berinteraksi beberapa gugus dalam makromolekul yang berfungsi sebagai ligan untuk membentuk khelat dengan ion logam dan daya mempolarisasi ion logam yang bersangkutan. Daya mempolarisasi ditentukan oleh perbandingan antara muatan dan jari-jari ion logam tersebut. Suatu kation dengan daya mempolarisasi yang tinggi disenangi oleh ligan sebagai pusat muatan positif berkerapatan tinggi, sehingga menghasilkan interaksi yang kuat (Hancock, 1996).

Biomaterial menarik untuk dipelajari dalam proses penyerapan karena banyak terdapat di alam, pengoperasiannya sederhana (relatif murah), mempunyai kemampuan penyerapan relatif tinggi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses biosorpsi, antara lain :

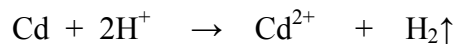
1. Temperatur tidak mempengaruhi proses biosorpsi dalam range $20 - 35^{\circ}C$.
2. pH, merupakan faktor yang paling penting dalam proses biosorpsi karena mempengaruhi sifat kimia logam dalam larutan, aktivitas fungsional grup dari biomaterial dan kompetisi antara ion-ion logam.
3. Konsentrasi biomaterial dalam larutan

Biosorpsi terutama digunakan untuk pengolahan limbah dimana lebih dari 1 macam logam terdapat di dalamnya. Penyerapan satu macam logam dipengaruhi oleh adanya logam-logam lain, contoh penyerapan terhadap uranium dipengaruhi oleh adanya ion Fe^{2+} dan Zn^{2+} (Crompton, 1997; Horsfall, 2006; Gupta, 2006)

2.3 Kadmium

Kadmium adalah logam beracun yang merupakan polutan yang berbahaya bagi lingkungan karena bersifat toksik yang dapat membahayakan makhluk hidup dan ekosistem perairan (Crompton, 1997). Kadmium dapat meleleh pada 320°C dan bersifat sangat elektropositif. Logam-logam kadmium cenderung membentuk kompleks dengan NH₃, ion halida dan CN⁻.

Kadmium dapat melarut lambat dalam asam encer dengan melepaskan hidrogen.



Persenyawaan Kadmium

a. Oksida, CdO

Dibentuk dengan pembakaran logamnya di udara. Asap cadmium oksida sangat beracun. CdO warnanya beragam, dari kuning kehijauan sampai coklat mendekati hitam. Oksida ini akan menyublim pada suhu yang sangat tinggi.

b. Hidroksida, Cd(OH)₂

Larut dalam basa dan mudah larut dalam ammonia kuat berlebih sehingga membentuk amin.

c. Sulfida, CdS

Diperoleh dengan interaksi langsung atau pengendapan oleh larutan asam.

d. Halida, seperti CdF (Flourit)

Persenyawaan dengan halida ini larut dalam air dan pelarut donor lainnya.

2.4 Tembaga

Tembaga dikenal dengan nama Copper yang dilambangkan dengan Cu. Secara kimia tembaga adalah logam yang paling tidak aktif diantara deretan pertama logam peralihan. Tembaga murni mempunyai kilauan merah, bersifat para magnet, biasa dipakai sebagai pengantar arus listrik. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, tembaga menempati posisi pada nomor atom 29 dan mempunyai berat atom 63,546 g/mol.

Tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat

dalam bentuk mineral. Logam Cu ini banyak digunakan pada alat-alat listrik, campuran logam, katalis algisida dan pengawet kayu (Hartati, 1998).

Secara global sumber masuknya logam Cu ke dalam lingkungan dapat terjadi secara alamiah (akibat berbagai peristiwa alam) seperti : erosi batuan, mineral, debu-debu atau partikulat Cu yang ada di udara dan juga secara non alamiah (akibat aktifitas manusia) seperti buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, buangan rumah tangga, pertambangan dan lain-lain.

Sebagai logam berat, Cu berbeda dari logam berat lainnya. Logam berat Cu digolongkan kepada logam berat esensial artinya walaupun termasuk logam berat yang berbahaya tetapi unsur logam ini dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit. Pada manusia Cu dikelompokkan kedalam metalloenzim dalam sistem metabolismenya. Logam Cu dibutuhkan untuk sistem enzim oksidatif. Selain itu Cu juga dibutuhkan oleh manusia sebagai kompleks Cu protein yang mempunyai fungsi tertentu dalam pembentukan haemoglobin, kolagen, pembuluh darah dan myelin otak. Walaupun sangat dibutuhkan, logam Cu dalam metabolismenya akan berbalik menjadi bahan racun untuk manusia bila masuk dalam jumlah berlebihan (Palar, 1994).

Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu Cu, yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Keracunan yang diakibatkan tembaga dapat terjadi secara akut dan kronis. Gejala-gejala akibat keracunan akut yaitu terjadi gangguan pada jalur pernafasan sehingga terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung, rasa terbakar pada epigastrium dan muntah yang berulang-ulang, sedangkan gejala kronis dapat mengakibatkan kemunduran dalam pertumbuhan (Palar, 1994).

2.5 Kromium

Kromium memiliki nomor atom 24 dan massa atom relatifnya 51,9961 g/mol. Logam kromium pertama kali ditemukan oleh *Vauquelin* (1797). Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk unsur tunggal. Logam kromium di alam ditemukan dalam bentuk *chromite* ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). Kromium adalah logam

yang berwarna putih, tak begitu liat (keras tapi rapuh), dan tak dapat ditempa. Logam ini memiliki titik leleh di atas 1800⁰C. Logam kromium larut dalam asam klorida encer atau pekat. Jika tidak terkena udara, akan terbentuk ion-ion kromium.



Logam kromium tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan, logam kromium teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Logam kromium mudah larut dalam HCl, sulfat, dan perklorat. Sesuai dengan tingkat oksidasinya, logam atau ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda sesuai dengan tingkat oksidasinya.

Dalam larutan-larutan air, kromium membentuk tiga jenis ion yaitu :

1. Ion kromium(II) atau kromo, Cr^{2+}

Ion kromium(II) memiliki bilangan oksidasi +2, bersifat agak tidak stabil karena merupakan zat pereduksi yang kuat, bahkan dapat menguraikan air perlahan-lahan dengan membentuk hidrogen. Oksigen dari atmosfer dengan mudah mengoksidasinya menjadi ion kromium(III). Ion ini membentuk larutan yang berwarna biru. Senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{2+} akan bersifat basa.

2. Ion kromium(III) atau kromi, Cr^{3+}

Ion kromium(III) memiliki bilangan oksidasi +3 dan bersifat stabil. Dalam larutan ion-ion ini berwarna hijau atau lembayung. Senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{3+} bersifat amfoter.

3. Ion kromium(VI) atau kromat, CrO_4^{2-} ; dikromat, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Ion kromium(VI) memiliki bilangan oksidasi +6. Ion-ion kromat berwarna kuning, sedangkan dikromat berwarna jingga. Senyawa yang terbentuk dari ion kromium(VI) akan bersifat asam. Ion-ion kromat dan dikromat merupakan zat pengoksidasi yang kuat, sedangkan jika diasamkan, akan terdapat terutama ion-ion dikromat. Berdasarkan sifat kimianya, maka logam kromium dalam

persenyawaan dapat berada dalam salah satu bentuk dari tiga keadaan valensinya (Nazulis, 2002).

Sebagai logam berat, kromium termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh kromium ditentukan oleh bilangan oksidasinya. Senyawaan kromium dalam bilangan oksidasi +3, tingkat toksisitasnya lebih rendah dibandingkan dengan kromium +6. Senyawaan kromium dengan bilangan oksidasi +6 dapat menyebabkan iritasi dan bersifat korosif. Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan keracunan akut dan keracunan kronis, diantaranya logam kromium dapat menyebabkan timbulnya kanker paru-paru dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

Masuknya logam kromium ke dalam perairan bisa melalui dua cara, yaitu : secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah, kromium bisa masuk ke perairan karena disebabkan oleh beberapa macam faktor fisika, seperti : erosi yang terjadi pada batuan mineral, adanya debu-debu dan partikel-partikel kromium di udara yang dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah biasanya merupakan dampak atau efek dari aktifitas yang dilakukan manusia seperti limbah atau buangan industri serta buangan rumah tangga.

Kromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan pelapis (plating) pada bermacam-macam peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga sampai ke mobil. Selain itu, persenyawaan kromium (senyawa-senyawa kromat dan dikromat) juga sangat banyak digunakan dalam perindustrian seperti industri tekstil, penyamakan, pencelupan, zat warna, sebagai bahan peledak dan lain-lainnya.

