

**Penyerapan Anion Kromat dengan Silika Gel (SiO₂) Termodifikasi GPTMS dan DMA
(dimethylamine)**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana Sains
(S.Si)*



VIVI CHANIASI

17036063/2017

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

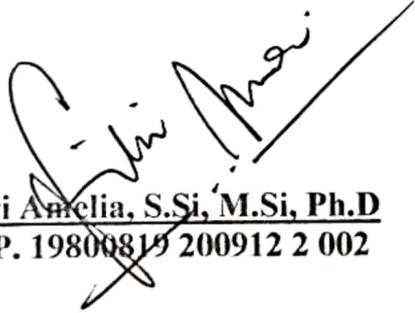
PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENYERAPAN ANION KROMAT DENGAN SILIKA GEL (SiO₂)
TERMODIFIKASI GPTMS dan DMA (*dimethylamine*)**

Nama : Vivi Chaniasi
NIM : 17036063
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 21 Januari 2022

Mengetahui:
Ketua Jurusan


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

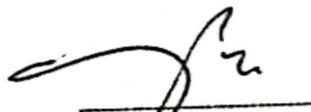
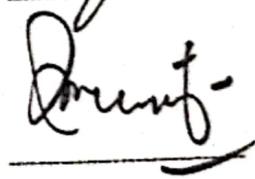
Nama : Vivi Chaniasi
NIM : 17036063
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENYERAPAN ANION KROMAT DENGAN SILIKA GEL (SiO_2) TERMODIFIKASI GPTMS dan DMA (*dimethylamine*)

*Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, 21 Januari 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	
Anggota	: Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Vivi Chaniasi
NIM : 17036063
Tempat/Tanggal lahir : Teluk Dalam/ 04 Desember 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Penyerapan Anion Kromat Dengan Silika Gel (SiO_2)
Termodifikasi GPTMS dan 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 UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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, 21 Januari 2022

Yang menyatakan


Vivi Chaniasi
NIM : 17036063

**Anion Chromate Adsorption with Modified Silica Gel (SiO₂) GPTMS and
DMA (*dimethylamine*)**

Vivi Chaniasi

ABSTRAK

Heavy metals are the most dangerous waste for ecosystem because it cannot be biogenerated, toxic, carcinogenic even in a low concentration (ppm). It usually has some condition such as not dissolved, Terpresitipasi, dissolved, absorbed, an-organic, reducer, oxidized, and bebeas metal. One of the metals that could cause negatives effects for human and other living creatures is Chromate Ion. The waste of Chromate could pollute the ecosystem. One way to cope this Chromate in a waste issue is by doing adsorption with an adsorbent, which modified silika DMA as the adsorbent. The characterization by FTIR and chromate adsorption Spectrophotometer from a liquid with different pH, contact duration, and concentration. The result of the research shows that the modified Silika with DMA increases the adsorption capacity for the Kromat. Langmuir adsorption Isotherm produce the regression coefficient for the Silika $R^2=0,8488$ and for modified Silika $R^2=0,9054$. The maximum adsorption capacity on Silika 1,255 mg/g and modified Silika 2,26 mg/g with the first concentration K_2CrO_4 100 mg/L reach on pH 2 with 90 minutes mixing process. Modifies Silika DMA can be used as the adsorbent to adsorb Chromate with 80% percentage compared to unmodified Silika.

Keywords — adsorption, silika, potassium chromate, dimethylamine, batch method

**Penyerapan Anion Kromat dengan Silika Gel (SiO₂) Termodifikasi GPTMS
dan DMA (*dimethylamine*)**

Vivi Chaniasi

ABSTRAK

Logam berat merupakan sumber pencemaran yang paling berbahaya dalam sistem lingkungan hidup karena mempunyai sifat tidak terbiodegradasi, toxic dan karsinogenik walaupun dalam konsentrasi yang rendah (ppm). Biasanya mengalami beberapa kondisi yaitu tidak larut, terpresipitasi, terlarut, terserap, bersifat anorganik, pereduksi, teroksidasi, dan logam bebas. Salah satu logam berat yang dapat menimbulkan efek negatif bagi manusia dan makhluk hidup adalah ion kromat. Limbah dari penggunaan krom dapat mencemari lingkungan. Salah satu upaya untuk menanggulangi logam kromat pada limbah dengan cara melakukan penyerapan dengan adsorben, dimana adsorben yang digunakan adalah silika yang dimodifikasi DMA. Karakterisasi dengan FTIR serta spektrofotometer adsorpsi kromat dari larutan berair pada berbagai pH, waktu pengontakan, konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi silika dengan DMA meningkatkan kapasitas adsorpsi untuk kromat. Isoterm adsorpsi Langmuir menghasilkan koefisien regresi pada silika $R^2=0,8488$, dan untuk silika termodifikasi sebesar $R^2=0,9054$. Kapasitas adsorpsi maksimum Kromat pada silika 1,255 mg/g dan silika termodifikasi 2,26 mg/g dengan konsentrasi K₂CrO₄ awal 100 mg/L dicapai pada pH 2 dengan lama pegadukan selama 90 menit. Silika modifikasi DMA dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap ion kromat dengan persentase sebesar 80% dibandingkan silika sebelum modifikasi.

Kata kunci — adsorpsi, silika, potassium chromate, dimethylamine, metode batch

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **Penyerapan Anion Kromat dengan Silika Gel (SiO₂) Termodifikasi GPTMS dan DMA (dimetilamina)**. Skripsi ini diajukan untuk menyelesaikan tugas akhir pada Program Studi Kimia, Jurusan 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 pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing dan Penasehat Akademik sekaligus Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si selaku Dosen Pembahas
3. Bapak Ananda Putra, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembahas
4. Ibuk Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Teman-teman kimia tahun 2017 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pembuatan skripsi penelitian.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di jurusan Kimia FMIPA UNP

7. Bapak Bujang Warman dan Ibu Yeni Marlina selaku kedua Orangtua yang selalu mensupport, mendoakan juga sebagai sponsorship selama proses penggarapan skripsi.
8. Kevin Chaniasi selaku kakak yang selalu mendoakan dan memfasilitasi keuangan untuk kebutuhan scincare selama proses penggarapan skripsi.
9. Regia Rehadatul selaku adik yang sudah memberi beban atas banyak nya kandaak permintaan berjibun-jibun nya.
10. Seseorang spesial yang selalu mensupport, mendoakan selama perkuliahan dan proses penggarapan skripsi.
11. Terimakasih kepada Anisa Nahari, Astevina Shelly, dan Egidia Mayendra selaku makhluk penghuni kost yang memiliki andil besar dalam penggarapan skripsi ini, saya terlalu malu untuk menyampaikan langsung tapi berkat kata-kata halus kalian sepanjang hari, healing dan support sistem dari kalian akhirnya skripsi ini terselesaikan.

Untuk kesempurnaan skripsi dan penelitian yang telah penulis lakukan, 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, 21 Januari 2022

Penulis

Vivi Chaniasi

NIM/BP : 17036063/2017

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Silika Gel	6
B. Modifikasi Silika	9
C. Adsorpsi.....	11
D. Isoterm Adsorpsi.....	16
E. Dimetilamin Sebagai Modifikator	18
F. Instrumentasi	20
1. Fourier Transform Infra Red (FT-IR).....	20
2. Spektrometri.....	22
3. XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	22
G. Kromat	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
B. Variabel Penelitian	27
C. Alat dan Bahan	27
D. Prosedur Kerja	28
1. Pembuatan Reagen	28
2. Pembentukan Silika-GPTMS	29
3. Modifikasi Silika-GPTMS dengan Dimethylamine (DMA)	29
4. Penentuan adsorpsi silika gel terhadap ion kromat	29

5.	Penentuan Isoterm Adsorpsi Ion Kromat pada Silika Gel.....	30
6.	Perbandingan Kapasitas Sorpsi	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
A.	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum pada Ion Kromat.....	33
B.	Perlakuan Penelitian dengan Sistem Batch	34
C.	Preparasi Kurva Standar Kalium Kromat (KCr_2O_4).....	35
D.	Karakterisasi dengan Fourier Transform Infra Red spektroskopy (FTIR)	36
E.	Penentuan Ukuran Adsorben (Silika GPTMS Termodifikasi DMA) dengan Formula Scherrer.....	39
F.	Penentuan pH Pada Penyerapan Anion Kromat (CrO_4) ²⁻ dengan Silika GPTMS Termodifikasi DMA sebagai Adsorben	40
G.	Penentuan Waktu Kontak Pada Penyerapan Anion Kromat (CrO_4) ²⁻ ... <u>.....</u> dengan Silika GPTMS Termodifikasi DMA sebagai Adsorben	42
H.	Perbandingan Isoterm Adsorpsi Ion Kromat pada Silika Sebelum <u>.....</u> Modifikasi dan Silika GPTMS Termodifikasi.....	43
I.	Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Silika Sebelum Modifikasi dengan Silika GPTMS Termodifikasi pada Kondisi Optimum	46
BAB V PENUTUP.....		48
A.	Kesimpulan.....	48
B.	Saran	48
DAFTAR KEPUSTAKAAN		49
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. (a) Struktur silika, (b) Struktur 3D silika	1
Gambar 2. Silanol groups on surface of silika material	7
Gambar 3. Silika Gel 60 mesh	7
Gambar 4. Struktur Tetrahedral Silika	8
Gambar 5. Glisidoksipropiltrimetoksisilan (GPTMS)	11
Gambar 6. Adsorpsi pada suatu padatan	12
Gambar 7. Struktur senyawa Dimethylamine (DMA)	19
Gambar 8. Reaksi Silika GPTMS DMA dengan Anion	20
Gambar 9. Skema Peralatan FTIR	22
Gambar 10. Spektronic.....	22
Gambar 11. Diagram mekanisme XRD	23
Gambar 12. Kurva panjang gelombang maksimum pada kalium kromat.....	34
Gambar 13. Kurva kalibrasi larutan standar dengan keadaan pH 2.	35
Gambar 14. Spektrum FTIR (a) Silika Gel (b) Silika-GPTMS (c) Silika-GPTMS- DMA.....	37
Gambar 15. Spektrum FTIR pada silika termodifikasi yang telah dikontakkan anion	38
Gambar 16. Grafik XRD silika GPTMS termodifikasi DMA	40
Gambar 17. Pengaruh pH terhadap penyerapan anion kromat dengan menggunakan silika gel sebagai adsorben (kondisi: 25 ml larutan kromat 125 ppm, adsorben 1 g, kecepatan pengadukan 150 rpm, waktu 120 menit).....	41
Gambar 18. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan anion kromat dengan menggunakan silika gel sebagai adsorben (kondisi: 25 ml larutan kromat 125 ppm, pH 2, adsorben 1 g, kecepatan pengadukan 150 rpm)	42
Gambar 19. Pengaruh konsentrasi terhadap penyerapan anion kromat dengan menggunakan silika sebagai adsorben (kondisi: 25 ml larutan K_2CrO_4 , pH 2, adsorben 1 g, kecepatan pengadukan 150 rpm, waktu 90 menit)	44
Gambar 20. Pengaruh konsentrasi terhadap penyerapan anion kromat dengan menggunakan silika-GPTMS-DMA sebagai adsorben (kondisi: 25 ml larutan K_2CrO_4 , pH 2, adsorben 1 g, kecepatan pengadukan 150 rpm, waktu 90 menit).....	44
Gambar 21. Isoterm Langmuir pada silika sebelum modifikasi	45
Gambar 22. Isoterm Langmuir pada silika termodifikasi	46
Gambar 23. Perbandingan kapasitas adsorpsi silika, silika-GPTMS-DMA (kondisi: 25 ml larutan K_2CrO_4 100 ppm, pH 2, adsorben 1 g, waktu pengadukan 90 menit, dan kecepatan 150 rpm).....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Fisika Silika	8
Tabel 2. Daerah spektrum gelombang elektromagnetik	33
Tabel 3. Gugus fungsi analisa silika pada FTIR	39

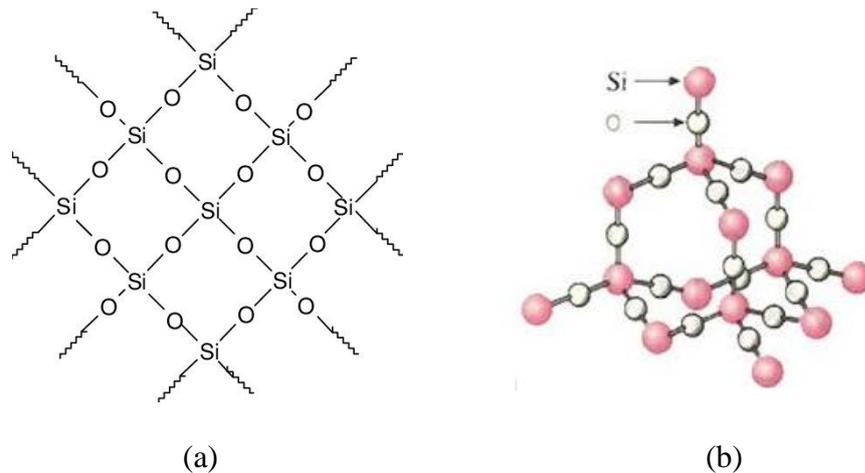
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan HCL 2M	53
Lampiran 2. Pembuatan Larutan NaOH 1M	53
Lampiran 3. Pembuatan Larutan Induk K_2CrO_4	54
Lampiran 4. Skema Penelitian	55
Lampiran 5. Pembentukan Silika-GPTMS	56
Lampiran 6. Pembentukan silika-GPTMS-DMA	57
Lampiran 7. Pengaruh pH Larutan	58
Lampiran 8. Pengaruh Konsentrasi Larutan.....	59
Lampiran 9. Pengaruh Waktu Kontak Larutan	60
Lampiran 10. Perbandingan Kapasitas sorpsi	61
Lampiran 11. Perhitungan Pembuatan Reagen	62
Lampiran 12. Data Hasil Pengukuran	65
Lampiran 13. Pengukuran FTIR	69
Lampiran 14. Metoda Batch.....	71
Lampiran 15. Dokumentasi.....	79

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Silika merupakan salah satu adsorben yang sering digunakan dalam adsorpsi. Silika merupakan padatan pendukung yang stabil pada kondisi asam, memiliki karakteristik pertukaran massa yang tinggi, porositas dan luas permukaan spesifik serta memiliki daya tahan tinggi terhadap panas, namun efektivitas adsorpsi silika terhadap ion logam lemah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kemampuan oksigen (silanol dan siloksan) sebagai donor pasangan elektron, sehingga berakibat pada lemahnya ikatan ion logam pada permukaan silika (Jal et al., 2004).



Gambar 1. (a) Struktur silika, (b) Struktur 3D silika

Silika memiliki 2 situs aktif yaitu gugus Silanol (-SiOH) dan Siloksan (Si-O-Si), pada gugus Silanol permukaan silika tersebut akan berinteraksi langsung dengan molekul H_2O , sehingga mengakibatkan H_2O (air) akan mengalami deaktivasi pada permukaan silika dan proses pemisahan akan melemah karena adanya daya retensi menurun sehingga perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kemampuan pemisahan silika. Adanya kedua situs aktif ini

memungkinkan untuk dilakukan modifikasi dengan pergantian gugus pada sisi aktifnya (Sulastri & Kristianingrum, 2010).

Kelemahan silika sebagai adsorben dapat diperbaiki dengan beberapa upaya, diantaranya dengan modifikasi permukaan silika (Jal et al,2004). Silika sering dimodifikasi dengan gugus organik tertentu untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Pada tahun 2009, Jiang et al dalam jurnal *“determination of trace inorganic anions in seawater samples by ion chromatography using silicacolumns modified with cetyltrimethylammonium ion”* berhasil menganalisa anion anorganik pada sampel air laut menggunakan silika yang telah dimodifikasi dengan ion *cetyltrimethylammonium* sebagai fasa diam (Jiang et al,2009). Pada tahun 2013, Wang et al dalam jurnal *“adsorption and desorption characteristics of imidazole-modified silica for chromium(IV)”* berhasil menyerap ion kromat dengan menggunakan silika yang telah dimodifikasi dengan senyawa imidazol (Wang et al, 2013). Pada tahun 2020, Oktavia dan Kardi berhasil melakukan pembuatan kolom monolit dengan bahan silika menggunakan dimetilamin (DMA) sebagai pemodifikasi dan ethylene dimethacrylate sebagai crosslinker dan penggunaannya pada ion kromatografi(Oktavia & Prasmi Kardi, 2020).

Modifikasi silika dengan penambahan suatu material pada permukaannya telah banyak dilakukan, seperti modifikasi dengan penambahan Merkaptopropiltrimetoksisilan (MPTS) untuk mendapatkan gugus merkapto, modifikasi dengan aminopropiltrimetoksisilan (APTS) untuk mendapatkan gugus amino, modifikasi dengan kloropropiltrimetoksisilan (CPTS) untuk mendapatkan gugus Kloro dan juga bukan pereaksi silan seperti asam 1-amino,2-hidroksi,4-

naftalenadisulfat, digunakan senyawa penghubung glisidoksiipropiltrimetoksisilan (GPTMS). Keberhasilan dalam modifikasi dapat dianalisis melalui karakterisasi menggunakan FTIR untuk analisa jenis gugus fungsi pada senyawa dari spektrumnya (Sulastri & Kristianingrum, 2010).

Logam kromat memiliki peran penting dalam menunjang berbagai sektor industri, seperti pada industri logam, penyepuhan (elektroplating), penyamakan kulit, zat warna dan cat serta sebagai sektor lainnya. Namun, buangan limbah dari penggunaan krom dapat mencemari lingkungan. Krom merupakan logam berat yang memiliki dampak bahaya yang harus diwaspadai. Bentuk spesies logam krom menentukan tingkat toksisitas. Dalam perairan, spesies yaitu Cr(IV) bersifat sangat toksik, korosif, karsinogenik, dan memiliki kelarutan yang sangat tinggi. Krom (IV) 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) yang berwarna kuning (Kotas, 2000).

Akumulasi kromat dengan konsentrasi sebesar 0,1 mg/L dapat mengakibatkan kematian. Dalam air minum, batas ambang maksimum kromat adalah 0,05 mg/L. Sifat toksik logam kromat dapat mengakibatkan kanker paru-paru, luka bernanah kronis dan merusak selaput tipis hidung. Mengingat bahaya dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair kromat, maka pihak industri diharuskan untuk mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Sesuai dengan keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor.51/MENHL/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, batas maksimal krom total Cr yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 2,0 mg/L.

Penanggulangan limbah industri yang mengandung logam krom dapat dilakukan dengan pengendapan, yaitu dengan pengaturan pH, namun efektifitasnya perlu ditingkatkan. Untuk itu diperlukan alternatif lain dalam penanggulangan limbah industri yang mengandung krom, seperti dengan menggunakan adsorben (Miyata, 1983). Beberapa macam adsorben yang dapat digunakan adalah biomassa, karbon aktif, zeolit dan silika. Jenis adsorben yang menjadi perhatian untuk penelitian kali ini adalah silika.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Penyerapan Anion Kromat dengan Silika Gel (SiO_2) Termodifikasi GPTMS dan DMA (*dimetilamina*)”.

B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah :

1. Silika gel sebelum modifikasi masih belum mempunyai muatan sehingga tidak bisa dilakukannya adsorpsi dengan baik .
2. Keberadaan ion kromat yang dapat mencemari lingkungan sehingga perlu diatasi.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Memodifikasi silika gel dengan dimetilamina.
2. Pengujian adsorpsi ion kromat pada silika gel termodifikasi dengan dimetilamina.

3. Pengaruh pH (2, 4, 6, 8, dan 10), waktu kontak (30, 60, 90 dan 120 menit) dan konsentrasi pada adsorpsi ion kromat.

D. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana memodifikasi silika gel dengan dimetilamina?
2. Bagaimana melakukan pengujian adsorpsi ion kromat menggunakan silika gel yang telah dimodifikasi?
3. Bagaimana pengaruh pH dan waktu kontak pada adsorpsi ion kromat?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Memperoleh Silika Gel termodifikasi dimetilamin
2. Memperoleh kondisi optimum penyerapan ion kromat menggunakan silika gel dari hasil modifikasi.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi teknik modifikasi pada silika gel menggunakan dimetilamin.
2. Menginformasikan penyerapan optimum ion kromat menggunakan silika gel.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

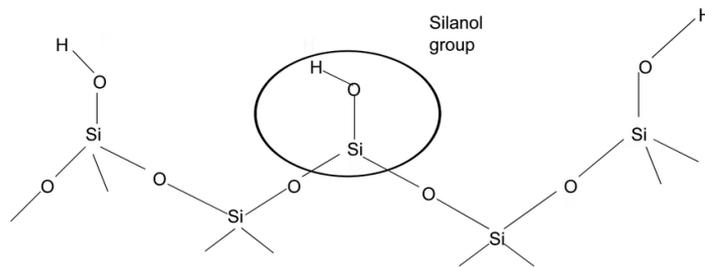
A. Silika Gel

Silika gel merupakan material yang tersedia di alam dan secara kuantitatif memiliki jumlah yang melimpah, misalnya pada pasir kuarsa, batu-batuan dan tanah liat. Material-material alam ini banyak digunakan sebagai bahan baku diberbagai industri, seperti manufaktur gelas, keramik dan beberapa industri lain(Haus R dkk, 2012).

Silika gel adalah suatu bentuk amorf dari silikon dioksida, yang diproduksi secara sintesis dalam bentuk butiran-butiran kecil yang keras. Struktur mikropori silika gel memberikan luas permukaan yang sangat tinggi (800 m²/gram). Struktur ini yang membuat silika gel banyak digunakan sebagai desikan berkapasitas tinggi. Molekul air dapat melekat pada permukaan silika gel karena tekanan uap air lebih rendah daripada udara di sekitarnya. Ketika kesetimbangan tekanan tercapai, maka tidak terjadi adsorpsi lagi. Kelebihan dari silika gel sebagai desikan adalah adsorpsi uap air yang terjadi secara fisik yaitu melalui pori-pori internalnya. Dalam hal ini tidak ada reaksi kimia maupun produk yang dihasilkan serta efek sampingnya. Sehingga penampilan silika gel ketika jenuh dengan uap air masih sama bentuknya dengan produk kering.

Silika gel selain sebagai desikan juga merupakan padatan pendukung yang banyak digunakan dalam proses adsorpsi karena stabil pada kondisi asam, non swelling, memiliki karakteristik pertukaran massa yang tinggi, porositas dan luas permukaan spesifik serta memiliki daya tahan tinggi terhadap panas. Selain itu, silika juga memiliki situs aktif berupa gugus silanol dan siloksan permukaan.

Adanya gugus –OH memberikan peluang secara luas untuk memodifikasi gugus tersebut dengan gugus lain yang lebih aktif. Namun, efektivitas adsorpsi silika terhadap ion logam lemah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kemampuan oksigen (silanol dan siloksan) sebagai donor pasangan elektron, sehingga berakibat kepada lemahnya ikatan ion logam pada permukaan silika (Jal et al., 2004).



Gambar 2. Silanol groups on surface of silika material

Silika gel merupakan adsorben dengan energi yang reaktif kecil untuk mengikat adsorbennya serta temperatur rendah untuk prosesnya. Kemampuan adsorpsi silika gel meningkat dengan naiknya temperatur. Penggunaan material alam untuk aplikasi teknologi perlu kajian terlebih dahulu. Maka perlu adanya studi komposisi fasa pasir silika untuk mengetahui sifat-sifat material yang diinginkan (Gonzales,R.M dkk, 2003).

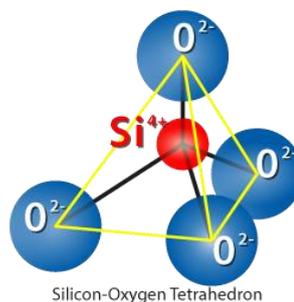


Gambar 3. Silika Gel 60 mesh

Tabel 1. Sifat Fisika Silika

Rumus molekul	SiO₂
Berat jenis gr/cm³	2,6
Bentuk	Padat
Kemampuan larut dalam air	Tidak larut
Titik cair (°C)	1610
Titik didih (°C)	2230
Kekerasan (Kg/mm²)	650
Kekuatan tekuk (Mpa)	70
Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (Gpa)	73-75
Resistivitas (m)	>1014
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur kristal	Kristobalit, tridimid, kuarsa

Struktur primer dari silika adalah tetrahedral SiO₄ di mana setiap satu atom silikon dikelilingi oleh empat atom oksigen. Struktur kristal SiO₄ seperti gambar berikut (Oscik, 1982; 188).

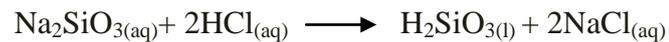


Gambar 4. Struktur Tetrahedral Silika

Struktur kerangka silikat adalah polimer dari tetrahedral SiO₄, yang membentuk jaringan polihedral tiga dimensi melalui ikatan antar oksigen dalam

salah satu tetrahedral dengan tetrahedral lainnya. Kerangka silikat terbentuk dari gabungan antar polihedral. Dari pembentukan kerangka tersebut menyebabkan adanya pori-pori yang memungkinkan molekul lain untuk masuk melalui proses adsorpsi (Danarto, 2007).

Pada umumnya silika gel dibuat dengan melakukan pencampuran larutan pada larutan Natrium Silikat dengan suatu asam mineral. Pada reaksi ini akan menghasilkan suatu dispersi pekat dimana pada akhirnya akan memisahkan partikel dari silika terhidrat tersebut, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian akan dikeringkan pada temperatur 110°C supaya terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi yaitu :



Pada silika gel terdapat beberapa senyawa pengotor diantaranya: Al_2O_3 , P_2O_5 , K_2O , CaO dan Ag_2O . Salah satu tujuan silika gel dimodifikasi menggunakan DMA untuk menghilangkan pengotor tersebut agar adsorpsi terhadap silika akan lebih baik penyerapannya dibandingkan silika sebelum modifikasi.

B. Modifikasi Silika

Untuk meningkatkan kemampuan pemisahan silika gel, dilakukan modifikasi dengan penambahan suatu senyawa pada permukaan silika. Penambahan senyawa ini menyebabkan terjadinya perubahan gugus pada sisi aktif silika dimana gugus -Si-OH berubah menjadi -Si-OM, dimana M adalah spesi sederhana maupun kompleks selain H (Jal et al., 2004).

Berdasarkan jenis senyawa yang digunakan, modifikasi terbagi menjadi dua yaitu modifikasi organofungsionalisasi jika modifikator yang digunakan adalah senyawa organik dan modifikasi anorganofungsionalisasi jika modifikator yang digunakan merupakan senyawa organo logam atau oksida logam. Permukaan silika ini dapat dimodifikasi secara fisika maupun kimia, disebut modifikasi fisika jika dalam proses termal atau hidrotermal akan terjadi perubahan komposisi dari gugus silanol atau siloksan dan untuk modifikasi kimia jika mengubah karakteristik dari silika tersebut (Lim et al., 2003).

Beberapa teknik dalam modifikasi silika gel :

1. Teknik impregnasi

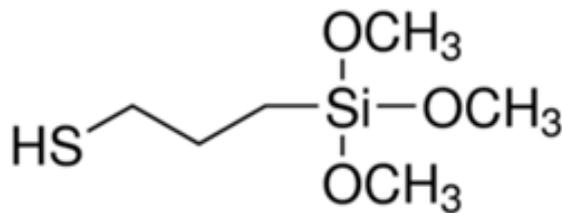
Meliputi interaksi fisik antara gugus pemodifikasi dengan permukaan padatan, modifikator masuk melalui pori padatan, melalui interaksi adhesif atau elektrostatik. Teknik ini kurang tepat digunakan untuk senyawa organik karena ikatan yang terjadi berupa ikatan fisik, sehingga tidak bisa dilakukan berulang-ulang dikarenakan ligan yang terbentuk kurang stabil dan bisa terlepas kembali.

2. Pembentukan ikatan kovalen

Ikatan kovalen terbentuk melalui proses imobilisasi pereaksi silan dan proses sol-gel. Ikatan kovalen terbentuk melalui silanisasi dimana molekul-molekul organik membentuk khelat dengan ion. Namun dibebberapa gugus pembentuk khelat dengan ion yang tidak mengandung gugus fungsi akan reaktif untuk proses silanisasi, sehingga dibutuhkan senyawa penghubung berupa pereaksi silan.

Modifier yang dapat digunakan :

1. Merkaptopropiltrimetoksisilan (MPTS) untuk memperoleh gugus merkapto (-SH).
2. Aminopropiltrimetoksisilan (APTS) untuk memperoleh gugus amino (-NH₂).
3. Kloropropiltrimetoksisilan (CPTS) untuk memperoleh gugus kloro (-Cl).
4. Modifier selain pereaksi silan, digunakan pereaksi silan lain misalnya glisidoksi propiltrimetoksisilan (GPTMS) (Sulastri & Kristianingrum, 2010).



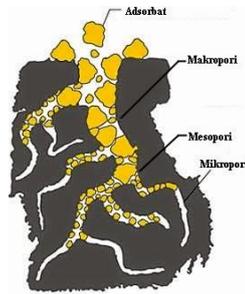
Gambar 5. Glisidoksi propiltrimetoksisilan (GPTMS)

Gugus modifikasi yang terbentuk menjadi gugus penarik anion yang kuat, gugus yang biasanya digunakan adalah senyawa-senyawa amina aktif, misalnya amina primer, amina sekunder, tersier dan kuartener (Prasmani, 2019).

C. Adsorpsi

Sorpsi adalah proses dimana terserapnya ion oleh suatu media penjerap. Sorpsi tersebut terbagi dua yaitu adsorpsi dan absorpsi. Adsorpsi merupakan proses dimana jika ion tersebut tertahan di permukaan partikel penjerap, sedangkan absorpsi merupakan proses pengikatannya sampai ke dalam partikel penjerap. Desorpsi merupakan keadaan dimana saat ion atau molekul yang telah diserap

oleh adsorben terlepas kembali dari sisi aktifnya (Handayani & Eko Sulistiyono, 2009).



Gambar 6. Adsorpsi pada suatu padatan

Zat yang diserap disebut adsorbat (fase terserap), sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Adsorben berupa zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu cairan. Kemampuan adsorben dalam menyerap komponen dipengaruhi oleh pori-pori yang terdapat dalam suatu bahan (Ismail Fahmi Hasibuan et al., 2012).

Zat padat dibagi menjadi dua yaitu adsorpsi fisika yang disebabkan oleh gaya Van Der Waals, dimana molekul-molekul yang teradsorpsi dipermukaan dengan ikatan lemah terjadi pada suhu rendah serta kenaikan suhu dapat menyebabkan jumlah adsorpsi berkurang drastis dan adsorpsi kimiawi dimana molekul-molekul teradsorpsi dipermukaan bereaksi secara kimia melalui pelepasan ikatan serta pembentukan ikatan (Adamson, 1990).

Faktor yang mempengaruhi proses terjadinya adsorpsi adalah sebagai berikut:

1. Luas Permukaan

Permukaan pada adsorben yang lebih besar memungkinkan zat yang teradsorpsi akan lebih banyak. Luas permukaan tergantung pada ukuran partikel dan juga jumlah adsorbennya.

2. Jenis Adsorben

Adsorben yang bersifat polar akan lebih mudah menyerap molekul polar, sedangkan adsorben nonpolar lebih mudah menyerap molekul nonpolar.

3. Jenis Adsorbat

Adsorbat yang mudah terion cenderung lebih mudah teradsorpsi.

4. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran partikelnya, maka daya serapnya makin besar.

5. Konsentrasi

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat di dalam larutan, maka semakin banyak jumlah yang akan terserap.

6. Temperatur

Temperatur yang semakin tinggi meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat.

7. Tekanan gas

Tekanan gas yang makin besar menyebabkan adsorpsi yang makin besar (Laksono, 2002).

Adsorben

Material penyerap atau adsorben adalah zat atau mineral yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya.

1. Adsorben Organik

Adsorben organik berupa adsorben yang berasal dari bahan yang mengandung pati. Adsorben ini digunakan pada tahun 1979 sebagai pengeringan diberbagai macam senyawa. Adapun tumbuhan yang biasa digunakan untuk adsorben diantaranya yaitu singkong, ganyong, jagung, dan juga gandum. Kelemahan dari adsorben ini yaitu sangatlah bergantung pada kualitas tumbuhan yang akan dijadikan sebagai adsorben.

2. Adsorben Anorganik

Adsorben ini mulai kenal pada awal abad ke-20. Dimana dalam perkembangannya, pemakaian dan jenis dari adsorben ini semakin bervariasi dan banyak digunakan. Penggunaan adsorben ini dipilih karena berasal dari bahan-bahan non pangan, sehingga tidak akan terpengaruh oleh ketersediaan pangan dan kualitasnya juga cenderung sama.

Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi daya adsorpsi yaitu :

(a) pH

Adsorpsi yang dilakukan pada logam berat yang bergantung pada pH merupakan salah satu faktor pada proses adsorpsi karena pH berkaitan dengan gugus fungsi. Semakin rendah pH maka daya adsorpsi semakin besar, hal ini

disebabkan oleh adanya persaingan antara senyawa dengan ion H^+ . Begitu juga sebaliknya, semakin besar pH maka daya serapan semakin kecil, semakin tinggi pH akan mengakibatkan proses hidrolisis yang akan mengakibatkan pengompleksan hidroksi logam yang akhirnya akan membentuk endapan hidroksida logam.

(b) Konsentrasi adsorbat

Jika konsentrasi pada ion logam tinggi maka semakin tinggi pula ion yang akan terserap, namun pada konsentrasi yang optimum maka penyerapan logam akan menjadi konstan. Sisi aktif pada adsorben yang digunakan telah mengalami kejenuhan.

(c) Ukuran Adsorbat

Semakin kecilnya ukuran adsorbat yang digunakan maka semakin besar penyerapan yang terjadi.

(d) Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorbat yang digunakan maka semakin besar penyerapan ion logam yang terjadi.

(e) Waktu kontak

Semakin lama waktu interaksi yang dilakukan maka mengakibatkan adsorben semakin banyak berikatan dengan ion logam sehingga penyerapannya semakin meningkat, sampai akhirnya tercapai kesetimbangan adsorpsi.

(f) Temperatur

Samakin tinggi suhu maka pergerakan partikel adsorben akan semakin cepat sehingga mengakibat molekul – molekul ion logam sulit berikatan.

Adapun syarat adsorben yang baik yaitu :

1. Terdapat daya serap yang besar.
2. Yang memiliki luas permukaan yang besar.
3. Tidak larut dalam zat yang akan di adsorpsi.
4. Tidak dapat larut pada larutan yang akan kita ikat ion logamnya.
5. Dapat diregenerasi kembali.
6. Tidak beracun.

D. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu hubungan kesetimbangan antara konsentrasi adsorban yang teradsorpsi pada permukaan padatan (silika) dengan konsentrasi adsorban yang tetap berada dalam larutan. Kesetimbangan ini terjadi saat laju pengikatan adsorben terhadap adsorban dengan laju pelepasannya.

Jenis isoterm adsorpsi :

(a) Isoterm Langmuir

Isoterm Langmuir berupa isoterm yang paling sederhana didasarkan pada asumsi bahwa setiap tempat adsorpsi adalah ekivalen, dan kemampuan suatu partikel untuk terikat di tempat tersebut, tidak bergantung pada kedekatan tempat (Atkins, 1989). Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir bisa diturunkan secara teoritis dengan menganggap adanya kesetimbangan antara molekul-molekul zat

yang teradsorpsi di permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang teradsorpsi.

Persamaan isoterm Langmuir :

$$c_e/q_e = c_e/q_m + 1/KI.q_m$$

dimana :

C_e = konsentrasi kesetimbangan ion dalam larutan (mg/L)

Q_e = jumlah logam yang terserap saat kesetimbangan (mg/L)

Q_m = kapasitas serapan maksimum teoritis (mg/L)

KI = konstanta Langmuir (L/mg) (Handayani & Eko Sulistiyono, 2009)

Adapun persamaan yang juga digunakan yaitu :

$$X_m / m = a.c / 1+b.c \quad (1)$$

$$m.c / X_m = 1/a + b/a . c \quad (2)$$

dimana :

c = konsentrasi ion dalam larutan setelah diadsorpsi

X_m = massa ion yang diserap per gram silika

b = parameter afinitas (konstanta Langmuir)

a = kapasitas / daya adsorpsi optimum (mg/gram)

Dalam membuat kurva $m.c / X_m$ terhadap c akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $1/a$ dan kemiringan b/a , sehingga nilai a dan b dapat dihitung dari besar kecilnya nilai a dan b menunjukkan daya adsorpsi.

(b) Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan salah satu dari persamaan awal yang diusulkan untuk menghubungkan jumlah dari bahan teradsorpsi terhadap konsentrasi bahan alam dalam larutan, dimana dirumuskan dalam persamaan berikut :

$$m = k \cdot C^1 / n$$

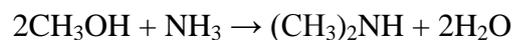
m = Massa zat teradsorpsi persatuan massa adsorban

c = Konsentrasi larutan

K dan n = Ketetapan (Handayani & Eko Sulistiyono, 2009)

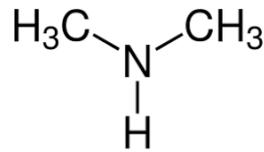
E. Dimetilamin Sebagai Modifikator

Dimetilamin merupakan suatu senyawa organik yang bermuatan positif (+) dengan rumus kimia yaitu $(CH_3)_2NH$. Dimetilamin akan bereaksi dengan asam untuk membentuk garam, seperti dimetilamin hidroklorida, padatan putih yang tak berbau dengan titik leleh $171.5^\circ C$. Dimetilamin diproduksi dengan mereaksikan katalitik Metanol dan Amonia pada temperatur tinggi dan tekanan yang tinggi.



Pada tahun 2013 Czaun et al., melaporkan bahwa amina merupakan senyawa organik yang dapat digunakan sebagai agen modifikasi silika untuk merubah silika menjadi senyawa pemisah (Czaun et al., 2013).

Pada proses modifikasi, diperlukan pereaksi lain sebagai perantaranya atau jembatan penghubung (lem). Untuk kepentingan ini biasanya digunakan GPTMS (glisidoksipropiltrimetoksilan) (Sulastri, 2009).



Gambar 7. Struktur senyawa Dimethylamine (DMA)

Adanya GPTMS sebagai pereaksi penghubung (perekat) antara silika dengan DMA (*dimethylamine*), maka silika yang telah dimodifikasi tersebut akan bermuatan positif (+). Pengontakkan pada silika GPTMS DMA dengan anion dapat dilihat reaksinya sebagai berikut:

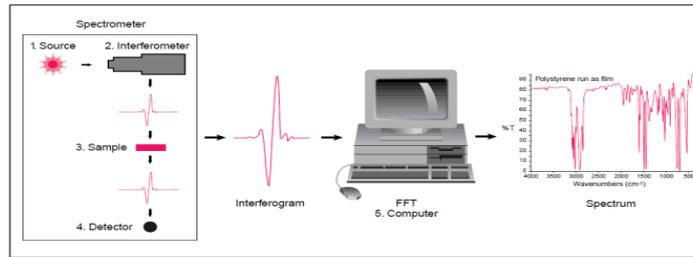
senyawanya. Seperti teknik spektroskopi lainnya, teknik ini dapat digunakan untuk menentukan kandungan dalam sebuah sampel (Baskaran & Sathiavelu, 2020).

Prinsip pengukuran dengan FT-IR adalah besarnya frekuensi sinar inframerah yang diserap dengan energi tertentu. Apabila frekuensi tertentu diserap ketika melewati sampel, maka energi dari frekuensi tersebut akan ditransfer ke senyawa tersebut.

Spektroskopi FT-IR dapat digunakan untuk analisa kualitatif ataupun kuantitatif. Analisa kualitatif dengan mengukur serapan dari setiap ikatan gugusnya dengan membandingkan antara spektrum senyawa dalam sampel dengan spektrum standar. Analisa kuantitatif dengan menentukan konsentrasi senyawa menggunakan prinsip hukum Lambert-Beer dimana konsentrasi sebanding dengan serapan :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C \text{ (Fernandez, 2011)}$$

FT-IR merupakan plot antara transmittansi dengan frekuensi atau bilangan gelombang. Spektrum ini juga menunjukkan banyaknya puncak absorpsi (pita) pada frekuensi atau bilangan gelombang yang karakteristik. Daerah bilangan gelombang yang sering digunakan pada spektrum FTIR berkisar antara 4000-670 cm^{-1} (2,5-15 μm). Pengukuran FTIR bergantung pada kemurnian sampel karena jika sampel mengandung pengotor (senyawa lain) maka puncak spektrum yang dihasilkan akan melebar yang disebabkan oleh gugus fungsi lain yang masih terserap dalam senyawa tersebut. Adapun skema kerja dari FTIR dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 9. Skema Peralatan FTIR

2. Spektromik

Prinsip dari spektromik pada umumnya sama halnya dengan spektrofotometri ultraviolet sinar tampak (UV-Vis). Hal yang membedakan keduanya ketika radiasi elektromagnetik tersebut dilewatkan pada suatu sampel yang berupa media homogen, maka sebagian dari radiasi ada yang dipantulkan, diadsorpsi atau diserap, dan ada pula yang diteruskan atau yang ditransmisikan. Radiasi yang dipantulkan bisa diabaikan. Radiasi yang dilewatkan sebagian diadsorpsi dan sebagian lagi di transmisikan. Cahaya yang diserap oleh suatu zat merupakan cahaya yang diteruskan disebut sebagai warna komplementer (Day 2002).



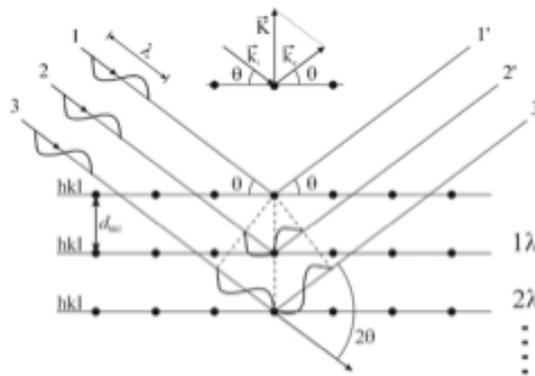
Gambar 10. Spektromik

3. XRD (*X-Ray Diffraction*)

Difraksi sinar-X (XRD) adalah teknik non-destruktif untuk menganalisis struktur bahan kristalin atau semi-kristalin, namun XRD dapat juga untuk mempelajari bahan non-kristalin.

