

**APLIKASI PENGGUNAAN RESIN SILIKA GEL GPTMS
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE) DIMODIFIKASI
SULFONAT SEBAGAI FASA DIAM UNTUK MENGANALISIS ION
LOGAM Ca^{2+} DENGAN KROMATOGRAFI ION**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
(S.Si)*



Oleh :

Nuzulia Rahma Yona

NIM/TM. 21036159/2021

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

2025

PERSETUJUAN SKRIPSI

**APLIKASI PENGGUNAAN RESIN SILIKA GEL GPTMS
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYXILANE) DIMODIFIKASI
SULFONAT SEBAGAI FASA DIAM UNTUK MENGANALISIS ION
LOGAM Ca^{2+} DENGAN KROMATOGRAFI ION**

Nama : Nuzulia Rahma Yona
TM/NIM : 2021/21036159
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 1 November 2025

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia



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

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

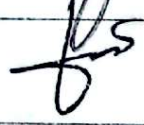
Nama : Nuzulia Rahma Yona
TM/NIM : 2021/21036159
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**APLIKASI PENGGUNAAN RESIN SILIKA GEL GPTMS
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXY SILANE) DIMODIFIKASI
SULFONAT SEBAGAI FASA DIAM UNTUK MENGANALISIS ION
LOGAM Ca^{2+} DENGAN KROMATOGRAFI ION**

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

Padang, 1 November 2025

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Alizar, S.Pd., M.Si., Ph.D	2. 
3	Anggota	Romy Dwipa Yamesa Away, S.Si., M.Eng., Ph.D	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Nuzulia Rahma Yona
TM/NIM : 2021/21036159
Tempat/Tanggal Lahir : Sijunjung / 22 November 2002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Aplikasi Penggunaan Resin Silika Gel GPTMS
(Glycidoxypyltrimethoxysilane) Dimodifikasi Sulfonat
sebagai Fasa Diam untuk Menganalisis Ion Logam Ca^{2+} dengan
Kromatografi Ion

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, 1 November 2025
Yang Menyatakan



Nuzulia Rahma Yona
NIM. 21036159

**APLIKASI PENGGUNAAN RESIN SILIKA GEL GPTMS
(GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE) DIMODIFIKASI
SULFONAT SEBAGAI FASA DIAM UNTUK MENGANALISIS ION
LOGAM Ca^{2+} DENGAN KROMATOGRAFI ION**

NUZULIA RAHMA YONA

ABSTRAK

Silika gel GPTMS sulfonat yang digunakan sebagai adsorben dalam menganalisis ion logam memiliki kapasitas adsorpsi dan desorpsi yang tinggi dibandingkan dengan silika gel yang tidak dimodifikasi. Silika gel GPTMS sulfonat yang memiliki kapasitas adsorpsi dan desorpsi yang tinggi digunakan sebagai resin dalam kromatografi ion. Penelitian ini, bertujuan untuk menentukan apakah silika gel GPTMS sulfonat mampu digunakan sebagai resin dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} dan menentukan fasa gerak yang optimum dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} . Pada penelitian ini fasa gerak yang digunakan yaitu asam tartarat dan asam metana sulfonat dengan variasi konsentrasi 0,01 M; 0,05; 0,07; dan 0,09 M. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa asam tartarat dengan konsentrasi 0,05 M; 0,07 M dan 0,09 M yang digunakan sebagai fasa gerak tidak menghasilkan kromatogram ion logam Ca^{2+} . Hal ini dikarenakan tidak dapatnya dibedakan antara kromatogram dengan *noise* serta tidak memenuhi syarat LOQ ($\text{S/N} : 10/1$). Pada fasa gerak asam metana sulfonat 0,01 M yang digunakan sebagai fasa gerak didapatkan kromatogram ion logam Ca^{2+} yang khas. Hal ini ditandai dengan munculnya kromatogram pada waktu retenti 9,1 menit dan 9,7 menit yang menukik tajam. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa fasa gerak yang dapat digunakan dalam analisis ion logam Ca^{2+} menggunakan resin silika gel GPTMS yaitu asam metana sulfonat 0,01 M. Hal ini dikarenakan asam metana sulfonat yang bersifat asam kuat sehingga dapat mengelusi ion logam Ca^{2+} yang berinteraksi kuat dengan resin.

