

OPTIMALISASI pH UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIFITAS DAN SELEKTIFITAS ADSORBEN HIBRID SILIKA PADA SIMULTAN ION LOGAM DIVALEN Zn(II) DAN Cd(II) DENGAN METODE EKSTRAKSI FASE PADAT

Lisnawaty Simatupang, Ratna Sari Dewi, Boston Sidabutar

Jurusan Kimia, FMIPA UNIVERSITAS Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V, Medan, Indonesia 20221
e-mail: s.lisnawaty@yahoo.co.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan adsorben hibrid silika kitosan dan aplikasinya untuk menyerap logam berat Zn(II) dan Cd(II). Silika diperoleh dari abu sekam padi, sedangkan kitosan diperoleh dari kulit udang. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan bahwa perbandingan silika kitosan yang optimum yaitu 20:4% (20 mL larutan natrium silikat : 0,4 gram kitosan dalam 10 mL asetat 2%) dengan luas permukaan 189,405 m²/g. Adsorpsi simultan Zn(II) dan Cd(II) dilakukan dengan metode ekstraksi fase padat (EFP) yang dilakukan dengan variasi pH larutan 4, 5, 6, 7, 8 yang bertujuan untuk menentukan pH optimum dalam proses adsorpsi. Hasil pengukuran dengan menggunakan SSA menunjukkan bahwa Jumlah ion logam Zn(II) dan Cd(II) teradsorpsi maksimum pada pH adsorpsi = 6, dengan jumlah ion logam Zn(II) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan ion logam Cd(II). Jumlah logam yang teradsorpsi pada pH 6 untuk logam Zn(II) adalah 44,96 mg/L, sedangkan untuk logam Cd(II) adalah 0,56 mg/L. Metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) dengan menggunakan adsorben hibrid silika kitosan lebih selektif dan efektif dalam menyerap ion logam Zn(II) yang mampu mengadsorpsi hingga mencapai 20,51% sedangkan untuk ion logam Cd(II) hanya 0,3%.

Kata Kunci : adsorben, hibrid silika kitosan, pH, ekstraksi fase padat (EFP)

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan perairan khususnya logam merupakan permasalahan global multidimensional. Hal ini semakin serius seiring dengan semakin meningkatnya penggunaan logam berat dalam bidang industri. Logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh sehingga akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang cukup lama dan jauh dari sumber pencemar utamanya (Suhendrayatna, 2001). Limbah industri dan pertambangan merupakan sumber utama polusi karena kandungan logam beratnya. Logam-logam berat ini dapat membahayakan kesehatan manusia jika konsentrasinya melebihi batas ambang yang diijinkan karena sangat beracun bagi organisme air bahkan pada konsentrasi rendah. Walaupun konsentrasinya belum melebihi batas ambang keberadaan logam berat telah diketahui bersifat akumulatif dalam sistem biologis yang memiliki efek beracun dan bahkan karsinogenik pada makhluk hidup yang sangat membahayakan (Habibi, 2009).

Penanganan limbah logam berat telah banyak dilakukan untuk mengatasi pencemaran dan resiko keracunan bagi makhluk hidup. Salah satu metode untuk menurunkan konsentrasi logam berat dalam lingkungan perairan adalah metode adsorpsi. Proses adsorpsi diharapkan dapat mengambil ion-ion logam berat dari perairan. Teknik ini lebih menguntungkan daripada teknik yang lain dilihat dari segi biaya yang tidak begitu besar serta tidak adanya efek samping zat beracun (Blais, 2000). Metode adsorpsi umumnya berdasar interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan

kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya gugus fungsional seperti –OH, –NH, –SH dan –COOH.

Silika gel merupakan salah satu jenis adsorben yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan, kandungan utama silika gel adalah silika. Komponen utama dari abu sekam padi adalah silika (sekitar 86,9-97,8%), karenanya abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan silika gel. Silika gel merupakan material berpori dan berbentuk amorf, adanya ketidakteraturan susunan molekul pada struktur silika gel menyebabkan terbentuknya pori yang tidak teratur. Kelemahan penggunaan silika gel sebagai adsorben adalah rendahnya daya serapnya apabila digunakan untuk mengadsorpsi ion logam. Sedangkan kitosan memiliki situs aktif (-NH₂) yang lebih mampu mengikat ion logam yang bersifat asam Lewis karena N pada –NH₂ lebih bersifat basa Lewis daripada O pada Si-OH dan Si-O-Si.