2.6 Regenerasi Serbuk Gergaji

Regenerasi serbuk gergaji merupakan proses pengolahan serbuk gergaji yang sudah menyerap ion logam, sehingga serbuk gergaji tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk menyerap ion logam. Regenerasi dapat dilakukan dengan berbagai

cara, antara lain : regenerasi dengan asam melalui proses desorpsi dan regenerasi dengan CaCl_2 melalui proses pertukaran kation.

Regenerasi merupakan penarikan kembali logam-logam yang telah terikat pada gugus fungsi adsorben yang dapat dilakukan dengan penambahan atau pencucian adsorben dengan larutan seperti HCl , HNO_3 , EDTA, dan H_2SO_4 (Horsfall, 2006; Gupta, 2006). Regenerasi biosorben merupakan faktor yang penting untuk menekan biaya proses pengolahan limbah dan kemungkinan untuk mendapatkan logamnya kembali. Logam yang teradsorpsi ke dalam biosorben didesorpsi (ditarik kembali), sehingga biosorben dapat digunakan kembali sebagai penyerap.

Regenerasi biosorben merupakan pilihan terbaik bagi lingkungan dan disukai secara ekonomi karena dapat meminimalkan penggunaan bahan baku baru, serta mengurangi kebutuhan untuk proses daur ulang atau pembuangan.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

1. Mencari kondisi optimum regenerasi serbuk gergaji
2. Memanfaatkan kembali serbuk gergaji yang telah diregenerasi sebagai penyerap ion logam berat
3. Menentukan kapasitas penyerapan serbuk gergaji yang telah diregenerasi terhadap ion logam berat

3.2 Manfaat Penelitian

Serbuk gergaji yang telah diregenerasi diharapkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai biosorben sehingga dapat mengurangi limbah sedangkan logamnya, terutama untuk logam-logam yang mahal dapat digunakan untuk keperluan lain.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang, dari bulan Maret 2007 sampai dengan bulan September 2007.

4.2 Alat dan Bahan

4.2.1 Alat yang digunakan

Spektrofotometer Serapan Atom (Alpha-4, A Analys 100), Pengayak (Oktagon 200, Endcots, London, Inggris), Neraca Analitik (AA-200, Denver Instrument Company), Kocok (Haake SWB 20), pengayak (Octagon 200), pH meter (Denver Instrument Company), blender, kertas saring Whatman dan peralatan gelas lainnya.

4.2.2 Bahan yang digunakan

Serbuk gergaji kayu timbalun (*Shorea sp*), serbuk logam Cd, serbuk logam Cu(II), $K_2Cr_2O_7$, HNO_3 , HCl, NaOH, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, asam sitrat, natrium sitrat, bufer standar pH 7, bufer standar pH 4, akuades.

4.3 Prosedur Kerja

4.3.1 Persiapan Serbuk Gergaji Sebagai Biosorben

Serbuk gergaji yang digunakan sebagai penyerap dibersihkan dan dicuci dengan akuades, lalu dikering anginkan, selama lebih kurang 5 hari. Serbuk gergaji kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ukuran partikel $180 \mu m$ Panaskan serbuk pada suhu $90^{\circ}C$ selama 60 menit (kondisi optimum pada penelitian sebelumnya). Serbuk gergaji siap untuk digunakan sebagai biosorben

4.3.2 Penyerapan Ion Logam oleh Serbuk Gergaji

Sebanyak 1,0000 g serbuk gergaji dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian tambahkan 20 mL larutan ion logam (Cd^{2+} , Cu^{2+} , $Cr_2O_7^{\bar{}}$) 50 ppm pH tertentu (kondisi optimum penelitian sebelumnya). Kocok larutan selama 60 menit

dengan kecepatan pengadukan 180 rpm. Saring larutan, tepatkan volume larutan menjadi 20 mL dengan penambahan akuades. Ukur absorban filtratnya dengan menggunakan AAS, sehingga dari nilai absorban dapat ditentukan konsentrasi akhir.

Tentukan konsentrasi logam yang terserap dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Konsentrasi ion logam terserap} = C \text{ awal} - C \text{ akhir}$$

4.3.3 Regenerasi

4.3.3.1 Pengaruh Jenis Asam dan Konsentrasi Asam

Serbuk gergaji yang telah digunakan pada percobaan 4.3.2 dikeringkan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 20 mL HCl dengan variasi konsentrasi (0,01 ; 0,05 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8) M. Kocok larutan selama 1 jam, larutan disaring dan filtratnya dianalisa dengan AAS. Hal yang sama dilakukan terhadap larutan HNO₃.