Kata Kunci : Silika gel GPTMS sulfonat, Resin, Ion logam Ca^{2+}

APPLICATION OF THE USE OF SULPHONATE-MODIFIED GPTMS (GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXY SILANE) SILICA GEL RESIN AS A STATIONARY PHASE TO ANALYZE METAL IONS Ca^{2+} BY ION CHROMATOGRAPHY

NUZULIA RAHMA YONA

ABSTRACT

Silica gel GPTMS sulfonate used as an absorbent in analyzing metal ions has high adsorption and desorption capacity compared to unmodified silica gel. Silica gel GPTMS sulfonate which has high adsorption and desorption capacity is used as resin in ion chromatography. This study to determine silica gel GPTMS sulfonate is capable of being used as resin in analyzing Ca^{2+} metal ions and to determine the optimum mobile phase in analyzing Ca^{2+} metal ions. In this study, the mobile phases used tartaric acid and methane sulfonic acid with concentration variations of 0.01 M; 0.05; 0.07; and 0.09 M. The results of this study showed that tartaric acid with concentrations of 0.05 M; 0.07 M and 0.09 M used as the mobile phase did not produce Ca^{2+} metal ion chromatogram. This is because the chromatogram cannot be distinguished from noise and does not meet the LOQ requirements (S/N: 10/1). In the mobile phase of 0.01 M methane sulfonic acid used as the mobile phase, a typical Ca^{2+} metal ion chromatogram was obtained. This is characterized by the appearance of a chromatogram at a retention time of 9.1 minutes and 9.7 minutes which dipped sharply. Based on the results of the study, it was found that the mobile phase that can be used in the analysis of Ca^{2+} metal ions using GPTMS silica gel resin is 0.01 M methane sulfonic acid. This is because methane sulfonic acid is a strong acid so it can elute Ca^{2+} metal ions that interact strongly with the resin.

Kata Kunci : Silica gel GPTMS sulfonate, Resin, Ca^{2+} metal ion

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Aplikasi Penggunaan Resin Silika Gel GPTMS (*Glycidoxypyltrimethoxysilane*) Dimodifikasi Sulfonat sebagai Fasa Diam untuk menganalisis Ion Logam Ca^{2+} pada Kromatografi Ion”** dengan baik.

Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar sarjana sains 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, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Kepala Departemen Kimia sekaligus pembimbing dan penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D dan Bapak Romy Dwipa Yamesa Away, S.Si., M.Eng., Ph.D sebagai dosen pembahas.
3. Dosen pengajar serta seluruh tenaga akademik maupun non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
4. Kedua orang tua tercinta yang telah mendo'akan dan memberi dukungan selama penyelesaian skripsi.

5. Adik-adik yang tersayang selalu menyemangati selama penyelesaian skripsi.
6. Teman-teman kimia angkatan 2021 dan teman-teman yang ditemui selama berkuliah di UNP yang telah memberikan dukungan.
7. Semua pihak yang memberikan bantuan kepada penulis.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 12 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pertukaran Ion	7
1. Pertukaran anion/ <i>anion exchange</i>	8
2. Pertukaran kation/ <i>kation exchange</i>	9
B. Silika	10
1. Modifikasi Silika Gel	11
2. Gugus Sulfonat sebagai Modifikator.....	13
C. Kalsium (Ca).....	14

D. Instrumen.....	15
1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	15
2. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	17
3. Titrasi Potensiometri	19
4. Spektrofotometer UV-Vis	21
5. <i>High Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC)	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Objek Penelitian.....	24
C. Variabel Penelitian.....	24
D. Alat dan Bahan.....	24
1. Alat	24
2. Bahan.....	25
E. Prosedur Kerja.....	25
1. Pembuatan Larutan Reagen.....	25
2. Modifikasi Silika Gel menggunakan Gugus Sulfonat	27
3. Penentuan Panjang Gelombang Ion Logam Ca^{2+}	28
4. Analisis Ion Logam Ca^{2+} menggunakan HPLC	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Modifikasi Silika Gel	30
B. Karakterisasi.....	34

1. Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	34
2. Karakterisasi XRF	36
3. Penentuan banyak Gugus Epoksi dengan Titrasi Potensiometri	37
C. Penentuan Panjang Gelombang Ion Logam Ca^{2+}	38
D. Analisis Ion Logam Ca^{2+}	39
1. Deteksi Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Tartarat dengan Kolom tanpa Fasa Diam	39
2. Deteksi Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Metana Sulfonat dengan Kolom tanpa Fasa Diam	41
3. Deteksi Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Tartarat dengan Kolom Fasa Diam Resin Silika Gel GPTMS Sulfonat	42
4. Deteksi Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Metana Sulfonat dengan Kolom Fasa Diam Resin Silika Gel GPTMS Sulfonat	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur silika yang berbentuk amorf (Sulastri, 2009).....	10
Gambar 2. Reaksi pembentukan silika GPTMS (Fitriningsih & Oktavia, 2023) .	13
Gambar 3. Struktur 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalendisulfonat	13
Gambar 4. Reaksi silika gel GPTMS dengan sulfonat (Oktavia et al., 2024).....	14
Gambar 5. Instrumen FTIR (Rachmad Saputra et al., 2022)	16
Gambar 6. Proses eksitasi yang berinteraksi dengan sinar-X	19
Gambar 7. Rangkaian alat titrasi potensiometri	20
Gambar 8. Spektrofotometer UV-Vis	22
Gambar 9. Mekanisme Silika Gel GPTMS	32
Gambar 10. Mekanisme Silika Gel GPTMS Sulfonat	34
Gambar 11. Spektrum Hasil FTIR	35
Gambar 12. Kurva Hasil Titrasi Potensiometri Silika Gel GPTMS	38
Gambar 13. Pengukuran Panjang Gelombang Ion logam Ca^{2+} dengan Spektrofotometer Uv-Vis	39
Gambar 14. Kromatogram Larutan Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Tartarat.....	40
Gambar 15. Kromatogram Larutan Ion Logam Ca^{2+} menggunakan Fasa Gerak Asam Metana sulfonat.....	41
Gambar 16. Kromatogram analisis ion logam Ca^{2+} dengan eluen asam tartarat 0,05 M	43
Gambar 17. Kromatogram analisis ion logam Ca^{2+} dengan eluen asam tartarat 0,07 M	44

Gambar 18. Kromatogram analisis ion logam Ca^{2+} dengan eluen asam tartarat 0,09 M	45
Gambar 19. Kromatogram analisis ion logam Ca^{2+} dengan eluen asam metana sulfonat 0,01 M	47
Gambar 20. Proses Pertukaran Ion Logam Ca^{2+}	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat unsur Ca (kalsium)	15
Tabel 2. Karakteristik Spektra FTIR Silika Gel	17
Tabel 3. Hasil XRF Silika Gel GPTMS dan Silika Gel GPTMS Sulfonat	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian	56
Lampiran 2. Jadwal Penelitian	57
Lampiran 3. Rancangan Anggaran Biaya Penelitian	58
Lampiran 4. Prosedur Kerja	59
Lampiran 5. Perhitungan.....	62
Lampiran 6. Karakterisasi	67
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Silika merupakan suatu mineral yang penyusun utamanya berupa silikon dioksida (SiO_2) dan terdiri dari dua unsur yaitu silikon dan oksigen (Pramudya et al., 2024). Keberadaan silika yang melimpah di kerak bumi dapat ditemukan dalam bentuk mineral pembentuk batuan. Silika dapat berbentuk amorf seperti pada silika gel. Silika gel memiliki sifat kestabilan yang tinggi terhadap keadaan asam, pengaruh mekanik dan temperatur serta bersifat hidrofilik (Tmacl & Tunggal, 2008). Oleh karena itu, silika gel banyak diaplikasikan sebagai adsorben, desikan dan sebagai fase diam pada kromatografi ion.

Silika gel memiliki dua gugus aktif yang akan berikatan dengan ion lain yaitu gugus silanol ($-\text{SiOH}$) dan siloksan (Si-O-Si) (Megasari et al., 2019). Atom oksigen pada gugus silanol yang merupakan gugus aktif silika kurang mampu mengikat ion logam yang biasanya berukuran besar (Sastika, 2023). Gugus silanol memiliki keasaman yang rendah serta kemampuan mengikat yang relatif kecil menyebabkannya kurang efektif mengikat ion logam. Karena kemampuan silanol yang terbatas ini, diperlukan upaya untuk meningkatkan efektifitas silika dengan memodifikasinya (Oktavia & Prasmi Kardi, 2020).

