

Variasi Waktu Kontak terhadap Penyerapan Ion Cd^{2+} Menggunakan Xerogel dari Abu Terbang (Fly Ash)

Reza Afriani¹, Edi Nasra²

^{1,2}Program Studi Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: rezaafriani04@gmail.com , edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstrak

Kadmium merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya sehingga perlu diminimalisir keberadaannya dalam lingkungan. Penyerapan menggunakan adsorben xerogel dari abu terbang (*fly ash*) dipilih sebagai salah satu metode yang efisien. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kapasitas serapan ion Cd^{2+} dari xerogel dengan variasi waktu kontak. Pada penelitian ini menggunakan metoda *batch* dengan variasi waktu kontak (15, 30, 45, 60, 75) menit. Kondisi optimum yang didapatkan waktu kontak 60 menit dengan kapasitas serapan maksimum 43,99 mg/g. Permodelan isoterm yang mendekati kesetimbangan yaitu isoterm Langmuir dengan nilai $R^2 = 0,9717$.

Kata Kunci : Adsorpsi, Ion Cd^{2+} , Waktu Kontak, Xerogel

Abstract

Cadmium is a heavy metal that is dangerous and needs to be minimized in the environment. Adsorption using xerogel from fly ash was chosen as an efficient method. The aim of this study was to determine the adsorption capacity of the Cd^{2+} ions from xerogel with contact time variation. This study using batch method with variation of contact time (15, 30, 45, 60, 75) minutes. The optimum conditions in each variation was contact time 60 minutes with a maximum adsorption capacity of 43,99 mg/g. Isotherm modelling closed to equilibrium namely isotherm Langmuir with $R^2 = 0.9717$.

Keywords : Adsorption, Contact Time, Ion Cd^{2+} , Xerogel.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia telah mendorong pertumbuhan industri dengan efek positif terhadap masyarakat seperti terpenuhinya kebutuhan masyarakat, meningkatnya perekonomian dan mengurangi pengangguran. Namun, selain memberikan dampak positif, perkembangan industri juga menimbulkan dampak negatif diantaranya pembuangan limbah industri yang tidak terkendali. Pembuangan limbah industri dapat menyebabkan dampak negatif pada lingkungan, khususnya jika terdapat logam berat yang melebihi batas ambang, yang dapat membahayakan lingkungan dan makhluk hidup (Bijang et al., 2018).

Pada perairan, logam berat membahayakan kehidupan makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan karena logam berat tersebut tidak bisa terurai secara hayati (Nazriati, 2019). Salah satu ion logam berat nya yaitu ion logam kadmium. Ion logam kadmium biasanya ditemui pada baterai, pigmen, pupuk fosfat, minyak pelumas, dan plating logam. Selain itu, ion logam kadmium dapat terkontaminasi ke lingkungan secara alami melalui letusan gunung berapi (Kumar, Chawla, and Kaur 2015). Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-51/MENLH/10/95 mengenai baku mutu limbah cair kadar maksimum logam kadmium dalam limbah yaitu sebesar 0,05 ppm (Sasongko, Yulianto, and Sarastri 2017) . Oleh karena itu, diperlukan upaya

untuk menanggulangi ion logam kadmium dalam limbah agar tidak tercemar kedalam lingkungan..

Beberapa upaya telah dilakukan untuk menangani keberadaan limbah ion logam kadmium, diantaranya menggunakan metode filtrasi membran, pertukaran ion, presipitasi kimia, elektrokimia *treatment*, koagulasi dan flokulasi (Said 2010). Dari beberapa metode tersebut dianggap kurang efektif dan membutuhkan biaya yang mahal, sehingga diperlukan metode lain untuk mendaur ulang limbah tersebut (Rahayu 2023). Dengan demikian diperlukan metode lain yang lebih efisien dan tidak menghasilkan limbah sampingan. Salah satu metode tersebut ialah metode adsorpsi.

Pada metode adsorpsi, dibutuhkan suatu adsorben. Adsorben dapat diperoleh dari material organik maupun anorganik. Beberapa material organik yang dapat dijadikan adsorben adalah kulit buah-buahan seperti kulit durian, kulit matoa, kulit pisang kepok, sedangkan material anorganik yang dapat dijadikan adsorben salah satunya adalah silika xerogel. Silika xerogel memiliki porositas tinggi (15-50%) dan luas permukaan yang sangat besar (150-900 m²/g) dan ukuran pori yang sangat kecil (1-10nm). Pemanasan silika xerogel pada suhu tinggi menghasilkan sintering kental dan efektif mengubah gel berpori menjadi gelas padat (Megasari et al. 2019).

