

Sintesis Silika Gel Teraktivasi dari Pasir Kuarsa untuk Menurunkan Kadar ION Cu²⁺ dalam Air

Susanti , N Widiarti, AT Prasetya

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 11 Januari 2017
Disetujui 23 Maret 2017
Dipublikasikan 1 April 2017

Keywords:
quartz sand, activated silica gel, Cu²⁺ ions

Abstrak

Pasir kuarsa merupakan hasil alam yang melimpah dengan kandungan utama silika sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan silika gel. Penelitian ini mempelajari penurunan kadar ion logam Cu²⁺ dalam air menggunakan silika gel teraktivasi. Silika gel teraktivasi dibuat dari pasir kuarsa melalui proses sol gel. Karakterisasi silika gel teraktivasi menggunakan XRD dan metode BET. Hasil analisis dengan XRD menunjukkan puncak pada $2\theta = 21,64^\circ$ adalah tridymite dan fasa monoclinic. Analisis dengan metode BET menunjukkan bahwa silika gel kering teraktivasi memiliki luas permukaan dan pori-pori yang besar dengan luas permukaan 222,068 m²/g. Pada proses penurunan kadar ion Cu²⁺ digunakan variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi awal larutan Cu²⁺. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar ion Cu²⁺ oleh silika gel teraktivasi optimal pada pH 6 dengan waktu kontak 80 menit dan konsentrasi 30 ppm dengan kapasitas adsorpsi 0,0074 mg/g.

Abstract

Quartz sand is an abundant natural product with the main content of silica so it can be utilized as the main ingredient in the manufacture of silica gel. This study studied the decrease of Cu²⁺ metal ion content in water using activated silica gel. Activated silica gel is made from quartz sand through sol gel process. Characterization of activated silica gel using XRD and BET method. The result of analysis with XRD showing peak at $2\theta = 21,64^\circ$ is tridymite and monoclinic phase. The BET method analysis showed that the activated dry silica gel had a large surface area and pores with a surface area of 222.068 m²/g. In the process of decreasing levels of Cu²⁺ ions is used pH variation, contact time, and initial concentration of Cu²⁺ solution. The results showed decreased levels of Cu²⁺ ions by activated silica gel at optimally pH 6 with contact time of 80 min and concentration of 30 ppm with adsorption capacity of 0.0074 mg/g.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

 Alamat korespondensi:
E-mail: santialibi@gmail.com

ISSN 0215-9945

PENDAHULUAN

Sungai memiliki peranan penting dalam kehidupan setiap makhluk hidup. Dengan perannya, air akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh kondisi/ komponen lainnya. Fungsi sungai bagi sektor pertanian adalah sebagai sarana irigasi bagi lahan pertanian seperti sawah, kebun dan sektor pertanian lainnya (Agustira *et al.* 2013). Bentuk pencemaran yang secara umum banyak dihasilkan dari hasil pabrik maupun industri rumahan seperti elektroplating atau penyepuhan logam berat yang menggunakan bahan kimia berbahaya seperti Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , dan Zn^{2+} sehingga limbahnya sangat berbahaya untuk lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu (Marwati *et al.* 2007). Tembaga merupakan salah satu logam berat yang digunakan dalam pembuatan perabot rumah tangga di mana limbah hasil produksi langsung dibuang disungai sekitar sehingga sangat berbahaya jika air sungai yang mengandung ion Cu^{2+} dikonsumsi oleh makhluk hidup karena dapat mengakibatkan kelumpuhan bahkan sampai kematian dini. Salah satu upaya pengurangan kadar logam dalam air adalah metode adsorpsi menggunakan silika gel. Adapun bahan-bahan yang selama ini dikembangkan sebagai adsorben adalah abu sekam padi, arang aktif, biomassa algae coklat dan pasir kuarsa.

Pasir kuarsa merupakan hasil alam yang melimpah di Indonesia. Berdasarkan data dari berbagai sumber, menjelaskan bahwa pasir kuarsa memiliki kandungan silika sekitar 55,3-99,7% (Fairus *et al.* 2009). Oleh karena itu, silika dari pasir kuarsa dapat dimanfaatkan sebagai sumber utama bahan pembuat silika gel, yang selanjutnya diaplikasikan untuk menurunkan kadar air yang mengandung ion Cu^{2+} . Silika gel kering dan teraktivasi dapat berfungsi sebagai adsorben yang baik, sehingga air yang mengandung ion Cu^{2+} dapat diturunkan kadarnya menggunakan silika gel dari silika pasir kuarsa.