4.3.3.2 Pengaruh Waktu kontak Terhadap % Regenerasi

Serbuk gergaji yang telah digunakan pada percobaan 4.3.3.1 dikeringkan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 20 mL larutan asam dengan konsentrasi optimum yang didapatkan diatas. Kocok dengan variasi waktu (5, 10, 20, 30, 60, 120 dan 180) menit. Saring larutan kemudian filtratnya dicukupkan menjadi 20 mL. Analisa dengan AAS. Hitung persen regenerasi.

4.3.4 Penyerapan kembali ion logam oleh serbuk gergaji setelah proses regenerasi

Serbuk gergaji yang telah diregenerasi dengan larutan asam (dengan konsentrasi optimum dan waktu kontak optimum yang didapatkan) dicuci dengan akuades sampai pH mendekati netral, kemudian dikeringkan. Tambahkan 20 mL larutan logam ion logam 50 ppm. Kocok larutan selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 180 rpm. Saring larutan dan cukupkan filtratnya dengan akuades.

Analisa dengan menggunakan AAS. Hitung kapasitas penyerapannya, dan bandingkan dengan kapasitas penyerapan serbuk gergaji awal.

4.3.5 Analisis data

Konsentrasi sebelum dan sesudah perlakuan merupakan konsentrasi nyata yang terbaca pada spektrofotometer serapan atom. Kapasitas penyerapan logam ditentukan dengan persamaan :

$$Q = \frac{C_i - C_f}{m} \times V$$

Dimana : Q = Kapasitas penyerapan (mg/ g)
C_i = konsentrasi mula-mula (mg/L)
C_f = Konsentrasi akhir (mg/L)
V = Volume larutan (mL)
m = Masa absorban (g)

Persen regenerasi dengan larutan asam dihitung dengan rumus :

$$\% \text{Regenerasi} = \frac{C \text{ filtrat setelah regenerasi}}{C \text{ terserap pada serbuk gergaji}} \times 100\%$$

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Penyerapan Ion Logam oleh Serbuk Gergaji

Terhadap serbuk gergaji awal dilakukan penyerapan ion logam. Setelah dilakukan penyerapan, dilakukan pengukuran konsentrasi akhir dengan AAS. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 kapasitas penyerapan ion logam oleh serbuk gergaji

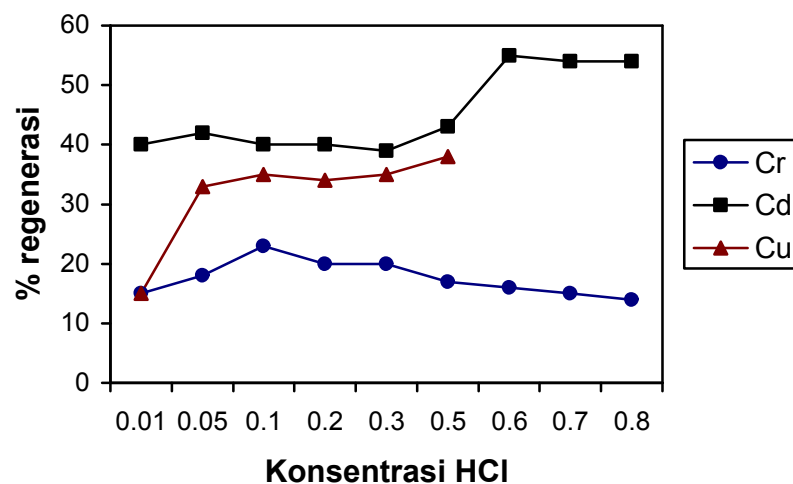
No.	Ion Logam	Konsentrasi (ppm)		Kapasitas Penyerapan (mg/g)
		Awal	Akhir	
1.	Cd^{2+}	49,17	15,68	0,6714
2.	Cu^{2+}	50,48	26,88	0,4720
3.	$\text{Cr}_2\text{O}_7^=$	50,30	12,59	0,8522

5.2 Regenerasi Serbuk Gergaji dengan Larutan Asam

5.2.1 Pengaruh Jenis Asam dan Konsentrasi Asam terhadap % Regenerasi

Terhadap serbuk gergaji yang sebelumnya telah menyerap ion logam dilakukan proses regenerasi dengan menggunakan larutan asam. Regenerasi dengan larutan asam merupakan proses desorpsi, yakni penarikan kembali ion logam yang telah teradsorpsi pada serbuk gergaji dengan menggunakan larutan pendesorpsi. Desorpsi merupakan salah satu proses untuk meregenerasi biomaterial sehingga biomaterial tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk menyerap ion logam. Proses desorpsi tergantung pada jenis larutan dan konsentrasi larutan yang digunakan.. Larutan yang digunakan sebagai pendesorpsi pada penelitian ini adalah HCl dan HNO_3 dengan beberapa variasi konsentrasi yang masing masingnya memberikan % regenerasi yang berbeda (dapat dilihat Gambar 1 dan 2).

