

**OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Cu^{2+} PADA SILIKA GEL-
GPTMS TERMODIFIKASI SULFONAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

FIQIH SEKAR SETIOWATI

NIM. 19036009

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Cu^{2+} PADA SILIKA GEL-GPTMS
TERMODIFIKASI SULFONAT**

Nama : Fiqih Sekar Setiowati
NIM : 19036009
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 23 Agustus 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen

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 UJIAN SKRIPSI




Nama : Fiqih Sekar Setiowati
NIM : 19036009
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Cu^{2+} PADA SILIKA GEL-GPTMS TERMODIFIKASI SULFONAT

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

Padang, 23 Agustus 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si., Ph.D	
Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	
Anggota	: Ananda Putra, S.Si, M.Si., Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Fiqih Sekar Setiowati
NIM : 19036009
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/30 Oktober 2001
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Cu^{2+}
PADA SILIKA GEL-GPTMS
TERMODIFIKASI 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/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan 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 didalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi in, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 23 Agustus 2023

Yang menyatakan



Fiqih Sekar Setiowati
NIM: 19036009

Optimasi Adsorpsi Ion Logam Cu^{2+} Pada Silika Gel – GPTMS Termodifikasi Sulfonat

Fiqih Sekar Setiowati

ABSTRAK

Adsorpsi adalah proses penyerapan pada suatu zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat akibat adanya gaya tarik atom atau meresapnya suatu zat ke dalam permukaan zat padat. Pada proses adsorpsi dibutuhkan adsorben sebagai bahan penyerap dan adsorbat sebagai komponen yang terserap. Salah satu adsorben yang sering digunakan untuk menyerap ion logam Cu^{2+} yaitu silika gel. Silika gel digunakan sebagai adsorben, karena memiliki gugus silanol dan gugus siloksan yang berupa sisi aktif bagi silika gel yang dapat dimodifikasi. Modifikasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan silika gel dalam menyerap ion logam Cu^{2+} . Pada lingkungan perairan logam Cu sangat toksik bagi makhluk hidup, sehingga dapat menimbulkan efek yang sangat berbahaya. Senyawa modifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu, garam mononatrium asam 4 – amino – 5 – hidroksi – 2,7 – naftalenadisulfonat. Namun, sebelum dilakukan modifikasi terhadap silika gel dengan senyawa sulfonat dibutuhkannya senyawa penghubung yaitu γ - glisidoksi propil trimetoksisilan (GPTMS). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi dalam adsorpsi ion logam Cu^{2+} pada silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat. Hasil modifikasi silika gel dikarakterisasi dengan FTIR dan XRF, serta untuk melihat persentase gugus epoksi pada silika gel – GPTMS. Hasil dari penyerapan ion logam Cu^{2+} dikarakterisasi dengan SSA, dimana hasil dari penelitian ini didapatkan kondisi optimum penyerapan ion logam Cu^{2+} pada pH 4, waktu kontak 60 menit, dan konsentrasi 15 ppm serta perbandingan kapasitas penyerapan silika gel setelah dimodifikasi 1,684025 mg/g dengan persentase 88,80% lebih besar dibanding silika gel sebelum dimodifikasi 0,7896 mg/g dengan persentase 41,63%.

Kata Kunci: Adsorpsi, Silika Gel, Modifikasi, Sulfonat, Logam Cu^{2+}

Optimization of Cu²⁺ Metal Ion Adsorption in Silica Gel – GPTMS Modified Sulfonate