Modifikasi silika gel dapat memperbaiki sifat dan memperluas manfaat dari pemakaian silika. Modifikasi pada silika gel mengubah gugus $\equiv\text{Si-OH}$ menjadi $\equiv\text{Si-OM}$, dimana M berupa senyawa sederhana ataupun kompleks selain H. Modifikasi silika gel berguna untuk meningkatkan kinerjanya,

kestabilan mekanik serta meningkatkan pengikatan analit pada permukaan silika (Hardyanti et al., 2017). Modifikasi silika gel dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa penghubung untuk pengikatan senyawa organik pada silika agar lebih efektif. Senyawa penghubung yang dapat digunakan untuk pereaksi gugus silanol yaitu *glysidoxypropyltrimethoxysilane* (GPTMS) yang memiliki gugus epoksi (Arianti & Oktavia, 2021). Senyawa organik yang dapat digunakan sebagai modifikator pada silika gel yaitu senyawa 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalenasulfonat karena cocok sebagai modifer yang bukan pereaksi silan (Sulastri, 2009).

Modifikasi sulfonat pada silika akan memperbanyak sisi aktif pada permukaan silika gel yang berupa gugus O^- . Menurut prinsip HSAB (Hard and Soft Acid and Bases), gugus O^- merupakan basa keras sehingga mampu mengikat asam-asam keras seperti alkali tanah (Azmiyawati, 2004). Silika gel GPTMS termodifikasi sulfonat ini dapat dijadikan resin sebagai fasa diam pada kromatografi ion karena kemampuan silanol telah ditingkatkan dengan memperbanyak sisi aktifnya. Resin silika gel gptms dimodifikasi sulfonat ini dapat digunakan sebagai resin pengganti pada kromatografi ion yang harganya relatif mahal. Resin ini juga dapat digunakan pada pengikatan logam keras seperti logam Ca^{2+} karena modifikasi ini yang memungkinkan adanya interaksi dengan ion logam keras.

Pada resin yang digunakan pada kromatografi ion merupakan jenis resin pertukaran ion. Pada resin ini, terjadi proses pertukaran ion atau *ion exchange*. Pertukaran ion merupakan proses kimia dengan memisahkan ion-ion yang bermuatan negatif atau positif dari larutan elektrolit dan melepaskan ion

tersebut yang bermuatan sama dengan jumlah yang sama ke dalam larutan (Putra et al., 2022). Proses perukaran ion sering digunakan prekonsentrasi dalam analisis dan pemisahan ion logam dalam larutan seperti pada limbah industri atau perairan yang kandungannya berlebih sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Ion logam yang dapat menimbulkan masalah jika keberadaannya berlebih di air itu contohnya ion logam Ca^{2+} .

Keberadaan ion logam Ca^{2+} yang berlebih di dalam air dapat menyebabkan kesadahan. Air yang bersifat sadah dapat menimbulkan beberapa masalah baru seperti perkerakan pada dinding pipa, sulit terbentuk busa pada sabun dan penurunan kualitas air. Penghilangan kandungan ion logam Ca di dalam air dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti penggunaan resin penukar ion karena metode ion sangat efektif untuk pengolahan air dalam skala besar seperti pada industri dan pengolahan air minum. Selain itu, penggunaan resin penukar ion cukup efektif karena dapat diregenerasi jika telah jenuh.

Proses regenerasi merupakan pengaktifan kembali gugus fungsional untuk mengikat ion-ion pengotor pada larutan (Putra et al., 2022). Dalam operasionalnya, resin pertukaran anion diregenerasikan menggunakan basa. Sedangkan pada resin penukar kation diregenerasikan dengan asam (Aliyah Shahab & Indah Agus Setiorini, 2023). Jika resin telah diregenerasikan maka dapat digunakan lagi. Pada penelitian ini, resin silika GPTMS dimodifikasi sulfonat akan bertindak sebagai resin penukar kation pada kromatografi ion. Resin akan diregenerasikan kembali dengan eluen asam tartat dan asam metasulfonat. Penggunaan eluen asam metanasulfonat karena asam metana

sulfonat bersifat asam kuat yang mudah menyumbangkan H^+ ke molekul lain dalam larutan. Penggunaan eluen ini juga dikarenakan untuk memperluas cakupan pemisahan ion logam alkali dan alkali tanah seperti Ba^+ dan Sr^{2+} pada kromatografi ion yang jarang digunakan (Bruzzoniti et al., 2008).

