

**OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM  $\text{Ca}^{2+}$  PADA SILIKA  
GPTMS (*GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE*)  
TERMODIFIKASI SULFONAT**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh:**

**REZA ATHIA PUTRI**

**NIM/TM. 19036151/2019**

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

**2023**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM $\text{Ca}^{2+}$ PADA SILIKA GPTMS (*GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE*) TERMODIFIKASI SULFONAT

Nama : Reza Athia Putri  
NIM : 19036151  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 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 : Reza Athia Putri  
NIM : 19036151  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM $\text{Ca}^{2+}$ PADA SILIKA GPTMS (*GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE*) 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, Agustus 2023

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D	
Anggota	: Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Reza Athia Putri  
NIM : 19036151  
Tempat/Tanggal Lahir : Singkut/27 Januari 2001  
gram Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM  $\text{Ca}^{2+}$   
PADA SILIKA GPTMS  
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXY SILANE)  
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, Agustus 2023  
Yang menyatakan



**Reza Athia Putri**  
**NIM: 19036151**

# OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM $\text{Ca}^{2+}$ PADA SILIKA GPTMS (*GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE*) TERMODIFIKASI SULFONAT

Reza Athia Putri

## ABSTRAK

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam dan dimanfaatkan sebagai adsorben. Silika memiliki kemampuan untuk menyerap ion karena memiliki dua gugus situs aktif yang dapat dimodifikasi yaitu gugus siloksan (Si-O-Si) dan silanol (Si-OH). Modifikasi ini dilakukan untuk meningkatkan kemampuan silika dalam menyerap ion-ion, salah satunya ion logam  $\text{Ca}^{2+}$ . Modifikasi silika dilakukan dengan penambahan senyawa penghubung yaitu *glycidoxypropyltrimetoxysilane* (GPTMS). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat dengan metode *batch*. Filtrat hasil dari adsorpsi dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum kerja adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  oleh silika GPTMS termodifikasi sulfonat terjadi pada pH 5, waktu kontak 60 menit, dan konsentrasi 20 ppm. Proses penyerapan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  oleh silika GPTMS termodifikasi sulfonat mengikuti persamaan Isoterm Langmuir dengan kapasitas serapan maksimum 2,1034 mg/g. Adapun hasil perbandingan kapasitas serapan silika setelah modifikasi didapatkan hasil lebih besar dibandingkan sebelum modifikasi, dimana kapasitas serapan setelah modifikasi 2,2253 mg/g dengan persentase penyerapan sebesar 57,17 %, sebelum modifikasi kapasitas serapan sebesar 1,6772 mg/g, dan persentase penyerapan sebesar 43,07%.

Kata Kunci: Ion logam  $\text{Ca}^{2+}$ , modifikasi, silika, sulfonat

**OPTIMIZATION OF ADSORPTION OF Ca<sup>2+</sup> METAL IONS IN  
SULFONATE MODIFIED SILICA GPTMS  
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE)**

**Reza Athia Putri**

**ABSTRACT**

Silica is a metal oxide compound that is widely found in nature and is used as an adsorbent. Silica has the ability to adsorb ions because it has two groups of active sites that can be modified, namely siloxane (Si-O-Si) and silanol (Si-OH) groups. This modification was made to increase the ability of silica to adsorb ions, one of which is the metal ion Ca<sup>2+</sup>. Silica modification was carried out by adding a bridging compound, namely glycidoxypropyltrimethoxysilane (GPTMS). The purpose of this research was to determine the optimum conditions of pH, contact time, and adsorption concentration of Ca<sup>2+</sup> metal ions on sulfonate-modified GPTMS silica using batch method. The filtrate resulting from adsorption was analyzed using an atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results showed that the optimum conditions for the adsorption of Ca<sup>2+</sup> metal ions by sulfonate-modified GPTMS silica occurred at pH 5, contact time of 60 minutes, and concentration of 20 ppm. The adsorption process of Ca<sup>2+</sup> metal ions by sulfonate-modified GPTMS silica follows the Langmuir Isotherm equation with an adsorption capacity of 2.1034 mg/g. The results of the comparison of the adsorption capacity of silica after modification obtained greater results than before modification, where the adsorption capacity after modification was 2.2253 mg/g with an adsorption percentage of 57.17%, before modification the adsorption capacity was 1.6772 mg/g, and the adsorption percentage was 43.07%.