Fiqih Sekar Setiowati

ABSTRACT

Adsorption is a process of sorption onto a specific substance that occurs at the surface of a solid material due to intermolecular forces or the penetration of a substance into the solid material surface. Adsorption involves an adsorbent as the sorbent material and an adsorbate as the component being sorbed. Silica gel is a commonly employed adsorbent for the sorption of Cu²⁺ metal ions. It is utilized as an adsorbent due to the presence of silanol and siloxane groups, which serve as active sites that can be modified. The modification aims to enhance the adsorption capacity of silica gel for Cu²⁺ metal ions. In aquatic environments, Cu metal ions are highly toxic to living organisms, posing significant hazards. The modifying compound employed in this study is monosodium salt of 4 – amino – 5 – hydroxy – 2,7 – naphthalenedisulfonic acid. However, prior to the sulfonate compound modification, a linking compound, γ -glycidoxypropyltrimethoxysilane (GPTMS), is required. The purpose of this study was to determine the effect of variations in pH, contact time and concentration on the adsorption of Cu²⁺ metal ions on sulfonate modified silica gel – GPTMS. The modified silica gel was characterized using Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy and X-ray fluorescence (XRF) analysis, while the percentage of epoxy groups on the silica gel-GPTMS was assessed. The adsorption of Cu²⁺ metal ions was characterized by specific surface area (SSA), and the optimal adsorption conditions were determined as pH 4, contact time of 60 minutes, and a concentration of 15 ppm. The comparison of the absorption capacity of silica gel after being modified was 1.684025 mg/g with a percentage of 88.80%, which was greater than that of silica gel before modification, which was 0.7896 mg/g with a percentage of 41.63%.

Keywords: Adsorption, Silica gel, Modification, Sulfonate, Cu²⁺ metal ion.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan serta ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul **“Optimasi Adsorpsi Ion Logam Cu²⁺ pada Silika Gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah Skripsi pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam proses menyusun Skripsi ini, tentunya penulis mendapat banyak dukungan, bantuan, serta masukan dan arahan yang berharga bagi penulis dari beberapa 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 penasehat akademik, pembimbing tugas akhir, Ketua Departemen Kimia dan Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan banyak arahan serta bimbingan untuk dapat menyusun Skripsi ini.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si dan Bapak Ananda Putra S.Si, M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas.
3. Bapak dan ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di departemen kimia FMIPA UNP.
4. Teman – teman seperjuangan dan sepembimbingan jurusan kimia angkatan 2019 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pembuatan Skripsi.
5. Orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam pembuatan Skripsi.

6. Saudara Muhammad Habib yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam pembuatan Skripsi.

Penulisan Skripsi ini telah dilakukan secara optimal. Untuk segala kerendahan hati serta besar harapan penulis dalam menerima kritik dan saran dari berbagai pihak atas masukan dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 25 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Adsorpsi	7
B. Pertukaran Ion	11
C. Silika Gel	13
D. Tembaga (Cu)	19
E. Instrumen	22
1. Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infra Red)	22
2. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	24
3. X-Ray Fluorescence (XRF)	25
4. Titrasi Potensiometri.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
B. Objek Penelitian.....	29
C. Variabel Penelitian.....	29
D. Alat dan Bahan	
1. Alat.....	28
2. Bahan.....	30
E. Prosedur Kerja	30
1. Pembuatan reagen	30
a. Pembuatan larutan induk Cu^{2+} 100 ppm	30
b. Pembuatan larutan Cu^{2+} 5 ppm.....	30
c. Pembuatan larutan Cu^{2+} 10 ppm.....	31
g. Pembuatan larutan asam nitrat (HNO_3) 5 M.....	32
h. Pembuatan larutan natrium bikarbonat (NaHCO_3) 0,1 M.....	32
i. Pembuatan larutan asam klorida (HCl) 0,05 M.....	32
2. Pembentukan silika gel – GPTMS.....	32

3. Penentuan banyak gugus epoksi pada silika gel – GPTMS.....	33
4. Silika gel – GPTMS termodifikasi gugus sulfonat	33
5. Adsorpsi Cu ²⁺ pada silika gel termodifikasi sulfonat	33
a. Variasi pH.....	33
b. Variasi waktu kontak	34
c. Variasi konsentrasi dan isotherm adsorpsi	34
d. Perbandingan kapasitas penyerapan	34
F. Desain Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Modifikasi Silika Gel.....	35
B. Karakterisasi	36
1. Karakterisasi FT-IR	36
2. Karakterisasi XRF.....	38
3. Titrasi Potensiometri	40
D. Adsorpsi Silika Gel dengan Metode Batch.....	41
1. Pengaruh pH pada adsorpsi ion logam Cu ²⁺ menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat	41
2. Pengaruh waktu kontak pada adsorpsi ion logam Cu ²⁺ menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat.....	43
3. Pengaruh konsentrasi pada adsorpsi ion logam Cu ²⁺ menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat dan penentuan isotherm adsorpsi.....	44
4. Perbandingan kapasitas adsorpsi silika gel sebelum dimodifikasi dan setelah dimodifikasi pada kondisi optimum	48
BAB V PENUTUP.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	56
a. Jadwal penelitian.....	84
b. Anggaran Penelitian.....	84