Keberhasilan proses modifikasi silika gel dapat diketahui dengan analisis karakterisasi menggunakan instrumen spektrofotometer FTIR dan XRF. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi pada senyawa yang terdapat pada silika termodifikasi. Sedangkan untuk mengetahui keberadaan gugus epoksi dari silika gel GPTMS dapat dilakukan dengan analisis dengan titrasi potensiometri. Proses pemisahan ion logam Ca^{2+} menggunakan instrumen kromatografi ion.

Pada penelitian sebelumnya, silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat telah digunakan untuk proses adsorpsi ion logam Ca^{2+} R. A. Putri et al., (2024) didapatkan bahwa kapasitas penyerapan silika setelah dimodifikasi meningkatkan sebesar 57,17%. Silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat juga digunakan pada proses desorpsi ion logam seperti Ni Kauri et al., (2024) dimana persentase desorpsinya sebesar 90,18%. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian lanjut tentang **“Aplikasi Penggunaan Resin Silika Gel GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) Dimodifikasi Sulfonat sebagai Fasa Diam untuk menganalisis Ion Logam Ca^{2+} pada Kromatografi Ion”**.

B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini :

1. Silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat yang digunakan sebagai fasa diam pada kolom kromatografi ion dalam analisis ion logam Ca^{2+} karena harga resin yang mahal.
2. Pengaruh jenis eluen yang digunakan untuk menganalisis ion logam Ca^{2+} dari silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat.
3. Pengaruh konsentrasi eluen yang digunakan dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} dari silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Resin yang digunakan yaitu silika gel-GPTMS dimodifikasi sulfonat sebagai fasa diam pada kolom kromatografi.
2. Penggunaan eluen $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ (asam tartarat) dan $\text{CH}_4\text{O}_3\text{S}$ (asam metana sulfonat) dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} dari silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat.
3. Pengaruh konsentrasi optimum eluen dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} dari silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat pada kecepatan 0,5 mL/menit.

D. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Apakah resin silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat dapat digunakan untuk menganalisis ion logam Ca^{2+} ?

2. Apa jenis eluen yang dapat digunakan untuk menganalisis ion logam Ca^{2+} dari resin silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat?
3. Berapa konsentrasi optimum eluen yang digunakan untuk menganalisis ion logam Ca^{2+} ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini:

1. Menentukan apakah silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat dapat digunakan sebagai resin dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} .
2. Menentukan kondisi optimum eluen yang digunakan untuk menganalisis Ca^{2+} .

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu memberikan informasi tentang kemampuan resin silika gel GPTMS dimodifikasi sulfonat sebagai fasa diam pada kolom kromatografi ion dalam analisis ion Ca^{2+} .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa resin silika gel GPTMS sulfonat dapat dijadikan sebagai fasa diam dalam menganalisis ion logam Ca^{2+} .
2. Penggunaan eluen yang optimum untuk analisis ion logam Ca^{2+} yaitu menggunakan asam metana sulfonat 0,01 M yang menghasilkan waktu retensi 9 menit.