Gambar 1. Pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap % regenerasi



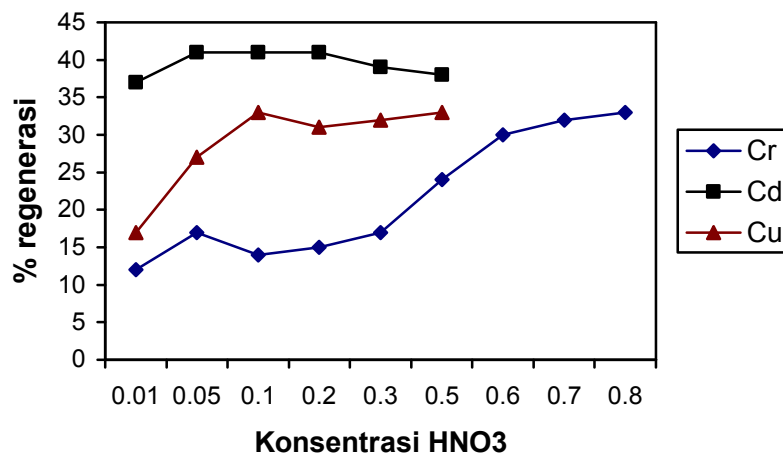
Kondisi percobaan : Volume larutan HCl 20 mL, masa serbuk gergaji 1 g, waktu kontak 1 jam, kecepatan pengadukan 180 rpm.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa HCl 0,6 M memberikan % regenerasi yang optimum untuk logam Cd yaitu sebesar 54,52 %. Artinya sebanyak 54,52 % dari konsentrasi ion Cd (II) yang sebelumnya telah terikat pada gugus fungsi serbuk gergaji dapat ditarik kembali. Pada konsentrasi asam yang lebih besar tidak terjadi lagi kenaikan % regenerasi. Sedangkan untuk logam Cu % regenerasi terbesar didapatkan pada konsentrasi HCl 0,5 M.

Pada konsentrasi dibawah konsentrasi optimum memberikan % regenerasi yang lebih rendah. Hal ini disebabkan kation H^+ yang dapat menarik Cd^{2+} berjumlah sedikit, sehingga belum semua kation logam dapat digantikan oleh H^+ dan masih banyak kation logam yang masih terikat pada gugus fungsi serbuk gergaji. Pada konsentrasi diatas konsentrasi optimum, menghasilkan % regenerasi yang relatif tidak mengalami perubahan hal ini disebabkan karena pergantian H^+ oleh kation logam sudah mencapai titik optimum, sehingga walaupun jumlah kation H^+ yang dimasukkan bertambah, namun kation H^+ tidak bisa lagi menggantikan kation logam yang terikat pada serbuk sehingga % regenerasi yang didapatkan mendekati konstan.

Untuk kation $Cr_2O_7^{=}$, didapatkan % regenerasi yang rendah dengan menggunakan HCl sebagai pendesorpsi walaupun sudah dilakukan variasi konsentrasinya, sehingga dapat disimpulkan kalau HCl bukan larutan pendesorpsi yang cocok untuk kation $Cr_2O_7^{=}$.