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
Gambar 1. Struktur silika gel	vi
Gambar 2. Mekanisme reaksi Silika-GPTMS-Sulfonat.....	19
Gambar 3. Logam Tembaga (Cu)	20
Gambar 4. Cara kerja Spektrofotometri FTIR	23
Gambar 5. Cara kerja Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	24
Gambar 6. Cara kerja Fluoresensi sinar-X.....	26
Gambar 7. Spektrum FTIR (a) Silika gel-GPTMS (b) Silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat.....	37
Gambar 8. Kurva Titrasi Silika gel - GPTMS.....	40
Gambar 9. Pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam Cu^{2+} menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat.....	41
Gambar 10. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Cu^{2+} menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat	43
Gambar 11. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam Cu^{2+} menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat	45
Gambar 12. Grafik isoterm langmuir silika gel termodifikasi sulfonat	47
Gambar 13. Perbandingan kapasitas adsorpsi silika gel sebelum dan sesudah dimodifikasi terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+}	48

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
Tabel 1.Sifat – sifat fisika silika gel.....	15
Tabel 2.Sifat fisik dan Kimia Tembaga	21
Tabel 3.Data Karakterisasi XRF Silika gel – GPTMS dan Silika gel – Sulfonat .	39
Tabel 4. Data hasil titrasi potensiometri silika gel - GPTMS	70
Tabel 5. Data hasil titrasi potensiometri silika gel.....	71
Tabel 6. Penentuan titik ekivalen silika gel - GPTMS.....	72
Tabel 7. Penentuan titik ekivalen silika gel	73
Tabel 8. Kurva standar larutan Cu	74
Tabel 9. Variasi pH	75
Tabel 10. Variasi waktu kontak	76
Tabel 11. Variasi konsentrasi.....	77
Tabel 12. Perbandingan kapasitas penyerapan.....	78
Tabel 13. Isoterm adsorpsi	79
Tabel 14. Uraian jadwal penelitian	84
Tabel 15. Uraian anggaran biaya	84

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
Lampiran 1. Modifikasi silika gel – GPTMS.....	56
Lampiran 2. Silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.....	56
Lampiran 3. Variasi pH adsorpsi Cu^{2+}	57
Lampiran 4. Variasi waktu kontak adsorpsi Cu^{2+}	57
Lampiran 5. Variasi konsentrasi adsorpsi Cu^{2+}	58
Lampiran 6. Perbandingan kapasitas penyerapan.....	58
Lampiran 7. Pembuatan larutan.....	59
Lampiran 8. Perhitungan Pembuatan Reagen.....	62
Lampiran 9. Data Hasil FTIR Silika Gel.....	68
Lampiran 10. Data Hasil XRF Silika Gel.....	69
Lampiran 11. Hasil Data Titrasi Potensiometri.....	70
Lampiran 12. Perhitungan Titik Ekuivalen dari Titrasi Potensiometri.....	73
Lampiran 13. Kurva Standar Larutan Cu.....	74
Lampiran 14. Data Hasil Perhitungan Adsorpsi Ion Logam Cu^{2+} Menggunakan silika gel termodifikasi sulfonat.....	75
Lampiran 15. Persamaan Isoterm Adsorpsi.....	79
Lampiran 16. Kurva Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	80
Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian.....	81
Lampiran 18. Jadwal Penelitian dan Anggaran Penelitian.....	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Logam berat dideskripsikan sebagai logam yang memiliki kerapatan relatif tinggi (biasanya dengan kerapatan lebih besar dari 5 g/cm^3), berat atom tinggi, dan nomor atom tinggi (Gao & Meng, 2021). Logam berat secara alami berada di kerak bumi namun dapat menyebabkan persoalan serius bagi makhluk hidup dan polutan beracun bagi lingkungan alam. Peningkatan pada penggunaan logam berat yang mencengangkan dapat mengakibatkan terjadinya lonjakan zat logam dalam waktu dekat baik di lingkungan daratan maupun lingkungan perairan (Briffa et al., 2020). Pertumbuhan eksponensial dalam penggunaan berbagai produk dan industri telah terjadi pemaparan pada manusia terhadap logam berat meningkat secara dahsyat selama 50 tahun terakhir. Untuk memastikan makhluk hidup terlindungi dari pengaruh buruk logam berat terkhusus pada air, organisasi internasional telah meningkatkan standar penggunaan masing – masing meta individu. Melalui berbagai cara logam berat dapat mengganggu fungsi tubuh salah satunya metabolisme tubuh. Ada beberapa logam berat yang dibutuhkan oleh tubuh seperti mangan, seng, tembaga, dan besi, tetapi jika berada dalam konsentrasi tinggi maka logam tersebut memiliki efek toksisitas pada tubuh makhluk hidup (Fu & Xi, 2020).

