KAJIAN ADSORPSI Cd(II) OLEH ARANG APU-APU (Pistia stratiotes L.) TERMODIFIKASI KITOSAN-GLUTARALDEHIDA

by Dwi Rasy Mujiyanti

Submission date: 17-Aug-2021 02:43PM (UTC+0700)
Submission ID: 1632392100
File name: 2015_artikel_drm_jstk_blm_akre_penulis_anggota.pdf (494.9K)
Word count: 3633
Character count: 21496

KAJIAN ADSORPSI Cd(II) OLEH ARANG APU-APU (*Pistia stratiotes* L.) TERMODIFIKASI KITOSAN-GLUTARALDEHIDA

Study of Cd(II) Adsorption Onto Charcoal from Pistia stratiotes l. Modified by Chitosan-Glutraldehyde

Umi Baroroh Lili Utami[1], Dwi Rasy Mujiyanti[1],Normilawati[1]
[1]Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan

Email:liliutami@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi Cd(II) oleh arang apu-apu (*Pistia statiotes L.*) termodifikasi kitosan-glutaraldehida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimum, waktu optimum, kapasitas adsorpsi dan %recovery. Arang apu-apu termodifikasi kitosan-glutaraldehidadisintesis dengan cara mencampurkan arang dan kitosan dengan perbandingan 5:7 dan glutaraldehida 2,5% sebagai agen pengikatan-silang (*crosslinking agent*). Analisis Cd(II) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum terjadi pada pH 5, dan waktu kontak optimum terjadi pada 45 menit. Model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,53 mg/g, dan hasil %*recovery* sebesar96,21%.

Kata kunci: arang, apu-apu(*Pistia statiotes L.*), kitosan, glutaraldehida, Cd(II)

ABSTRACT

A research about adsorption of Cd(II) onto charcoal from Pistia stratiotes L. modified by chitosan-glutaraldehyde has been done. The objectives of this research were to determine the optimum values of optimum pH, optimum time, adsorption capacity, and percentage of recovery. The modified charcoal was synthesized by blending of charcoal and chitosan with a ratio of 5:7 and cross-linked by 2.5% glutaraldehyde. Analysis of Cd (II) using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The resultshowed that the optimum pH was 5, the optimum time was 45 minutes. The Langmuir model showed adsorption capacity of the modified charcoal for Cd(II) which was 1.53 mg/g, and percentage of Cd(II) recovery value by the modified charcoal was 96.21%.

Keywords: *charcoal, Pistia stratiotes L., chitosan, glutaraldehyde, Cd(II)*

PENDAHULUAN

Arang aktif adalah suatu bentuk arang yang telah diaktivasi sehingga pori-porinya menjadi terbuka. Arang aktif merupakan adsorben yang baik untuk proses adsorpsi karena permukaannya lebih luas dan pori-porinya telah terbuka (Tangkuman &Aritonang, 2009).Proses adsorpsi lebih banyak dipakai dalam proses menurunkan konsentrasi ion logam, karena memiliki konsep sederhana dan ekonomis. Pada proses adsorpsi, adsorben berperan penting (Al Ayubi, 2007).Selama ini bahan arang aktif yang digunakan berasal dari limbah kayu.Selain itu, arang aktif juga dapat dibuat dari tumbuhan air seperti arang aktif tumbuhan apu-apu (*Pistia Stratiotes L.*).Hasil penelitian Ulfin (2005) apu-apu mampu mengadsorpsi logam Cr sebesar 92,01%.

Kadmium adalah logam putih keperakan yang dapat ditempa dan liat.Kadmium melebur pada 321°C dan melarut dengan lambat dalam asam encer dengan melepaskan hidrogen disebabkan

potensial elektrodanya negatif.Bahan pencemar kadmium dalam air berasal dari pembuangan limbah industri dan limbah pertambangan. Kadmium secara luas digunakan dalam proses pelapisan logam. Logam kadmium tersebut terdapat dalam air dengan bilangan oksidasi 2 (Achmad, 2004). Kadmium tidak larut dalam larutan yang bersifat basa akan tetapi, larut dalam H_2SO_4 encer dan HCl encer. Kadmium merupakan logam yang cukup aktif, dalam udara terbuka jika dipanaskan akan membentuk asap coklat CdO. Logam kadmium juga memiliki ketahanan terhadap korosi yang tinggi. Persenyawaan kadmium yaitu Cd, $Cd(OH)_2$, CdS, dan Cd^{2+}.