Gambar 2. Pengaruh variasi konsentrasi HNO_3 terhadap % regenerasi



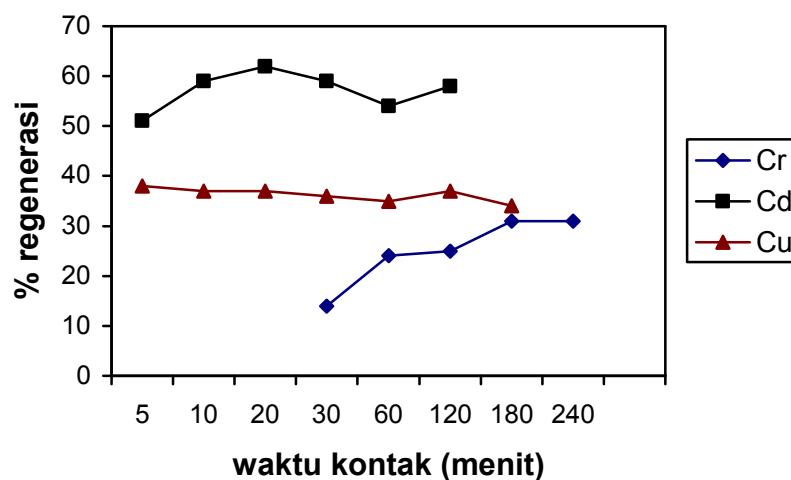
Kondisi percobaan : Volume larutan HNO₃ 20 mL, masa serbuk gergaji 1 g, lama pengadukan 1 jam, kecepatan pengadukan 180 rpm.

Untuk regenerasi dengan HNO₃ hasilnya dapat dilihat dari Gambar 2 di atas. Persen regenerasi serbuk gergaji yang mengandung Cd hampir tidak berubah dengan bertambahnya konsentrasi HNO₃, sedangkan untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cu terjadi kenaikan % regenerasi dengan bertambahnya konsentrasi HNO₃ hingga hingga 0,1 M dan setelah itu konstan. Namun apabila dibandingkan % regenerasi dengan menggunakan HCl maka % regenerasi dengan HNO₃ lebih rendah. Jadi untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cd dan Cu, regenerasi selanjutnya dilakukan dengan menggunakan HCl. Sebaliknya untuk regenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam Cr dengan menggunakan HNO₃ sebagai larutan pendesorpsi memberikan % regenerasi yang jauh lebih baik daripada dengan menggunakan HCl. Oleh karena itu untuk selanjutnya digunakan HNO₃ sebagai larutan pendesorpsinya.

5.2.2 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap % Regenerasi

Setelah didapatkan jenis asam yang digunakan sebagai peregenerasi serbuk gergaji yang telah mengikat ion logam, selanjutnya dilakukan variasi waktu kontak dari (5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240) menit dan dihasilkan data seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap % desorpsi



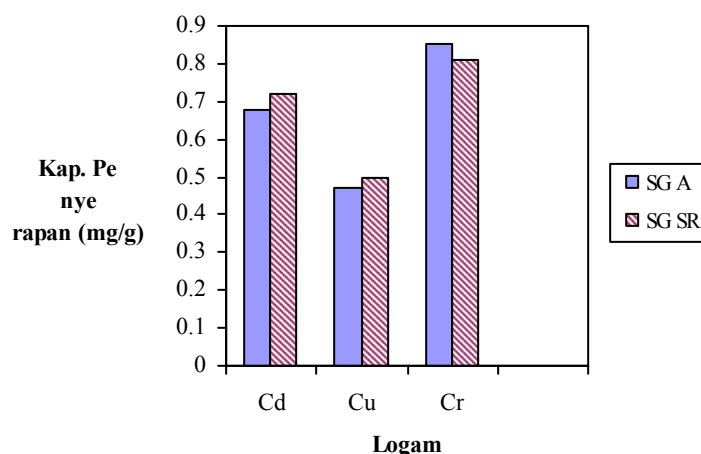
Kondisi percobaan : Volume larutan HCl 0,6 M 20 mL, massa serbuk gergaji 1 g, kecepatan pengadukan 180 rpm.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa % regenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam Cu dapat dikatakan hampir tidak berubah dengan bertambahnya waktu kontak. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh karena proses regenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam Cu berlangsung dalam waktu yang singkat sehingga bertambahnya waktu tidak menyebabkan terjadinya kenaikan % regenerasi. Oleh karena itu untuk logam Cu selanjutnya digunakan waktu kontak 5 menit. Untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cd terjadi kenaikan % regenerasi dengan bertambahnya waktu pengadukan hingga 20 menit dan setelah itu konstan. Demikian juga untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cr, % regenerasi bertambah hingga waktu pengadukan 180 menit dan setelah itu konstan. Jadi untuk regenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam Cd selanjutnya digunakan waktu pengadukan selama 20 menit sedangkan untuk regenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam Cr selanjutnya digunakan waktu pengadukan selama 180 menit. Perbedaan waktu pengadukan yang dibutuhkan untuk meregenerasi serbuk gergaji yang mengandung logam yang berbeda disebabkan oleh mudah atau susah nya H^+ menggantikan ion logam yang terikat pada serbuk gergaji tersebut.

5.3 Penggunaan kembali serbuk gergaji setelah proses regenerasi dengan asam

Pada percobaan ini dilakukan penyerapan ion logam dengan menggunakan kondisi yang sama dengan penyerapan yang dilakukan dengan menggunakan serbuk gergaji awal. Perbandingan kapasitas penyerapan antara serbuk gergaji awal dengan serbuk gergaji setelah regenerasi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini :

Gambar 4 Perbandingan kapasitas penyerapan antara serbuk gergaji awal dengan serbuk gergaji setelah regenerasi



Keterangan : SGA = Serbuk Gergaji Awal
 SGSR = Serbuk Gergaji Setelah Regenerasi

Berdasarkan Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa kapasitas penyerapan serbuk gergaji setelah proses regenerasi untuk logam Cd dan Cu terjadi kenaikan sedangkan untuk logam Cr terjadi penurunan. Namun kenaikan dan penurunan % regenerasi ini tidak terlalu besar sehingga dapat dianggap bahwa kapasitas penyerapan serbuk gergaji sebelum dan setelah proses regenerasi tidak berubah sehingga dapat disimpulkan bahwa serbuk gergaji setelah proses regenerasi dapat digunakan kembali sebagai penyerap ion logam.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari data dan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa

- Regenerasi untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cu dan Cd dapat dilakukan dengan menggunakan larutan HCl, sedangkan untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cr regenerasi dilakukan dengan menggunakan larutan HNO₃
- Kapasitas penyerapan serbuk gergaji yang telah diregenerasi terhadap ion logam Cd, Cu dan Cr tidak berbeda jauh dengan kapasitas penyerapan serbuk gergaji awa

- Serbuk gergaji yang telah diregenerasi dengan larutan asam masih efektif digunakan untuk menyerap ion logam Cd, Cu dan Cr dalam air

6.2 Saran

Proses regenerasi ini dilakukan dengan asam berdasarkan asumsi bahwa mekanisme yang terjadi adalah pertukaran ion. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme pertukaran ion yang terjadi dalam proses penyerapan ion logam dengan menggunakan serbuk gergaji ini.

RINGKASAN DAN SUMMARY

RINGKASAN

Penyisihan ion logam yang beracun atau ion logam yang bernilai ekonomis tinggi dari air limbah merupakan sesuatu hal yang sangat penting bagi lingkungan maupun bagi industri.

Jika proses pengolahan limbah dilakukan dengan menggunakan biosorben maka regenerasi biosorben penting dilakukan untuk menekan biaya proses dan untuk mendapatkan ekstrak logamnya. Proses desorpsi harus menghasilkan logam dalam konsentrasi yang lebih tinggi dan biosorbennya dapat digunakan kembali.

Mekanisme desorpsi mirip dengan pertukaran ion, dimana logam-logam dielusi dari biosorben dengan larutan yang cocok. Larutan yang digunakan dapat berupa asam-asam yang tidak mahal seperti HCl, HNO₃ dan H₂SO₄.

Pada penelitian ini telah dipelajari tentang regenerasi dan pemanfaatan kembali serbuk gergaji sebagai penyerap ion logam Cd, Cu dan Cr dalam air. Regenerasi dilakukan untuk mempelajari kemungkinan untuk menggunakan kembali serbuk gergaji kayu meranti (*Shorea sp*) sebagai penyerap ion logam. Proses regenerasi dilakukan dengan cara memvariasikan *regeneration agent* dan waktu kontak. *Regeneration agent* yang digunakan yaitu HCl dan HNO₃. Berdasarkan nilai kapasitas penyerapan terhadap ion logam Cd, Cu dan Cr dapat disimpulkan bahwa serbuk gergaji setelah proses regenerasi dapat dimanfaatkan kembali sebagai penyerap ion logam tersebut, dimana untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cd dan Cu digunakan HCl dan untuk serbuk gergaji yang mengandung logam Cr digunakan HNO₃ sebagai *regeneration agent* dengan waktu kontak optimum yang berbeda.

Kata kunci : regenerasi, *regeneration agent*, pemanfaatan kembali, serbuk gergaji

SUMMARY

The removal of toxic or valuable metal ions from wastewaters is of the great importance from an environmental and industrial point of view. The biosorption of metal ions by algae, industrial wastewaters and other natural materials has revealed a promising property with potential for industrial use.

