



pH dan Waktu Kontak Adsorpsi Ion Logam Cu(II) menggunakan Adsorben Silika yang Bersumber dari Pasir Alam Takari

Johnson N. Naat^{1,*}, Lidia Graciana Kefi², Yosep Lawa³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP-Universitas Nusa Cendana

Jl. Adisucipto Penfui, Kupang NTT, 85001, Indonesia

*e-mail korespondensi: johnson.naat@staf.undana.ac.id

Info Artikel:

Dikirim:

3 April 2021

Revisi:

20 April 2021

Diterima:

4 Mei 2021

Kata Kunci:

Adsorpsi, EDTA,
Optimum pH, waktu
kontak, Cu(II) silika,
Pasir alam Takari

Abstrak-Tulisan ini melaporkan pH dan waktu kontak optimum adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan adsorben silika yang diekstraksi dari pasir alam Takari. Penelitian ini dilakukan melalui preparasi sampel, proses ekstraksi silika menggunakan metode hidrotermal dan kopresipitasi, penentuan pH optimum dan waktu kontak adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan pereaksi EDTA sebagai pengompleks. Variasi pH yang digunakan adalah 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 sedangkan variasi waktu kontak yang digunakan adalah 20, 40, 60, 80, dan 100 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum untuk adsorpsi ion logam Cu(II) adalah pada pH 6 dengan kapasitas adsorpsi 7,958 mg/g, sedangkan waktu kontak optimum adalah 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 10,597 mg/g.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dunia industri, semakin banyak pula limbah hasil industri yang dihasilkan dan dapat mencemari lingkungan. Salah satu limbah industri yang dihasilkan dan mempunyai dampak yang besar dalam mencemari lingkungan adalah logam berat. Logam berat telah lama dikenal sebagai suatu elemen yang mempunyai daya racun yang sangat potensial dan memiliki kemampuan terakumulasi dalam organ tubuh manusia. Beberapa logam berat yang sering mencemari lingkungan dan bersifat toksik adalah nikel (Ni), besi (Fe), tembaga (Cu), dan mangan (Mn) [1]. Tembaga merupakan logam yang bersifat toksik yang dapat meracuni tubuh manusia dan merusak lingkungan. Tembaga dalam jumlah kecil sangat berguna oleh makhluk hidup karena merupakan logam *essensial* namun, dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan seperti muntah-muntah, diare, rasa terbakar di daerah esofagus dan lambung, kolik, yang kemudian disusul dengan hipotensi, nekrosis hati dan koma [2]. Metode untuk menurunkan konsentrasi logam berat yang terdapat dalam limbah yang sering digunakan yaitu adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metode lain, diantaranya memerlukan biaya yang relatif murah, prosesnya sederhana, ramah lingkungan, tidak adanya efek samping zat beracun, efektifitas dan efisiensinya tinggi, serta adsorbennya dapat digunakan kembali (regenerasi) [3]. Pemilihan adsorben yang tepat sangat menentukan keberhasilan proses adsorpsi. Beberapa jenis adsorben yang biasa digunakan ialah karbon aktif, alumina aktif, zeolit dan silika [4].

Silika memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi, sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben karena memiliki luas permukaan yang besar. Salah satu bahan dengan kekayaan material silika terbesar adalah pasir karena sebagian besar senyawa penyusun pasir adalah silika (SiO₂). Mengacu pada kelimpahan silika yang ada pada pasir dan kelimpahan pasir di NTT,

khususnya Pulau Timor maka sumber silika yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pasir alam Takari Kabupaten Kupang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Naat *et al.*, (2016), kadar silika yang disintesis dari pasir alam Takari adalah 97,8% [5]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan adsorben silika dalam mengadsorpsi logam berat diantaranya yaitu pH dan waktu kontak. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi pH dan waktu kontak adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan adsorben silika. Tujuan dilakukannya optimasi adalah untuk mengetahui harga pH yang paling sesuai dan waktu kontak yang dibutuhkan untuk penyerapan logam secara optimal oleh adsorben silika. Selain itu, optimasi pH dan waktu kontak yang dilakukan juga disebabkan oleh pH dan waktu kontak dapat mempengaruhi gugus fungsi yang berperan aktif dalam proses penurunan kadar logam berat [6]. Dalam tulisan ini melaporkan harga pH yang paling sesuai dan waktu kontak yang dibutuhkan untuk penyerapan logam Cu(II) secara optimasi oleh adsorben silika yang bersumber dari pasir alam Takari-NTT.

METODOLOGI PENELITIAN

Preparasi Sampel

Pasir yang telah diambil dari Takari ditimbang sebanyak 400 gram, lalu dicuci dengan aquades dan diproses melalui *wise stir* dengan kecepatan putar 272,72 rpm selama 5 menit. Proses pencucian diulang sebanyak 3 kali untuk menghilangkan pengotor berupa tanah dan pengotor lainnya. Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 2 jam, kemudian dihaluskan dengan menggunakan *diskmill* dan diayak dengan ayakan 200 mesh. Pasir hasil ayakan ditimbang sebanyak 50 gram dan direndam dengan HCl 2 M sebanyak 200 mL selama 12 jam untuk menghilangkan pengotor selain SiO₂. Selanjutnya, pasir dicuci dengan aquades, proses pencucian dilakukan hingga pH dari pasir hasil rendaman netral. Kemudian, pasir disaring menggunakan kertas saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Hasilnya digerus menggunakan mortal sehingga didapatkan ukuran serbuk pasir yang homogen.

Ekstraksi Silika (SiO₂)

Sebanyak 16 gram serbuk pasir Takari berukuran 200 mesh dilarutkan dalam 240 mL larutan NaOH 7 M dan direfluks pada suhu 105 °C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam hingga terbentuk campuran (natrium silikat). Campuran natrium silikat dicampurkan dengan 240 mL aquades dan didiamkan selama 24 jam kemudian dipisahkan melalui penyaringan menggunakan kertas saring whatman No. 42. Filtrat tersebut kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan HCl 2 M sampai pH 7 sambil terus diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk endapan putih. Endapan putih yang terbentuk kemudian didiamkan sampai suhu ruang dan dicuci menggunakan aquades panas sebanyak 5 kali. Selanjutnya disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 5 jam untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam silika. Serbuk putih yang diperoleh adalah silika gel hasil ekstraksi.

Pembuatan Larutan Standar Cu(II) 1000 mg/L

Larutan induk Cu(II) 1000 mg/L dibuat dengan cara menimbang sebanyak 3,929 gram serbuk CuSO₄.5H₂O. Serbuk tersebut dilarutkan dengan aquades dalam gelas kimia, serta diikuti dengan penambahan HNO₃ sebanyak 3 tetes, kemudian larutan yang dihasilkan diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dengan aquades sampai tanda batas.

Pembuatan Larutan Pengompleks EDTA

Larutan pengompleks EDTA dibuat dengan melarutkan 1 gram EDTA dalam 10 mL metanol.

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar dimaksudkan mencari hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar Cu(II), kurva kalibrasi Cu(II) dibuat dengan seri larutan Cu(II) mulai dari 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 mg/L. Diambil masing-masing 10 mL dari setiap seri larutan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan larutan EDTA kemudian distirer selama 15 menit dan disaring. Ukur absorbansinya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 740 nm.

Penentuan pH Optimum

Sebanyak masing-masing 0,1 gram silika diinteraksikan dengan 25 mL larutan Cu(II) 70 mg/L dengan variasi pH mulai dari 3, 4, 5, 6, 7, dan 8, lalu diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 50 menit. Setelah diaduk, hasil tersebut kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No 42. Kemudian larutan ion logam Cu(II) dengan berbagai variasi pH 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 diambil masing-masing 10 mL, ditambahkan dengan larutan EDTA kemudian distirer selama 15 menit dan disaring. Lalu diukur absorbansinya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 740 nm untuk menentukan pH optimum [7].

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak masing-masing 0,1 gram silika diinteraksikan dengan 25 mL larutan Cu(II) 70 mg/L pada pH optimum lalu diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm dengan variasi waktu pengadukan mulai dari 20, 40, 60, 80, dan 100 menit. Setelah diaduk, hasil tersebut kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No 42. Kemudian larutan ion logam Cu(II) dengan berbagai variasi waktu pengadukan 20, 40, 60, 80, dan 100 menit diambil masing-masing 10 mL, ditambahkan dengan larutan EDTA kemudian distirer selama 15 menit dan disaring. Lalu diukur absorbansinya dengan UV-Vis pada panjang gelombang 740 nm untuk menentukan konsentrasi optimum [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Perlakuan awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah preparasi sampel yang bertujuan untuk memperoleh pasir alam Takari yang bebas dari pengotor sehingga tidak menghambat proses ekstraksi silika. Pasir dicuci, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam. Tujuan pengeringan dalam oven untuk menghilangkan kadar air dalam pasir sehingga proses penghalusan lebih mudah dilakukan. Pasir yang sudah dikeringkan selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan *diskmill* dan diayak dengan ayakan 200 mesh. Tujuan penghalusan dan pengayakan adalah untuk mendapatkan ukuran serbuk pasir yang lebih kecil dan bersifat homogen, lalu ditimbang sebanyak 50 gram, lalu direndam dalam 200 mL HCl 2 M selama 12 jam untuk menghilangkan pengotor selain SiO₂. Pasir dicuci, lalu proses selanjutnya pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 2 jam untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada pasir. Serbuk pasir yang dihasilkan lalu digerus menggunakan mortal untuk mendapatkan ukuran pasir yang homogen dan memperbesar bidang sentuh dari serbuk pasir sehingga lebih efektif bereaksi dengan NaOH.

Ekstraksi Silika Menggunakan Metode Basah

Proses ekstraksi silika menggunakan metode basah diawali dengan proses hydrothermal dengan cara menimbang 16 gram serbuk pasir, dilarutkan dalam 240 mL larutan NaOH 7 M dan direfluks pada suhu 105 °C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam hingga terbentuk endapan (natrium silika). Fungsi larutan NaOH adalah untuk melarutkan silika (SiO_2) yang terdapat dalam serbuk pasir karena silika mudah larut dalam basa alkali terutama basa kuat seperti hidroksi alkali. Waktu hidrotermal yang digunakan adalah 6 jam karena ini adalah waktu paling optimal dalam mengekstraksi silika sehingga silika yang terekstrak dalam jumlah yang besar. Pemanasan dilakukan pada suhu 105°C karena pada suhu tinggi dapat meningkatkan terjadinya tumbukan antara molekul didalam larutan sehingga dapat mempercepat proses pelarutan agar pembentukan natrium silikat lebih optimal. Tahap reaksi juga dibantu dengan proses pengadukan. Secara umum pengadukan bertujuan untuk mendistribusikan suhu agar merata dan mempercepat kontak antara pelarut dan zat terlarut sehingga dapat mengurangi pengendapan [8].

Natrium silikat yang diperoleh dari tahap hidrotermal kemudian digunakan pada tahap berikutnya yaitu tahap kopresipitasi. Pada tahap ini, campuran natrium silikat yang dihasilkan direndam dengan 240 mL aquades dan didiamkan selama 24 jam. Perendaman natrium silikat dengan aquades ini bertujuan untuk mengoptimalkan pelarutan natrium silikat. Waktu perendaman dilakukan selama 24 jam untuk memaksimalkan terbentuknya natrium silikat. Setelah perendaman terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan filtrat dan residu (bagian yang tidak larut). Selanjutnya larutan disaring untuk memisahkan filtrat dan residunya. Filtrat yang dihasilkan setelah penyaringan, kemudian dititrasi dengan HCl 2 M sampai pH 5 sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga terbentuk endapan putih. Proses ini dinamakan proses kopresipitasi. Proses titrasi digunakan untuk menghindari terbentuknya pengumpulan pada silika gel. Kadar silika paling tinggi diperoleh pada pH 5 – 5,5. Pada rentang pH 5 – 5,5 dimana pada pH tersebut massa dan kadar silika memiliki nilai paling tinggi. Proses gelling pada pH asam memang berlangsung lambat akan tetapi partikelnya meningkat dalam jumlah dan menurun dalam ukuran serta memiliki muatan yang sedikit sehingga kemungkinan terjadi tumbukan dan agregasi semakin besar [9]. Penambahan HCl tetes demi tetes melalui proses titrasi dan pengadukan kontinu ini bertujuan agar reaksi terjadi secara homogen dan sempurna [10].

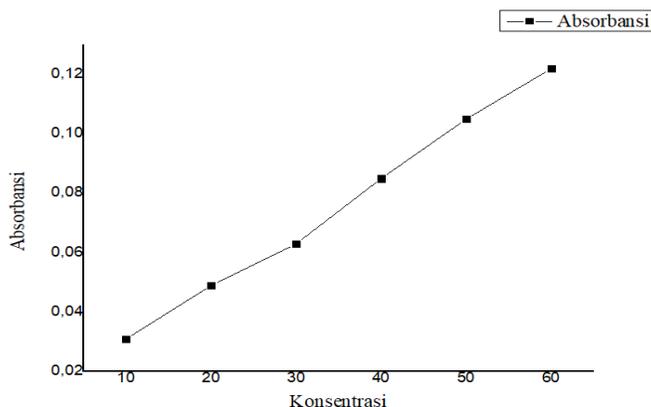
Pada proses reaksi pembentukan silika gel atau lebih dikenal dengan proses sol-gel terjadi akibat penjarangan nukleofilik atom Si oleh ion HO^- atau gugus $[-\text{Si}-\text{O}^-]$. Ion OH^- atau gugus $-\text{Si}-\text{O}^-$ terbentuk oleh disosiasi H^+ dari molekul air atau gugus $\text{Si}-\text{OH}$. Penambahan asam klorida kedalam prekursor menyebabkan terjadinya protonasi gugus siloksi ($\text{Si}-\text{O}^-$) menjadi silanol ($\text{Si}-\text{OH}$). Penambahan asam menyebabkan semakin tinggi konsentrasi proton (H^+) dalam natrium silikat dan sebagai siloksi ($\text{Si}-\text{O}^-$) akan membentuk gugus silanol ($\text{Si}-\text{OH}$). Gugus silanol yang terbentuk kemudian diserang lanjut oleh gugus siloksi ($\text{Si}-\text{O}^-$) dengan bantuan katalis asam untuk membentuk ikatan siloksan ($\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$).

Endapan putih yang terbentuk kemudian didiamkan sampai suhu ruang dan dicuci dengan aquades panas sebanyak 5 kali. Proses pencucian ini dilakukan untuk menghilangkan dan melarutkan garam yang dihasilkan dari reaksi antara NaOH dan HCl. Aquades panas dipilih karena mampu melarutkan garam yang dihasilkan lebih optimal dibandingkan dengan aquades dingin. Endapan yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring whattman no. 42. Penyaringan menggunakan kertas saring whattman no. 42 dengan alasan bahwa kertas saring ini mempunyai ukuran pori yang lebih rapat. Selanjutnya, setelah disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam silika. Serbuk putih yang diperoleh adalah silika hasil ekstraksi.

Penentuan pH dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Ion Logam Cu(II) pada Adsorben Silika

Penentuan pH dan waktu kontak adsorpsi ion logam Cu(II) dengan menggunakan adsorben silika diawali dengan pembuatan larutan standar Cu(II) 1000 mg/L. Ditimbang sebanyak 3,929 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan aquades kemudian ditambahkan 3 tetes HNO_3 kedalam labu ukur 1000 mL. Penambahan HNO_3 bertujuan untuk melarutkan kristal Cu(II) yang belum larut sempurna lalu diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Selain itu, HNO_3 juga berperan sebagai prekursor untuk mengoksidasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Selanjutnya, pembuatan larutan pengompleks yaitu dengan melarutkan 1 gram EDTA dalam 10 mL metanol.

Selanjutnya dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan tujuan untuk mendapatkan hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi serta persamaan regresi yang dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi sisa adsorpsi ion logam Cu(II). Kurva standar dibuat dengan seri larutan Cu(II) dengan konsentrasi mulai dari 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 mg/L yang kemudian masing-masing seri larutan sebanyak 10 mL dari setiap seri larutan dan dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan larutan EDTA kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit lalu disaring dan filtratnya diuji absorbansinya pada panjang gelombang 740 nm menggunakan UV-Vis.



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan standar Cu(II)

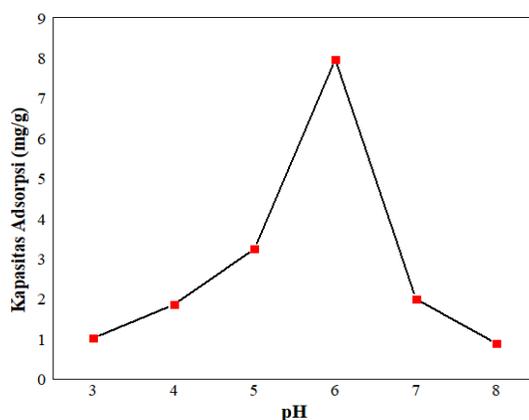
Kurva kalibrasi larutan standar yang diperoleh memiliki persamaan regresi $Y=0,0018x + 0,0113$ dengan harga $R^2=0,997$. Linearitas atau tidaknya dari suatu pengukuran ditentukan oleh besarnya nilai R. Apabila nilai R semakin mendekati 1 maka hasil pengukuran tersebut semakin linear dan menunjukkan bahwa absorbansi dan konsentrasi memiliki hubungan yang sangat signifikan. Tujuan penambahan larutan EDTA yaitu berfungsi sebagai agen/zat pengompleks atau *masking agent* yang bertujuan untuk mengurangi gangguan serta mengoksidasi atau mereduksi logam-logam pengganggu. Ion kompleks $[\text{Cu}(\text{EDTA})]^{+2}$ yang terbentuk berwarna biru mudah.

Penentuan pH Optimum Ion Logam Cu(II) pada Adsorben Silika

Dalam variasi pH ini kemungkinan ikatan kimia antara adsorben dengan adsorbat dapat terjadi. Ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh adsorben silika pada pH 3 sampai pH 5 penyerapan ion logamnya rendah yaitu masing-masing 1,014 mg/g untuk pH 3, 1,847 mg/g untuk pH 4, dan 3,236 mg/g untuk pH 5. Pada pH dibawah pH 6, penyerapan terhadap ion logam Cu(II) rendah. Hal ini dikarenakan pada pH dibawah 6, permukaan adsorben

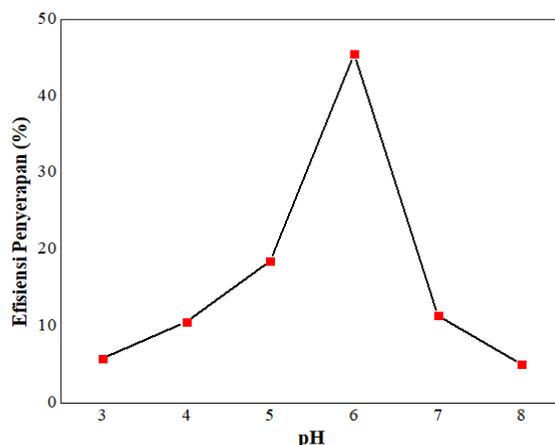
dikelilingi oleh ion H^+ (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonasi) dan terjadi kompetisi antara ion H^+ dengan ion.

Pada pH optimum yakni pH 7, jumlah logam Cu(II) yang teradsorpsi mencapai titik optimumnya, hal ini terjadi karena pada pH 6 gugus aktif silanol ($SiOH$) yang terkandung dalam silika mengalami ionisasi menjadi SiO^- dan ion logam Cu(II) cenderung berada dalam keadaan ionnya sehingga proses pembentukan ikatan antara ion logam Cu(II) dan gugus silanol lebih mudah terjadi. Sedangkan pada pH 7 jumlah ion logam yang teradsorpsi mengalami penurunan dibandingkan pada pH 6 dengan jumlah ion yang teradsorpsi sebesar 1,986 mg/g dan penurunan proses adsorpsi hingga pH 8 dengan ion logam yang teradsorpsi semakin kecil dengan jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi sebesar 0,875 mg/g. Pada pH 7 sampai pH 8 terjadi penurunan jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi, penurunan yang terjadi disebabkan karena pada pH yang lebih tinggi terdapat banyak ion OH^- yang terkandung dalam larutan ion logam sehingga ion-ion logam mulai mengendap yang mengakibatkan lebih susah terjadinya penyerapan oleh adsorben [11].



Gambar 2. Kurva kapasitas adsorpsi adsorben silika pada ion logam Cu(II) berdasarkan variasi pH.