Kitosan merupakan makromolekul biologi yang dapat diperoleh dari proses deasetilasi dari kitin yang tersedia melimpah pada cangkang kepiting, kulit udang dan cangkang serangga (Nugrohoet *et al*., 2011). Kitosan dapat membentuk gel karena adanya ikatan silang kitosan-kitosan yang terjadi secara ionik (Sugita *et al*., 2009). Kitosan memiliki gugus amina ($-NH_2$) dan gugus hidroksil (-OH) yang menyebabkan kitosan memiliki reaktifitas kimia yang tinggi. Kitosan mudah larut pada larutan di bawah pH 6 dan stabil pada pH 7, sehingga kitosan mudah lepas pada kondisi ≤ pH 6 jika dimanfaatkan sebagai adsorben (Onar & Sarisik, 2003; Utami et al., 2009).Oleh karena itu, diperlukan adanya penambahan agen pengikatan-silang *(crosslinking agent)*untuk meningkatkan stabilitas kitosan dalam kondisi asam.

Agen pengikatan-silang yang digunakan dalam penelitian ini adalah glutaraldehida.Berdasarkan hasil penelitian Wan Ngah (2002) kapasitas adsorpsi manik-manik kitosan untuk menyerap Cu(II) sebesar 80,71 mg/g, sedangkan kapasitas adsorpsi manik-manik kitosan terikat silang glutaraldehida adalah sebesar 59,67 mg/g. Penelitian ini akan mengkaji adsorpsi Cd(II) dengan menggunakan arang apu-apu (*Pistia stratiotes L.*) yang termodifikasi kitosan dengan penambahan agen pengikatan-silang glutaraldehida, untuk meningkatkan stabilitas adsorben pada kondisi yang mempunyai pH rendah.

METODE PENELITIAN

Prosedur Kerja

Tanaman apu-apu dicuci dengan air yang mengalir lalu dipisahkan bagian akar dan daunnya kemudian dipotong-potong dan selanjutnya dikeringkan dengan cara dijemur. Bagian daun yang telah kering selanjutnya diarangkan, dihaluskan, dan disaring hingga diperoleh ukuran partikel 60 mesh. Proses aktivasi arang kayu apu pertama-tama dilakukan dengan merendam arang apu-apu selama 24 jam menggunakan HCl 0,1 M sebanyak 2 kali, lalu disaring, dicuci dengan akuades hingga netral dan direndam lagi dengan NaOH 0,1 M selama 24 jam. Arang yang telah direndam dengan NaOH 0,1 M selama 24 jam selanjutnya disaring, dinetralkan, dikeringkan dalam oven yang diatur pada suhu 70°C selama 24 jam kemudian disimpan dalam desikator sampai beratnya konstan. Pengujian kualitas arang apu-apu juga dilakukan berdasarkan SNI

1995 yang meliputi kadar air, kadar abu serta daya jerap iodin. Penetapan variasi perbandingan arang apu-apu:kitosan yang akan digunakan untuk kajian adsorpsi dilakukan dengan uji kelarutan yang dibagi menjadi 2 tahap meliputi uji kelarutan pada variasi pH dan uji kelarutan pada variasi konsentrasi glutaraldehida. Proses pelapisan kitosan pada arang apu-apu dilakukan dengan membuat gel kitosan, dimana gel kitosan dibuat dengan melarutkan 7 gram kitosanmenggunakan asam oksalat 10% sambildiaduk dan dipanaskan pada suhu 40-50°C hingga larut, yang selanjutnya ditambahkan arang apu-apu yang telah diaktivasi sebanyak 5 gram sambil distirer, kemudian gel yang terbentuk dipipet kedalam NaOH 2M yang berfungsi sebagai agen koagulan pembentuk manik-manik arang-kitosan. Manik-manik yang didapatkan dicuci hingga netral, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 4 jam. Pembuatan ikat silang dengan glutaraldehida dilakukan dengan merendam manik-manik dengan glutaraldehida 2,5% dengan perbandinganpergram adsorben 1,5 ml glutaraldehida 2,5%. Manik-manik yang telah diikat silang dengan glutaraldehida 2,5% yang disebut adsorben (arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida) lalu, dicuci hingga netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 4 jam. Adsorben inilah yang akan diteliti kajian adsorpsinya terhadap logam Cd(II).

Penentuan pH Optimum Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Sebanyak 100 ml larutan Cd(II) 10 mg/L dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, pH diatur pada variasi 2, 3, 4, 5, 6 dan 7, kemudian ditambahkan 1,00 g arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida, dikocok menggunakan shaker selama 60 menit. Larutan kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA untuk mengetahui jumlah Cd(II) yang tersisa dalam larutan.

Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Sebanyak 100 ml larutan Cd(II) 10 mg/L dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL yang sudah diatur pada pH optimum, ditambahkan 1,00 g arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida, lalu dikocok dengan variasi waktu selama 5; 15; 25; 35; 45; 55 dan 65 menit, lalu disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan SSA.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Larutan Cd(II) dibuat dengan variasi konsentrasi awal 10; 20; 40; 60; 80 dan 100 mg/L, selanjutnya ke dalam erlenmeyer 250 mL dimasukkan 100 ml larutan untuk setiap konsentrasi awal yang telah diatur pada pH dan waktu kontak optimum, kemudian ditambahkan 1,00 g arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida ke dalam setiap larutan tersebut, lalu dikocok menggunakan shaker selama waktu optimum. Disaring dan

filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan SSA.

Penentuan *%Recovery*

Arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida yang telah mengikat Cd(II) ditambahkan 100 ml HCl 0,1 M kemudian dikocok menggunakan shaker selama waktu optimum, lalu disaring,*recovery* dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan, kemudian hasil dianalisis menggunakan SSA.

Identifikasi Gugus Fungsional

Sampel arang aktif apu-apu, kitosan, arang termodifikasi kitosan, arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida, serta arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida setelah dikontakkan dengan Cd(II) masing-masing sampel dianalisis dengan spektrofotometer FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kualitas Arang Apu-apu

Pengujian kualitas arang apu-apu dilakukan berdasarkan SNI 1995 yang meliputi kadar air, kadar abu serta daya serap iodin.Hasil uji kualitas arang apu-apu ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji kualitas arang apu-apu

No.	Parameter	Kadar	Standar Mutu SNI 1995
1	Kadar Air	7,9%	<15%
2	Kadar Abu	13%	<10%
3	Daya Serap Iod	888,51 mg/g	>750 mg/g

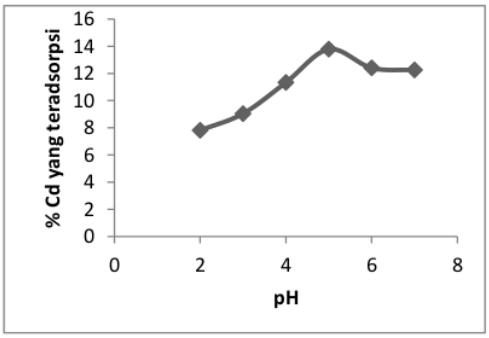
Hasil uji kualitas arang aktif apu-apu pada Tabel 1 terlihat bahwa kadar air pada arang aktif apu-apu sebesar 7,9%, nilai ini telah memenuhi standar kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-1995. Sedangkan hasil penelitian pada kadar abu arang apu-apu tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995 sebesar 13% lebih besar dari syarat maksimum 10%. Tingginya kadar abu diduga karena pori-pori arang masih terdapat banyak komponen mineral-mineral pengotor seperti karbonat, fosfat, sulfat, dan nitrat. Hasil uji kualitas arang aktif apu-apu pada Tabel 1 terlihat bahwa daya serap terhadap iodium pada arang apu-apu sebesar 888,51 mg/g, nilai ini telah memenuhi standar kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-1995. Penetapan variasi perbandingan arang apu-apu:kitosan yang akan digunakan untuk kajian adsorpsi dilakukan dengan uji kelarutan yang dibagi menjadi 2 tahap meliputi uji kelarutan pada variasi pH dan uji kelarutan pada variasi konsentrasi glutaraldehida.

Uji kelarutan arang apu-apu yang termodifikasi kitosan dapat dilakukan dengan variasi massa arang:kitosan yaitu 5:5; 5:6; 5:7; 5:8 dan 5:9 gram. Uji kelarutan pada variasi pH dilakukan untuk mengetahui variasi manik-manik arang-kitosan yang paling tidak larut pada rentang pH 2 sampai 6 dengan mengurangkan berat awal dengan berat akhir setelah perlakuan. Hasil yang didapat adalah kelarutan yang paling rendah pada berbagai pH yaitu perbandingan massa 5:7 (gram). Uji kalarutan selanjutnya yaitu pada konsentrasi glutaraldehida. Variasi konsentrasi glutaraldehida ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi glutaraldehida yang akan digunakan terhadap manik-manik arang-kitosan. Variasi konsentrasi

glutaraldehida (%v/v) yaitu 1%; 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%. Hasil dari uji kelarutan pada variasi konsentrasi glutaraldehida menunjukkan bahwa manik-manik arang termodifikasi kitosan mamiliki tingkat kelarutan yang paling rendah pada konsentrasi glutaraldehida 2,5%. Konsentrasi glutaraldehida 2,5% yang digunakan untuk pengikatan-silang arang termodifikasi kitosan.