B. Saran

Saran penelitian selanjutnya yaitu dilakukan untuk analisis ion logam Ca^{2+} menggunakan asam metana sulfonat dengan konsentrasi yang lebih tinggi agar terlihat perbedaan waktu retensi yang dihasilkan. Serta dilakukan pemilihan fasa gerak yang mampu mengelusi ion logam Ca^{2+} dari resin silika gel GPTMS sulfonat yang dapat menghasilkan kromatogram ion logam Ca^{2+} yang khas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur Ermi Abriyani 1* Nanda Selvia Putri 2* Risma Siti Nur Rosidah 3* Salwa Sukma Ismanita 4*. *Jurnalpendidikandankonselingvolume4Nomor6Tahun2022*, 4(6), 12732–12739.
- Achyani, Y. E. (2016). Titrasi Potensiometri. *Farmasi*, 12(2), 31–48.
- Adrianto, 2012. (2012). Analisis Kerusakan X-Ray Fluoresence (XRF) Agus Jamaludin, Darma Adiantoro. *Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, 09-10 / Ta(XRF)*, 19–28.
- Alghamdi, A. F., Bello, A. T., & Afqi, A. A. (2021). Double beam UV-Vis spectrophotometric determination of sunset yellow (E110) in soft drink and ice cream samples at the local Saudi markets. *Arabian Journal of Chemical and Environmental Research*, 08(01), 47–57. www.mocedes.org.
- Aliyah Shahab, & Indah Agus Setiorini. (2023). Efektifitas Volume Resin Ion Exchanger Terhadap Kapasitas Pertukaran Ion Dan Waktu Jenuh Pada Unit Demin Plant Di Pt Pln (Persero) Updk Keramasan. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(9), 3791–3802. <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i9.5407>
- Amin, M., & Oktavia, B. (2020). Aplikasi Teknik Kromatografi Ion pada Penentuan Kadar Mineral Mikro Kation (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , dan Sr^{2+}) dan Anion (F^- , Cl^- , Br^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , dan PO_4^{3-}) dalam Sampel Air Panas Bumi untuk Tujuan Balneoterapi. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), 171. <https://doi.org/10.20961/alchemy.16.2.36210.171-178>
- Arianti, Y., & Oktavia, B. (2021). Optimization of Nitrate and Nitrite Anions Adsorption on Modified Silica using Batch Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012042>
- Askaruly, K., Azat, S., Sartova, Z., Yeleuov, M., Kerimkulova, A., & Bekseitova, K. (2020). Obtaining and characterization of amorphous silica from rice husk. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 55(1), 88–97.
- Ayuningtyas, R., Primaharinastiti, R., & Yuwono, M. (2021). Optimasi dan Validasi Metode KCKT untuk Identifikasi dan Penetapan Kadar Metabolit Nitrofuram dalam Bakso Udang. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 8(2), 117. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v8i22021.117-124>
- Azmiyawati, C. (2004). Modifikasi Silika Gel dengan Gugus Sulfonat untuk Meningkatkan Kapasitas Adsorpsi Mg(II) . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 7(1), 10–16. <https://doi.org/10.14710/jksa.7.1.10-16>
- Berlian, S., Padang, U. N., Mulia, M., & Padang, U. N. (2024). *CHEDS : Journal*

of Chemistry , Education , and Science Desorpsi Ion Cu 2 + Pada Adsorben Silika Gel-GPTMS (Glycidoxypopyltrimethoxysilane) Termodifikasi Sulfonat. 8(2), 156–163.

- Bhati, C., Minocha, N., Purohit, D., Kumar, S., Makhija, M., Saini, S., Kaushik, D., & Pandey, P. (2022). High Performance Liquid Chromatography: Recent Patents and Advancement. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 15(2), 729–746. <https://doi.org/10.13005/bpj/2411>
- Bruzzoniti, M. C., De Carlo, R. M., & Fungi, M. (2008). Simultaneous determination of alkali, alkaline earths and ammonium in natural waters by ion chromatography. *Journal of Separation Science*, 31(18), 3182–3189. <https://doi.org/10.1002/jssc.200800319>
- Cintia, M., Juliasih, N. L. G. R., Herasari, D., Kiswandono, A. A., & Supriyanto, R. (2022). Studi Karbon Aktif Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Adsorben Pewarna Tekstil Biru Tua Kode 5 Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(1), 54. <https://doi.org/10.23960/aec.v7i1.2022.p54-67>
- Dubey, R., Kumar, A., & Gupta, B. K. (2024). a Review of Uv-Visible Spectroscopy : 9(10), 412–423.
- Fitriningsih, A., & Oktavia, B. (2023). Optimasi Adsorpsi Ion Co 2+ Menggunakan Silika Gel-GPTMS (Glycidoxypopyltrimethoxysilane) Dimodifikasi dengan Sulfonat. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 24102–24110.
- Gita Risti, S., Mulyasuryani, A., & Rumhayati, B. (2014). Pemisahan Cu 2+ Dan Cd 2+ Menggunakan Silika-Kitosan Sebagai Fasa Padat. *KimiaStudentJournal*, 2(1), 407–413.
- Hardyanti, I. S., Nurani, I., Septyaningsih, D., Hp, H., Apriliani, E., & Prastyo, E. A. (2017). Pemanfaatan Silika (SiO 2) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik Batik merupakan salah satu kekayaan budaya bangsa Indonesia yang telah mendapat pengakuan internasional dari UNESCO pada setiap tahun . Pada tahun 2010 nilai produ. 3(2).
- I Wayan Sudiarta, N. P. D. dan P. S. (2013). Imobilisasi Difenilkarbazida Pada Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Melalui Teknik Sol Gel. 153–159.
- I Wayan Sudiarta, N. P. D. dan P. S. J. (2013). Modifikasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Ligan Difenilkarbazon I. *Jurnal Kimia*, 7(1), 57–63.
- Kauri, D., Oktavia, B., Sari, T. K., & Khair, M. (2024). Optimum Condition of Ni 2 + Cation Desorption from Adsorbent Sulfonate-modified Silica gel-GPTMS. 1744, 906–910.
- Kosim, M. E., & Prambudi, D. (2021). Analisis Efisiensi Penukar Ion Sistem Demineralisasi Pada Pengolahan Air di Proses Produksi Electroplating. *Prosiding Semnastek*, November, 1–7.