METODE

Tahapan penelitian ini adalah sintesis natrium silikat dari pasir kuarsa, sintesis silika gel dari natrium silikat, aktivasi silika gel dan

dilanjutkan dengan aplikasi silika gel dalam penurunan kadar ion logam Cu^{2+} .

Proses pembuatan larutan natrium silikat dibuat dengan cara merendam pasir kuarsa murni dengan 250 ml NaOH 4N kemudian dididihkan dan diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm sampai terbentuk bongkahan kental. Setelah kering, dilebur dengan *furnace* pada temperatur 500°C selama 8 jam. Setelah dingin, ditambahkan 200 mL aquades dan direndam selama 24 jam, kemudian disaring dengan kertas whatman 42 (Mujiyanti *et al.* 2010 dengan dimodifikasi).

Silika gel dibuat dengan cara menambahkan HCl 3N secara bertetes ke dalam larutan natrium silikat pada *stirrer* sampai terbentuk gel. Gel yang terbentuk ditambah aquades sampai pH 7 dan dioven pada suhu 100°C selama 18 jam. Setelah dingin, dicuci sampai pH netral dan diayak hingga lolos ayakan 100 mesh (Sriyanti *et al.* 2005 dengan dimodifikasi).

Aktivasi silika gel dilakukan dengan cara memasukkan 10 g silika gel kering ke dalam larutan 100 ml HCl 1 M. Larutan tersebut dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* 150 rpm selama 60 menit, kemudian disaring. Residu yang dihasilkan, dicuci berulang-ulang hingga pH mencapai 7 (netral). Residu dioven pada suhu 120°C selama 3 (tiga) jam, dan dikarakterisasi dengan XRD (Kartika, 2009)

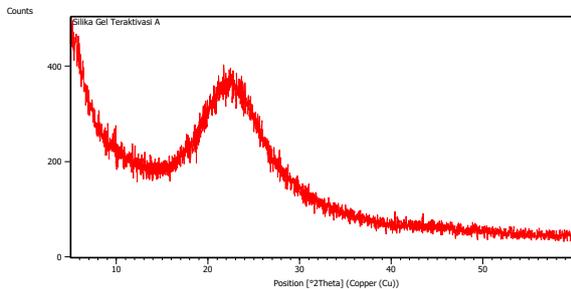
Aplikasi silika gel dalam menurunkan kadar ion logam Cu^{2+} dilakukan dengan variasi pH, waktu dan konsentrasi. Sebanyak 50 ml larutan Cu^{2+} 10 ppm diatur keasamannya pada pH 3, 4, 6 dan 9, waktu 20, 80, 100 dan 150 menit dan konsentrasi 10, 30, 100, 120 dan 150 kemudian ditambahkan larutan HCl 0,01M atau NaOH 0,01M untuk menstabilkan pH. Sebanyak 0,5 gram adsorben dimasukkan dan diputar dengan *shaker* selama 60 menit pada suhu kamar kemudian disaring. Konsentrasi ion logam yang tersisa dalam larutan ditentukan dengan SSA dan diukur pula pH filtrat yang tersisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Silika gel teraktivasi dikarakterisasi dengan metode BET dan XRD. Hasil analisis XRD yang dilakukan dengan sudut (2θ) = 0°-70° diperoleh

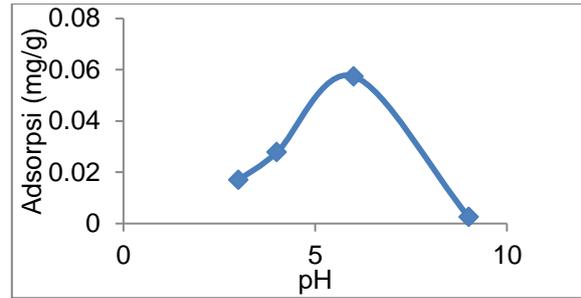
diffraktogram seperti tampak pada Gambar 1. Aktivasi dengan HCl bertujuan untuk memperlebar pori-pori silika gel kering, sehingga proses penyerapan logam dalam air sungai dapat maksimal (Yahya 2012).