Keywords: Ca<sup>2+</sup> metal ion, modification, silica, sulfonate

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”**Optimasi Adsorpsi Ion  $\text{Ca}^{2+}$  Pada Silika GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) Termodifikasi Sulfonat**” dengan baik.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan mata kuliah Ujian Skripsi pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini 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 sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia sekaligus pembimbing dan penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D dan Ibu Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc sebagai dosen pembahas
3. Dosen pengajar serta seluruh tenaga akademik maupun non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
4. Orang tua dan keluarga tercinta atas dukungan untuk penulis
5. Teman-teman kimia nk 2019 telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
6. M. Irhas Abuduadi terimakasih telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulisan skripsi ini, tidak luput dari kesalahan dan kekurangan dari penulis, oleh karena itu penulis harapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak untuk skripsi ini. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Padang, Agustus 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Adsorpsi .....	6
B. Ion <i>Exchange</i> .....	10
1. Anion <i>Exchange</i> .....	10
2. Kation <i>Exchange</i> .....	11
C. Silika .....	12
D. Kalsium (Ca).....	15
E. Instrumen .....	16
1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	16
2. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	17
3. Titrasi Potensiometri .....	18
4. <i>X-Ray Fluorencence</i> (XRF).....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
A. Waktu dan Tempat .....	21
B. Objek Penelitian.....	21
C. Variabel Penelitian.....	21
D. Alat dan Bahan.....	21
E. Prosedur Kerja.....	22
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
A. Modifikasi Silika.....	27

B. Karakterisasi.....	28
1. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	28
2. <i>X-ray Fluorescence</i> (XRF) .....	30
3. Titrasi Potensiometri .....	32
C. Adsorpsi ion logam Ca <sup>2+</sup> pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat .....	33
1. Pengaruh Variasi pH .....	33
2. Pengaruh Variasi Waktu Kontak .....	35
3. Pengaruh Variasi Konsentrasi .....	36
D. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Silika Sebelum dan Setelah Modifikasi Pada Kondisi Optimum .....	38
E. Penentuan Isoterm Adsorpsi .....	39
BAB V_PENUTUP.....	41
A. Kesimpulan .....	41
B. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Terjadinya Adsorpsi.....	6
2. Kurva isoterm adsorpsi langmuir .....	10
3. Bentuk Silika.....	12
4. Struktur Silika .....	13
5. Struktur senyawa asam 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalenadisulfonat .....	14
6. Reaksi Silika-GPTMS .....	14
7. Silika-GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	15
8. Skema Diagram FTIR .....	17
9. Skema Instrumen SSA .....	18
10. Skema Titrasi Potensiometri .....	19
11. Skema Prinsip XRF.....	20
12. Mekanisme Reaksi Silika GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	28
13. Spektrum FTIR Silika GPTMS Sulfonat, Garam Sulfonat, Silika GPTMS dan Substrat Adsorpsi Ion Logam $Ca^{2+}$ .....	29
14. Kurva Titrasi Silika GPTMS.....	32
15. Reaksi Silika GPTMS dengan Natrium Tiosulfat.....	33
16. Kurva Pengaruh Variasi pH pada Adsorpsi ion logam $Ca^{2+}$ .....	34
17. Kurva Pengaruh Variasi Waktu Kontak pada adsorpsi Ion Logam $Ca^{2+}$ .....	35
18. Kurva Pengaruh Variasi Pada Adsorpsi Ion Logam $Ca^{2+}$ .....	37
19. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Silika Sebelum dan Setelah Modifikasi Terhadap Penyerapan Ion Logam $Ca^{2+}$ .....	38
20. Grafik Isoterm Langmuir .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Fisika Kalsium.....	15
2. Hasil Karakterisasi XRF Silika GPTMS dan Silika GPTMS Sulfonat.....	31
3. Variasi pH .....	66
4. Variasi Waktu Kontak.....	67
5. Variasi Konsentrasi .....	68
6. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Silika Sebelum Modifikasi dan Setelah Modifikasi .....	69
7. Isoterm Adsorpsi .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain penelitian .....	48
2. Pembuatan Larutan induk 500 ppm .....	49
3. Pembuatan larutan standar $\text{Ca}^{2+}$ 10 ppm .....	49
4. Pembuatan larutan standar $\text{Ca}^{2+}$ 15 ppm .....	49
5. Pembuatan larutan standar $\text{Ca}^{2+}$ 20 ppm .....	50
6. Pembuatan larutan standar $\text{Ca}^{2+}$ 25 ppm .....	50
7. Pembuatan larutan standar $\text{Ca}^{2+}$ 30 ppm .....	50
8. Pembuatan Larutan $\text{HNO}_3$ 5 M .....	51
9. Pembuatan Larutan $\text{NaOH}$ 0,1 M.....	51
10. Pembuatan Larutan $\text{NaHCO}_3$ 0,1 M.....	51
11. Pembuatan Larutan $\text{HCl}$ 0,05 M .....	52
12. Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3 M .....	52
13. Modifikasi Silika GPTMS .....	53
14. Silika GPTMS Termodifikasi Sulfonat.....	53
15. Pengaruh pH adsorpsi $\text{Ca}^{2+}$ .....	54
16. Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi $\text{Ca}^{2+}$ .....	54
17. Data Hasil FTIR .....	58
18. Data Hasil XRF .....	60
19. Data Hasil Titrasi Potensiometri .....	62
20. Data Hasil Perhitungan Adsorpsi Silika Gptms Termodifikasi Sulfonat Terhadap Ion Logam $\text{Ca}^{2+}$ .....	66
21. Isoterm Adsorpsi .....	69
22. Kurva Penentuan Isoterm Adsorpsi .....	70
23. Dokumentasi Penelitian .....	71

