

**DESORPSI ION LOGAM  $Zn^{2+}$  DARI ADSORBEN SILIKA GEL-GPTMS  
(Glycidoxypropyltrimethoxysilane)-SULFONAT**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
(S.Si)*



**Oleh:**

**MUHAMAD HAFIS  
NIM/TP. 20036057/2020**

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

**2024**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**DESORPSI ION LOGAM  $Zn^{2+}$  DARI ADSORBEN SILIKA GEL  
(*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) -GPTMS-SULFONAT**

Nama : Muhamad Hafis  
NIM : 20036057  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

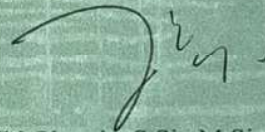
Padang, Agustus 2024

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


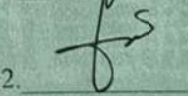
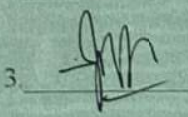
Nama : Muhamad Hafis  
TM/NIM : 2020/20036057  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### DESORPSI ION LOGAM $Zn^{2+}$ DARI ADSORBEN SILIKA GEL-GPTMS (*Glycydoxypropyltrimethoxysilane*)-SULFONAT

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

Padang, Agustus 2024

#### 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	Dr. Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si., M.Si.	 3. _____

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Muhamad Hafis

NIM : 20036057

Tempat/Tanggal Lahir : Padang / 10 Juli 2001

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : DESORPSI ION LOGAM  $Zn^{2+}$  DARI ADSORBEN

SILIKA GEL- GPTMS

(*Glycydoxypropyltrimethoxysilane*)-SULFONAT.

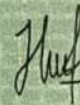
Dengan ini menyatakan bahwa :

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, Agustus 2024

Yang Menyatakan



**Muhamad Hafis**

**NIM. 20036057**

**DESORPSI ION LOGAM Zn<sup>2+</sup> DARI ADSORBEN SILIKA GEL-GPTMS  
(*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*)-SULFONAT**

**MUHAMAD HAFIS**

**ABSTRAK**

Silika gel dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi dan desorpsi. Untuk meningkatkan kinerjanya silika gel dapat dilakukan proses modifikasi menggunakan senyawa organik. Silika gel dimodifikasi menggunakan senyawa penghubung GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*) dan garam sulfonat sebagai modifikator. Adsorpsi dilakukan dengan menginjektan larutan Zn kedalam kolom yang berisi adsorben pada kondisi pH 6, dan konsentrasi 20 ppm. Selanjutnya dilakukan proses desorpsi dengan menggunakan larutan natrium klorida dan kalsium klorida dihidrat. Penelitian menunjukkan bahwa persentasi desorpsi menggunakan kalsium (97,25%) memiliki kemampuan lebih besar dari natrium (83,93%). Setelah didapatkan jenis agen pendesorpsi terbaik dilakukan dengan variasi konsentrasi 0,1; 0,5; 1; 3; 5 mmol/L, disini didapat kondisi optimum pada konsentrasi eluen pendesorpsi 1mmol/L dengan persen desorpsi 93,74%. Pada variasi laju alir yang dilakukan (0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2) mL/menit didapatkan kondisi optimum pada laju alir 0,6 mL/menit dengan persen desorpsi yang didapatkan sebesar 99,02%.

**Kata Kunci : Silika, GPTMS, sulfonat, seng, adsorpsi, desorpsi, penukar ion**

**DESORPTION OF Zn<sup>2+</sup> METAL IONS FROM SILICA GEL-GPTMS  
(Glycidoxypropyltrimethoxysilane)- SULFONATE ADSORBENT**

**MUHAMAD HAFIS**

**ABSTRACT**

Silica gel can be utilized as an adsorbent for adsorption and desorption processes. To improve its performance, silica gel can be modified using organic compounds. Silica gel was modified using the linking compound GPTMS (Glycidoxypropyltrimethoxysilane) and sulfonate salts as modifiers. Adsorption was done by injecting Zn solution into the column containing adsorbent at pH 6, and concentration of 20 ppm. The desorption process was then carried out using sodium chloride and calcium chloride dihydrate solutions. The study showed that the percentage of desorption using calcium (97.25%) had a greater ability than sodium (83.93%). After obtaining the best type of desorption agent, a concentration variation of 0.1; 0.5; 1; 3; 5 mmol/L was carried out, here the optimum conditions were obtained at a desorption eluent concentration of 1 mmol/L with a desorption percent of 93.74%. In the variation of flow rates carried out (0.4; 0.6; 0.8; 1; 1.2) mL/min, the optimum conditions were obtained at a flow rate of 0.6 mL/min with a percent desorption obtained of 99.02%.

**Keywords : Silica, GPTMS, sulfonate, zinc, adsorption, desorption, ion exchange**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Desorpsi Ion Logam  $Zn^{2+}$  dari Adsorben Silika Gel GPTMS (*Glycidoxypropyltrimethoxysilane*)-Sulfonat“ dengan baik dan lancar. Skripsi diajukan untuk memenuhi serta melengkapi syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis melibatkan banyak pihak yang telah memberikan masukan yang berharga, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia dan Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, dan sekaligus sebagai penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi penelitian.
2. Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D dan ibu Dr. Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si., M.Si sebagai dosen penguji.
3. Kedua orang tua yang memiliki peran sangat penting dalam hidup penulis serta telah mendoakan dan mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi.
4. Saudari Rismadita Khairani M, S.Si yang turut membantu dalam penelitian skripsi ini serta memberi dukungan dan motivasi yang luar biasa.
5. Rekan-rekan yang selalu mendukung dan bekerja sama dengan baik dalam

penyelesaian penulisan skripsi.

Dalam penyusunan skripsi ini berpedoman kepada buku panduan penulisan Skripsi Non Kependidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Untuk kesempurnaa skripsi ini, diharapkan masukan, kritikan, dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan, diaturkan terima kasih. Harapan untuk skripsi penelitian ini semoga bermanfaat.

Padang, Agustus 2024

Muhamad Hafis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Adsorpsi.....	6
B. Pertukaran Ion.....	8
1. Resin Penukar Kation .....	8
2. Resin Penukar Anion .....	9
C. Desorpsi.....	10
D. Silika (SiO <sub>2</sub> ).....	12
1. Modifikasi Silika Gel.....	16
2. Gugus Sulfonat sebagai Modifikator.....	17

E. Logam Zn.....	18
F. Instrumen .....	20
1. Fourier Transform Infrared (FTIR) .....	20
2. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	22
3. X-Ray Fluorescence (XRF) .....	24
4. Titrasi Potensiometri.....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
B. Objek Penelitian .....	28
C. Variabel Penelitian .....	28
D. Alat dan Bahan.....	28
1. Alat .....	28
2. Bahan .....	29
E. Prosedur Kerja.....	29
1. Pembuatan Larutan Reagen .....	29
2. Modifikasi Silika Gel menggunakan gugus Sulfonat.....	30
3. Adsorpsi Ion Logam Zn <sup>2+</sup> pada Silika Dimodifikasi Sulfonat.....	31
4. Desorpsi Ion Logam Zn <sup>2+</sup> pada Silika Dimodifikasi Sulfonat .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
A. Modifikasi Silika .....	33
B. Karakterisasi .....	34
1. Analisa Penentuan Banyak Kadar Epoksi dengan Potensiometri .....	34
2. Analisa Gugus Fungsi Dengan FTIR.....	36

3.	Analisa Dengan XRF .....	37
C.	Adsorpsi Ion $Zn^{2+}$ Dengan Metode Kolom .....	39
D.	Desorpsi Ion $Zn^{2+}$ Dengan Metode Kolom.....	41
1.	Pengaruh variasi jenis pendesorpsi dalam desorpsi ion logam $Zn^{2+}$ .....	41
2.	Penentuan konsentrasi optimum pada desorpsi ion logam $Zn^{2+}$ .....	43
3.	Penentuan laju alir optimum pada desorpsi ion logam $Zn^{2+}$ .....	44
4.	Kemampuan adsorben dalam menyerap setelah mengalami regenerasi..	46
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>		<b>48</b>
A.	Kesimpulan .....	48
B.	Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Silika.....	13
Tabel 2. Karakteristik Logam Zn .....	20
Tabel 3. Karakteristik spektra FTIR Silika Gel.....	22
Tabel 4. Hasil XRF Silika gel-GPTMS dan Silika gel-GPTMS-Sulfonat.....	38
Tabel 5. Hasil Adsorpsi.....	39
Tabel 6. Hasil penentuan jenis pendesorpsi .....	41
Tabel 7. Hasil variasi konsentrasi pendesorpsi .....	43
Tabel 8. Hasil variasi laju alir desorpsi.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi proses adsorpsi (Sera et al., 2019) .....	6
Gambar 2. Mekanisme adsorpsi-desorpsi (Zaim et al., 2021) .....	10
Gambar 3. (a) Struktur kristal silika, (b) Struktur amorf silika .....	12
Gambar 4. Struktur tetrahedral silika (Sefriani & Oktavia, 2021).....	14
Gambar 5. Silika .....	15
Gambar 6. Reaksi silika gel-GPTMS.....	17
Gambar 7. Struktur 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalendisulfonat.....	18
Gambar 8. Silika gel -GPTMS dimodifikasi sulfonat.....	18
Gambar 9. Logam Zn (Thornthwaite et al., 2013).....	19
Gambar 10. Instrumen FTIR .....	21
Gambar 11. Proses absorpsi cahaya oleh atom (Solikha, 2019).....	23
Gambar 12. Skema Spektrofotometer Serapan Atom (Djunaidi, 2018).....	24
Gambar 13. Prinsip kerja XRF (Widyatama, 2008).....	25
Gambar 14. Rangkaian alat teknik titrasi potensiometri manual (Suheryanto et al., 2020) ....	26
Gambar 15. Reaksi GPTMS dengan natrium tiosulfat.....	35
Gambar 16. Kurva hasil titrasi potensiometri Silika gel-GPTMS .....	35
Gambar 17. Spektrum hasil FTIR.....	36
Gambar 18. Reaksi adsorpsi .....	40
Gambar 19. Grafik pengaruh variasi jenis pendesorpsi .....	41
Gambar 20. Reaksi desorpsi .....	42
Gambar 21. Grafik variasi konsentrasi pendesorpsi .....	43
Gambar 22. Grafik pengaruh laju alir desorpsi.....	45
Gambar 23. Grafik pengaruh waktu desorpsi .....	46
Gambar 24. Grafik hasil adsorpsi setelah regenerasi .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian .....	55
Lampiran 2. Ringkasan Penelitian.....	56
Lampiran 3. Jadwal Penelitian .....	57
Lampiran 4. Anggaran Penelitian.....	58
Lampiran 5. Prosedur Kerja .....	59
Lampiran 6. Perhitungan.....	62
Lampiran 7. Adsorpsi-Desorpsi .....	67
Lampiran 8. Karakterisasi .....	85
Lampiran 9. Dokumentasi.....	94

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Silika adalah padatan anorganik yang memiliki struktur kristalin seperti kristobalit dan kuarsa. Selain itu, silika juga dapat berstruktur amorf seperti silika gel yang memiliki gugus silanol  $\equiv\text{Si-OH}$  dan siloksan  $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$  pada permukaannya, karena sifat permukaannya yang aktif, silika gel sering digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi (Sulastri, 2013). Silika yang terdapat di alam memiliki afinitas yang tinggi terhadap oksida dan elektronegativitas tinggi terhadap atom lain sehingga sulit untuk mendapatkan silika dengan kemurnian yang tinggi. Gugus silanol memiliki kemampuan mengikat yang rendah karena memiliki keasaman yang rendah sehingga mengakibatkan rendahnya keefektifan penyerapan pada silika (Azmiyawati, 2004).

Dalam rangka memperbaiki sifat dan untuk perluasan bidang pemanfaatan, dilakukan proses modifikasi pada silika gel. Proses modifikasi ini pada dasarnya mengubah gugus  $\equiv\text{Si-OH}$  menjadi  $\equiv\text{Si-OM}$ , di mana M adalah beberapa spesies baik sederhana atau kompleks selain H. Modifikasi ini bertujuan untuk mengubah sifat-sifat silika gel agar dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang lebih luas, seperti adsorpsi, penukar kation logam berat, dan lain-lain (Sulastri, 2013). Silika berstruktur amorf termodifikasi, disebut juga silika gel termodifikasi dan untuk selanjutnya disingkat silika termodifikasi. Bahan ini dapat digunakan sebagai adsorben pada sistem ekstraksi fasa padat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Lessi dkk. (1996)

penggunaan senyawa penghubung pada pengikatan senyawa organik pada silika gel lebih efektif. Senyawa penghubung yang dapat digunakan sebagai pereaksi silan yaitu *glysidoxypropyltrimethoxyxilane* (GPTMS) yang memiliki gugus epoksi (Arianti & Oktavia, 2021). Senyawa organik yang digunakan sebagai modifikator pada modifikasi silika gel yaitu senyawa garam 4-amino-5-hidroksi-2,7-naftalenadisulfonat membentuk Silika Gel GPTMS dimodifikasi sulfonat (Azmiyawati, 2004).

Logam Zn merupakan unsur golongan IIB dengan valensi +2 yang berwarna putih kebiruan. Logam ini memiliki titik didih 906°C dan titik lebur 410°C (Daintith, 1994). Logam Zn murni melarut lambat dalam asam dan alkali. Logam Zn berbentuk ion pada suasana asam dapat membentuk endapan pada suasana basa. Logam Zn merupakan unsur yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang kecil karena memiliki toksisitas yang tinggi, jika keberadaannya ditubuh melebihi kadar yang telah ditentukan dapat menimbulkan efek pusing, lesu dan gangguan pada pencernaan (Palar, 1994).

