

OPTIMASI ADSORPSI ION Co^{2+} MENGGUNAKAN SILIKA GEL-GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) DIMODIFIKASI DENGAN SULFONAT

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh:

ANNISA FITRININGSIH

NIM/TM.19036111/2019

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI


OPTIMASI ADSORPSI ION Co^{2+} MENGGUNAKAN SILIKA GEL-GPTMS(*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) DIMODIFIKASI DENGAN SULFONAT

Nama : Annisa Fitriningsih
NIM : 19036111
Program Studi : Kimia Nk
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 November 2023

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001


Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI



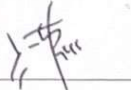
Nama : Annisa Fitriingsih
TM/NIM : 2019/19036111
Program Studi : Kimia Nk
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI ADSORPSI ION Co^{2+} MENGGUNAKAN SILIKA GEL-GPTMS(*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) DIMODIFIKASI DENGAN SULFONAT

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 13 November 2023

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	2. 
3	Anggota	Okta Suryani, S.Pd., M.Sc., Ph.D	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Annisa Fitriningsih
NIM : 19036111
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 5 Agustus 2001
Program Studi : Kimia Nk
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi Ion Co^{2+} Menggunakan Silika Gel-GPTMS(*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) Dimodifikasi Dengan Sulfonat

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 13 November 2023
Yang Menyatakan



Annisa Fitriningsih
NIM. 19036111

OPTIMASI ADSORPSI ION Co^{2+} MENGGUNAKAN SILIKA GEL-GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) DIMODIFIKASI DENGAN SULFONAT

ANNISA FITRININGSIH

ABSTRAK

Co^{2+} adalah ion logam berat yang larut dalam air sehingga dapat mencemari lingkungan jika konsentrasi diatas 0,4 mg/L. Metode yang paling umum digunakan untuk mengurangi kadar ion logam adalah adsorpsi karena secara konseptual lebih murah dan sederhana. Pada adsorpsi diperlukannya adsorben sebagai zat penyerapnya. Silika gel merupakan salah satu zat yang sering digunakan sebagai adsorben dalam metode adsorpsi. Namun kapasitas penyerapan silika gel dalam menyerap ion logam rendah, sehingga sering dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kapasitas penyerapannya dalam menyerap ion logam. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kapasitas penyerapan silika gel dalam menyerap ion logam dengan cara memodifikasi dengan garam sulfonat. Modifikasi silika gel dengan garam sulfonat dilakukan dengan GPTMS sebagai senyawa penghubung. Adsorpsi dilakukan pada berbagai variasi pH dan waktu kontak untuk melihat kondisi optimum Silika Gel-GPTMS-Sulfonat dalam menyerap ion Co^{2+} serta isotherm adsorpsinya. Hasil penyerapan ion Co^{2+} pada Silika Gel-GPTMS-Sulfonat optimum pada pH 3 dan waktu kontak 30 menit. Pola isotherm adsorpsinya mengikuti isotherm Langmuir dengan $R^2 = 0,9856$.

Kata Kunci: Kobalt, modifikasi, silika gel, sulfonat

OPTIMIZATION OF ADSORPTION OF Co^{2+} IONS USING SILICA GEL-GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) MODIFIED WITH SULFONATE

ANNISA FITRININGSIH

ABSTRACT

Co^{2+} is a water-soluble heavy metal ion that can pollute the environment if concentrations above 0,4 mg/L. The most commonly used method to reduce metal ion level is adsorption because it is conceptually cheaper and simpler. Adsorption requires an adsorbent as the absorbing substance. Silica gel is one substance that is often used as an adsorbent in adsorption methods. However, the capacity of silica gel in absorbing metal ion is very low, so modifications are often made to increase its capacity in absorbing metal ions. This study was conducted to increase the capacity of silica gel in absorbing metal ion by modifying it with sulfonate salt. Modification of silica gel with sulfonate was carried out with GPTMS as a connecting compound. Adsorption is carried out at various pH and contact times to observe the optimum conditions of Silica Gel-GPTMS-Sulfonate in absorbing Co^{2+} ions and its adsorption isotherms. The adsorption of Co^{2+} ions using Silica Gel-GPTMS-Sulfonate is optimum at pH 3 and contact time of 30 minutes, the adsorption isotherm pattern followed the Langmuir isotherm with $R^2 = 0.9856$.

Keywords: Cobalt, modification, silica gel, sulfonate

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Optimasi Adsorpsi Ion Co^{2+} Menggunakan Silika Gel-GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) Dimodifikasi dengan Sulfonat”**.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia dan Koordinator Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang, serta Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si dan Ibu Okta Suryani, S.Pd, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
4. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata benar dan sempurna. Untuk kesempurnaan skripsi ini dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 8 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Adsorpsi	6
B. Pertukaran Ion	10
1. Resin Pertukaran Anion.....	10
2. Resin Pertukaran Kation.....	11
C. Silika Gel.....	12
1. Modifikasi	12
D. Ion Co^{2+}	15
E. Instrumen	17
1. FTIR	17
2. SSA.....	19
3. Titrasi Potensiometri	22
4. XRF	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Waktu dan Tempat	26
B. Objek Penelitian	26
C. Variabel Penelitian	26

D. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat.....	26
2. Bahan.....	27
E. Prosedur Kerja.....	27
1. Pembuatan Reagen	27
2. Pembuatan Silika Gel-GPTMS	29
3. Pembuatan Silika Gel-GPTMS dimodifikasi Sulfonat.....	29
4. Adsorpsi Ion Co^{2+} pada Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Modifikasi Silika Gel	32
B. Karakterisasi.....	33
1. FTIR	33
2. XRF	35
3. Titrasi Potensiometri	36
C. Perlakuan Penelitian dengan Metode Batch.....	37
1. Pengaruh Variasi pH	37
2. Pengaruh Variasi Waktu Kontak	39
3. Pengaruh Variasi Konsentrasi	40
4. Isoterm Adsorpsi	41
5. Perbandingan Silika Gel Sebelum dan Sesudah Modifikasi	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat-sifat Co^{2+}	16
Tabel 2. Data XRF Silika Gel-GPTMS dan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan Induk Co^{2+} 100 ppm dalam 100 ml	49
Lampiran 2. Pembuatan Larutan HCl 0,1 M.....	50
Lampiran 3. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M.....	51
Lampiran 4. Pembuatan Larutan NaHCO_3 0,1 N.....	52
Lampiran 5. Pembuatan Silika Gel-GPTMS.....	53
Lampiran 6. Pembuatan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.....	53
Lampiran 7. Pengaruh Variasi pH.....	54
Lampiran 8. Pengaruh Variasi Waktu Kontak	55
Lampiran 9. Pengaruh Variasi Konsentrasi	56
Lampiran 10. Perbandingan Kapasitas Penyerapan	58
Lampiran 11. Desain Penelitian	59
Lampiran 12. Perhitungan.....	60
Lampiran 13. Hasil Karakterisasi.....	64
Lampiran 14. Hasil pengukuran Metode Batch	72
Lampiran 15. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Silika gel adalah bentuk silikon dioksida amorf yang diproduksi secara sintesis sebagai partikel keras dan kecil. Silika gel dapat memberikan luas permukaan yang sangat tinggi karena memiliki struktur mikropori (Azmiyawati, 2006). Oleh karena itu, silika gel banyak dimanfaatkan sebagai adsorben, isolator, desikan, dan fasa diam dalam kromatografi. Diketahui silika gel dapat menyerap ion logam berat karena memiliki gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si). Namun, silika gel kurang efektif sebagai adsorben karena kurang mampu dalam mengikat ion logam. Oleh karena itu, silika gel perlu dimodifikasi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan pada ion logam (Azmiyawati, 2004).

Modifikasi permukaan silika gel biasanya dilakukan untuk meningkatkan efektivitasnya dalam menyerap suatu zat. Berbagai penelitian telah dilakukan modifikasi silika gel dengan senyawa organik yang memiliki afinitas baik terhadap atom Si maupun atom O dan memiliki kemampuan berikatan dengan silika gel. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih (2000) pengikatan senyawa organik oleh silika gel secara langsung ternyata kurang efektif. Sehingga diperlukan senyawa penghubung antara silika gel dengan senyawa organik.

Pada penelitian yang telah dilakukan Azmiyawati (2004) digunakan γ -glisidoksi propiltrimetoksisilan sebagai senyawa penghubung untuk meningkatkan pengikatan senyawa organiknya, yang mana senyawa organik yang digunakan pada penelitian tersebut adalah garam mononatrium asam 4-amino-5-hidroksi-2,7-

naftalenadisulfonat. Modifikasi menggunakan gugus sulfonat tersebut akan memperbanyak sisi aktif permukaan silika gel yang berupa gugus O⁻. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan kapasitas serapan adsorben dalam menyerap ion logam.