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Silika adalah senyawa terbanyak setelah oksigen yang terdapat di bumi, dan mempunyai rumus kimia ( $\text{SiO}_2$ ) (Sumarno et al., 2015). Silika mempunyai struktur *amorf* (susunan atomnya tidak teratur. Silika merupakan padatan pendukung yang banyak digunakan dalam proses adsorpsi, karena stabil dalam keadaan asam dan bersifat hidrofilik (Meriatna et al., 2015). Material berpori yang dimiliki oleh silika dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi (Sholikha et al., 2010).

Silika dimanfaatkan untuk proses adsorpsi, karena mempunyai gugus silanol ( $\text{Si-OH}$ ) dan siloksan ( $\text{Si-O-Si}$ ) yang berikatan secara kimia dengan ion logam (Patel, 2019). Proses adsorpsi terjadi ketika molekul cairan menempel ke permukaan padatan. Adsorpsi merupakan suatu proses pengumpulan dari adsorbat di atas permukaan adsorben (Abdi *et al.*, 2018). Keunggulan proses adsorpsi yaitu, pengolahannya relatif sederhana, dan efisiensi tinggi, dan tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan (Delaroza, 2018). Dalam penelitian ini proses adsorpsi dilakukan pada ion logam Ca (II).

Kalsium adalah logam yang berwarna putih perak dan melebur pada suhu  $845^\circ\text{C}$  (Helena & Oktavia, 2019). Kekurangan ion-ion kalsium dalam tanah memiliki dampak negatif pada pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Dalam tubuh manusia kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan menyebabkan gangguan pertumbuhan, seperti tulang mudah rapuh dan bengkok (Cicik Fitriani et

al., 2012). Peningkatan proses adsorpsi pada ion logam perlu dilakukannya modifikasi di permukaan silika .

Silika mempunyai kelemahan sebagai adsorben karena rendahnya kemampuan gugus siloksan (Si-O-Si) dan silanol (Si-OH) sebagai donor pasangan elektron sehingga efektivitas adsorpsi silika terhadap ion logam rendah dan ikatan ion logam di permukaan silika akan lemah (Buhani et al., 2010). Silika sebagai penopang padat stabil dalam keadaan asam (Weni & Oktavia, 2021). Keberadaan gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) menguntungkan, karena terjadinya modifikasi dipermukaan silika untuk meningkatkan kemampuan proses adsorpsi (Sulastri & Kristianingrum, 2010). Modifikasi silika pada penelitian ini menggunakan senyawa organik berupa garam mononatrium asam 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalenadisulfonat (Azmiyawati, 2004).