Logam tembaga merupakan logam transisi tiga tingkat oksidasi Cu(0) (keadaan logam padat), Cu(I) (ion tembaga), dan Cu(II) (ion tembaga). Jika logam ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang besar akan menyebabkan toksisitas jika dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi yang diperbolehkan. Efek

samping dari logam tembaga jika melebihi ambang batas di dalam tubuh mengakibatkan diare, rasa terbakar muntah – muntah, kolik, yang kemudian dibarengi dengan hipotensi, nekrosis hati dan koma. Batas konsentrasi logam tembaga yang diizinkan dalam perairan sebesar 2,5 ppm dan pada tanaman 0,1 ppm serta pada air minum tidak boleh lebih dari 1 ppm (Dharmawan & Herdyastuti, 2019). Oleh sebab itu, diperlukan untuk memahami mekanisme dari toksisitas logam tembaga terhadap makhluk hidup seperti memahami dominasinya sebagai bahan kimia dan perilakunya di lingkungan. Logam ini bereaksi berdasarkan pada sifat larutnya dalam media air. Ion bebas atau kompleks dihasilkan oleh logam dapat diserap pada partikel tersuspensi dalam media air. Faktor logam yang barangkali berperilaku berbeda dalam sistem air. Berhubungan dengan kadar tembaga di badan air harus tetap dijaga dalam kadar rendah. Air yang tidak tercemar mempunyai kadar logam tembaga sebesar 0,5 – 1 µg/L (ppb) (Malhotra et al., 2020).

Dalam berbagai cara untuk menghilangkan konsentrasi logam berat dapat dikembangkan seperti filtrasi, pengendapan secara kimia, adsorpsi pertukaran ion, *electro-deposition*, dan sistem membran. Salah satu proses yang efektif yaitu proses adsorpsi dengan keunggulan yang fleksibilitas, bentuk yang sederhana, cara kerja yang mudah dan efektif (Herwahyu Krismastuti, 2016). Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan atau pengayaan (*enrichment*) dimana bahan suatu komponen campuran gas atau cair berada di daerah antar fasa bahan yang akan dipisahkan lalu ditarik oleh permukaan zat padat. Bahan penyerap tersebut berupa zat padat yang bekerja pada permukaan zat penyerap. Komponen yang terserap disebut adsorbat, Sedangkan daerah tempat terjadinya penyerapan disebut adsorben (Karim et al.,

2018). Pada proses adsorpsi dibutuhkan adsorben untuk penyerapan logam berat salah satunya silika gel.

Silika gel memiliki sifat amorf dan kapasitas penyerapan yang cukup tinggi, sifat tersebut menjadikan silika gel dapat dimanfaatkan sebagai adsorben penyerapan logam berat, inert, dan tidak beracun serta titik leleh yang tinggi. Silika gel memiliki keunggulan pori – pori luas, berbagai ukuran partikel dan area permukaan yang khusus, hal ini dikarenakan terdapat gugus siloksan (Si – O – Si) dan silanol (Si – O) yang merupakan sisi aktif pada permukaan silika gel, serta tempat terjadinya modifikasi. Oleh karena itu, silika gel dapat digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi (Kristianingrum et al., 2015). Silika gel ini dapat diperoleh dari mineral silika, nabati dan sintesis kristal. Mineral silika adalah senyawa yang terdapat pada mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal silika (SiO₂) (Sefriani & Oktavia, 2021). Untuk memperoleh proses adsorpsi pada logam dapat dilakukan pemodifikasian pada silika gel. Sebelum dilakukan pemodifikasian pada permukaan silika gel dibutuhkan senyawa penghubung yaitu *γ-glisidoksi propilmetoksilane* (GPTMS). Modifikasi pada silika gel dalam penelitian ini yaitu digunakan senyawa organik garam mononatrium asam 4 – amino – 5 – hidroksi – 2,7 – naftalenadisulfonat.

