

**OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Ni<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN  
SILIKA GEL-GPTMS TERMODIFIKASI SULFONAT**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh  
gelar sarjana sains*



Oleh

**Dwi Ramadhani**

**NIM/TM. 19036065/2019**

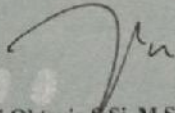
**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

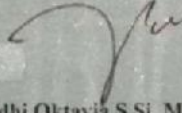
**PERSETUJUAN SKRIPSI**

Judul : Optimasi Adsorpsi Ion Logam Ni<sup>2+</sup> Menggunakan Silika Gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat  
Nama : Dwi Ramadhani  
NIM : 19036065  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:  
Ketua Departemen Kimia

Padang, 20 Agustus 2023  
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**

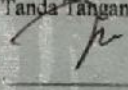

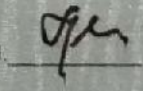
Nama : Dwi Ramadhani  
NIM : 19036065  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**OPTIMASI ADSORPSI ION LOGAM Ni<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN  
SILIKA GEL-GPTMS TERMODIFIKASI SULFONAT**

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 20 Agustus 2023

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M. Si	2. 
3	Anggota	Dra. Sri Benti Etika, M Si	3. 

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini  
Nama : Dwi Ramadhani  
NIM : 19036065  
Tempat/Tanggal Lahir : Galuang/10 Desember 1999  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **Optimasi Adsorpsi Ion Logam Ni<sup>2+</sup>  
Menggunakan 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 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, 20 Agustus 2023  
Yang Menyatakan



**Dwi Ramadhani**  
NIM. 19036065

# Optimasi Adsorpsi Ion Logam Ni<sup>2+</sup> Menggunakan Silika Gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat

Dwi Ramadhani

## ABSTRAK

Silika gel adalah senyawa yang memiliki dua sisi aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang belum efektif sebagai adsorben sehingga dilakukan modifikasi. Silika gel dimodifikasi menggunakan senyawa garam mononatrium *4-Amino-5-hydroxy-2,7-naphthalenedisulfonic acid* yang direaksikan terlebih dahulu dengan GPTMS (*glycidoxypropyltrimethoxysilane*) sebagai jembatan penghubung menghasilkan adsorben silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat. Tujuan dari modifikasi ini adalah silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat dibuat untuk mengadsorpsi ion logam Ni<sup>2+</sup> dengan kondisi optimum pada pH, waktu kontak dan konsentrasi. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan metode batch dengan melihat seberapa besar kapasitas adsorpsi adsorben yang dibuat terhadap penyerapan ion logam. Karakterisasi yang digunakan adalah spektrofotometer FTIR (Fourier Transform-Infrared) pada analisa proses pembuatan adsorben dan SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) untuk melihat hasil penyerapan ion logam. Hasil yang didapat sesuai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adsorpsi silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat terhadap penyerapan ion logam Ni<sup>2+</sup> pada kondisi optimum adalah pada pH 3, waktu kontak selama 45 menit dan konsentrasi larutan 20 mg/L. Perbandingan kapasitas penyerapan ion logam Ni<sup>2+</sup> terlihat lebih besar setelah dimodifikasi dibandingkan sebelum dimodifikasi dengan kapasitas serapan sebelum dimodifikasi sebesar 1,1823 mg/g pada persentase serapan 28,15%, sedangkan setelah dimodifikasi kapasitas serapannya sebesar 3,0664 mg/g pada persentase serapan 73,01%.

**Kata Kunci :** Adsorpsi, Ion Logam Ni<sup>2+</sup>, Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat

# Optimization of Ni<sup>2+</sup> Metal Ion Adsorption Using Sulfonate-Modified Silica Gel-GPTMS

Dwi Ramadhani

## ABSTRACT

Silica gel is a compound that has two active sides, namely silanol (Si-OH) and siloxane (Si-O-Si) which have not been effective as adsorbents so modifications are made. Silica gel is modified using monosodium salt 4-Amino-5-hydroxy-2,7-naphthalenedisulfonic acid which is reacted first with GPTMS (glycidoxypropyltrimethoxysilane) as a connecting bridge to produce sulfonate-modified silica gel-GPTMS adsorbent. The purpose of this modification is that sulfonate-modified silica gel-GPTMS are made to adsorb Ni<sup>2+</sup> metal ions under optimum conditions at pH, contact time and concentration. The adsorption process is carried out using the batch method by seeing how much adsorbent adsorption capacity is made against the absorption of metal ions. The characterization used is an FTIR (Fourier Transform-Infrared) spectrophotometer in the analysis of the adsorbent manufacturing process and SSA (Atomic Absorption Spectrophotometry) to see the results of metal ion absorption. The results obtained according to research that has been conducted show the adsorption of sulfonate-modified silica gel-GPTMS to the absorption of Ni<sup>2+</sup> metal ions at optimum conditions is at pH 3, contact time for 45 minutes and solution concentration of 20 mg/L. The ratio of absorption capacity of Ni<sup>2+</sup> metal ions looks greater after modification than before modification with absorption capacity before modification of 1.1823 mg/g at an absorption percentage of 28.15%, Meanwhile after modification, the absorption capacity was 3.0664 mg/g at an absorption percentage of 73.01%.