Salah satu keuntungan dari proses adsorpsi adalah kemungkinan dilakukan regenerasi atau pemulihan. Regenerasi dapat dilakukan melalui metode desorpsi, di mana adsorben yang telah digunakan dapat menghilangkan zat yang diadsorpsi dengan mengontakkan adsorben tersebut dengan larutan yang dikenal sebagai agen desorpsi. Agen desorpsi dapat berupa asam, netral, atau basa. Dengan melakukan regenerasi, adsorben bekas dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi berikutnya. Hal ini dapat mengurangi biaya operasional dan melindungi lingkungan, karena tidak perlu menggunakan adsorben baru setiap kali melakukan proses adsorpsi



(Wankasi et al., 2005).

Desorpsi merupakan kebalikan dari proses adsorpsi, dimana desorpsi itu sendiri bertujuan untuk melepaskan ion yang melekat pada adsorben, melalui studi desorpsi, kita juga dapat mengetahui mekanisme adsorpsi antara kation dengan adsorben (Mujiyanti et al., 2020), maka dari itu adsorben yang digunakan dapat dijadikan sebagai resin penukar ion. Studi desorpsi membantu dalam menjelaskan mekanisme penghilangan ion dan pemulihan (regenerasi) dari adsorben bermuatan (Sinaga et al., 2015). Pada Penelitian yang dilakukan oleh Wu, dkk, larutan garam yang digunakan sebagai eluen desorpsi yaitu NaCl, MgCl, CaCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan NaNO<sub>3</sub> untuk proses desorpsi logam berat Cd, Zn, dan Cu (Wu et al., 2022).

Keberhasilan proses modifikasi silika gel dapat diketahui keberhasilannya dengan melakukan analisis melalui karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR, dan XRF (*X-Ray Fluoresence*). Analisa ini dilakukan untuk mengetahui jenis gugus fungsi pada senyawa dari spektrum yang dihasilkan dan senyawa yang terkandung didalam silika dimodifikasi. Sedangkan keberhasilan dalam proses adsorpsi dan desorpsi untuk mengetahui keberadaan kation Zn<sup>2+</sup> pada larutan digunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan adsorpsi dari ion logam Zn<sup>2+</sup> pada silika gel dimodifikasi sulfonat, kedepannya silika dimodifikasi sulfonat digunakan sebagai resin penukar ion. Oleh sebab itu penulis tertarik untuk mengangkat judul penelitian yang berjudul “Desorpsi Ion Logam Zn<sup>2+</sup> Dari Adsorben Silika Gel-GPTMS (*Glycydoxypropyltrimethoxysilane*)-Sulfonat”.

## B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang diperoleh berdasarkan latar belakang diatas, yaitu :

1. Ion logam  $Zn^{2+}$  yang sudah diadsorpsi oleh silika gel-GPTMS-sulfonat perlu dilakukan desorpsi atau pelepasan kembali.
2. Kemampuan eluen mendesorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  dari silika gel- GPTMS-sulfonat.
3. Pengaruh konsentrasi eluen dalam mendesorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  dari silika gel-GPTMS-sulfonat.
4. Pengaruh kecepatan laju alir (*flow rate*) dalam mendesorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  dari silika gel-GPTMS-sulfonat.

## C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Adsorben yang digunakan merupakan silika gel-GPTMS dimodifikasi Sulfonat.
2. Penggunaan eluen garam NaCl dan  $CaCl_2$  dalam desorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  pada silika gel-GPTMS-sulfonat.
3. Pengaruh konsentrasi optimum eluen untuk desorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  pada silika gel-GPTMS-sulfonat.
5. Pengaruh kecepatan laju alir (*flow rate*) dalam mendesorpsi ion logam  $Zn^{2+}$  dari silika gel-GPTMS-sulfonat.

## D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini, yaitu Bagaimana kondisi optimum agen pendesorpsi yang digunakan (NaCl dan  $CaCl_2$ ),

konsentrasi eluen pendesorpsi, dan kecepatan laju alir (*flowrate*) pada desorpsi ion logam Zn dari silika gel-GPTMS-sulfonat?

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

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum agen pendesorpsi yang digunakan (NaCl dan CaCl<sub>2</sub>), konsentrasi agen pendesorpsi, dan kecepatan laju alir (*flowrate*) dalam mendesorpsi ion logam Zn<sup>2+</sup> pada silika gel-GPTMS-sulfonat.

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

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu memberikan informasi tentang kemampuan agen pendesorpsi eluen untuk mendesorpsi ion logam Zn<sup>2+</sup> pada silika gel- GPTMS-sulfonat serta potensi penggunaan silika gel- GPTMS - sulfonat sebagai fasa diam atau resin penukar kation pada kolom kromatografi.