<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/11456%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/download/11456/6507>

- Megasari, K., Herdiyanti, H., Nurliati, G., Kadarwati, A., Yogyakarta, K. B., Puspipitek, K., Gedung, S., & Selatan, T. (2019). *Sintesis Silika Xerogel Dari Abu Daun Bambu Sebagai Adsorben Uranium*. 13, 27–36.
- Mustafidah, M., & Ikhsan, A. N. (2022). Aplikasi FTIR sebagai Deteksi Cepat Bahan Non-Halal dalam Campuran Produk Olahan. *Pharmaceutical and Biomedical Sciences Journal (PBSJ)*, 4(1), 13–20. <https://doi.org/10.15408/pbsj.v4i1.24426>
- Nurhamidah. (2005). Penentuan Kondisi Optimum HPLC Untuk Pemisahan Residu Pertisida Imidaklopid, Profenofos dan Deltametrin Pada Cabai (*Capsicum annum*). *Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 7(2), 87–93. <http://repository.unib.ac.id/156/1/87JIPI-2005.PDF>
- Oktavia, B., Nasra, E., & Zainul, R. (2024). *Optimation of Fe 3 + Ion Desorption Using Sulfonate Modified Silica Gel-GPTMS*. 1744, 933–937.
- Oktavia, B., & Prasmi Kardi, R. (2020). Fabrication of methacrylate polymer-based on the silica capillary modified with dimethylamine. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012016>
- Oktavia, B., Tilla, M., Nasra, E., Zainul, R., & Amin, M. (2021). Activation and Modification of Natural Silica for Anion Adsorbent. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1788/1/012013>
- Pirayanti, N. W. A. D., Putra, A. A. P., Sumarni, N. K., & Kurniasari, N. P. L. (2022). Penetapan Kadar Ambroksol Hcl Dalam Tablet Mucopect Dan Mucera Dengan Potensiometri. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 10(1), 38–43.
- Pramudya, N. S., Hasan, A., & Junaidi, R. (2024). *Kinetika Pembentukan Silika Gel dari Bottom Ash Sebagai Adsorben*. 4.
- Pratama, B. A., & Setiawan, O. (2023). Analisis efisiensi penukaran ion pada unit demineralisasi di PT Petrowidada. *Jurnal Integrasi Proses dan Lingkungan*, 1(1), 12–17. <https://doi.org/10.30587/jipl.v1i1.6414>
- Pujiastuti, C. (2008). Kajian Penurunan Ion (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) Dalam Air Laut Dengan Resin Dowex. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 118(11), 2303–2309.
- Pujiastuti, C., Ngatilah, Y., Sumada, K., Putri, D. I., & Nur, I. (2019). Removal Impurities Garam Dengan Metode Batch. *Journal of Research and Technology*, 5(1).
- Putra, I. D., Bafdal, N., & Dwiratna N.P, S. (2022). Kajian Imbangan Resin Anion

- Kation Sebagai Ion Exchange Terhadap Perubahan Nilai pH dan TDS Air Baku Hidroponik. *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(2), 53–60. <https://doi.org/10.33379/radikula.v1i2.1883>
- Putri, N. O., Ramadhanti, A. P., Widodo, L. U., Pujiastuti, C., & Timur, J. (2023). Pemisahan Ion Logam Perak Nitrat Dari Limbah Cair Separation of Silver Nitrate Metal Ions From Photography Washing Liquid Waste Through Ion. *Teknik Kimia*, 17(2), 61–64.
- Putri, N. S., Rahim, A., Patiung, O., & Afasedanja, M. M. T. (2023). Pengujian X-Ray Fluorescence Terhadap Kandungan Mineral Logam Pada Endapan Sedimen di Sungai Amamapare Kabupaten Mimika, Papua Tengah. *Jurnal Teknik AMATA*, 4(1), 6–10. <https://doi.org/10.55334/jtam.v4i1.104>
- Putri, R. A., Oktavia, B., & Parbuntari, H. (2024). Adsorpsi Ion Ca^{2+} + Menggunakan Adsorben Silika GPTMS Termodifikasi Sulfonat. 13(2), 13–15.
- Rachmad Saputra, R., Ariefin, M., Kristia, E., Diki Wahyudi, D., Rahman, A., Wayan Prema Mulya Sari, N., Puspita Sari, A., & Misbah Aisah, S. (2022). Aplikasi Instrumen Spektroskopi FTIR dan Spektrometri Massa di Dunia Kesehatan: Review. *Jurnal Cendekia Kimia*, 02(01), 2023. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/bohr/>
- Ratnasari, B. Y., Fadillah, N., Astuti, D. H., & Chempro, S. (2023). Penurunan Kadar Ion Logam Berat pada Air Sungai Karah Surabaya dengan Resin Kation. *Chempro*, 2(3), 7–12. <https://doi.org/10.33005/chempro.v2i03.79>
- Risnawati, M., & Cahyaningrum, S. E. (2013). The Addition Effect Of The Metal Ions Ca^{2+} On The Papain Activities. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1), 76–83.
- Rosydiati, & Saleh, E. K. (2019). Karakterisasi puncak kromatogram dalam High Performance Liquid Chromatography (HPLC) terhadap perbedaan fase gerak, laju alir, dan penambahan asam dalam analisis Indole Acetic Acid (IAA). *Kandaga*, 1(2), 65–73.
- Sari, D. K., Lestiani, D. D., & Adventini, N. (2013). Evaluasi Kinerja Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (Edxrf) Epsilon 5. April, 75–82.
- Sastika, A. A. (2023). *CHEDS: Journal of Chemistry , Education , and Science* Desorpsi Anion Klorida Dari Silika Gel Termodifikasi Dimetilamin (DMA). 7(1), 24–29.
- Sholikha, I., K., F. W., Utami, E. D. S., Listiyanti, & Widyaningsih, D. (2010). Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Abu Sekam Padi (Oryza Sativa) Dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman. *Pelita*, V(2), 1–13.
- Sudiarta, W., & Suarya, D. P. (2018). Modifikasi Silika Gel melalui Reaksi Heterogen dengan Difenilkarbazon. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 6(2), 131–137.

- Sulastri, S. (2009). Modifikasi Silika Gel dalam Kaitannya dengan Peningkatan Manfaat. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 367–372.
- Tmacl, K., & Tunggal, B. (2008). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Sintesis Silika Kristalin Menggunakan Surfaktan Cetiltrimetilamonium Bromida (CTAB) dan Trimetilamonium*. 11(1), 20–28.
- Wimarsela, S., Junaidi, R., & Silviyati, I. (2021). Sintesis Silika Gel dari Abu Cangkang dan Serabut Kelapa Sawit Terimobilisasi Difenilkarbazon dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 165–174. <https://doi.org/10.54082/jupin.24>
- Wulan Sari, N., Fajri, M. Y., & Anjas W. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminate* (L.)). *Ijobb*, 2(1), 30.
- Zhang, L., Dai, Q., Qiao, X., Yu, C., Qin, X., & Yan, H. (2016). Mixed-mode chromatographic stationary phases: Recent advancements and its applications for high-performance liquid chromatography. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 82, 143–163. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.05.011>
- Zhang, S., Xu, X., Yue, Q., Wang, W., & Gao, B. (2019). Improving the removal of chromium by polymer epichlorohydrin-dimethylamine functionalized mesoporous silica. *Desalination and Water Treatment*, 169, 294–304. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24687>