**Keyword :** Adsorption, Ni<sup>2+</sup> Metal Ions, Silica gel-GPTMS Sulfonate Modified

## KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, limpahan berkah dan hidayah-Nya serta kemudahan yang telah diberikan, sehingga dengan kesabaran dan kekuatan penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Optimasi Adsorpsi Ion Logam Ni<sup>2+</sup> Menggunakan Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat”** dengan sebaik-baiknya. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si) 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. Untuk itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, S. Si., M. Si., Ph. D selaku Ketua Departemen Kimia dan Ketua Program Studi Departemen Kimia FMIPA UNP serta pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu, Dra. Sri Benti Etika, M. Si selaku penasehat akademik dan selaku dosen pembahas memberikan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S. Pd., M. Si selaku dosen pembahas.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Rekan-rekan mahasiswa/i angkatan 2019 Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari pada penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, maka sangat mengharapkan adanya saran, masukan maupun kritik untuk perbaikan dari pembaca demi kesempurnaan skripsi yang akan datang. Atas saran dan masukan yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2023

Dwi Ramadhani



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN.....	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 <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Adsorpsi .....	7
B. <i>Ion Exchange</i> (Penukar Ion).....	11
C. Silika ( $\text{SiO}_2$ ).....	12
D. Modifikasi Silika.....	14
E. Nikel (Ni) .....	16
F. Instrumen .....	18
1. Spektroskopi FTIR ( <i>Fourier Transform-Infrared</i> ).....	18
2. SSA (Spektrofotometri Serapan Atom).....	20
3. XRF (X-ray Fluorescence).....	21
4. Titrasi Potensiometri .....	22
BAB III <u>M</u> ETODOLOGI PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
B. Objek Penelitian .....	24
C. Variabel Penelitian .....	24
D. Alat dan Bahan.....	24
E. Prosedur Kerja.....	25
1. Pembuatan larutan reagen .....	25
2. Silika Gel-GPTMS .....	26
3. Silika Gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	26
4. Proses Adsorpsi Silika dengan Metode Batch.....	26
5. Skema Penelitian .....	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
A. Modifikasi Silika Gel .....	29
B. Karakterisasi.....	32
1. Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR .....	32
2. Karakterisasi XRF .....	34
3. Penentuan banyak Gugus Epoksi dengan Titrasi Potensiometri .....	36
C. Proses Adsorpsi Silika dengan Metode Batch .....	37
1. Pengaruh pH larutan pada penyerapan ion Ni <sup>2+</sup> menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.....	37
2. Pengaruh waktu kontak pada penyerapan ion Ni <sup>2+</sup> menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.....	39
3. Pengaruh konsentrasi larutan pada penyerapan ion Ni <sup>2+</sup> menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat. ....	41
4. Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	44
5. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi pada Silika Sebelum dan Setelah Dimodifikasi .....	46
BAB V PENUTUP.....	48
A. Kesimpulan .....	48
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN.....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Tetrahedral Silika (Sefriani & Oktavia, 2021).....	13
Gambar 2. (a) Struktur Kristal Silika, (b) Struktur Amorf Silika .....	14
Gambar 3. Reaksi pembentukan Silika-GPTMS Sulfonat (Azmiyawati, 2004)...	16
Gambar 4. Spektroskopi FTIR (Hidayati, 2012).....	19
Gambar 5. Spektrofotometri Serapan Atom (Anshori et al., 2005). ....	20
Gambar 6. Reaksi Pembentukan Silika gel-GPTMS .....	30
Gambar 7. Reaksi Pembentukan Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	31
Gambar 8. Reaksi Pertukaran Kation.....	32
Gambar 9. Hasil Spektrum FTIR .....	33
Gambar 10. Grafik Titrasi Potensiometri Silika gel-GPTMS.....	36
Gambar 11. Pengaruh pH terhadap penyerapan ion logam $Ni^{2+}$ menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat .....	38
Gambar 12. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion logam $Ni^{2+}$ menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.....	40
Gambar 13. Pengaruh konsentrasi terhadap penyerapan ion logam $Ni^{2+}$ menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.....	42
Gambar 14. Persamaan Isoterm Langmuir Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	45
Gambar 15. Persamaan Isoterm Freundlich Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat .....	45
Gambar 16. Perbandingan kapasitas adsorpsi silika gel sebelum dan setelah dimodifikasi terhadap penyerapan ion logam $Ni^{2+}$ . ....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Silika .....	13
Tabel 2. Daftar bilangan gelombang berbagai jenis ikatan.....	19
Tabel 3. Data Karakterisasi XRF Silika gel-GPTMS dan Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat.....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Silika gel-GPTMS.....	54
Lampiran 2. Silika gel-GPTMS termodifikasi gugus sulfonat .....	54
Lampiran 3. Variasi pH adsorpsi Ni <sup>2+</sup> .....	55
Lampiran 4. Variasi waktu kontak adsorpsi Ni <sup>2+</sup> .....	55
Lampiran 5. Variasi konsentrasi adsorpsi Ni <sup>2+</sup> .....	56
Lampiran 6. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi .....	56
Lampiran 7. Perhitungan pembuatan larutan .....	57
Lampiran 8. Hasil Data FTIR.....	61
Lampiran 9. Hasil Data XRF .....	63
Lampiran 10. Hasil Data Titrasi Potensiometri .....	64
Lampiran 11. Hasil Data Perhitungan Adsorpsi Silika Terhadap Ion Logam Ni <sup>2+</sup> .....	67
Lampiran 12. Persamaan Isoterm Adsorpsi .....	71
Lampiran 13. Kurva Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	72
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian.....	73