Gambar 1 menunjukkan pola difraksi pada sampel silika gel teraktivasi teraktivasi yang dievaluasi dengan membandingkan nilai d puncak-puncak pada sampel dengan puncak-puncak standar SiO₂ JCPDS (*Joint Commite for Powder Diffraction Standard*) dengan nomor 341382. Fasa SiO₂ ditemukan pada daerah 2θ= 20–27° dan puncak tajam pada 2θ=21,64° yang menunjukkan bahwa silika gel kering mengandung senyawa SiO₂ dalam bentuk amorf. Pernyataan ini didukung oleh Kalapathy *et al.* (2002) yang menyatakan bentuk puncak yang lebar dengan pusat puncak disekitar 22° menunjukkan bahwa silika geel berfasa amorf. Analisis luas permukaan dengan menggunakan BET bertujuan untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, dan ukuran pori. Silika gel teraktivasi HCl 1M memiliki luas permukaan 222,068 m²/g, volume pori 71,2425 cc/g, dan ukuran pori 16,200 Å.



Gambar 1. Diffraktogram silika teraktivasi

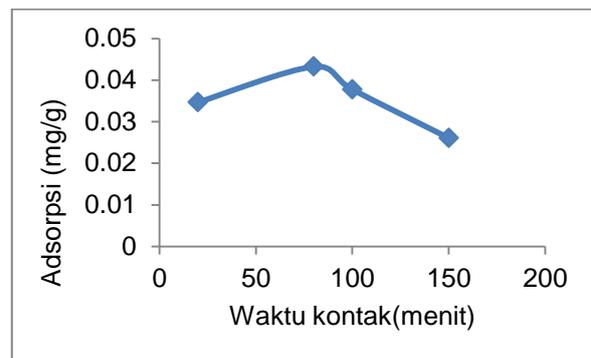
Kemampuan silika gel teraktivasi dalam menurunkan kadar ion logam Cu²⁺ dalam air divariasi untuk mendapatkan kondisi optimum. Penentuan kondisi optimum proses adsorpsi dalam penelitian ini diawali dengan mencari pH optimum, waktu optimum kemudian konsentrasi optimum. Variasi pH yang dilakukan dalam perendaman silika gel kering teraktivasi terhadap air yang mengandung ion Cu²⁺ dengan pH 3,4, 6 dan 9 yang dianalisis dengan SSA. Hasil penentuan pH optimum ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Adsorpsi ion Cu²⁺ dengan silika gel teraktivasi

Gambar 2 menunjukkan penurunan optimal terjadi pada pH 6 sebanyak 0,574 mg/g dari 0,5 gram silika gel teraktivasi dalam 50 mL larutan Cu²⁺ 10 ppm. Semakin tinggi pH atau semakin basa larutan maka semakin banyak ion Cu²⁺ yang terserap. Namun jika sudah mencapai hasil kali kelarutan (Ksp) maka akan terjadi endapan. Menurut Ibrahim (2015), ion logam yang terserap lebih kecil pada pH rendah. Permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H⁺ (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonasi).

Variasi waktu kontak yang dilakukan dalam perendaman silika gel teraktivasi terhadap air yang mengandung ion Cu²⁺ dengan rentang waktu 20, 80, 100 dan 150 menit yang dianalisis dengan SSA. Hasil penentuan waktu optimum dilihat pada Gambar 3.

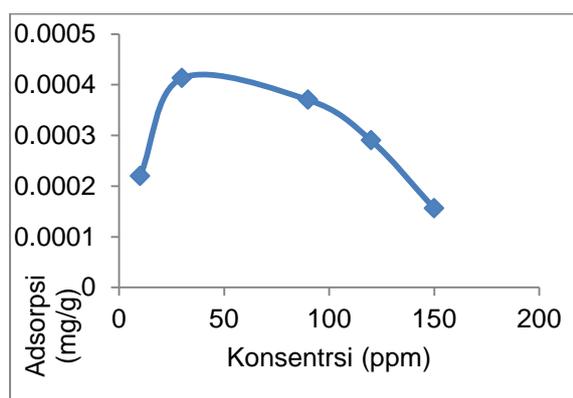


Gambar 3. Penurunan ion Cu²⁺ dengan silika gel teraktivasi

Gambar 3 menunjukkan bahwa penurunan optimum terjadi pada waktu ke-80 menit sebanyak 0,432 mg/g dari 0,5 gram silika gel kering teraktivasi dalam 50 mL larutan Cu²⁺ 10 ppm. Semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat, memungkinkan terjadinya peningkatan proses penyerapan. Akan tetapi, jika terlalu lama dapat menurunkan tingkat

penyerapan atau terjadi proses desorpsi yaitu lepasnya ion Cu^{2+} yang sudah terikat oleh adsorben. Hal ini sesuai dengan penelitian Ibrahim (2015) yang memperoleh daya serap adsorpsi optimum terjadi pada waktu kontak ke-90 menit.

Variasi konsentrasi yang dilakukan dalam perendaman silika gel teraktivasi dalam air yang mengandung ion Cu^{2+} dengan konsentrasi 10, 30, 100, 120 dan 150 ppm, dianalisis dengan SSA. Hasil penentuan waktu optimum ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Penurunan ion Cu^{2+} dengan silika gel teraktivasi

Dari keempat variasi yang dilakukan, penurunan optimum terjadi pada konsentrasi 30 ppm sebanyak sebanyak 0,797 mg/gram dari 0,5 gram silika gel teraktivasi dalam 50 mL larutan Cu^{2+} 10 ppm. Terjadinya daya serap adsorpsi pada konsentrasi rendah dikarenakan permukaan adsorben yang belum banyak berikatan dengan ion Cu^{2+} sehingga penyerapannya berlangsung efektif, tetapi apabila dilakukan penambahan konsentrasi maka daya serap yang terjadi kurang efektif. Hal ini sesuai dengan penelitian Fatimah (2014) yang meneliti silika gel dengan biomassa *aspergillus niger* mencapai daya serap adsorpsi optimum pada konsentrasi 20 ppm.

SIMPULAN

Silika gel teraktivasi hasil sintesis dari pasir kuarsa memiliki karakteristik luas permukaan 222,068 m^2/g , volume pori 71,2425 cc/g , dan ukuran pori 16,200 Å. Pada karakterisasi dengan XRD bersifat amorf pada $2\theta = 21,64^\circ$. Silika gel teraktivasi dari pasir kuarsa dapat menurunkan kadar Cu^{2+} dalam air sebanyak 99,53% pada

kondisi optimal pada pH 6, waktu kontak ke-80 menit dan konsentrasi awal 30 ppm dengan kapasitas adsorpsi 0,797 mg/gram dari 0,5 gram adsorben dalam 50 mL larutan Cu^{2+} .

DAFTAR PUSTAKA

- Agustira R, Lubis KS & Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(3): 2337-6597.
- Cheremenisoff ON. 1987. Carbon Adsorption Hand Book, Science Publisher Inc, Michigan, USA.
- Fairus S, Haryono MH, Sugito & Agus S. 2009. Proses Pembuatan Waterglass Dari Pasir Silika Dengan Pelebur Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 8(2): 56-62.
- Ibrahim, DM. 2015. Optimasi adsorpsi Pb (II) Oleh Biomassa *Aspergillus Niger* Yang Diimobilisasi Silika Gel. *Indo J Chem Sci* 4(2): 81-83
- Kalpathy U, Proctor A, Shultz J. 2002. An Improved Method For Production of Silica From Rice Hull Ash. *Biores Tech* 85: 285 -289
- Kartika E. 2009. Memperbaiki Kualitas Air Pengisi Broiler Di Pabrik Gula Sragi Dengan Cara Adsorpsi Ion Kesadahan Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Marwati S, Regina TP & Marfuatun. 2009. Pemanfaatan Ion Logam Berat Tembaga (II), Kromium (II), Timbal (II), Seng (II) Dalam Limbah Cair Electroplating Untuk Pelapisan Logam Besi. *Jurnal Penelitian Saintek* 14(1): 17-40
- Mujiyanti DR, Nuryanto & Eko SK. 2010. Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Yang Dimobilisasi Dengan 3-(Trimetoksisilil)-Propantiol. *Sains Dan Terapan Kimia* 4 (2): 150-167
- Sembiring Z, Buhani, Suharso, & Sumadi. 2009. The Isothermic Adsorption of Pb(II), Cu(II) and Cd(II) Ions on *Nannochloropsis* sp Encapsulated by Silica Aqua-Gel. Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Lampung University. 9(1): 1-5.
- Sriyanti, Taslimah, & Choiril A. 2005. Sintesis Kadmium (II) Pada Bahan Hibrida Amino-Silika Dari Abu Dekam Padi Melalui Proses Sol Gel. *JKSA* 8(1):1-12
- Yahya NF. 2012. Penurunan Kadar Cr dan Pb dalam Air Sumur Gali di Wilayah Industri Electroplating menggunakan Silika Gel Kering Sekam Padi. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.