Co²⁺ adalah ion logam berat yang larut dalam air sehingga dapat mencemari lingkungan. Di Indonesia, batas minimal kandungan untuk kation logam kobalt adalah 0,4 mg/L (Khamidah *et al.*, 2011). Co²⁺ yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan, air dan udara tidak dapat dihancurkan secara alami dan cenderung terakumulasi dalam rantai makanan. Jika Co²⁺ terus menerus masuk ke dalam tubuh manusia, dapat membahayakan karena bersifat karsinogenik dampak yang ditimbulkan yaitu sindrom radiasi akut, mual, muntah, diare, pendarahan dan gejala lainnya, hingga menyebabkan kematian (Edwin *et al.*, 2017).

Beberapa metode dapat digunakan menghilangkan kadar ion logam antara lain filtrasi, presipitasi, pertukaran ion dengan resin, dan adsorpsi. Metode yang paling umum digunakan adalah adsorpsi karena secara konseptual lebih ekonomis dan sederhana. Adsorben merupakan hal yang penting pada proses adsorpsi (Tangio, 2013). Metode adsorpsi didasarkan pada interaksi antara ion logam dengan gugus aktif yang terdapat pada permukaan adsorben. Pada metode adsorpsi prinsip pertukaran ion digunakan, dimana ion yang terdapat pada permukaan adsorben digantikan oleh ion yang terdapat dalam larutan. Adsorpsi biasanya terjadi pada permukaan padat yang kaya akan gugus fungsi seperti -COOH, -SH, -OH, dan -NH (Rahmawati & Santoso, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah silika gel yang telah dimodifikasi dengan sulfonat dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion Co²⁺. Karakterisasi

dilakukan menggunakan instrumen FTIR (*Fourier Transform InfraRed*) untuk melihat gugus fungsi yang menjadi ciri khas pada Silika Gel-GPTMS dan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat. Spektrofotometri Serapan Atom yang berguna untuk melihat kapasitas penyerapan silika gel dimodifikasi sulfonat dalam mengadsorpsi ion Co^{2+} dengan berbagai variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya yaitu pembuatan resin untuk diaplikasikan pada metode *High Ion Chromatography* (HIC).

B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah:

1. Silika gel kurang efektif sebagai adsorben sehingga perlu dilakukannya modifikasi untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi pada ion logam.
2. Resin penukar ion pada kolom kromatografi relatif mahal.
3. Variasi pH dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion Co^{2+} pada Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.
4. Variasi waktu kontak dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion Co^{2+} pada Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.
5. Variasi konsentrasi dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion Co^{2+} pada Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Silika gel yang digunakan untuk modifikasi adalah silika gel komersial.
2. Metode adsorpsi yang digunakan adalah metode batch.

3. Garam logam yang akan diadsorpsi adalah $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
4. Garam yang digunakan untuk memodifikasi silika gel adalah garam mononatrium asam 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalenadisulfonat.
5. Pengaruh variasi pH (2, 3, 4, 5, dan 6), waktu kontak (15, 30, 45, 60, dan 75 menit), dan konsentrasi (10, 15, 20, 25, dan 30 ppm) yang digunakan terhadap penyerapan ion Co^{2+} .

D. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi optimum variasi pH dan waktu kontak Silika Gel-GPTMS dimodifikasi sulfonat dalam menyerap ion Co^{2+} ?
2. Bagaimana perbandingan kapasitas penyerapan silika gel dengan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat terhadap penyerapan ion Co^{2+} ?
3. Bagaimana kapasitas serapan maksimum dari persamaan isoterm adsorpsi yang didapatkan pada penyerapan ion Co^{2+} menggunakan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi optimum terhadap penyerapan ion Co^{2+} menggunakan Silika Gel-GPTMS dimodifikasi sulfonat.
2. Mengetahui perbandingan kapasitas penyerapan silika gel dengan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat terhadap penyerapan ion Co^{2+} .

3. Mengetahui kapasitas serapan maksimum dari persamaan isoterm adsorpsi pada penyerapan ion Co^{2+} menggunakan Silika Gel-GPTMS-Sulfonat.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi bagaimana teknik modifikasi pada silika gel menggunakan sulfonat, menginformasikan penyerapan optimum ion Co^{2+} menggunakan Silika Gel-GPTMS dimodifikasi sulfonat, dan Silika Gel-GPTMS dimodifikasi sulfonat sebagai fasa diam atau resin penukar kation pada metode *High Ion Chromatography* (HIC).