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) atau sering disebut silika adalah salah satu contoh mineral pada sumber daya alam yang sangat bagus untuk dikembangkan. Silika dapat ditemukan berupa gel, kristal dan amorf pada umumnya (Todkar et al., 2016). Silika adalah salah satu bahan baku penting yang banyak digunakan diberbagai industri seperti deterjen, keramik, elektronik, farmasi, biomedis, adsorpsi, perekat, bahan komposit, pengering, dan *silicon produks* (Samuel et al., 2021). Silika termasuk mineral yang melimpah dipermukaan bumi. Pengotor-pengotor didalam silika mampu mengganggu penggunaannya sehingga untuk pemanfaatannya dibutuhkan teknologi yang sangat handal (Sefriani & Oktavia, 2021).

Salah satu adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi ialah silika (Sefriani & Oktavia, 2021). Silika gel memiliki sifat hidrofilik, inert, stabil pada suhu tinggi dan relatif tidak mengembang dalam pelarut organik, karena itu silika dapat digunakan sebagai adsorben. Ada dua sisi aktif yang ada pada permukaan silika yaitu siloksan ( $\text{Si-O-Si}$ ) dan silanol ( $\text{Si-OH}$ ) yang menunjukkan sifat adsorptif silika. Silika sebagai adsorben belum efektif untuk mengoptimalkan kemampuan penyerapannya dengan melakukan modifikasi menambahkan bahan tertentu pada permukaan silika tersebut. Bahan yang digunakan harus bersifat mampu mengikat atau berikatan dengan satu atau lebih ion logam sehingga dapat meningkatkan adsorpsi (Sulastri, 2010).

Silika tidak dapat langsung berikatan dengan senyawa organik sehingga digunakan bantuan senyawa penghubung yaitu GPTMS (*glycidoxypropyltrimethoxysilane*). Silika yang telah dihubungkan dengan senyawa GPTMS dapat dimodifikasi dengan gugus sulfonat yaitu salah satunya senyawa garam mononatrium *4-Amino-5-hydroxy-2,7-naphthalenedisulfonic acid*. GPTMS adalah senyawa yang memiliki gugus epoksi. Silika gel termodifikasi garam mononatrium *4-Amino-5-hydroxy-2,7-naphthalenedisulfonic acid* digunakan sebagai adsorben ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ). Tempat terjadinya pertukaran dan pemisahan kation adalah pada gugus fungsinya yaitu gugus sulfonat.

Adsorpsi adalah suatu proses penyerapan pada substansi yang ada dalam larutan yang dilakukan oleh benda penyerap pada permukaannya sehingga terjadinya suatu ikatan kimia atau fisika antara zat penyerap dengan substansi (Kristina et al., 2022). Adsorpsi merupakan metode kunci yang mendasari banyak proses kepentingan lingkungan dan teknologi yang tinggi. Proses adsorpsi terutama tergantung pada efektivitas dan karakteristik bahan adsorben. Sejauh ini, berbagai jenis adsorben telah banyak digunakan dan dilaporkan dalam literatur. Adsorben ini dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu (i) alami (tanah liat, zeolit, bahan silika), (ii) berbasis industri (karbon aktif, fly ash, cryogel yang dicetak ion, limbah lumpur, limbah tawas, limbah baja, lumpur merah) (Abdullah & Shahid, 2022). Beberapa dekade terakhir, banyak adsorben sudah diidentifikasi, seperti zeolite (Hong et al., 2018), senyawa berbasis kitosan (Vakili et al., 2019), nanotube karbon (Fiyadh et al., 2019), lignin dan turunannya (Zheng et al., 2022), silika-GPTMS-*Dimethylamine* (Weni & Oktavia, 2021).



Ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dan senyawanya memiliki sifat karsinogenik yang merupakan salah satu polutan berbahaya sehingga dapat mengakibatkan kematian pada manusia. Senyawa Nikel dalam bentuk Nikel-sulfida akan menyebabkan kanker rongga hidung, kanker paru-paru, dan juga bisa mengakibatkan kanker pita suara. Berdasarkan Baku Mutu di dalam limbah cair perairan diizinkan sebanyak 1,0 mg per liter kadar ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) (Rahayu, 2016). Sehingga kita butuh mengurangi atau menghilangkan keberadaan logam berat tersebut salah satunya dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi mempunyai tingkat efektifitas tinggi dan mudah dilakukan sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif menghilangkan logam berat (Madiabu et al., 2021).

Resin dikategorikan pada kelompok fungsional sebagai penukar kuat atau lemah dan mungkin bersifat asam atau basa. Resin penukar ion yang paling umum digunakan adalah natrium silikat, zeolit, asam sulfonat polistiren, dan resin akrilik dan metakrilik. Dua jenis resin yaitu resin penukar anion dan resin penukar kation. Resin biasanya berfungsi untuk menghilangkan kation atau anion pada kolom kromatografi sebagai fasa diamnya. Kinerja resin penukar ion sangat sensitif terhadap parameter proses seperti pH, suhu, konsentrasi awal adsorben dan sorbat, anion, dan waktu kontak (Bolisetty et al., 2019).

Penelitian ini telah dilakukan yaitu adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat yang mana nantinya silika termodifikasi bisa digunakan sebagai resin penukar ion pada kolom kromatografi. Harga resin yang sangat mahal sehingga silika termodifikasi sulfonat bisa menjadi alternatif penggantinya.

Karakterisasi yang digunakan di penelitian ini adalah instrumen FTIR (*Fourier Transform-Infrared*), XRF (*X-ray Fluorescence*), SSA (Spektrofotometri Serapan Atom), dan titrasi potensiometri. Instrumen FTIR (*Fourier Transform-Infrared*) digunakan untuk silika gel-GPTMS, silika gel-GPTMS-sulfonat, dan garam mononatrium *4-Amino-5-hydroxy-2,7-naphthalenedisulfonic acid*. XRF (*X-ray Fluorescence*) digunakan pada silika gel-GPTMS dan silika gel-GPTMS-sulfonat. SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) untuk mengidentifikasi berapa banyak teradsorpsi ion logam pada adsorben. Titrasi potensiometri digunakan untuk mengetahui banyaknya gugus epoksi pada silika gel-GPTMS.

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul **“Optimasi Adsorpsi Ion Logam Ni<sup>2+</sup> Menggunakan Silika gel-GPTMS Termodifikasi Sulfonat”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang dapat mengidentifikasikan masalah sebagai berikut:

1. Resin pada kolom kromatografi penukar ion diperlukan dalam jumlah banyak dan harganya yang relatif mahal.
2. Silika gel belum efektif sebagai adsorben dan dimodifikasi untuk meningkatkan kinerjanya.
3. Variasi pH mempengaruhi efektivitas dari adsorpsi ion logam.
4. Variasi waktu kontak mempengaruhi efektivitas dari adsorpsi ion logam.
5. Variasi konsentrasi mempengaruhi efektivitas dari adsorpsi ion logam.

### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Adsorben yang digunakan merupakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.
2. Variasi pH (2, 3, 4, 5, dan 6) untuk mengadsorpsi kation dengan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.
3. Variasi waktu kontak (15, 30, 45, 60, dan 75 menit) untuk mengadsorpsi kation dengan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.
4. Variasi konsentrasi (5, 10, 15, 20, dan 25 ppm) untuk mengadsorpsi kation dengan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.

### **D. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  oleh silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat?
2. Bagaimana pola isoterm adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat?
3. Bagaimana perbandingan kapasitas adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  pada silika sebelum dan setelah dimodifikasi?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  oleh silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.
2. Mengetahui pola isoterm adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  menggunakan silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat.

3. Mengetahui perbandingan kapasitas adsorpsi ion logam  $\text{Ni}^{2+}$  pada silika sebelum dan setelah dimodifikasi.

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

Manfaat yang ingin di capai dalam penelitian ini yaitu :

1. Silika gel-GPTMS termodifikasi sulfonat dapat digunakan sebagai resin pada kolom kromatografi.
2. Dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya.