

**DESORPSI ANION KROMAT (CrO_4^{2-}) DARI ADSORBEN
SILIKA MESOPORI TERMODIFIKASI
DMA (DIMETHYLAMINE)**

SKRIPSI

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



Oleh
SEPTYA ANGGRAINI
NIM. 18036146/2018

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

DESORPSI ANION KROMAT (CrO_4^{2-}) DARI ADSORBEN SILIKA MESOPORI TERMODIFIKASI DMA (*DIMETHYLAMINE*)

Nama : Septya Anggraini
NIM : 18036146
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2022

Mengetahui
Kepala Departemen



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

Disetujui Oleh
Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


Nama : Septya Anggraini
NIM : 18036146
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

DESORPSI ANION KROMAT (CrO_4^{2-}) DARI ADSORBEN SILIKA MESOPORI TERMODIFIKASI DMA (*DIMETHYLAMINE*)

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

Padang, Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.	
Anggota	: Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si.	
Anggota	: Trisna Kumala Sari, M.Si., Ph.D.	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Septya Anggraini
NIM/TM : 18036146 / 2018
Tempat/Tanggal Lahir : Perawang / 08 September 1999
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Jl. Maharaja Sriwangsa, Gg. Merpati, Kec.
Tualang, Kab. Siak
No. HP/Telp : 0895331168306
Judul Skripsi : Desorpsi Anion Kromat (CrO_4^{2-}) dari Adsorben
Silika Mesopori Termodifikasi DMA
(Dimethylamine)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Negeri Padang 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. 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 2022
Yang membuat pernyataan



Septya Anggraini
NIM. 18036146

**DESORPSI ANION KROMAT (CrO_4^{2-}) DARI ADSORBEN
SILIKA MESOPORI TERMODIFIKASI
DMA (*DIMETHYLAMINE*)**

Septya Anggraini

ABSTRAK

Adsorpsi pada proses penyerapan anion bertujuan untuk menghilangkan warna, bau, dan material yang bersifat beracun yang terdapat pada permukaan adsorben. Silika mesopori merupakan salah satu adsorben yang telah banyak digunakan dalam bidang adsorpsi. Silika mesopori dimodifikasi dengan dimetilamina dengan tujuan untuk memodifikasi senyawa amina. Dimetilamina yang digunakan berperan sebagai gugus fungsi tempat pertukaran anion dan pemisahan anion. Modifikasi dilakukan dengan penambahan pereaksi pada situs aktif silika yang akan merubah gugus fungsi silika. Silika mesopori dengan penambahan senyawa amina yang direaksikan dengan GPTMS dapat digunakan sebagai adsorpsi anion kromat untuk melihat kapasitas serapan silika terhadap anion kromat dengan metode kolom. Besar kapasitas serapan anion kromat sebesar 0,8609 mg/g dengan persentase serapan sebesar 99,3%. Apabila proses adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh atau tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan maka dapat dilanjutkan dengan proses desorpsi. Faktor yang digunakan untuk melihat kemampuan desorpsi ini adalah jenis pendesorpsi yaitu asam klorida (HCl) dapat melepaskan sebesar 0,4061 mg anion kromat dari 0,4257 mg anion kromat yang terserap, dan persentase desorpsi sebesar 95,3%, faktor konsentrasi dengan konsentrasi optimum HCl 0,1 M dapat melepaskan sebesar 0,4287 mg anion kromat dengan persentase desorpsi sebesar 100%, serta kecepatan laju alir (*flow rate*) optimum pada desorpsi anion kromat sebesar 0,25 mL/menit dapat melepaskan sebesar 0,4243 mg anion kromat.

Kata kunci: Adsorpsi, Desorpsi, Silika Mesopori, *Dimethylamine*, Kromat

**DESORPTION OF CHROMATE ANION (CrO_4^{2-}) FROM
ADSORBEN MODIFIED MESOPORIC SILICA
DMA (*DIMETHYLAMINE*)**

Septya Anggraini

ABSTRACT

Adsorption in the anion absorption process aims to remove color, odor, and toxic materials on the surface of the adsorbent. Mesoporous silica is one of the adsorbents that has been widely used in the adsorption field. Mesoporous silica is modified with dimethylamine to modify amine compounds. The dimethylamine used acts as a functional group for anion exchange and anion separation. Modification is done by adding reagents on the active side of the silica which will change the silica functional group. Mesoporous silica with the addition of amine compounds reacted with GPTMS can be used as chromate anion adsorption to see the absorption of silica against chromate anions by column method. The adsorption capacity of chromate anion was 0.8609 mg/g with an absorption percentage of 99.3%. If the adsorption process is maximal, the surface of the adsorbent is saturated or no longer able to absorb the adsorbate and equilibrium occurs, then the desorption process can be continued. The factor used to see the desorption ability is the type of desorption, namely hydrochloric acid (HCl) with a release of 0.4061 mg of chromate anion from 0.4257 mg of chromate anion that is absorbed, and the percentage of desorption is 95.3%, the concentration factor with the optimum concentration 0.1 M HCl with a release of 0.4287 mg of chromate anion with a desorption percentage of 100%, and the optimum flow rate for chromate anion desorption of 0.25 mL/minute with a release of 0.4243 mg of chromate anion .

Keywords: Adsorption, Desorption, Mesoporous Silica, Dimethylamine, Chromate

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan judul **Desorpsi Anion Kromat (CrO_4^{2-}) dari Adsorben Silika Mesopori Termodifikasi DMA (*Dimethylamine*)** dengan baik.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian skripsi ini tentunya 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 tak terhingga kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia FMIPA UNP, Ketua Program Studi Kimia FMIPA UNP dan penasehat akademik sekaligus pembimbing penelitian yang telah memberikan banyak arahan serta bimbingan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si dan Ibu Dr. Fajriah Azra S.Pd, M.Si sebagai dosen pembahas.
3. Kedua orang tua selaku pihak yang memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis memahami bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata benar dan sempurna. Untuk kesempurnaan skripsi ini dengan segala kerendahan hati

penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak.
Atas masukan dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Proses Penyerapan dan Pelepasan Anion	6
a) Adsorpsi	6
b) Desorpsi	7
B. Silika	10
C. Silika Mesopori	13
D. CTAB (<i>Cetyl Trimethylammonium Bromide</i>)	14
E. Modifikator Silika	15
F. Kromat (CrO_4^{2-})	16
G. Instrumentasi	18
1. FT-IR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	18
2. Spektrofotometer UV-VIS	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Objek Penelitian	21
C. Variabel Penelitian	21
D. Alat dan Bahan	21
1. Alat	21
2. Bahan	22

E. Prosedur Penelitian	22
1. Pembuatan Larutan	22
2. Preparasi Silika Mesopori Termodifikasi DMA	23
3. Adsorpsi Anion Kromat pada Silika Mesopori Termodifikasi DMA	24
4. Penentuan Jenis Pendesorpsi Anion Kromat	24
5. Penentuan Konsentrasi Optimum pada Desorpsi Anion Kromat	24
6. Kecepatan Laju Alir (<i>Flow Rate</i>)	25
7. Penentuan Anion Kromat	25
8. Karakterisasi Menggunakan FTIR	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Preparasi Silika Mesopori Termodifikasi DMA	27
B. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Ion Kromat	28
C. Preparasi Kurva Standar Kalium Kromat (K_2CrO_4)	30
D. Perlakuan Penelitian dengan Sistem Kolom	31
E. Adsorpsi Anion Kromat pada Silika Mesopori Termodifikasi DMA	32
F. Desorpsi Anion Kromat pada Silika Mesopori Termodifikasi DMA	33
1. Penentuan Jenis Pendesorpsi Anion Kromat pada Silika yang Teradsorpsi	33
2. Penentuan Konsentrasi Pendesorpsi Anion Kromat pada Silika yang Teradsorpsi	36
3. Penentuan Kecepatan Laju Alir Pendesorpsi Anion Kromat pada Silika yang Teradsorpsi	38
G. Karakterisasi dengan Fourier Infra Red Spektroskopi (FTIR)	40
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Fisika Silika dan Sifat Kimia Silika	12
Tabel 2. Daerah spektrum gelombang elektromagnetik	28
Tabel 3. Adsorpsi Silika dengan Metode Kolom	33
Tabel 4. Desorpsi dengan Menggunakan HCl dan H ₂ SO ₄	34
Tabel 5. Variasi Konsentrasi HCl sebagai Agen Pendesorpsi	36
Tabel 6. Pengaruh Laju Alir Eluen terhadap Desorpsi Anion Kromat	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Terjadinya Adsorpsi	6
Gambar 2. Proses Terjadinya Desorpsi	10
Gambar 3. Struktur Bangun Kristal dan Amorf Silika	11
Gambar 4. Struktur Tetrahedral Silika	12
Gambar 5. Struktur Surfaktan CTAB	15
Gambar 6. Struktur Dimetilamina	16
Gambar 7. Instrumen FTIR	18
Gambar 8. Alat Spektrofotometer UV-Vis	20
Gambar 9. Reaksi Silika-GPTMS-DMA-Anion	27
Gambar 10. Kurva Panjang Gelombang Maksimum	29
Gambar 11. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Kalium Kromat	30
Gambar 12. Perbandingan Persentase Desorpsi dengan Menggunakan HCl dan H ₂ SO ₄	34
Gambar 13. Grafik Variasi Konsentrasi HCl sebagai Agen Pendesorpsi	36
Gambar 14. Grafik Pengaruh Laju Alir Eluen terhadap Desorpsi Anion Kromat	39
Gambar 15. Spektrum FTIR Silika Mesopori-GPTMS-DMA (a) Silika Mesopori-GPTMS-DMA-Anion Kromat (b) Silika Termodifikasi DMA-Desorpsi H ₂ SO ₄ (c) Silika Termodifikasi DMA-Desorpsi HCl (d)	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian dengan Metode Kolom	50
Lampiran 2. Preparasi Silika Mesopori Termodifikasi DMA	51
Lampiran 3. Penentuan Jenis Pendesorpsi Anion Kromat	51
Lampiran 4. Penentuan Konsentrasi Optimum pada Desorpsi Anion Kromat	52
Lampiran 5. Kecepatan Laju Alir (Flow Rate)	52
Lampiran 6. Perhitungan Pembuatan Reagen	52
Lampiran 7. Data Hasil Pengukuran	55
Lampiran 8. Pengukuran FTIR	56
Lampiran 9. Data Hasil Perhitungan Adsorpsi Silika Terhadap Anion Kromat ...	58
Lampiran 10. Data Hasil Perhitungan Desorpsi Silika Terhadap Anion Kromat .	60
Lampiran 11. Dokumentasi	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Adsorpsi merupakan peristiwa menempelnya suatu zat pada permukaan zat lain karena kekuatan gaya tarik dari permukaan suatu zat. Adsorpsi pada proses penyerapan anion bertujuan untuk menghilangkan warna, bau, dan material-material yang bersifat beracun yang terdapat pada permukaan adsorben (Underwood, 2002). Jika ditinjau dari segi biaya, adsorpsi merupakan metode yang cukup murah, prosesnya yang sederhana, juga sangat efektif untuk menyerap anion serta tidak menimbulkan efek samping yang beracun (Syauqiah *et al.*, 2011). Terdapat beberapa macam adsorben yang dapat digunakan seperti biomassa, karbon aktif, zeolit, dan silika. Jenis adsorben yang menjadi perhatian adalah silika.

Silika merupakan adsorben yang sering digunakan dalam adsorpsi (Oktavia & Prasmi Kardi, 2020). Dimana silika mempunyai gugus silanol dan gugus siloksan yang mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi. Gugus silanol mempunyai keasaman yang rendah serta kemampuan untuk mengikat yang relatif kecil sehingga tidak terlalu efektif, maka untuk meningkatkan efektivitasnya silika perlu dimodifikasi terlebih dahulu (Azmiyawati, 2004).

Material menarik yang telah banyak digunakan di bidang adsorpsi salah satunya adalah silika mesopori (Elias *et al.*, 2010). Silika mesopori yang dibuat dari natrium silikat dalam medium asam, bisa membantu menghasilkan struktur mesopori yang teratur (Delvia & Aini, 2020). Silika mesopori dibuat

dari natrium silikat dengan menggunakan CTAB (*Cethyltrimethylammonium bromida*) sebagai *template* berpori silika mesopori dan sebagai pengontrol morfologi/bentuk (Saman *et al.*, 2020). Silika mesopori dimodifikasi menggunakan DMA (*Dimethylamine*). Dimetilamina termasuk amina sekunder dimana mempunyai sifat yaitu tidak berwarna, mudah terbakar dan berbau. (Czaun *et al.*, 2013). Dimetilamina yang digunakan berperan sebagai gugus fungsi tempat pertukaran anion dan pemisahan anion.

Dalam penelitian ini untuk menguji apakah silika mesopori yang telah dimodifikasi dengan DMA ini dapat digunakan untuk mengadsorpsi anion yang terikat padanya, maka digunakan beberapa anion, salah satunya anion kromat. Dalam perairan, spesies Cr(VI) bersifat sangat toksik, korosif, karsinogenik, dan memiliki kelarutan yang sangat tinggi. Krom (VI) dalam perairan ditemukan dalam dua bentuk ion spesies, yaitu sebagai anion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (dalam larutan asam) dan anion CrO_4^{2-} (dalam larutan basa). Ion-ion kromat berwarna kuning, dan ion-ion dikromat berwarna jingga (Kotas, 2000).

Apabila proses adsorpsi yang terjadi sudah maksimal, permukaan adsorben jenuh atau tidak mampu lagi menyerap adsorbat dan terjadi kesetimbangan maka dapat dilanjutkan dengan proses desorpsi. Salah satu keuntungan menggunakan proses desorpsi adalah adanya kemungkinan regenerasi dari adsorben yang telah digunakan sehingga dapat dilakukan penggunaan kembali terhadap adsorben tersebut dan pemulihan terhadap senyawa yang disisihkan. Desorpsi anion dapat dilakukan untuk mengembalikan adsorben untuk digunakan lebih lanjut (Bhuvaneshwari *et al.*,

2012). Setelah desorpsi, anion dapat diperoleh kembali dengan ekstraksi dari fase cair sehingga adsorben dapat dipertahankan (Lim, 2014).

Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi, berupa larutan asam, netral dan basa (Wankasi, 2005). Agen pendesorpsi, merupakan parameter penting dalam proses desorpsi. Agen pendesorpsi tidak boleh menyebabkan terjadinya perubahan fisik atau kerusakan pada adsorben yang akan dipulihkan dan mampu mendesorpsi anion dalam jumlah yang besar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa adsorben dapat dielusi dan diregenerasi dengan beberapa pelarut organik seperti metanol, etanol atau dengan pelarut anorganik (Saeed, 2003). Penelitian tentang desorpsi oleh (Wankasi, 2005) menyatakan bahwa HCl sebagai agen desorpsi terbaik. Hal ini disebabkan pada medium asam, gugus karboksil, karbonil, atau hidroksil pada adsorben menjadi terprotonasi dan tidak menarik ion logam yang bermuatan positif, sehingga terjadi pelepasan ion-ion logam ke dalam larutan atau agen desorpsi. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian (Helard *et al.*, 2018) dan (Indah *et al.*, 2017) bahwa agen desorpsi terbaik pada desorpsi kromium adalah HCl.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan desorpsi, karakterisasi dilakukan menggunakan instrumen FTIR (*Fourier transform Infra Red*) yang berguna untuk melihat apakah gugus dari anion kromat telah habis dari eluen yang digunakan pada kondisi optimum dan Spektrofotometer UV-VIS yang berguna untuk mengukur adsorban atau transmitan suatu sampel. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang “Desorpsi Anion Kromat

(CrO_4^{2-}) dari Adsorben Silika Mesopori Termodifikasi DMA (*Dimethylamine*)”.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Perlunya melakukan desorpsi anion kromat terhadap silika mesopori termodifikasi DMA.
2. Terbatasnya kemampuan eluen dalam mendesorpsi anion kromat dari adsorben silika mesopori termodifikasi DMA.
3. Perlunya melakukan penentuan konsentrasi optimum eluen dalam mendesorpsi anion kromat pada silika mesopori termodifikasi DMA.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Silika mesopori yang dibuat dengan *template* CTAB yang dimodifikasi dengan Dimetilamina (DMA).
2. Penggunaan anion Cl^- dan SO_4^{2-} untuk desorpsi anion kromat pada silika mesopori.
3. Pengaruh konsentrasi optimum HCl dan konsentrasi optimum H_2SO_4 pada desorpsi anion kromat silika mesopori.

D. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana kemampuan desorpsi anion kromat menggunakan eluen pada silika mesopori termodifikasi DMA?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan kondisi optimum eluen dalam mendesorpsi anion kromat pada silika mesopori termodifikasi DMA.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan tercapai dari penelitian ini dapat memberikan edukasi dan informasi tentang kemampuan eluen untuk mendesorpsi anion kromat pada silika termodifikasi DMA.