Penentuan pH Optimum Adsorpsi Cd(II) Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Derajat keasaman atau pH merupakan faktor yang mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada arang aktif dan adsorpsi logam oleh adsorben. Nilai pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif adsorben (Kusmawardhany, 2009). Pengaruh pH terhadap interaksi Cd(II) dengan adsorben diinteraksikan pada waktu 60 menit dengan variasi pH yaitu, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



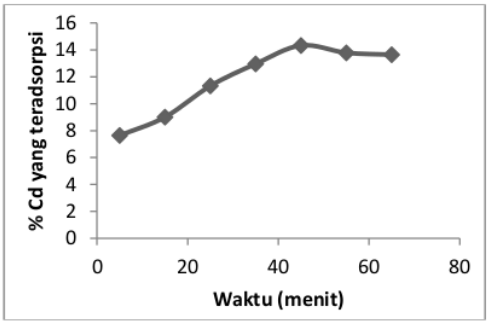
Gambar 1. Pengaruh pH terhadap Cd(II) yang teradsorpsi oleh adsorben

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa ion logam yang teradsorpsi optimum oleh adsorben terjadi pada pH 5 yaitu sebesar 13,79%. Pada pH optimum 5, adsorpsi Cd(II) oleh adsorben belum mengendap menjadi $Cd(OH)_2$ dan gugus-gugus fungsional yang terdapat pada adsorben sudah mengalami deprotonasi sehingga interaksi antara Cd(II) dengan gugus aktif dapat terjadi secara optimum. Pada pH rendah, gugus amina dari kitosan mengalami protonasi, sehingga pasangan elektron dari gugus amina digunakan untuk mengikat proton dan tidak dapat mengikat logam. Pada pH di atas 5, kemungkinan terjadi peningkatan konsentrasi OH^-, sehingga terjadi penurunan persentase adsorpsi pada pH 6 sebesar 12,41% dan pada pH 7 sebesar 12,25%. Prambaningrum (2009) menyatakan pH optimum adsorpsi ion logam Cd(II) dengan gel kitosan terjadi pada pH 5. Penelitian ini tidak dilakukan variasi pH di atas 7 karena pada pH tersebut Cd(II) mulai mengalami pengendapan, sehingga adsorpsi Cd(II) oleh adsorben pada pH tersebut tidak dilakukan (Ksp $Cd(OH)_2$ = $4{,}5.10^{-15}$ mengendap pada pH ≥8,02) (Fatmawati, 2006).

Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Cd(II) Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Faktor yang mungkin mempengaruhi dalam adsorpsi logam adalah waktu interaksi antara logam dengan adsorben. Pada rentang waktu tertentu akan terjadi keseimbangan antara adsorben dan adsorbat, dimana waktu yang diperlukan

untuk mencapai keadaan setimbang (adsorpsi maksimum) ini disebut sebagai waktu optimum adsorpsi logam berat (Lestari *et al*., 2003). Adsorben dapat mengikat ion logam dalam rentang waktu yang spesifik (waktu yang diperlukan untuk mengadsorpsi ion logam hingga jenuh). Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Cd(II) oleh adorben dapat dilihat padaGambar 2.

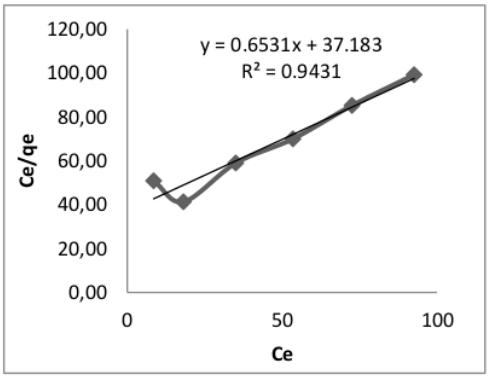


Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap Cd(II) yang teradsorpsi oleh adsorben

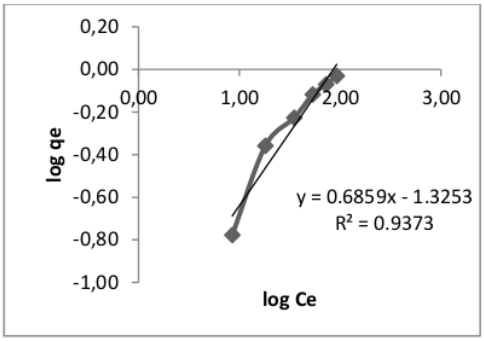
PadaGambar 2menunjukkan bahwa adsorpsi Cd(II) meningkat seiring dengan bertambahnya lama waktu kontak antara ion logam dengan adsorben yaitu pada pH 5 dengan rentang waktu 5 sampai 65 menit untuk menentukan waktu optimum adsorpsi. Dari hasil penelitian ini diketahui kondisi optimum terjadi pada waktu kontak 45 menit. Pada saat waktu kontak 45 menit adsorpsi Cd(II) sudah memenuhi seluruh situs aktif pada permukaan adsorben, sehingga interaksi adsorpsi dapat terjadi secara optimum. Sedangkan, pada proses adsorpsi setelah 45 menit terjadi penurunan persentase adsorpsi. Penurunan persentase adsorpsi disebabkan karena ikatan lemah yang terjadi antara gugus yang terdapat pada adsorben dengan logam lepas kembali ke dalam larutan.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Cd(II) Arang Termodifikasi Kitosan-Glutaraldehida

Penentuan kapasitas adsorpsi ion logam oleh adsorben dilakukan pada kondisi optimum, yaitu pada pH 5 dan waktu kontak 45 menit, dimana untuk mengetahui besarnya kapasitas adsorpsi Cd(II), maka larutan logam Cd(II) dengan berbagai variasi konsentrasi diinteraksikan dengan adsorben. Hasil adsorpsi maksimum yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 20 ppm. Penentuan model isoterm adsorpsi dilakukan untuk memperkirakan mekanisme adsorpsi adsorben untuk kapasitas adsorpsi Cd(II). Ada dua model yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Penentuannya dapat diketahui dengan cara melihat nilai R^2 yang mendekati 1. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil plot Langmuir untuk adsorpsi ion logam Cd(II)



Gambar 4. Hasil plot Freundlich untuk adsorpsi ion logam Cd(II)

Model isoterm adsorpsi Langmuir (Gambar 3) berlaku untuk adsorpsi pada lapisan tunggal (*monolayer*) pada permukaan zat yang homogen (Santoso, 2008). Menurut Atkins (1999) adsorpsi *monolayer* terjadi karena ikatan kimia lebih spesifik, sehingga adsorben mampu mengikat logam dengan ikatan kimia antara logam dengan permukaan adsorben dimana nilai koefisien korelasi untuk isoterm Langmuir lebih mendekati 1 bila dibandingkan model isoterm Freundlich (Gambar 4). Berdasarkan persamaan Langmuir didapatkan nilai kapasitas adsorpsi untuk logam Cd(II) sebesar 1,53 mg/g dengan nilai R^2 0,943, sedangkan dalam persamaan Freundlich R^2 0,937. Kapasitas adsorpsi pada penelitian ini memiliki angka yang relatif kecil. Ini dimungkinkan karena perlakuan pengikatan-silang ini dapat mengakibatkan pengurangan gugus aktif yang terdapat pada kitosan yaitu gugus amina dan hidroksil, sehingga kemampuan untuk mengadsorpsi logam Cd(II) menurun.

Penentuan %*Recovery*

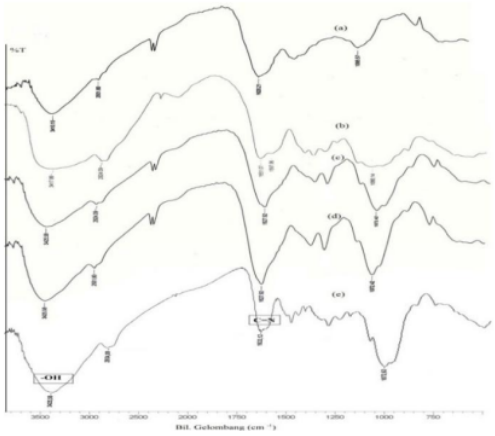
Proses *recovery* berkaitan dengan proses pelepasan ion logam yang terikat pada adsorben sehingga dapat digunakan kembali untuk pengikatan ion logam. Pada penelitian ini digunakan HCl 0,1 M untuk proses *recovery* ion logam yang teradsorpsi pada adsorben sehingga logam yang telah diadsorpsi dapat terlarut ke dalam asam. Proses adsorpsi dilakukan dengan dikontakkan pada pH, waktu, dan konsentrasi optimum, pengontakkan dilakukan dengan metode *batch* dengan 3 kali pengulangan. Hasil dari %*recovery* untuk adsorpsi logam Cd(II) yaitu 96,21%. Penentuan %*recovery* ini dilakukan menggunakan HCl 0,1 M dengan tujuan untuk melepaskan logam yang terikat pada adsorben tersebut melalui pertukaran ion dengan reaksi :

$$\text{Adsorben–M} + 2\text{HCl} \rightarrow M^{2+} + 2Cl^{-} + 2\text{H–Adsorben}$$

Dimana M adalah logam, ketika pengadukan dengan HCl ion logam yang sudah terikat pada adsorben terlepas kembali. Hal ini dipengaruhi oleh tabrakan antara molekul-molekul dalam larutan, sehingga ikatan melemah dan ion logam terlepas kembali kelarutan (Karlina, 2010).

Identifikasi Gugus Fungsional

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi gugus fungsi menggunakan Spektrofotometer Inframerah. Hasil Spektra FTIR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Spektra FTIR (a) Arang aktif apu-apu, (b) Kitosan, (c) Arang termodifikasi kitosan, (d) Arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida, (e) Arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida setelah dikontakkan dengan logam

Gambar 5a merupakan spektraFTIR arang aktif apu-apu yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa gugus dominan yaitu gugus C-O, C=O, –CH dan –OH. Berdasarkan Gambar 5b hasil dari spektra FTIR kitosan menunjukkan serapan yang khas pada bilangan gelombang 3417,86 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus hidroksil (-OH). Masih munculnya gugus C=O (1651,07 cm^{-1}) dari gugus asetamida menunjukkan masih adanya gugus asetil pada rantai polimer kitosan. Spektra FTIR dari arang termodifikasi kitosan menunjukkan perbedaan dengan spektra FTIR dari arang aktif, dapat dilihat pada Gambar 5a dan 5c, yaitu pada gugus karbonil pada arang termodifikasi kitosan mengalami pergeseran bilangan gelombang dimana semula 1620,21 cm^{-1} menjadi 1627,92 cm^{-1}, dan pada gugus OH dimana semula bilangan gelombang 3410,15 cm^{-1} menjadi 3425,58 cm^{-1}.

Gambar 5d merupakan spektra FTIR arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida. Bertambah tajamnya puncak serapan pada bilangan 2931 cm^{-1} menunjukkan bertambahnya jumlah gugus C-H yang berasal dari glutaraldehida. Pembentukan gugus imina (C=N) hasil reaksi glutaraldehida dengan gugus amina kitosan dapat diverifikasi pada daerah 1689 –1471 cm^{-1}. Walaupun hasil karakterisasi tipe ikatan yang terbentuk pada bilangan gelombang 1627,92 cm^{-1} tidak dapat memberikan data yang spesifik, tetapi reaksi pengikatan-silang kitosan oleh glutaraldehida dapat diamati dari perubahan fisik saat direndam dalam larutan asam oksalat. Sukardjo & Nanik (2011) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa spektrum inframerah dari arang termodifikasi kitosan-asetaldehida bentuknya hampir sama dengan kitosan tanpa modifikasi. Spektrum inframerah adsorben yang berikatan silang terlihat tidak banyak mengalami perubahan. Reaksi pengikatan-silang menggunakan glutaraldehida dengan kitosan terjadi melalui reaksi basa Schiff, dimana gugus aldehida pada glutaraldehida dengan gugus amina kitosan membentuk gugus imina (Nugroho *et al.*, 2011).

Pada spektrum inframerah arang termodifikasi kitosan-glutaraldehida terkontakkan logam Cd(II) yang ditunjukkan pada Gambar 5e menunjukkan perubahan, yaitu bergesernya nilai serapan pada beberapa panjang gelombang tertentu. Pada bilangan gelombang 2931,80 cm^{-1} menjadi 2934,09 cm^{-1} menunjukkan bergesernya vibrasi ulur dari gugus –CH. Serapan yang

terjadi pada gugus C=N juga mengalami pergeseran menjadi 1633,12 cm^{-1}. Adanya peningkatan dan perubahan pola pita serapan dari puncak-puncak serapan gugus-gugus fungsi seperti –OH dan C=N diduga telah membuktikan adanya ion logam Cd(II) yang terikat pada adsorben.

KESIMPULAN

1. Kondisi pH optimum adsorpsi Cd(II) pada arang apu-apu yang termodifikasi kitosan-glutaraldehida yaitu pada pH 5.
2. Waktu kontak optimum adsorpsi Cd(II) pada arang apu-apu yang termodifikasi kitosan-glutaraldehida yaitu 45 menit.
3. Kapasitas adsorpsi Cd(II) pada arang apu-apu yang termodifikasi kitosan-glutaraldehida sebesar 1,53 mg/g.
4. Persen *recovery* Cd(II) pada arang apu-apu yang termodifikasi kitosan-glutaraldehida sebesar 96,21%.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, R. 2004. Kimia Lingkungan. Edisi ke-1. Andi. Yogyakarta.

Al Ayubi, M. C. 2007. Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (Eichhornia Crassipes). Skripsi. Program Studi Strata-1 Kimia FMIPA. Universitas Islam Negeri Malang, Malang.

Atkins, P.W. 1999. Kimia Fiska Jilid II. Edisi keempat, (diterjemahkan oleh: Rohadyan). Erlangga, Jakarta.

Fatmawati, Z. N., 2006. Kajian adsorpsi Cd oleh biomassa rumput naga yang terimibilisasikan pada silika gel. Skripsi, Universitas Lampung

Karlina. 2010. Kajian Adsorpsi Cd(II) dan Zn (II) Oleh Biomassa Cyperus Iria Yang Terimobilisasi Pada Arang Aktif. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, UNLAM, Banjarbaru (tidak dipublikasikan).

Kusumawardhany, W. A. 2009. Kajian Kelarutan Kitosan Pada Perbandingan Arang Aktif Dengan Kitosan dan pH Optimum Adsorpsi Pb(II) Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Terlapiskan Kitosan. Skripsi.Program Studi Strata-1 Kimia FMIPA. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. (Tidak dipublikasikan).

Lestari, S., E. Sugiharto & Mudasir. 2003. Studi Kemampuan Biosorpsi Biomassa Saccharomyces cerevisiae yang Terimobilkan pada Silika GelTerhadap Tembaga (II). Teknosains.16: 357 – 371.

Nugroho, A., N. D. Nurhayati, & B. Utami. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Membran Kitosan untuk Aplikasi Sensor Deteksi Logam Berat. Molekul. 6:123-132.

Onar, N dan M. Sariisik, 2003, Using and Properties Biofibers based on Chitin and Chitosan on Medical applications. Turkey.

Ulfin, I & Widya W. 2005. Study Penyerapan Kromium Dengan Kayu Apu (Pistia stratiotes, L.). Akta Kimindo. 1: 41-48.

Utami, U. B., T. Rohman & Mahmud. 2009. Adsopsi Pb(II) Oleh Kitosan Terlapiskan Pada Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit. J. Sains MIPA, 15: 89 – 99.

Prambaningrum, W. 2009. Adsorpsi Ion Besi(III) dan Kadmium(II) Menggunakan Gel Kitosan. Skripsi.Program Studi Strata-1 Kimia FMIPA. Universitas Diponegoro. Semarang.

Santoso, U. T., D. Umaningrum, U. Irawati, & R. Nurmasari. 2008. Immobilization of Humic Acid on Chitosan using Protected Cross-Linking Reaction Method and its Application as Sorbent for Pb(II), Cd(II), And Cr(III). Indo J Chem8: 177-183.

Sugita, P., , S.S., Achmadi, dan Y. Yundhan, (2010) (2009, Perilaku Disolusi Ketoprofen Tersalut Gel Kitosan-Karboksimetilselulosa (CMC), Jurnal Natur Indonesia 13(1): 21-26

Sukardjo, J.S & Nanik G.M. 2011. Sintesis Kitosan Dari Cangkang Kepiting Dan Kitosan Yang Dimodiikasi Melalui

Pembentukan Bead Kitosan Berikatan Silang Dengan Asetaldehid Sebagai Agen Pengikat Silang Untuk Adsorbsi Ion Logam Cr(VI). Jurnal Ekosains. 3: 1-13.

Wan Ngah, W.S., Endud & Mayanar, R. 2002. Removal of Cr(II) Ions from Aqueous Solution Onto Chitosan and Cross-Linked Chitosan Beads. Reactive and Fuctional Polymers.50: 181-190.

Tangkuman, H. D & H. F. Aritonang. 2009. Perbandingan Kualitas Karbon Aktif Yang Dibuat Dari Batok Kelapa Hibrida dan Batok Kelapa Dalam. Chem. Prog. 2: 29-32.

KAJIAN ADSORPSI Cd(II) OLEH ARANG APU-APU (Pistia stratiotes L.) TERMODIFIKASI KITOSAN-GLUTARALDEHIDA

ORIGINALITY REPORT

20%	14%	10%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to UIN Sunan Ampel Surabaya Student Paper	1%
2	eprints.unwahas.ac.id Internet Source	1%
3	Submitted to Universiti Sains Malaysia Student Paper	1%
4	Bekti Nugraheni, Kyky Herlyanti, Mighfar Syukur. "ADSORPSI Pb2+ DALAM LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN ADSORBEN DAMI NANGKA TANPA TERAKTIVASI DAN TERAKTIVASI NaOH: pH DAN WAKTU KONTAK", Jurnal Farmasi Sains dan Praktis, 2017 Publication	1%
5	Kardiman Kardiman, La Ifa La Ifa, Rismawati Rasyid. "PEMBUATAN ADSORBEN DARI SABUT KELAPA SEBAGAI PENYERAP LOGAM BERAT Pb(II)", ILTEK : Jurnal Teknologi, 2020 Publication	1%