Pada rasio dilaboratorium, umumnya silika gel digunakan untuk pemisahan senyawa organik dengan kromatografi kolom. Oleh sebab itu, diperlukan suatu cara alternatif untuk memanfaatkan silika gel sebagai fasa diam dalam kolom kromatografi dengan kualitas baik namun memiliki harga yang ekonomis. Maka solusi ini dapat membantu mengatasi permasalahan dalam penelitian berikutnya berkaitan dengan harga kolom kromatografi yang sangat mahal (Fabiani, 2018).

Dalam kolom kromatografi sebuah senyawa hidrokarbon terpolimerisasi tingkat tinggi yang mengandung ikatan – ikatan hubungan silang (*cross – linking*) serta gugusan yang mengandung ion – ion dapat dipertukarkan disebut dengan, resin penukar ion yang merupakan fasa diam dalam kromatografi ion. Pada gugus fungsional resin penukar ion terbagi menjadi dua yaitu, resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin penukar kation ini mengandung kation yang dapat dipertukarkan, sedangkan resin penukar anion mengandung anion yang dapat dipertukarkan. Resin penukar ion memiliki sifat – sifat penting dalam proses penukaran ion seperti, kapasitas penukaran ion, selektivitas, derajat ikat silang (*crosslinking*), porositas, dan kestabilan resin (Lestari & Utomo, 2007).

Pada penelitian sebelumnya (Yusmaniar et al., 2014) menggunakan abu sekam padi yang disintesis menjadi silika, kemudian dimodifikasi menggunakan 3 – aminopropiltriethoxysilan (APTS) pada logam Cu(II) dalam larutan. Hasil penelitian tersebut didapatkan pH optimum yaitu pH 4 dan konsentrasi optimum sebesar 100 mg/L. Adsorpsi ion Cu(II) oleh silika termodifikasi 3 – aminopropiltriethoxysilan (APTS) mengikuti isotherm langmuir dengan nilai q_{maks} sebesar 48,36 mg/g.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengangkat judul penelitian ini yang berjudul **“Optimasi Adsorpsi Ion Logam Cu²⁺ Pada Silika Gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Rendahnya efektivitas pada silika gel.

2. Mengetahui apakah silika gel dapat dimodifikasi dengan sulfonat untuk meningkatkan penyerapan kation Cu^{2+} .

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi pH terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+} dengan variasi 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.
2. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+} dengan variasi 15, 30, 45, 60, dan 75 menit.
3. Pengaruh variasi konsentrasi terhadap penyerapan ion logam Cu^{2+} dengan variasi 5 ppm, 10 ppm, 15, ppm, 20 ppm, dan 25 ppm.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam Cu^{2+} pada silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat ?
2. Apakah penyerapan ion logam Cu^{2+} pada silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat mengikuti persamaan isoterm langmuir ?
3. Bagaimana penyerapan ion logam Cu^{2+} pada silika gel dan silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam Cu^{2+} pada silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat.

2. Menentukan persamaan isoterm adsorpsi ion logam Cu^{2+} pada silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat.
3. Menentukan perbandingan penyerapan ion logam Cu^{2+} pada silika gel dan silika gel – GPTMS termodifikasi sulfonat.

F. Manfaat Penelitian

Mengenai manfaat dari penelitian ini, untuk membagikan informasi silika gel termodifikasi sulfonat untuk adsorpsi ion logam Cu^{2+} , sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya sebagai fase diam penukar kation untuk ion logam yang bisa digunakan pada kromatografi kolom.