Modifikasi silika merupakan faktor yang sangat penting untuk menghasilkan permukaan baru untuk digunakan sebagai adsorben ion logam (Ahmed, 2014). Sebelum dilakukannya modifikasi pada permukaan silika dibutuhkan pereaksi silan lain yang berfungsi sebagai jembatan penghubung atau perantara. Senyawa penghubung *glisidoksi propilmetoksilane* (GPTMS) yang digunakan dalam penelitian ini. Modifikasi silika akan berpengaruh terhadap proses adsorpsi. (Sulastri & Kristianingrum, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh (Azmiyawati, 2004) modifikasi silika dengan gugus sulfonat untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi Mg (II). Secara teoritis pengikatan gugus epoksi dan gugus sulfonat pada permukaan silika akan meningkatkan kemampuan silika dalam mengadsorpsi ion logam Mg (II). Data

kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Mg (II) yaitu, Si-gel < Si-Ep < Si-Sulfonat.

Silika dimanfaatkan sebagai fasa diam dalam pemisahan senyawa di kromatografi kolom. (Ramadani, 2018). Resin penukar ion merupakan fasa diam yang digunakan pada kolom kromatografi. Resin penukar ion terbagi menjadi dua diantaranya resin penukar kation dan anion. Penukar ion mempunyai kemampuan kapasitas pada resin pertukaran ion dalam jumlah gugus aktif yang terikat. Gugus aktif yang terikat pada resin semakin banyak, maka nilai kapasitas pertukaran ion yang dihasilkan semakin banyak (Zainudin et al., 2015).

Penelitian sebelumnya (Setyawan et al., 2013) telah melakukan adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada adsorben kitin terfosforilasi dari limbah cangkang bekicot. Adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada variasi pH, dan waktu kontak didapatkan pH optimum 5 dan waktu kontak 60 menit. Pada penelitian ini peneliti tertarik meneliti menggunakan adsorben dari silika, karena silika memiliki beberapa keunggulan stabil dalam keadaan asam, luas permukaan spesifik, dan ketahanan yang tinggi terhadap panas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat dan mengetahui kondisi optimum dari silika GPTMS termodifikasi sulfonat pada variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ **Optimasi Adsorpsi Ion Logam  $\text{Ca}^{2+}$  Pada Silika GPTMS (*lycidoxypropyltrimethoxysilane*) Termodifikasi Sulfonat** ”. Silika GPTMS



termodifikasi sulfonat diharapkan bisa digunakan pada penelitian selanjutnya sebagai resin (penukar ion).

### **B. Identifikasi Masalah**

Adapun identifikasi masalah yang diperoleh berdasarkan latar belakang yaitu :

1. Silika kurang efektif sebagai adsorben sehingga perlu dilakukan modifikasi pada permukaanya untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi pada ion logam.
2. Resin penukar ion pada kolom kromatografi diperlukan dalam jumlah banyak dan relatif mahal.
3. Variasi pH dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat.
4. Variasi waktu kontak dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat.
5. Variasi konsentrasi dapat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat.

### **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini terfokus, batasan masalah pada penelitian yaitu :

1. Variasi pH ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  untuk adsorpsi silika GPTMS termodifikasi sulfonat yaitu 2; 3; 4; 5; dan 6.
2. Variasi waktu kontak ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  untuk adsorpsi silika GPTMS termodifikasi sulfonat yaitu 15; 30; 45; 60; dan 75 menit.
3. Variasi konsenrasi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  untuk adsorpsi silika GPTMS termodifikasi sulfonat yaitu 10; 15; 20; 25; dan 30 ppm.

#### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat ?
2. Bagaimana pola isoterm adsorpsi terhadap penyerapan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat?
3. Bagaimana penyerapan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika dan silika GPTMS termodifikasi sulfonat?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Menentukan kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat.
2. Menentukan persamaan isoterm adsorpsi ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat.
3. Menentukan perbandingan penyerapan ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  pada silika dan silika GPTMS termodifikasi sulfonat.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan tercapai dari penelitian adalah memberikan informasi dan menambah ilmu pengetahuan pada proses ion logam kalsium pada silika GPTMS termodifikasi sulfonat. Silika GPTMS termodifikasi sulfonat dapat dimanfaatkan sebagai fasa diam atau resin penukar kation pada ion logam.