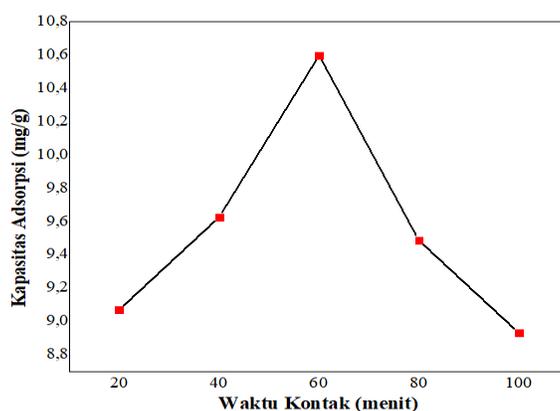
Efisiensi penyerapan ion logam Cu(II) pada variasi pH dapat dilihat pada Gambar 2 grafik terlihat bahwa untuk efisiensi penyerapan masing-masing variasi pada pH 3, 4, dan 5 memiliki nilai efisiensi penyerapan sebesar 5.79%, 10.55%, dan 18.49%. Selanjutnya terjadi peningkatan pada pH 6 yang memiliki efisiensi penyerapan terbesar yaitu sebesar 45.48%. Pada pH 7 sampai pH 8 efisiensi penyerapan menurun menjadi sebesar 11.35%, dan 5%. Adanya perubahan efisiensi penyerapan pada variasi pH merupakan peran ion-ion H^+ dan OH^- . pH adsorbat dapat mempengaruhi gaya elektrostatis ion untuk berhubungan dengan gugus fungsi ada pada adsorben [12]. Rendahnya efisiensi penyerapan pada pH rendah disebabkan karena kekuatan ion yang tinggi akan menyebabkan menurunnya ikatan dari kation dan adsorben. Efisiensi penyerapan dapat mengikuti kapasitas adsorpsi terhadap pH.



Gambar 3. Kurva efisiensi penyerapan adsorben silika pada ion logam Cu(II) berdasarkan variasi pH.

Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Ion Logam Cu(II) pada Adsorben Silika

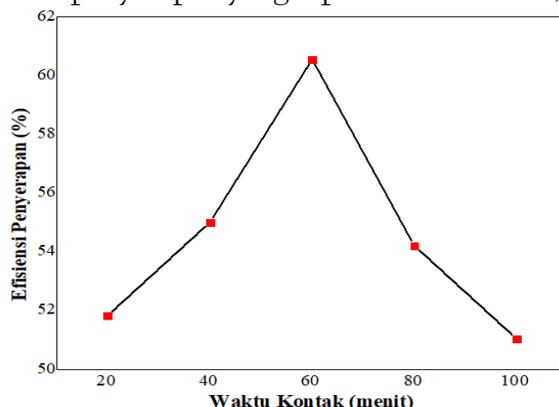
Adsorpsi ion logam Cu(II) mengalami peningkatan pada waktu kontak 20 sampai 60 menit dengan jumlah ion Cu(II) yang teradsorpsi semakin banyak dan mencapai optimum pada waktu kontak 60 menit dengan daya adsorpsi sebesar 10,597 mg/g. Hal ini terjadi karena proses difusi ion logam Cu(II) kedalam pori-pori adsorben semakin baik seiring dengan semakin lama waktu interaksi. Pada menit ke 20, 40, 80, dan 100 menit berturut-turut adalah sebesar 9,069 mg/g, 9,625 mg/g, 9,486 mg/g, dan 8,93 mg/g. Dari data tersebut, dilihat bahwa waktu kontak dapat berpengaruh terhadap daya adsorpsi ion logam Cu(II). Terlihat bahwa pada waktu 20 sampai 40 menit terjadi peningkatan ion logam Cu(II) yang teradsorpsi dikarenakan adanya faktor kesetimbangan adsorpsi dari adsorben silika terhadap ion logam belum tercapai. Adsorpsi yang berlangsung setelah 60 menit cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena proses adsorpsi sudah lewat jenuh. Selain itu, pelepasan adsorbat juga dapat terjadi karena proses pengadukan yang terlalu lama menyebabkan pori-pori adsorben menyusut kembali.



Gambar 4. Kurva kapasitas adsorpsi adsorben silika pada ion logam Cu(II) berdasarkan variasi waktu kontak.

Pada waktu kontak menit ke 60, ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh gugus aktif mencapai kondisi yang optimum dengan daya adsorpsi sebesar 10,597 mg/g.