6	jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id Internet Source	1 %
7	repo.unsrat.ac.id Internet Source	1 %
8	Ahmad Fitriansyah, Hermansyah Amir, Elvinawati Elvinawati. "KARAKTERISASI ADSORBEN KARBON AKTIF DARI SABUT PINANG (Areca catechu) TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI ZAT WARNA INDIGOSOL BLUE 04-B", Alotrop, 2021 Publication	1 %
9	Catherina M. Bijang, Jolantje Latupeirissa, Marike Ratuhanrasa. "Biosorpsi Ion Logam Tembaga (Cu2+) Pada Biosorben Rumput Laut Coklat (Padina australis)", Indo. J. Chem. Res., 2018 Publication	<1 %
10	Cillia Marfania. "Imobilisasi kulit Lengkeng (euphoria longan lour) terhadap penyerapan ion logam Kadmium", CHEMPUBLISH JOURNAL, 2019 Publication	<1 %
11	journal.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
12	pkimunlam.wordpress.com Internet Source	<1 %

13	repository.ung.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
15	jurnal.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
16	limnotek.limnologi.lipi.go.id Internet Source	<1 %
17	syahnanib.wordpress.com Internet Source	<1 %
18	www.journal.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
19	Intan Lestari. "AMOBILISASI BIJI DURIAN (Durio zibethinus) DALAM Ca-ALGINAT SEBAGAI BIOSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU", CHEMPUBLISH JOURNAL, 2019 Publication	<1 %
20	ejournal.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
21	iptek.its.ac.id Internet Source	<1 %
22	Ngatijo Ngatijo, Nurul Gusmaini, Restina Bemis, Rahmat Basuki. "Adsorpsi Methylene Blue pada Nanopartikel Magnetit tersalut Asam Humat: Kajian Isoterm dan Kinetika",	<1 %

CHEESA: Chemical Engineering Research Articles, 2021
Publication

23	Submitted to Universitas Mataram Student Paper	<1 %
24	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	<1 %
25	fedorabg.bg.ac.rs Internet Source	<1 %
26	jurnal.fmipa.unila.ac.id Internet Source	<1 %
27	sivitasakademika.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
28	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
29	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
30	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
31	Yulius Dala Ngapa, Yasinta Embu Ika. "Optimasi Adsorpsi Kompetitif Pewarna Biru Metilena dan Metil Oranye Menggunakan Adsorben Zeolit Alam Ende - Nusa Tenggara Timur (NTT)", Indo. J. Chem. Res., 2020 Publication	<1 %

32	bp4kgresik.wordpress.com Internet Source	<1 %
33	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
34	journals.itb.ac.id Internet Source	<1 %
35	Hesti Apriyanti, I Nyoman Candra, Elvinawati Elvinawati. "KARAKTERISASI ISOTERM ADSORPSI DARI ION LOGAM BESI (Fe) PADA TANAH DI KOTA BENGKULU", Alotrop, 2018 Publication	<1 %
36	forestcompact2011.blogspot.com Internet Source	<1 %
37	journal.unpad.ac.id Internet Source	<1 %
38	poppingcandy89.blogspot.com Internet Source	<1 %
39	repository.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
40	www.journal.unrika.ac.id Internet Source	<1 %
41	Gatut Ari Wardani, Dea Dara Pamungkas, Winda Trisna Wulandari, Fajar Setiawan. "PENGARUH WAKTU KONTAK DAN KEASAMAN TERHADAP DAYA BIO ADSORPSI	<1 %

LIMBAH SABUT KELAPA HIJAU PADA ION LOGAM TIMBAL(II)", KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 2018
Publication

42	esetblog.blogspot.com Internet Source	<1 %
43	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
44	snkpk.fkip.uns.ac.id Internet Source	<1 %
45	Intan Lestari, Mahra Mahraja, Faizar Farid, Diah Rizki Gusti, Edwin Permana. "PENYERAPAN ION Pb(II) MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI LIMBAH PADAT LUMPUR AKTIF PENGOLAHAN AIR MINUM", CHEMISTRY PROGRESS, 2020 Publication	<1 %
46	ejournal.akprind.ac.id Internet Source	<1 %
47	kimia.fmipa.unand.ac.id Internet Source	<1 %
48	publikasiilmiah.unwahas.ac.id Internet Source	<1 %
49	repository.unib.ac.id Internet Source	<1 %

50	Andre G Kalensun, Audy D Wuntu, Vanda S Kamu. "ISOTERM ADSORPSI TOLUENA PADA ARANG AKTIF STROBILUS PINUS (Pinus merkusii)", JURNAL ILMIAH SAINS, 2012 Publication	<1 %
51	Ayu Anggraini Puspitasari, Ni Ketut Sumarni, Musafira Musafira. "KAJIAN KAPASITAS ADSORPSI ARANG KULIT KOPI ROBUSTA TERAKTIVASI ZNCl2 TERHADAP ION Pb (II)", KOVALEN, 2017 Publication	<1 %
52	repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		