Kitosan merupakan salah satu resin alami yang dapat dibuat dari kulit udang. Kitosan merupakan polimer alami yang bersifat non toksis, lebih ramah lingkungan dan mudah terdegradasi secara alami. Kitosan mempunyai sifat menyerap dan menggumpal yang baik. Senyawa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap logam-logam berat yang dihasilkan oleh limbah industri (Hargono, 2007). Kemampuan kitosan untuk mengikat logam dengan cara pengkhlatan adalah dihubungkan dengan kadar nitrogen yang tinggi pada rantai polimernya.

Berbagai upaya telah banyak dilakukan diantaranya dengan imobilisasi gugus amina (-NH₂) dari senyawa aktif aminopropiltrimetoksisilan pada silika gel melalui proses sol-gel untuk adsorpsi simultan ion logam divalen dalam sistem *batch* yang ternyata meningkatkan daya serap silika gel tersebut (Simatupang, 2007). Hanya saja senyawa aktif Aminopropiltrimetoksisilan sebagai sumber gugus amina (-NH₂) harganya sangat mahal. Begitu pula efektivitas adsorpsi dengan sistem *batch* yang diperoleh masih belum optimal yakni *recovery* lebih kecil dari 80%.

Untuk penelitian ini hibrid silika kitosan (HSK) akan diaplikasikan untuk mengikat ion logam divalen Zn(II) dan Cd(II) dengan mengoptimalkan metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) dengan variasi pH. Ekstraksi fase padat (*Solid Phase Extraction/ SPE*) merupakan suatu proses ekstraksi yang dilakukan dengan melewati larutan sampel melalui suatu lapisan partikel penjerap, analit yang diinginkan akan berpindah dari larutan sampel dan terkonsentrasi pada lapisan penjerap, kemudian dipindahkan dari penjerap dengan penambahan pelarut pengelusi.

Kondisi keasaman larutan ion logam memberikan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsi dengan menggunakan silika modifikasi sehingga perlu ditentukan pH optimum proses adsorpsi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Buhani (2010), Pengaruh pH pada adsorpsi ion Cd(II) pada adsorben HAS (Hibrid Amino Silika) menunjukkan bahwa adsorpsi ion Cd(II) oleh hibrid amino silika cenderung mengalami peningkatan seiring kenaikan pH dan teradsorpsi maksimum pada pH 6 sedangkan pada pH 7 dan 8 jumlah ion Cd(II) yang teradsorpsi mulai menurun karena pada pH tersebut ion Cd(II) sudah mulai mengendap.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti perlu mempelajari optimalisasi pH untuk meningkatkan efektivitas dan selektivitas adsorben Hibrid Silika Kitosan (HSK) pada simultan ion logam divalent Zn(II) dan Cd(II) dengan metode Ekstraksi Fase Padat (EFP).

Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan, Jln. Willièm Iskandar Pasar V Medan Estate, pengukuran SSA dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Nasional, Jalan Sisingamangaraja, Medan.

Alat dan Bahan

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, oven, furnace, ayakan ukuran 200 mesh, hotplate dan stirer, alat penggerus (lumpang dan mortar),

desikator, peralatan gelas, kolom EFP dan spektrofotometer serapan atom (SSA) yang digunakan untuk analisis logam

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorben hibrid silika kitosan, larutan multilogam $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ dan $Cd(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, HCl 6M, HCl 3M, NaOH 3,5%, NaOH 60%, akuabides, akuades, metanol 70%, padatan $C_4H_{11}NO_3 \cdot HCl$, kertas indikator universal (E-Merck), kertas saring *Whatman* 42.

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pembuatan larutan multilogam, penyiapan kolom adsorpsi yaitu kolom Ekstraksi Fase Padat (EFP) dan filter (penahan) berupa kapas yang ada di dalam kolom, dilanjutkan dengan loading sampel.

Preparasi Kolom EFP dan loading sampel

Kolom dan filter dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan akuabides dan larutan metanol 70% sehingga bersih dan kering. Setelah itu dilakukan proses kondisioning kolom yaitu sebanyak 0,5 g adsorben hibrid silika kitosan ditimbang dan ditempatkan ke dalam botol plastik kemudian ditambahkan dengan 5 mL larutan metanol 70% kemudian dihomogenkan selama 5 menit. Setelah homogen adsorben dimasukkan ke dalam kolom EFP sampai kondisi yang sesuai menempati kolom dan homogen.

