

KAPASITAS ADSORPSI BENTONIT TEKNIS SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Cu(II) DENGAN PESAING ION Ca^{2+}

CAPACITY OF ADSORPTION A TECHNICAL BENTONITE AS AN ADSORBENT OF HEAVY METAL Cu(II) WITH IONS Ca^{2+} COMPETITORS

Nindi Purwanti* dan Toeti Koestiari

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, email: nindipurwanti@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi bentonit teknis sebagai adsorben logam berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca^{2+} . Pada penelitian ini menggunakan Bentonit yang diproduksi oleh PT Brataco. Proses adsorpsi dilakukan dengan cara mencampurkan adsorben ke dalam adsorbat Cu(II), kemudian di aduk dengan kecepatan 200 rpm, disaring dan di ambil filtratnya untuk diuji kadar Cu(II) sisa yang tidak teradsorpsi dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Optimalisasi daya serap bentonit teknis dilakukan dengan cara menentukan waktu kontak optimum dari beberapa variasi waktu (20, 40, 60 dan 80 menit) dan massa adsorben optimum dari beberapa variasi massa 0,5: 1: 2 dan 3 gram. Pada penelitian ini didapatkan waktu kontak optimum 60 menit dan massa adsorben optimum 1gram. Penentuan kapasitas adsorpsi bentonit teknis menggunakan variasi konsentrasi ion Cu^{2+} yaitu 5, 20, 40, 60, dan 80 mg/L. Adsorpsi Bentonit teknis terhadap ion Cu^{2+} mengikuti pola isotherm adsorpsi Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,8 mg/g sedangkan ketika ditambahkan pesaing ion Ca^{2+} 5 mg/L kapasitasnya menurun menjadi 2,9 mg/g dan menjadi bertambah 3 mg/g ketika ditambahkan pesaing ion Ca^{2+} sebesar 10 mg/L.

Kata kunci: bentonit, kapasitas adsorpsi, logam Cu

Abstract. The research aims to investigate capacity of technical bentonite adsorption as an adsorbent for heavy metal Cu(II) with competitors ions Ca^{2+} . The research used Bentonite, that produced by PT Brataco. Adsorption process was done by mixing the adsorbent with the adsorbate Cu(II), then stirred with 200 rpm of speed, filtered and then aliquot test by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Optimazion of technical bentonite adsorption capacity was done with determination optimum contact time from times variations (20, 40, 60 and 80 minute) and bentonite's weight optimum from weight variation 0,5: 1: 2 and 3 gr. The result of this research showed optimum contact time of 60 minutes and the optimum adsorbent mass of 1 gr. Determination of adsorption capacity of bentonite technicall using Cu^{2+} ion concentration variation are 5, 20, 40, 60, and 80 mg/L. Technical Bentonite adsorption on Cu^{2+} ions followed the Langmuir adsorption isotherm pattern with the adsorption capacity of 4.8 mg/g, meanwhile when the competitor is added 5 mg/L Ca^{2+} , capacity decreased to 2.9 mg/g and increased 3 mg/g when the competitor is added Ca^{2+} at 10 mg/L.

Keywords: bentonite, capacity of adsorption, heavy metal Cu

PENDAHULUAN

Sebagai sumber air bersih, air harus memenuhi beberapa syarat seperti sifat kesadahan. Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} [1]. Air dapat dianggap baik bila nilai kesadahannya antara 50-80 mg/L[2]. Akan tetapi seiring dengan berkembangnya dunia industri menyebabkan pencemaran terhadap

lingkungan. Seperti contoh air yang berada di sungai menjadi terkontaminasi dengan limbah yang berasal dari industri, baik industri rumah tangga maupun industri besar.

Sebagai contoh logam Cu(II) yang bersumber dari aktifitas manusia adalah yang berasal dari buangan industri listrik dan galangan kapal[3]. Syarat baku mutu air yaitu batas ambang

Cu(II) untuk air golongan A (untuk air minum) sebesar 1,0 mg/L, golongan B (air baku air minum) 1,0 mg/L, golongan C (untuk perikanan) 0,02 mg/L, dan golongan D (untuk pertanian, industri, PLTA) 0,2 mg/L[4].

Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi[5]. Adsorpsi adalah peristiwa terakumulasinya partikel pada suatu permukaan[6]. Zat yang diadsorpsi disebut fase teradsorpsi (adsorbat) dan zat yang mengadsorpsi disebut adsorben. Salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah bentonit. Keberadaan bentonit sangat melimpah di Indonesia, antara lain tersebar di pulau Jawa, pulau Sumatera, sebagian pulau Kalimantan Timur dan pulau Sulawesi[7]. Bentonit dapat digunakan sebagai adsorben karena sebagian besar dari struktur kristalnya terdiri atas montmorillonit (*smektit*) dengan tipe 2:1 yaitu $2\text{SiO}:\text{AlO}$ [8]. Pada penelitian yang menggunakan bentonit alam yang berasal dari Jawa Barat berat didapatkan hasil penelitian massa adsorben optimum 4 gram dengan hasil adsorpsi sebesar 99,16%. Waktu kontak optimum yang didapatkan adalah 2 jam dengan hasil adsorpsi sebesar 86,6%[9].

Pada penelitian yang menggunakan bentonit alam yang berasal dari Riau, bentonit dapat menurunkan konsentrasi logam Cu(II) yang berada dalam larutan CuSO_4 adalah sebesar 54,58% dengan waktu kontak optimum 180 menit dan berat adsorben optimum 4 gram. Kesetimbangan adsorpsi pada penelitian ini adalah mengikuti model kesetimbangan isotherm Langmuir[10].

Pada penelitian yang lain juga menjelaskan bahwa montmorillonite dan sepiolit dapat digunakan sebagai adsorben ion Cu(II) berdasarkan dari hasil kesetimbangan dan kinetika adsorpsinya[11]. Kekurangan dari penggunaan bentonit alam adalah perlu dilakukan proses aktivasi baik dengan pemanasan maupun kontak asam yang memerlukan waktu dan proses yang panjang sebelum dapat digunakan sebagai adsorben. Hal ini dikarenakan pengotor dari tanah tersebut masih terdapat pada bentonit alam tersebut. Sehingga dengan menggunakan bentonit teknis yang telah diproduksi secara komersial akan

memudahkan peneliti dalam menggunakannya sebagai bahan adsorben.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah menjelaskan kemampuan bentonit alam yang diaktivasi terlebih dahulu dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Cu(II), maka pada penelitian ini akan digunakan bentonit alam yang telah diproduksi secara komersial. Bentonit tersebut dinamakan bentonit teknis[12].

Pada penelitian ini akan digunakan bentonit teknis tersebut sebagai adsorben logam Berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca^{2+} . Dimungkinkan akan ada pengaruh dalam penentuan kapasitas adsorpsinya. Dalam hal ini perlu diketahui apakah ion logam Ca^{2+} mampu untuk menyaingi atau tidak berpengaruh terhadap kapasitas ion logam Cu(II). Kajian ini akan memaparkan penggunaan bentonit teknis untuk menyisahkan logam berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca^{2+} yang berasal dari air sadah. Dalam penelitian juga akan ditentukan kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben bentonit teknis menggunakan persamaan adsorpsi isotherm Langmuir dan Freundlich

METODE PENELITIAN

Alat

Gelas kimia 100 dan 250 mL, spatula, shaker, pipet tetes, pipet ukur, kertas saring, neraca digital, labu ukur 100 dan 1000 mL, spektrofotometer serapan atom (Perkin Elmer AAnalyst 100).

Bahan

Bentonit teknis (PT. Brataco), serbuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Merck), serbuk CaCO_3 (Merck), aluminium foil, aquademin.

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Larutan CuSO_4

Menimbang dengan teliti 0,3239 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan dengan aquademin dalam gelas kimia 50 mL dan ditambah 1 mL H_2SO_4 pekat. Larutan dipindahkan kedalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan aquademin sampai tanda batas.

Pembuatan Larutan CaCO_3

Menimbang dengan teliti 0,249 gram CaCO_3 , kemudian dilarutkan dengan aquademin dalam gelas kimia 50 mL. Larutan dipindahkan kedalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan aquademin sampai tanda batas.

Penentuan Kemampuan Adsorpsi

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak ± 1 gram bentonit teknis dimasukkan ke dalam larutan botol plastik yang berisi 50 mL larutan Cu^{2+} dengan konsentrasi ± 5 mg/L kemudian diaduk dengan kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu kontak yaitu 20: 40: 60 dan 80 menit. Filtrat yang didapatkan kemudian di uji kadar sisa ion $\text{Cu}(\text{II})$ yang tidak teradsorpsi menggunakan alat AAS.

Penentuan Massa Adsorben Optimum

Sebanyak 0,5: 1: 1,5 dan 2 gram bentonit teknis dimasukkan kedalam botol plastik yang berisi larutan $\text{Cu}(\text{II})$ 50 mL dengan konsentrasi ± 5 mg/L, kemudian diaduk dengan kecepatan 200 rpm dengan waktu kontak optimum yang didapatkan. Filtrat yang didapatkan kemudian di uji kadar sisa ion $\text{Cu}(\text{II})$ yang tidak teradsorpsi menggunakan alat AAS.

Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat $\text{Cu}(\text{II})$ dengan pesaing ion Ca^{2+}

Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat $\text{Cu}(\text{II})$ dilakukan dengan cara mengadsorpsi variasi konsentrasi larutan $\text{Cu}(\text{II})$ 5: 20: 40: 60 dan 80 mg/L dengan menggunakan adsorben bentonit teknis dengan massa optimum yang telah didapatkan dan diaduk dengan kecepatan 200 rpm dengan waktu kontak optimum yang telah didapatkan. Filtrat yang didapatkan diukur dengan menggunakan AAS. Diulangi untuk replikasi 3 kali.

Perlakuan yang sama dilakukan pada penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat $\text{Cu}(\text{II})$ dengan pesaing ion Ca^{2+} dengan menambahkan larutan Ca^{2+} dengan konsentrasi larutan 5 dan 10 mg/L

HASIL DAN PEMBAHASAN

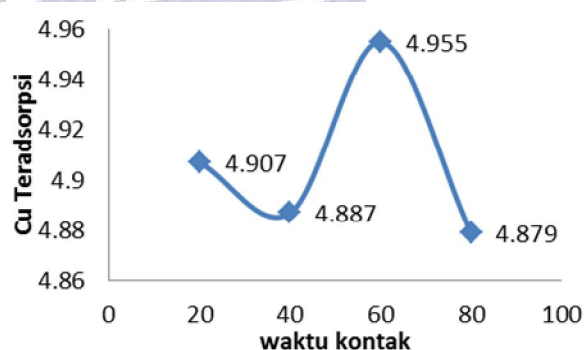
Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak optimum berdasarkan hasil jumlah ion $\text{Cu}(\text{II})$ yang paling banyak teradsorpsi pada waktu tertentu. data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi (Cu^{2+}) yang Teradsorpsi dan Efisiensi dengan Variasi Waktu Kontak

Massa (gram)	Waktu Kontak (t)	Konsentrasi Sisa (mg/L)	Teradsorpsi (mg/L)	Efisiensi (%)
1.002	20	0.093	4.907	98.133
1.002	40	0.113	4.887	97.740
1.003	60	0.045	4.955	99.093
1.002	80	0.121	4.879	97.587

Waktu kesetimbangan adsorpsi ion $\text{Cu}(\text{II})$ oleh bentonit dapat dilihat pada Gambar 1. Waktu keseimbangan adsorpsi pada waktu $\text{Cu}(\text{II})$ oleh bentonit terjadi pada waktu 60 menit. Hal ini berdasarkan jumlah adsorbat yang terserap lebih banyak daripada waktu yang lain yaitu 20: 40 dan 80 menit.



Gambar 1. Kurva Penentuan Waktu Kontak Optimum Berdasarkan Jumlah Cu yang Terserap

Penentuan Massa Adsorben Optimum

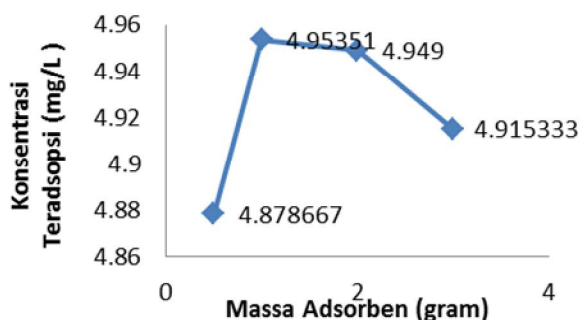
Penentuan waktu kontak optimum berdasarkan hasil jumlah ion $\text{Cu}(\text{II})$ yang paling banyak teradsorpsi pada waktu tertentu. data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi (Cu^{2+}) yang Teradsorpsi dan Efisiensi dengan Variasi Waktu Kontak

Massa (g)	Waktu Kontak (t)	Konsentrasi Sisa (mg/L)	Teradsorpsi (mg/L)	Efisiensi (%)
0.5002	60	0.121	4.88	97.57
1.0003	60	0.045	4.95	99.07
2.0002	60	0.051	4.95	98.98
3.0002	60	0.085	4.91	98.30

Peningkatan jumlah ion Cu yang teradsorpsi terjadi pada massa adsorben 1 gram

karena pada massa 1,5 dan 2 gram jumlah ion Cu(II) yang terserap lebih sedikit daripada 1 gram dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Konsentrasi (Cu²⁺) yang Teradsorpsi Pada Penentuan Massa Adsorben Optimum

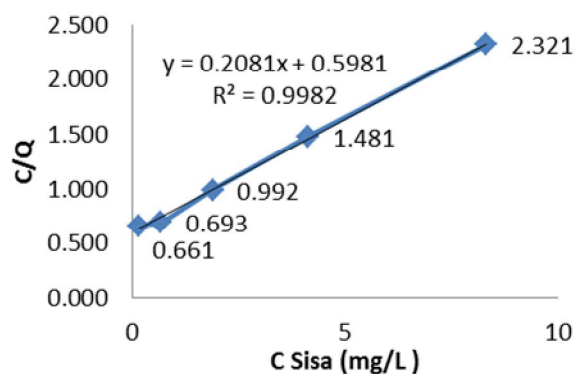
Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat Cu(II)

Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat Cu(II) didasarkan pada jumlah ion Cu²⁺ dalam larutan yang teradsorpsi dengan berbagai variasi konsentrasi larutan CuSO₄. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3

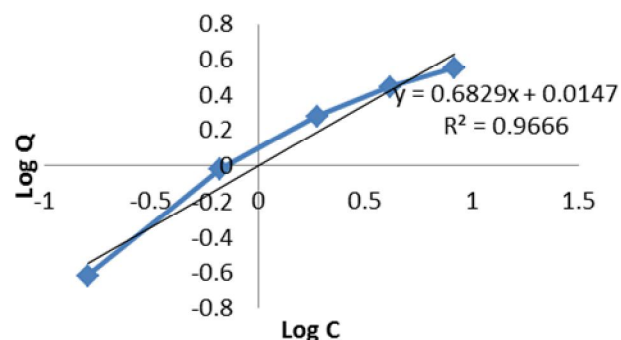
Tabel 3. Adsorpsi Bentonit Teknis pada Variasi Konsentrasi Awal CuSO₄

Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Sisa (mg/L) C _e	Terserap (x) mg/L	Q (mg/g)	C/Q	Log C	Log Q
5	0.16	4.84	0.24	0.66	-0.79	-0.62
20	0.67	19.33	0.96	0.69	-0.17	-0.01
40	1.89	38.11	1.90	0.99	0.27	0.28
60	4.13	55.86	2.79	1.48	0.61	0.45
80	8.32	71.68	3.58	2.32	0.92	0.55

Keterangan: C adalah konsentrasi ion Cu²⁺ pada kesetimbangan (mg/L), x adalah konsentrasi ion Cu²⁺ yang teradsorpsi (mg/L), m adalah banyaknya ion Cu²⁺ yang teradsorpsi pada 1 gram adsorben (mg/g), C/m adalah perbandingan antara konsentrasi ion Cu²⁺ pada kesetimbangan dengan banyaknya ion Cu²⁺ yang teradsorpsi per massa adsorben (g/L). Log C merupakan nilai logaritma dari konsentras ion Cu²⁺ pada kesetimbangan dan log m merupakan nilai logaritma dari banyaknya ion Cu²⁺ yang teradsorpsi pada 1 gram adsorben. Berdasarkan pada tabel 3 maka dapat ditentukan jenis isotherm adsorpsi yang sesuai dengan adsorpsi bentonit teknis terhadap logam berat Cu²⁺.



Gambar 3. Persamaan linier isoterm Langmuir



Gambar 4. Kurva Linear Isoterm Freundlich

Tabel 4. Parameter Persamaan Langmuir dan Freundlich.

Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
b (mg/g)	K(mg/L) ⁻¹	R ²	n	K _F	R ²
4,8	0,34	0,9982	1,46	1,034	0,9666

Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca 5 mg/L.

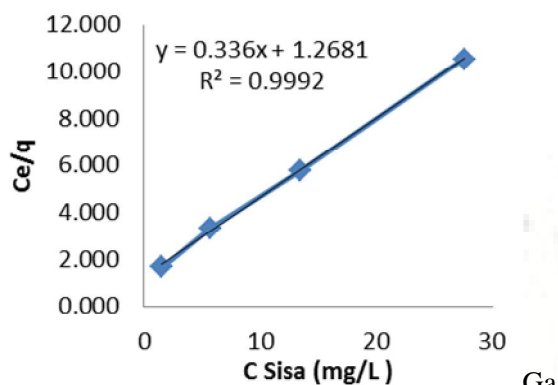
Tabel 5. Adsorpsi Bentonit Teknis pada Variasi Konsentrasi Awal CuSO₄ dengan Pesaing Ion Ca²⁺ 5 mg/L

Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi Sisa (mg/L)	Terserap (x) mg/L	Q (mg/g)	C/Q	Log C	Log Q
20	1.54	18.46	0.92	1.67	0.19	-0.03
40	5.71	34.28	1.71	3.33	0.75	0.23
60	13.41	46.58	2.33	5.76	1.13	0.36
80	27.56	52.43	2.62	10.51	1.44	0.42

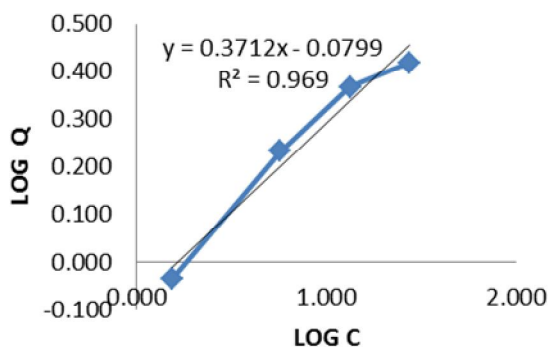
Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca²⁺ 5 mg/L didasarkan pada jumlah ion Cu²⁺ dalam larutan yang teradsorpsi dengan berbagai variasi konsentrasi larutan CuSO₄ ketika ditambahkan pesaing ion Ca²⁺ dengan

konsentrasi 5 mg/L. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan pada tabel 5, maka dapat ditentukan jenis isotherm adsorpsi yang sesuai dengan adsorpsi bentonit teknis terhadap logam berat Cu²⁺ dengan pesaing ion Ca²⁺



Gambar 5. Persamaan Linier Isoterm Langmuir



Gambar 6. Persamaan Linier Isoterm Freundlich

Tabel 6. Parameter Persamaan Langmuir dan Freundlich.

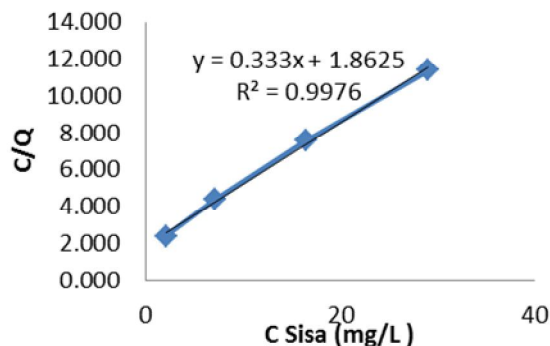
Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
b(mg/g)	K (mg/L) ⁻¹	R ²	n	K _F	R ²
2,9	0,271	0,9979	2,69	1,21	0,969

Penentuan Kapasitas adsorpsi Bentonit Teknis terhadap logam berat Cu(II) dengan pesaing ion Ca 10 mg/L

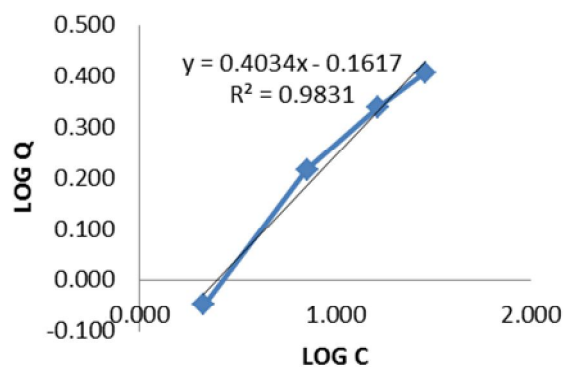
Tabel 7. Adsorpsi Bentonit Teknis pada Variasi Konsentrasi Awal CuSO₄ dengan pesaing ion Ca²⁺ 5 mg/L.

Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Sisa Ce (mg/L)	terserap (x)	q(x/m)	Ce/q	log C	Log Q
20	2.13	17.87	0.894	2.384	0.328	-0.049
40	7.142	32.86	1.643	4.347	0.854	0.216
60	16.46	43.54	2.177	7.561	1.216	0.338
80	29.04	50.96	2.548	11.399	1.463	0.406

Berdasarkan pada tabel 7, maka dapat ditentukan jenis isotherm adsorpsi yang sesuai dengan adsorpsi bentonit teknis terhadap logam berat Cu²⁺ dengan pesaing ion Ca²⁺.



Gambar 8. Persamaan Linier Isoterm Langmuir



Gambar 9. Persamaan Linier Isoterm Langmuir

Tabel 8. Parameter Persamaan Langmuir dan Freundlich

Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
b(mg/g)	K(mg/L) ⁻¹	R ²	n	K _F	R ²
3	0,179	0,9976	2,4	1,4	0,9831

Di mana b adalah kapasitas adsorpsi (mg/g), K adalah konstanta kesetimbangan isoterm Langmuir, n adalah konstanta Freundlich, K_F adalah kapasitas adsorpsi isoterm Freundlich, dan R² adalah nilai regresi. Pada Tabel 8, nilai kapasitas adsorpsi bentonit teknis terhadap ion Cu²⁺ sebesar 4,8 mg/g. Besarnya nilai kapasitas adsorpsi bentonit teknis ini dipengaruhi oleh pori dan sisi aktif yang terdapat di dalamnya. Jari-jari dari ion Cu²⁺ adalah 0,9 Å (0,9 x 10⁻¹⁰ m). Dari hasil BET *surface analyzer* pada bentonit, diperoleh jari-jari pori bentonit teknis sebesar 4,5 Å (4,5 x 10⁻¹⁰ m)[10]. Hasil ini menunjukkan bahwa jari-jari pori bentonit lima kali lebih besar

daripada jari-jari ion Cu^{2+} , sehingga ion Cu^{2+} dapat masuk ke dalam pori-pori adsorben bentonit. Adsorpsi kimia lebih menguntungkan karena ion logam yang teradsorpsi tidak mudah terlepas kembali ke dalam larutan.

Kapasitas adsorpsi dari bentonit teknis terhadap ion Cu^{2+} ketika di tambahkan pesaing ion Ca^{2+} 5 mg/L menurun dari 4,8 mg/g menjadi 2,9 mg/g. Hal ini dikarenakan adanya persaingan antara ion Cu^{2+} dengan ion Ca^{2+} pada proses adsorpsi. Jari-jari ion ion Ca^{2+} sebesar 1,8 Å ($1,8 \times 10^{-10}$ m). Hasil ini menunjukkan bahwa jari jari ion ion Ca^{2+} lebih besar dua kali lipat daripada ion Cu^{2+} .

Adsorpsi ion Cu^{2+} telah banyak diteliti, Sahan[9] melakukan adsorpsi ion Cu^{2+} menggunakan bentonit alam yang berasal dari alam diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 0,462 mg/g. S Bath[8] melakukan adsorpsi ion Cu^{2+} menggunakan bentonit alam yang berasal dari Jawa Barat diperoleh hasil dari isoterm adsorpsi adalah berat adsorben teradsorpsi berbanding lurus dengan konsentrasi Cu. Berdasarkan nilai kapasitas adsorpsi dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa adsorpsi ion Cu^{2+} menggunakan adsorben bentonit teknis menunjukkan hasil yang lebih bagus dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,8; 2,9 dan 3 mg/g.

Pada penelitian yang dilakukan tanpa adanya pesaing ion Ca^{2+} adsorpsi ion Cu^{2+} menggunakan bentonit teknis diperoleh hasil tertinggi dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 4,8 mg/g. Kapasitas adsorpsi bentonit teknis terhadap ion Cu^{2+} dalam penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan kapasitas adsorpsi bentonit teknis terhadap ion Cu^{2+} ketika ada pesaing ion Ca^{2+} yang hanya 2,9 dan 3 mg/g. Menurut Pearson[13] ion Cu^{2+} merupakan asam lunak sedangkan ion Ca^{2+} merupakan asam keras. Sisi aktif pada adsorben bentonit teknis paling dominan mengandung gugus fungsional -OH yang merupakan jenis basa keras. Hal ini mengakibatkan interaksi antara gugus fungsional pada adsorben dengan ion Ca^{2+} lebih besar dibandingkan dengan ion Cu^{2+} karena menurut aturan Pearson bahwa ion Ca^{2+} merupakan asam keras sedangkan ion Cu^{2+} merupakan asam lunak, sehingga interaksi kuat terjadi antara asam keras

dengan basa keras dibandingkan dengan asam lunak dengan basa keras. Sehingga proses adsorpsi ion Cu^{2+} terganggu oleh adanya ion Ca^{2+} tersebut dan menjadikan kapasitas dari adsorben bentonit teknis menjadi menurun, sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya pesaing ion Ca^{2+} pada proses adsorpsi ion Cu^{2+} dengan adsorben bentonit teknis mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Kesimpulan

1. Waktu kontak optimum bentonit teknis yang didapatkan pada proses adsorpsi logam berat Cu(II) adalah pada waktu 60 menit karena pada waktu 60 menit jumlah ion Cu(II) yang terserap lebih banyak daripada pada waktu 20 dan 40 menit.
2. Massa adsorben optimum bentonit teknis yang didapatkan pada proses adsorpsi logam berat Cu(II) adalah pada massa 1 gram karena pada massa 2 gram dan 3 gram jumlah ion Cu(II) yang teradsorpsi lebih sedikit.
3. Besar Kapasitas adsorpsi bentonit sebagai adsorben logam berat Cu dengan adanya pesaing ion Ca^{2+} semakin menurun. Dari kapasitas adsorpsi tanpa Pesaing sebesar 4,8 mg/g menjadi 2,9 dan 3 mg/g

Saran

1. Dilihat dari nilai kapasitas adsorpsi yang hanya berkisar antara 2,9-4 mg/g, maka diperlukan lagi adanya usaha guna meningkatkan kapasitas adsorpsi dari bentonit teknis dengan aktivasi, baik secara fisik maupun secara kimia.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan pengaruh ion logam lain dalam larutan terhadap adsorpsi ion Cu^{2+} oleh adsorben bentonit teknis. Hal ini berkaitan dengan karakteristik ion-ion logam yang berbeda dan keberadaan ion-ion logam lain di lingkungan yang tidak dapat dipisahkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sutrisno, Totok. 1987. *Teknologi penyediaan air bersih*. Edisi pertama Jakarta: bina aksara
2. Permenkes Nomor 416 Tahun 1990, Tentang Syarat-Syarat Kualitas Air Bersih

3. Palar, Heryando. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
4. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 20 Tahun 1990 tentang pengendalian lingkungan.
5. Grim R, 1968. *Clay Mineralogy*. New York, Toronto, London, Sydney.
6. Atkins, P. W. 2006. *Physical Chemistry*. Oxford: Oxford University Press.
7. Pusat penelitian dan pengembangan teknologi mineral. *Bentonit*. [Http://: www. tekmira. esdm. go.id](http://www.tekmira.esdm.go.id).
8. Fatimah, I. 2014. *Adsorpsi dan Katalisis Menggunakan Material Berbasis Clay*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
9. Bath, dkk. 2012. Penggunaan tanah bentonit sebagai adsorben logam Cu. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 1, No. 1*.
10. Sahan dkk, 2012. Penentuan daya jerap bentonit dan kesetimbangan adsorpsi bentonit terhadap ion Cu (II). *Teknik Kimia USU Vol 1*.
11. Coruh, dkk. 2012. Adsorption Of Copper (Ii) Ions On Montmorillonite And Sepiolite Clays: Equilibrium And Kinetic Studies. *Desalination Publications, Turkey*.
12. Koestiari, T. 2013. Perbedaan Karakter Tiga Jenis Bentonit Ditinjau dari Tiga Macam Cara Analisis. *Jurnal Sains & Matematika*, 57-63.
13. Pearson, Ralph G. 1963. Hard and Soft Acids and Bases. *Journal of The American Chemical Society*. 85(22).