If the biosorption process is to be used as an alternative in wastewater treatment, the biosorbent regeneration may be crucially important to keep low processing cost and open the possibility to recover the extracted metal(s) from the liquid phase. The desorption process should yield metals in a concentrated form, which facilitates disposal and restores biosorbent for effective use.

The desorption mechanism is similar to ion exchange where metals are eluted from the biosorbent by an appropriated solution to give a small, concentrated volume of metal-containing solution. The biomass stripping can be achieved with a relatively inexpensive acid such as HCl, HNO₃ and H₂SO₄.

The study about regeneration and reuse sawdust as a sorbent for Cd, Cu and Cr metal ion in water has been done. Regeneration aim is to open the possibility to reuse sawdust from Timbalun wood (*Parashorea Lucida Sp*) as a metal sorbent. Regeneration process is done by varying regeneration agent and contact time. HCl and HNO₃ are used as regeneration agent. Based on adsorption capacity value, it can conclude that sawdust after regeneration process can reuse as a sorbent for metal ions.

Keywords : regeneration, regeneration agent, reuse, sawdust

CURICULUM VITAE

Name : Yefrida, MSi
Sex : Female
Place of Birth : Sungai Penuh, Indonesia
Date of Birth : 14 March 1969
Nationality : Indonesia
Office : Department of Chemistry, Andalas University
Kampus Limau Manis, Padang, Indonesia 25163
Phone/Fax : 62-751-71681
Home : Jl. Pasar Raya I/4A, Padang, Indonesia 25000
E-mail : yefrida23@yahoo.co.id

Education

1997 – 1999 : Master of Science (M.Si) in Analytical Chemistry
With 3. 44/4, Department of Chemistry, Institute
Teknologi of Bandung
1989 – 1993 : Bachelor of Science (S.Si) in Analytical
Chemistry with GPA 3.06/4, Department of
Chemistry, Andalas University, Indonesia

Publications

- Yefrida**, R. Kamila, Refilda, Regeneration and reuse sawdust powder from Kayu Meranti (*Shorea, sp*) as a sorbent for cadmium ion in water, Jurnal Dampak, 2008
(*in press*)
- Yefrida**, I. Yulia, Refilda, Sorption capacity of rice hull as a sorbent for chlorofenol compound that founded after chlorination water processing, Jurnal Dampak, Vol. 3, No. 1, 29-32, 2006
- Refilda, **Yefrida**, Production of liquid smoke from agricultural waste, research report, 2006
- Yefrida**, R. Rahmaisa, R.Zein, Using Coconut shell as a sorbent for chromium ion, research report, 2005
- Yefrida**, Indrayati, Refilda, Cob powder (*Zea mays* Linn) as a sorbent for ammonia, J. Kimia Andalas, Vol. 10, No.2, 98-102, 2004
- Yuniartis, **Yefrida**, Coagulation mechanism of Congo red dyestuff by supernatant of zeolite processing, , J. Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Vol. 13, No.2, 179-182, 2004

Yefrida, Buchari, S. Rochani, Coagulation mechanism of Congo red dyestuff by supernatant of zeolite processing, , J. Kimia Andalas, Vol. 8, No. 1, 24-28, 2002

Yefrida, Mirawati, R. Zein, Determination of total suspended solid, nitrate and nitrit in Batang Arau River, Padang, Research report, 2002

Seminar

Cadmium desorption from Meranti wood sawdust (*Lucida* sp), presented at The 9th International seminar on the role of chemistry in industry and environment, Padang, 27-28 November 2007

Reducing of Cadmium ion in laboratory waste water using Timbalun wood sawdust (*Parashorea lucida* sp), presented at International Symposium on Management of Aquatic and Marine Environment, Padang, 22-23 January 2007

Reducing of Lead ion in laboratory waste water using Timbalun wood sawdust (*Parashorea lucida* sp), presented at Seminar BKS-PTN Wilayah Barat, Padang, 9-11 July, 2006

Determination of magnesium by indirect spectrophotometry, presented at Seminar BKS-PTN Wilayah Barat, Jambi, 18-19 July 2005

Coagulation mechanism of Congo red dyestuff by supernatant of zeolite processing, presented at Asian Conference on Chemistry in Industry and Environment, Padang, 03 September 2002

Coagulation mechanism of Congo red dyestuff by supernatant of zeolite processing, Riau, 8-9 Mei 2000

Research Interest

Water and Waste water treatment