Selanjutnya proses loading sampel, larutan multilogam logam Zn(II) dan Cd(II) masing-masing 10 mL dengan konsentrasi 200 mg/L secara bersamaan diinteraksikan dengan adsorben Hibrid Silika Kitosan. Harga pH larutan pada pH 4, 5, 6, 7, dan 8 yang divariasikan dengan penambahan buffer trisma-HCl. Larutan ditampung dengan waktu alir selama 60 menit, kemudian konsentrasi logam dalam filtrat diukur secara SSA.

Hasil dan Pembahasan

1. Hibrid Silika Kitosan Melalui Proses Sol – Gel

Abu sekam padi dan kitosan yang diperoleh dari penelitian sebelumnya (Simatupang, 2013) digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan hibrid silika kitosan. Abu sekam padi yang bersih dan kering dilakukan peleburan menggunakan basa yaitu NaOH 4M. Peleburan dilakukan pada tanur dengan suhu $500^{\circ}C$ dengan maksud agar reaksi antara sekam padi dengan NaOH dapat berjalan dengan sempurna sehingga semua silika dalam abu sekam dapat terlebur sehingga mengubah komponen silika dalam abu sekam menjadi natrium silikat (Na_2SiO_3).

Natrium silikat (Na_2SiO_3) yang terbentuk berupa padatan yang berwarna putih kehijauan. Natrium silikat yang diperoleh dari peleburan didinginkan kemudian ditambah dengan 200 mL akuades dan didiamkan semalaman agar terbentuk larutan natrium silikat. Larutan yang terbentuk disaring untuk memisahkan endapan yang tidak larut. Pembuatan silika gel dilakukan dengan menggunakan natrium silikat (Na_2SiO_3) dari hasil peleburan abu sekam padi. Natrium silikat (Na_2SiO_3) yang dilarutkan dalam akuades menghasilkan sistem larutan silikat yaitu hidrosol Na_2SiO_3 . Pada sistem ini terdapat anion silikat ($Si - O^-$) sebagai gugus reaktif dengan ion natrium sebagai penyeimbang muatan.

Proses sintesis hibrid silika kitosan diawali dengan penyiapan bahan larutan natrium silikat sebanyak 20 mL dan kitosan sebanyak 0,4 gram. Berdasarkan penelitian Simatupang, 2013 menunjukkan bahwa hasil karakterisasi optimum adsorpsi kitosan adalah hibrid silika kitosan 20:4% yang didasarkan pada luas pori yang dimiliki paling besar sehingga kemampuan untuk menyerap akan lebih baik.

Kitosan 0,4 g dilarutkan dalam asetat 2% sebanyak 10 mL. Menurut penelitian yang telah dilakukan Sri Agustina (2013) menyebutkan bahwa asetat yg paling baik digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asetat 2%. Pada pembuatan hibrid silika kitosan natrium silikat dicampurkan secara perlahan ke dalam kitosan dalam asetat 2% sambil ditetesi HCl 3M secara

perlahan, hal ini bertujuan untuk pembentukan gel hingga pH larutan netral. Larutan yang terbentuk dibiarkan semalaman, kemudian dicuci dengan aquades, dioven hingga kering pada suhu 70⁰C. Hibrid silika kitosan yang telah kering digerus kemudian diayak 200 mesh.

2. Daya Serap Adsorben Hibrid Silika Kitosan 20:4% terhadap Simultan Ion logam Zn(II) dan Cd (II) Dengan Metode Ekstraksi Fase Padat (EFP)

Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi fase padat atau sistem kolom. Terlebih dahulu dilakukan kondisioning kolom dengan menimbang adsorben sebanyak 0,5 gram. Berdasarkan penelitian Sihombing (2011) bahwa berat silika gel dalam mengadsorpsi logam mengalami peningkatan pada 0,25 g - 0,75 g. Diatas 0,75 g daya adsorpsi silika gel mengalami penurunan. Penurunan daya adsorpsi silika gel disebabkan terjadinya kejenuhan dalam larutan silika gel tersebut sehingga jumlah logam yang terdapat dalam larutan tidak dapat lagi diserap oleh silika gel. Dengan asumsi bahwa karakteristik dari silika gel dan hibrid silika kitosan hampir sama sehingga peneliti menetapkan jumlah adsorben yang digunakan sebanyak 0,5 g mengacu pada penelitian Sihombing (2011).