Xerogel merupakan silika gel yang kandungan airnya dihilangkan dengan cara menaikkan tekanan dan temperatur sehingga didapatkan gel keringnya (Maeda et al., 2021). Pada beberapa penelitian sebelumnya, ion logam dengan menggunakan xerogel telah dilakukan diantaranya adsorpsi ion Cd menggunakan xerogel dari abu bagasse dengan kapasitas penyerapan sebesar 16,745 mg/g (Nazriati et al., 2019), Adsorpsi logam Cu menggunakan xerogel dari abu sekam padi dengan persentase penyerapan 94,4% (Sholichuddin, 2021), dan adsorpsi ion logam Pb²⁺ menggunakan xerogel dari abu kulit durian dengan kapasitas penyerapannya sebesar 4,22%(Putri et al. 2024).

METODE

Sampel yang digunakan pada penelitian ini ialah abu terbang (Fly Ash). Variabel yang digunakan pada penelitian ini antara lain variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi waktu kontak xerogel terhadap ion Cd²⁺. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu kapasitas penyerapan xerogel dari abu terbang terhadap ion Cd²⁺. Sedangkan variabel kontrol pada penelitian ini yaitu massa adsorben yang digunakan dari silika xerogel, kecepatan pengadukan dan volume larutan ion Cd²⁺.

Prosedur kerja:

1. Preparasi sampel

Sebanyak 100 gram abu terbang dimasukkan ke gelas kimia 500 mL dan ditambahkan 400 mL asam klorida (HCl) 3 M sambil diaduk secara kontinu selama 2 jam. Kemudian campuran disaring dan residunya dicuci dengan aquades hingga pH filtratnya netral untuk menghilangkan klorida yang tertinggal. Residu yang dihasilkan dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam (Guzel Kaya *et al.*, 2020). Abu terbang yang telah dihasilkan diayak dengan ukuran 200 mesh yang bertujuan untuk menyamakan semua ukuran partikel dan memperluas permukaan abu terbang (Kristianingrum, Siswani, and Fillaeli 2011).

2. Pembuatan Natrium Silikat

Ditimbang 10 gram abu terbang hasil pencucian dari ekstraksi silika gel ditambahkan NaOH 7 M sebanyak 250 mL sambil dipanaskan pada suhu 80 °C selama 1 jam pengadukan secara kontinu, setelah itu campuran disaring sehingga didapatkan larutan Natrium Silikat (Cynthia dan Edi 2024).

3. Pembuatan Xerogel

Larutan Natrium Silikat yang dihasilkan kemudian ditambahkan HCl hingga pH 7, selanjutnya larutan didiamkan selama 18 jam. Setelah 18 jam larutan kemudian

disaring hingga didapatkan residu berupa silika hidrogel. Silika hidrogel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 5 jam hingga kadar airnya hilang. (Nur'aeni *et al.*, 2019). Hasil silika xerogel dikarakterisasi menggunakan FTIR.

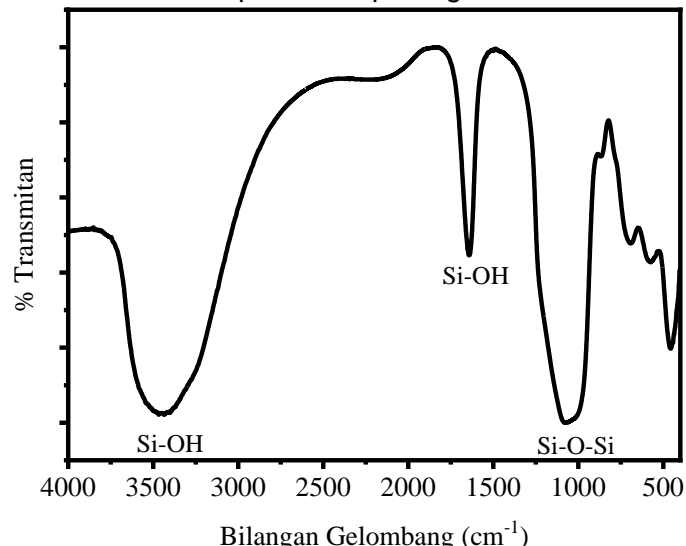
4. Adsorpsi ion Cd(II) dengan variasi waktu kontak

Sebanyak 25 mL Larutan Cd²⁺ dengan konsentrasi optimum dan pH optimum yang telah didapatkan sebelumnya dan xerogel sebanyak 0,1 gram diaduk menggunakan shaker pada kecepatan 150 rpm dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Setelah itu disaring kemudian filtrat yang dihasilkan dianalisis dengan SSA (Nurhidayah *et al.* 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi dengan FTIR

Karakterisasi ini dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat pada silika xerogel pada abu terbang. Analisa FTIR ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak kandungan dari gugus silanol dan gugus siloksan yang terdapat pada xerogel. Pada penelitian ini menggunakan bilangan gelombang 4000-600 cm⁻¹ (Lestari and Nasra 2022). Hasil karakterisasi dapat dilihat pada gambar 1.

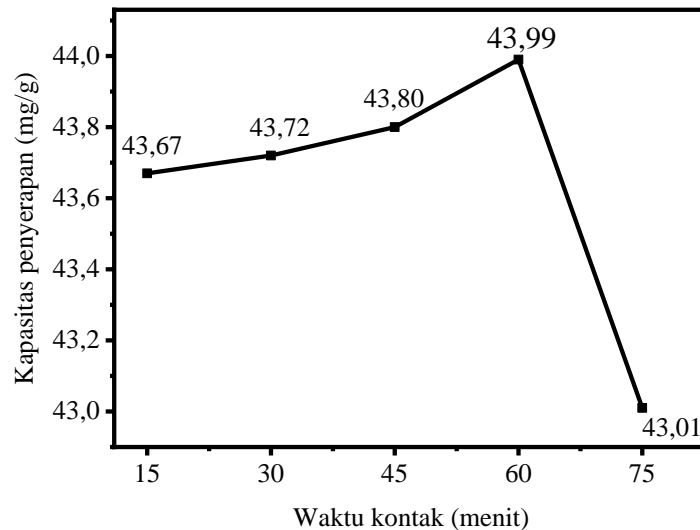


Gambar 1 Analisa FTIR Xerogel dari abu terbang

Pengujian FTIR dilakukan pada hasil sintesis silika xerogel dari abu terbang. Pada gambar 1 menunjukkan gelombang 3435,73 cm⁻¹ terdapat gugus Si-OH *stretching* asimetris dan pada bilangan gelombang 1641,89 cm⁻¹ terdapat gugus Si-OH *bending*. Sedangkan untuk gugus Si-O *stretching* asimetris pada bilangan gelombang 1068,27 cm⁻¹ dan gugus Si-O *bending* pada bilangan gelombang 693,08 cm⁻¹ dan 455,31 cm⁻¹. Hasil FTIR ini sesuai dengan hasil penelitian (Guzel Kaya *et al.* 2021) yang menunjukkan adanya gugus fungsi Si-OH dan Si-O-Si sebagai gugus fungsi utama pada silika xerogel. Dari hasil karakterisasi dengan FTIR ini dapat dilihat bahwa silika xerogel dari abu terbang berhasil disintesis karena mengandung gugus silanol dan siloksan.

B. Variasi Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan faktor yang mempengaruhi efisiensi penyerapan ion logam Cd²⁺ (Lapik 2017). Variasi waktu kontak dilakukan untuk mengetahui kapasitas optimum waktu kontak pada penyerapan ion logam Cd²⁺ serta mengetahui hubungan waktu kontak dengan kapasitas penyerapan ion logam Cd²⁺. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Cd²⁺ dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1 Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Cd²⁺

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin lama adsorben dikontakkan dengan ion logam Cd²⁺ maka kapasitas penyerapannya semakin meningkat yang terlihat pada waktu kontak 15-60 menit. Kapasitas penyerapan akan menurun apabila terjadinya desorpsi yaitu situs aktif pada silika akan mengalami kejenuhan. Menurut Falahiyah (2015), daya adsorpsi yang menurun dikarenakan telah melewati kesetimbangan. Waktu kesetimbangan dapat menentukan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas optimum penyerapan yang dapat dilihat pada gambar bahwa pada waktu kontak 75 menit mengalami penurunan kapasitas penyerapan. Penyerapan ion Cd²⁺ oleh xerogel optimum terjadi pada waktu kontak 60 menit dengan kapasitas penyerapan sebesar 43,99 mg/g.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang didapatkan, kapasitas penyerapan optimum ion logam Cd²⁺ menggunakan silika xerogel dari abu terbang yaitu 43,99 mg/g dengan waktu kontak optimum terjadi pada waktu 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Cynthia dan Edi. 2024. "Penentuan Kondisi Optimum Waktu Aging Pada Sintesis Silika Xerogel Dari Limbah Abu Terbang." *Jurnal Multidisiplin Ilmu* 02:50–53.
- Falahiyah. 2015. *Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu Dari Sabut Dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Guzel Kaya, Gulcihan, Elena Aznar, Huseyin Deveci, and Ramón Martínez-Máñez. 2021. "Low-Cost Silica Xerogels as Potential Adsorbents for Ciprofloxacin Removal." *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 22(May). doi: 10.1016/j.scp.2021.100483.
- Kristianingrum, Susila, Dwi Siswani, and Annisa Fillaeli. 2011. "Prosiding Seminar Nasional Kimia Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta." *Jurnal Pendidikan Kimia* 5(1):281–91.
- Kumar, Rajeev, Jyoti Chawla, and Inderpreet Kaur. 2015. "Removal of Cadmium Ion from Wastewater by Carbon-Based Nanosorbents: A Review." *Journal of Water and Health* 13(1):18–33. doi: 10.2166/wh.2014.024.
- Lapik. 2017. "Jurnal Tugas Akhir Biosorpsi Logam Berat Cr (Vi) Dengan Menggunakan Biomassa Saccharomyces Cerevisiae Diajukan Sebagai Tugas Akhir Dalam Rangka Penyelesaian Studi Sarjana Pada Departemen Teknik Lingkungan Christanto Lapik Departemen Teknik Lingkungan 20." (Vi).
- Lestari, Devi, and Edi Nasra. 2022. "Preparasi Karbon Aktif Kulit Durian Dengan

- Aktivator NaOH Serta Penyerapannya Terhadap Logam Berat Pb(II).” *Chemistry Journal* 11(2):50–55.
- Megasari, Kartini, Hera Herdiyanti, Gustri Nurliati, and Ambar Kadarwati. 2019. “Sintesis Silika Xerogel Dari Abu Daun Bambu Sebagai Adsorben Uranium.” *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* 13(1):27–36.
- Nur’aeni, Dyanti, Eko Prabowo Hadisantoso, and Dede Suhendar. 2019. “Adsorpsi Ion Logam Mn^{2+} Dan Cu^{2+} Oleh Silika Gel Dari Abu Ampas Tebu.” *Al-Kimiya* 4(2):70–80. doi: 10.15575/ak.v4i2.5087.
- Nurhidayah, Diah Riski Gusti, Lenny Marlinda, and Lestari Intan. 2020. “Jurnal Litbang Industri Immobilized in Ca-Alginate.” 139–46.
- Putri, Sinta Eka, Edi Nasra, Hary Sanjaya, and Riga Riga. 2024. “Pengaruh Massa Dan Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb^{2+} Menggunakan Xerogel Dari Abu Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr.*)” *Periodic* 13(1):59. doi: 10.24036/periodic.v13i1.124373.
- Rahayu, Aster. 2023. “Review: Biomassa Sebagai Adsorbent Untuk Pengolahan Logam Berat Pada Air Limbah Industri.” 1–6.
- Said, Nusa Idaman. 2010. “Metoda Penghilangan Logam Berat (As , Cd , Cr , Ag , Cu , Pb , Ni Dan Zn) Di Dalam Air Limbah Industri.” 6(2):136–48.
- Sasongko, Ashadi, Kurniawan Yulianto, and Dwi Sarastri. 2017. “Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) Dalam Air Limbah Domestik Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom.” *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)* 6(2):228–37. doi: 10.23887/jst-undiksha.v6i2.10699.
- Yuniar, Yuniar, and Siti Nuraini. 2021. “Cadmium in Water Samples Determined by Atomic Absorption Spectrometry after Solid Phase Extraction Using DOWEX 50WX2 Resin.” *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry* 6(1):14–19. doi: 10.24845/ijfac.v6.i1.14.