Efisiensi penyerapan logam Cu(II) pada variasi waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 5 pada grafik terlihat pada variasi waktu kontak paling besar diatas 60%. Untuk waktu kontak 20 menit dan 40 menit efisiensi penyerapan yang diperoleh sebesar 51,82% dan 55%.



Gambar 5. Kurva persen efesiensi penyerapan adsorben silika pada ion logam Cu(II) berdasarkan variasi waktu kontak.

Efisiensi penyerapan dapat mengikuti kapasitas adsorpsi terhadap waktu kontak. Efisiensi meningkat pada waktu kontak 60 menit sebesar 60,55%. Selanjutnya efisiensi penyerapan menurun pada waktu kontak 80 menit dan 100 menit dengan efisiensi penyerapan sebesar 54,21% dan 51,03%.

KESIMPULAN

pH optimum ion logam Cu(II) oleh adsorben silika pada pH 6 dengan jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi sebesar 7,958 mg/g. hal ini disebabkan karena pada pH 6 gugus aktif silanol (SiOH) yang terkandung dalam silika mengalami ionisasi menjadi SiO⁻ dan ion logam Cu(II) dan cenderung berada dalam keadaan ionnya sehingga proses pembentukan ikatan antara ion logam Cu(II) dan gugus silanol lebih mudah terjadi. Waktu kontak optimum penyerapan ion logam Cu(II) oleh adsorben silika yaitu 60 menit dengan jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi sebesar 10,597 mg/g. Hal ini karena gugus fungsi dari adsorben berinteraksi dengan ion logam Cu(II) mencapai kesetimbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadli, A. F., Tjahjanto, R. T., dan Darjito. (2013). Ekstraksi Silika dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Metode Kontinyu. *Kimia Student Journal*, 1(2):182-187.
- [2] Mulyasuryani, Ani., Rumhayati, B., Cahyani, C, dan Soebiantoro. (2013). Adsorpsi Pb(II) dan Cu(II) Menggunakan Kitosan-Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Valensi*, 3 (2) : 88-92.
- [3] Munasir., Triwikantoro., Zainuri, M., dan Darminto. (2013). Ekstraksi dan Sintesis Nanosilika Berbasis Pasir Bancar dengan Metode Basah. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 3 (2) : 12-16.
- [4] Riapanitra, A., Setyaningtyas, T., Riyani, K. (2006). Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru menggunakan Abu Sekam Padi. *Jurnal Molekul, Jurusan Kimia, MIPA, Unsoed Purwokerto*. 1 (1) : 41-44.

- [5] Naat, J. N., Lapailaka, T., Sabarudin, A., & Tjahjanto, R. T. (2018). Synthesis And Characterization Of Chitosan-Silica Hybrid Adsorbent From The Extraction Of Timor-East Nusa Tenggara Synthesis And Characterization Of Chitosan-Silica Hybrid Adsorbent From The Extraction Of Timor-East Nusa Tenggara Island Silica And Its App. *Rasayan Journal Of Chemistry*, 11(4), 1467–1476. <https://doi.org/10.31788/RJC.2018.1144055>
- [6] Wirahadikusumah, M. (2001). Biokimia Protein, Emzim Dan Asam Nukleat. Jurusan Kimia ITB, Bandung.
- [7] Nurhajawarsi, Rafi, M., Syafitri, U. D., & Rohaeti, E. (2018). L-Histidine-Modified Silica from Rice Husk and Optimization of Adsorption Condition for Extractive Concentration of Pb (II). *Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 7(2), 198–208. <https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2018.007.02.402>
- [8] Saragih, (2008). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau Sebagai Adsorben. Tesis. Pascasarjana, UI : Jakarta.
- [9] Hadi, S., Munasir, M., & Triwikantoro, T. (2011). Sintesis Silika Berbasis Pasir Alam Bancar menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 7(2), 1–4. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v7i2.902>
- [10] Darmono. (1995). Logam Berat dalam Sistem Biologi .UI Press. Jakarta.
- [11] Jayanti, D. N., (2014). Optimalisasi Parameter pH pada Sintesis Nanosilika dari Pasir Besi Merapi dengan Ekstraksi Magnet Permanen Menggunakan Metode Kopresipitasi, *Skrripsi*, Yogyakarta.
- [12] Pitriani,P. (2010). Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunuspelagicus*) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) untuk Pemurnian Natrium Silikat, *Skrripsi*, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.