Hibrid silika kitosan 0,5 g terlebih dahulu dibuburkan dengan menambahkan 5 mL metanol 70 % kemudian dihomogenkan. Selanjutnya dimasukkan kedalam kolom, pengaturan waktu alir selama 60 menit didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, waktu alir merupakan faktor yang sangat mempengaruhi dimana kesetimbangan adsorpsi ion logam tercapai setelah 1 jam sehingga situs aktif adsorben sudah jenuh dengan molekul adsorbat dan kenaikan konsentrasi adsorbat relatif tidak meningkatkan jumlah logam yang teradsorpsi (Oscik, 1982). Sampel yang merupakan campuran kedua logam yaitu logam Zn(II) dan Cd(II) masing- masing 10 mL dengan konsentrasi 200 mg/L secara bersamaan diinteraksikan dengan adsorben Hibrid Silika Kitosan 20:4%. Harga pH larutan divariasikan pada pH 4, 5, 6, 7, dan 8 dengan penambahan buffer trisma-HCl. Larutan ditampung dengan menggunakan waktu alir selama 60 menit, kemudian konsentrasi logam dalam filtrat diukur secara AAS. Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

3. Kurva Kalibrasi

Sebelum melakukan pengukuran pada sampel untuk menentukan dan mengetahui daya adsorpsi hibrid silika kitosan untuk menyerap logam berat Zn(II) dan Cd(II) dengan metode ekstraksi fase padat (EFP) pada berbagai variasi pH dilakukan terlebih dahulu kurva kalibrasi untuk logam Zn dan Cd. Setelah dilakukan kalibrasi dari logam Zn(II) dan Cd(II), maka selanjutnya dilakukan pengukuran daya adsorpsi hibrid silika kitosan 20:4% untuk ion logam Zn(II) dan Cd(II). Adapun data pengukuran AAS untuk logam Mg(II) dan Cd(II) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Logam Zn(II) Secara AAS

pH	Konsentrasi	Absorbansi	Aktual konsentrasi
4	4,7038	1,2911	188,1532
5	4,5853	1,2589	183,4109
6	4,3566	1,1968	174,2651
7	4,5812	1,2578	183,2489
8	4,6928	1,2881	187,7133

Tabel 2. Hasil Pengukuran Logam Cd(II) Secara AAS

pH	Konsentrasi	Absorbansi	Aktual konsentrasi
4	5,1929	2,1787	207,7140
5	5,0193	2,1061	200,7708
6	4,6893	1,9681	187,5730
7	5,0035	2,0995	200,1396
8	5,1367	2,1552	205,4666

Dari data hasil pengukuran logam Zn(II) dan Cd(II) pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, maka dapat ditentukan jumlah masing-masing ion logam yang teradsorpsi oleh adsorben hibrid silika kitosan 20:4% dengan menggunakan metode ekstraksi fase padat. Adapun data kajian adsorpsi ekstraksi fase padat (EFP) untuk masing-masing logam Zn(II) dan Cd(II) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Data Adsorpsi Logam Zn(II) pada adsorben hibrid silika kitosan.

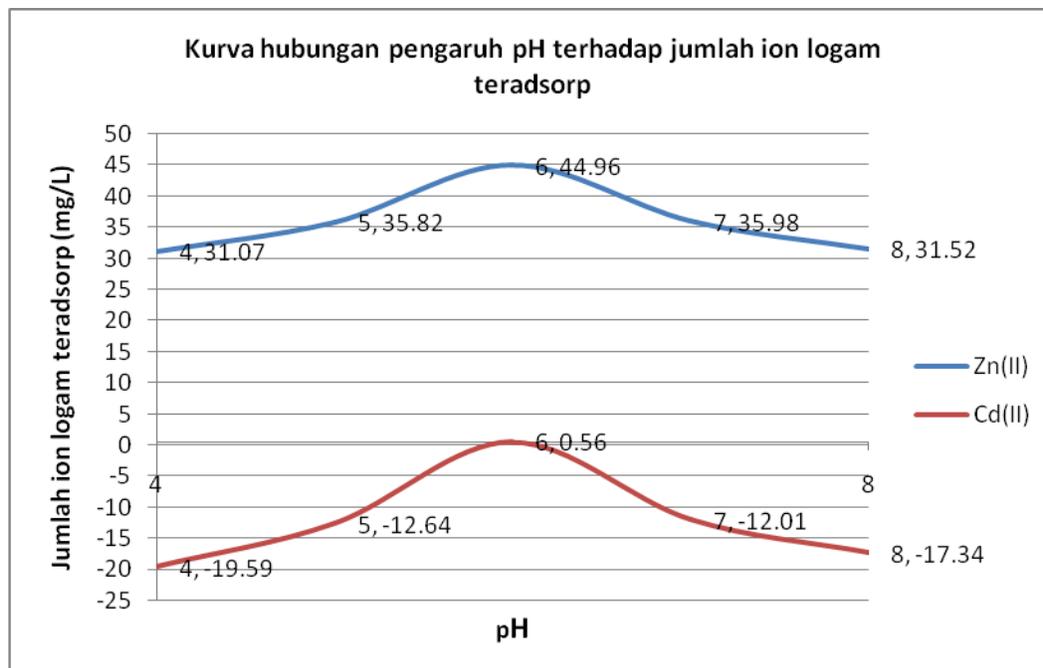
pH	C _{awal} (mg/L)	C _{kesetimbangan} (mg/L)	Jumlah logam teradsorp (mg/L)
4	219,2305	188,1532	31,07
5	219,2305	183,4109	35,82
6	219,2305	174,2651	44,96
7	219,2305	183,2489	35,98
8	219,2305	187,7113	31,52

Tabel 4. Data Adsorpsi Logam Cd(II) pada adsorben hibrid silika kitosan.

pH	C _{awal} (mg/L)	C _{kesetimbangan} (mg/L)	Jumlah logam teradsorp (mg/L)
4	188,1277	207,7140	-19,59
5	188,1277	200,7708	-12,64
6	188,1277	187,5730	0,56
7	188,1277	200,1396	-12,01
8	188,1277	205,4666	-17,34

4. Pengaruh pH Pada Proses Adsorpsi Ion Logam

Dari tabel diatas apabila dibuat dalam bentuk grafik akan tampak pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 1. Kurva hubungan pengaruh pH pada proses adsorpsi terhadap jumlah ion logam teradsorpsi.

Permukaan adsorben hibrid silika kitosan mempunyai pori-pori dan sejumlah tertentu situs aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang sebanding dengan luas permukaan adsorben dan adsorpsi terjadi pada monolayer saja. Adsorpsi tidak dimungkinkan terjadi pada adsorben yang telah terisi oleh molekul adsorbat, namun terjadi pada bagian yang kosong. Molekul adsorbat yang telah teradsorpsi hanya akan bervibrasi saja karena telah terikat dengan molekul adsorben (Oscick, 1982)

Dari gambar diatas, terlihat bahwa adsorpsi ion Zn(II) oleh hibrid silika kitosan relatif kecil pada pH 4-5 sedangkan untuk logam Cd(II) sama sekali tidak ada yang terserap, ini terjadi karena pada pH asam proses adsorpsi ion Zn(II) maupun Cd(II) oleh adsorben hibrid silika kitosan tidak bisa maksimal. Pada kondisi asam gugus amin (-NH₂) pada adsorben hibrid silika kitosan mengalami protonasi menjadi NH₃⁺ sehingga interaksi antara ion Zn(II) dan Cd(II) dengan situs aktif pada adsorben hibrid silika kitosan cenderung terjadi secara elektrostatis. Sementara itu ion-ion logam dalam larutan sebelum teradsorpsi oleh adsorben terlebih dahulu mengalami hidrolisis, menghasilkan proton (H⁺) dan kompleks hidroksida [M(OH)_n²⁻ⁿ]⁺ yang akan lebih teradsorpsi daripada kation logam bebas (M²⁺), (Elliot, 1986). Pada kondisi asam jumlah kompleks hidroksida logam yang terbentuk lebih sedikit dan jumlah kation logam bebas lebih banyak. Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, sehingga akan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, akibatnya adsorpsi rendah. Pada kondisi asam (pH rendah), atom nitrogen pada ligan organik dalam keadaan terprotonasi sehingga bermuatan parsial positif. Keadaan ini akan menurunkan kemampuan mengadsorpsi ion logam Cadmium (Filho, 2005), selain itu Muhamad Sehol (2005) menambahkan terjadinya kompetisi antara Zn(II), Cd(II) dengan ion H⁺ memperebutkan situs aktif pada adsorben, sehingga kemampuan adsorpsinya semakin lemah.

Jumlah ion Zn(II) cenderung mengalami peningkatan seiring kenaikan pH hingga mencapai kondisi optimum pada pH 6 yaitu menyerap sebesar 44,96 mg/L, dan mengalami penurunan adsorpsi pada pH diatas 6. Demikian juga dengan logam Cd(II) yang mampu menyerap

hanya pada kisaran pH 6 yaitu sebesar 0,56 mg/L dan pada pH diatas 6 sama sekali tidak ada logam Cd(II) yang terserap seperti pada pH 4 dan 5. Kondisi ini menggambarkan bahwa adsorpsi logam Zn(II) dan Cd(II) juga dipengaruhi oleh pH larutan. Hal ini disebabkan pada pH 6 situs aktif pada adsorben hibrid silika kitosan, yaitu gugus fungsional amin berada dalam bentuk netral. Akibatnya dapat berfungsi sebagai donor pasangan elektron dan menghasilkan interaksi antara ion Zn(II) maupun Cd(II) dengan situs aktif adsorben hibrid silika kitosan 20:4% secara kovalen koordinasi. Selain itu juga pada adsorben hibrid silika kitosan dimungkinkan juga masih terdapat gugus -OH (silanol) dan -Si-O-Si- (siloksan) yang juga dapat berperan sebagai donor pada kondisi tersebut, karena cenderung bermuatan negatif (Buhani, 2010).

Interaksi ion Zn (II) maupun Cd(II) pada adsorben hibrid silika kitosan 20:4%, merupakan interaksi yang kuat, sehingga proses adsorpsi yang terjadi pada pH 6 menghasilkan jumlah ion logam yang teradsorpsi maksimum. Pada pH 7 - 8 jumlah ion Zn(II) yang teradsorpsi mulai menurun sedangkan untuk logam Cd(II) tidak ada lagi ion logam yang teradsorpsi, hal ini terjadi karena gugus-gugus aktif adsorben cenderung mengalami deprotonasi sehingga menjadi bermuatan negatif pada pH tinggi, sedangkan dilain sisi Zn(II) maupun Cd(II) terdapat sebagian spesies yang diperkirakan bermuatan negatif (Sehol.M, 2005).

Dari data kapasitas adsorpsi terlihat kecenderungan logam Zn(II) yang teradsorpsi lebih besar pada adsorben dibandingkan dengan logam Cd(II). Hal tersebut dapat dijelaskan melalui pendekatan jari-jari hidrasi. Proses adsorpsi dilakukan dalam media air, dimana dalam larutan kedua ion tersebut membentuk kompleks dengan molekul air yaitu kompleks akua oktahedral $[M(H_2O)_6]^{2+}$. Bila ditinjau dari ukuran jari-jari kompleks akua maka ukuran jari-jari kompleks Zn(II) < Cd(II). Menurut Martell dan Hancock (1996) logam Zn(II) memiliki jari-jari kompleks lebih kecil (1,09 Å) jika dibanding dengan jari-jari Cd(II) (2,30 Å). Karena ukuran kompleks $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$ yang lebih kecil menyebabkan jumlah Zn(II) yang tertampung dipermukaan adsorben lebih banyak daripada $[Cd(H_2O)_6]^{2+}$ yang mempunyai ukuran lebih besar. Nuryono, 2006 menjelaskan peningkatan laju adsorpsi untuk Cd(II) pada hibrid amino silika tidak begitu nyata terlihat dibandingkan untuk Zn(II). Hal ini menyatakan bahwa keberadaan gugus -NH₂ tidak begitu mempengaruhi adsorpsi Cd(II). Kemungkinan hal tersebut terjadi karena Cd(II) mempunyai ukuran yang besar dan polarizabilitas yang tinggi sedangkan -NH₂ mempunyai sifat yang tidak berbeda jauh dari OH yaitu ukuran kecil dan polarizabilitas rendah sehingga interaksinya dengan Cd(II) kurang begitu efektif.

Perbedaan jumlah ion logam Zn(II) dan Cd(II) yang teradsorpsi juga sangat dipengaruhi oleh sifat dari masing-masing logam. Berdasarkan prinsip Hard Soft Acid and Bases (HSAB) yang dikembangkan Pearson dan Atkins (1990) bahwa kelompok asam-asam keras akan menyenangi kelompok basa-basa keras, sedangkan kelompok asam-asam lunak akan menyenangi basa-basa lunak. Gugus yang paling berperan dalam proses adsorpsi adalah gugus silanol (Si-OH) yang merupakan situs basa keras. Dimana Zn(II) merupakan ion logam transisi dalam kelompok logam menengah antara asam dan basa sedangkan Cd(II) sebagai ion logam transisi termasuk dalam kelompok asam lunak. Gugus-gugus yang paling berperan aktif dalam proses adsorpsi adalah -OH yang merupakan situs basa keras. Hal inilah yang menyebabkan interaksi dengan Zn(II) lebih besar daripada Cd(II).

Hasil yang diperoleh ternyata sebanding dengan penelitian yang sebelumnya dengan menggunakan sistem batch yakni jumlah logam yang teradsorpsi untuk logam Zn(II) lebih besar dibandingkan dengan logam Cd(II) (Simatupang, 2007). Hasil yang sama juga diperoleh dengan penelitian Buhani dan Suharso (2010) dengan menggunakan adsorben hibrid amino silika melalui proses sol-gel untuk adsorpsi ion Cd dengan memvariasikan pH, dimana adsorpsi ion Cd(II) pada adsorben hibrid amino silika optimum pada pH 6.

Kesimpulan

Adsorpsi ion logam Zn(II) dan Cd(II) oleh adsorben hibrid silika kitosan 20:4% optimum pada pH 6, dimana jumlah ion logam yang teradsorpsi untuk logam Zn(II) sebesar 44,96 mg/L dan untuk logam Cd(II) sebesar 0,56 mg/L. Adsorben hibrid silika kitosan 20:4% lebih selektif dan efektif dalam menyerap ion logam Zn(II) yang mampu mengadsorpsi hingga mencapai 20,51% sedangkan untuk ion logam Cd(II) hanya 0,3%.

Daftar Pustaka

- Airoidi, C. And Arakaki, LNH., (2001), *Immobilization of ethylensulfide on silica surface through sol-gel process and some thermodynamic data of divalent cation interaction*, *Polyhedron*, **20**, 929-936
- Agustina Sri, Kumiasih, (2013), Pembuatan kitosan dari cangkang udang dan aplikasinya sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam Cu, *seminar nasional FMIPA UNDIKSHA III 2013*, IKIP Mataram, Mataram
- Blais, J.F., Dufresne, B. dan Mercier, G., (2000), State of The Art of Technologies for Metal Removal From Industrial Effluents, *Rev. Sci. Eau*, **12(4)**, 687-711
- Buhani, (2010), Modifikasi silika dengan 3-aminopropiltrimetoksisilan melalui Proses sol gel untuk adsorpsi ion Cd(II) dari larutan. *J. Sains MIPA*, Desember 2010, **Vol. 16 No. 3**, 177 – 183.
- Darmono, (1995), *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Cetakan pertama, UI Press, Jakarta
- Dias Filho, N.L, do Carmo, D.R., Caetano, L., Rosa, A.H, (2005), *Analytical Sciences*, **Vol. 21**, 1359-1363
- Elliot, H.A., Liberati, M.R. and huang, C.P, (1986), Competitive Adsorption of Heavy Metals by Soils, *J. Environ. Qual.*, **15(3)**, 214-210
- Habibi, M., (2009), *Studi Adsorpsi Ion Nikel(II) Dalam Larutan Menggunakan Komposit Serbuk Cangkang Kupang-Kitosan Terikat Silang*, Skripsi FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hargono, dkk, (2007), Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang Untuk Mengadsorpsi Logam Tembaga (Cu²⁺). *Jurnal Teknik Kimia*. Semarang: Universitas Diponegoro
- <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Adsorption.html>, diakses tanggal 05 Maret 2014.
- Jal, P.K., Patel, S., and Nanko, M., (2004), Chemical Modification of Silica by Immobilization of Fungsional Group for Extractive Concentration of Metal Ions, *Talanta*, **62**, 1005-1028
- Mujiyanti, D. W., (2007), *Selektifitas Hibrida Merkupto-Silika Untuk Adsorpsi Multilogam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II)*, Tesis, FMIPA-UGM, Yogyakarta
- Mulia, Muhammad, Suharna, (1995), *Analisis Instrumental*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Narsito, Nuryono, dan Suyanta, (2006), Imobilisasi Senyawa Amin Pada Silika gel Dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol-Gel dan Kinetika Adsorpsi Ion Logam Divalen, *Penelitian Fundamental Perguruan Tinggi*, Lembaga Penelitian UGM
- Nuryono, Narsito, (2006), Adsorpsi Zn(II) Dan Cd(II) Pada Hibrida Amino-Silika Dari Abu Sekam Padi, *J.Alchemy*, **Vol. 5, No. 2**, 1-12.
- Nuryono, Suyanta, dan Narsito, (2005), *Kinetics of Zn(II) and Cd(II) Adsorption on Mercaptopropyl-Silica Hybrid Synthesized from Rice Husk Ash*, Presented in the second International Seminar on Environmental Chemistry and Toxicology (InSECT) in Yogyakarta, Indonesia, April 26-27, 2005.

- Oscik, J., (1982), *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, England
- Palar, H. (1994). *Pencernaan dan Toksikologi Logam Berat*, PT Rineka Cipta Jakarta.
Pembuatan SiC dari Sekam Padi. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik. Bandung.
- Santos, E.A. Pagono, R.L., Simoni, J.A., Airoidi, C., Cestari, A.R., and Viera, E.F.S., (2001), *The Influence of the Counter Ion Competition and Nature of Solvent on the Adsorption of Mercury Halides on SHmodified Silica Gel*, *Colloid and Surface*, **201**, 25-282
- Sehol, M, Narsito, Sri juari Santosa, Jumina, (2005), Sintesis adsorben kitosan-tiourea dan aplikasinya terhadap adsorpsi logam Cu(II), *Kemajuan terkini penelitian klaster sains-teknologi*, 170-181
- Sembodo, S.T.B., (2006), Model Kinetika Langmuir untuk Adsorpsi Timbal pada Abu Sekam Padi, *FT, UNS, Ekuilibrium Vol.5, No.1*, 28-33. Yogyakarta.
- Sihombing, sabar, (2011), *Perbandingan efektivitas arang aktif dan silika gel dari sekam padi sebagai adsorben logam Cu(II)*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNIMED, Medan.
- Simatupang, Lisnawaty, (2013), Imobilisasi kitosan pada silika gel dan karakterisasinya meliputi struktur, gugus fungsi dan luas pori, *Laporan Akhir Research Grant Unimed*, Medan
- Simatupang, Lisnawaty, (2007), *Interaksi Simultan Antara Mg(II), Zn(II), Ni(II), Cd(II), dan 3-Aminopropiltrimetoksisilan yang Dimobilisasikan pada Silika Melalui Proses Sol-Gel*, Tesis UGM, Yogyakarta.
- Simatupang Lisnawaty, Narsito, Nuryono, (2007), Simultaneous Adsorption Of Mg(II), Zn(II), Ni(II) And Cd(II) On Amino-Silica Hybrid, *Prosiding ICCS*, Yogyakarta.
- Simatupang Lisnawaty, Dewi S.R., Susanti N., (2011), Pengembangan Metode Alir Menggunakan Silika Gel Dari Sekam Padi Untuk Mengatasi Limbah Cair Industri Logam, *Laporan Akhir Research Grant Unimed*, Medan
- Sriyanti, Taslimah, Nuryono dan Narsito, (2004), Selektivitas Silika Gel Termodifikasi Gugus Tiol Untuk Adsorpsi Kadmium(II) dan Tembaga(II), *Proceeding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA 2004*, FMIPA Undip, Semarang.
- Sudarwin, (2008), *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang*, Tesis Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suharta, (2004), *Spektroskopi Serapan Atom Teori dan Aplikasinya*, FMIPA UNIMED, Medan.
- Suhardi, (1993), *Khitin dan Kitosan*, Buku Monograf, Universtas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suhendrayatna, (2001), Heavy Metal Bioremoval by Microorganism: A Literature Study, *Sinergi Forum PPI Tokyo Institute of Technology*, Tokyo
- Terrada, K., K. Matsumoto and H. Kimora. (1983). Sorption of Copper (II) by Some Complexing Agents Loaded on Various Support. *Analytica Chimica Acta*. **153**: 237-247.
- Tokman, N., Akman, S., dan Ozcan, M., (2003), Solid-phase Extraction of Bismuth, Lead and Nickel From Seawater Using Silica Gel Modified With 3-aminopropyltriethoxysilane in A Syringe Prior to Their Determination by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry, *Talanta*, **59**, 201-205.
- Vogel, (1985), *Buku Teks Analitik Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, PT.Kalman Media Pusaka, Jakarta.