XRD adalah teknik yang bergantung pada berkas sinar-X yang memiliki panjang gelombang pada skala $\pm 1\text{\AA}$. Ketika berkas tersebut terhambur dari suatu bahan dengan struktur atom atau molekul pada skala tersebut, akan terjadi interferensi yang menghasilkan pola dengan intensitas yang berbeda. Secara kualitatif serupa dengan pola warna-warni yang dihasilkan oleh gelembung sabun warna berbeda terlihat dari arah yang berbeda.

Secara umum teknik XRD dapat digambarkan seperti diagram pada gambar berikut:



Gambar 11. Diagram mekanisme XRD

Sinar datang (1,2,3,...) dengan panjang gelombang λ mengenai rangkaian atom yang membentuk pola teratur pada bidang hkl dengan jarak antar bidang d_{hkl} akan menghasilkan sinar pantul (1',2',3',...) dengan intensitas yang diukur sebagai fungsi sudut pantul terhadap sudut datang (2θ). Interferensi konstruktif hanya dapat terjadi jika hukum Bragg (1) dipenuhi :

$$n \lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

dengan transformasi Fourier, informasi intensitas fungsi 2θ dapat diubah kembali menjadi gambaran dimensi kerapatan elektron dalam kristal yang merupakan

informasi tentang grup ruang (space group), ukuran kristal (lattice parameters), posisi atom, serta crystallite size dan strain. Penguji XRD akan mendapatkan file data-data gambar peaks XRD dan file sheet (2theta - intensity).

G. Kromium

Kromium merupakan salah satu logam golongan transisi. Kata kromium berasal dari Yunani, yaitu *Chroma* yang berarti warna. Kromium disimbolkan Cr. Kromium merupakan salah satu logam berat yang mempunyai nomor atom 24 dan berat atom 51,996. Ion Cr ditemukan pertama kali oleh Vagueine pada tahun 1797. Logam Cr ditemukan dalam bentuk persenyawaan, logam Cr murni tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni. Tingkat oksidasi utama bagi kromium adalah +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi +2, +3 dan +6 merupakan bilangan yang menyatakan sifat muatan spesi tersebut ketika terbentuk dari atom-atom yang netral (Palar, 1994)(Asmadi, dkk, 2009).

a) Kromium (+2)

Biasanya logam kromium melarut dalam asam klorida atau asam sulfat yang kemudian membentuk larutan $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{2+}$ dengan larutan berwarna biru langit. Jika berada dalam air, Cr^{2+} merupakan reduktor yang kuat dan mudah dioksidasi di udara menjadi senyawa Cr^{3+} . Ion Cr^{2+} juga bisa bereaksi dengan H^+ dan dengan air jika terdapat katalis serbuk logam.

b) Kromium (+3)

Ion yang paling stabil diantara kation logam transisi yang mempunyai bilangan oksidasi +3 adalah senyawa kromium 3^+ . Kompleks Cr^{3+} umumnya berwarna hijau dan dapat berupa kompleks anion atau kation. Larutan yang

mengandung Cr^{3+} ($\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6$)⁺³ berwarna ungu, apabila dipanaskan akan berubah menjadi warna hijau.

c) Kromium (+6)

Bentuk kimia dari Cr (VI) sangat tergantung pada konsentrasi dan pH larutan. Umumnya, ditemukan dalam bentuk anion, yaitu anion Kromat (CrO_4)²⁻ dan Dikromat (CrO_7)²⁻ (Hiskia Ahmad, 1992). Ion kromat CrO_4^{2-} berwarna kuning atau orange dan ion dikromat $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ berwarna jingga (Supriyanto, 2011).

Kromium yang masuk ke dalam strata lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan perindustrian (pabrik semen, baterai, cat, industri pelapisan dengan Cr, pewarnaan, pelapisan seng galvanising Zn dan fotografi), dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar. Senyawa kromium di dalam strata udara ditemukan dalam bentuk debu, dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu cara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Masuknya Cr yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktifitas yang dilakukan manusia, misalnya karena dampak dari limbah industri tekstil.

Adanya ion kromat dalam limbah cair menandakan telah terjadi pencemaran dari limbah industri, karena ion kromat murni tidak pernah terdapat di alam. Apabila kromat terdapat dalam jumlah besar, maka dapat menimbulkan keracunan akut dengan gejala mual, sakit perut, kurang kencing, dan koma. Apabila kontak dengan kulit, maka dapat menyebabkan dermatitis, dan kanker. Ion Cr^{6+} merupakan logam Cr yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, bila

dibandingkan dengan ion-ion Cr^{3+} dan Cr^{2+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif kromat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologi atau metabolisme tubuh, sehingga rangkaian metabolisme terputus. Ion Cr^{6+} dalam proses metabolisme tubuh akan menghambat kerja dari enzim *benzopirehidroksilase*, akibatnya terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat *karsinogenetik* (Palar,1994)(Asmadi,2009).

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Silika modifikasi DMA dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap anion Kromat (CrO_4)²⁻ dengan kapasitas optimum yang didapatkan pada keadaan pH larutan 2, konsentrasi larutan 100 ppm, selama 90 menit untuk waktu pengontakan.
2. Kapasitas serapan maksimum yang didapatkan dari penyerapan anion Kromat (CrO_4)²⁻ dengan menggunakan silika modifikasi DMA sebagai biosorben yaitu sebesar 2,26 mg/g meningkat dari 1,255 mg/g untuk silika sebelum modifikasi, dengan persentase sebesar 80%.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Melakukan penelitian untuk menyerap ion kromat selain menggunakan silika termodifikasi DMA sebagai adsorben.
2. Melakukan modifikasi silika dengan senyawa amina lain sehingga dapat menghasilkan penyerapan terhadap ion kromat lebih baik.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Achmad Suhaeri, Maryono, S. S. (2014). Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong Terhadap Ion Cr 6 + Adsorption Capacity Of Activated Carbon From Cassava Peel Against. *Jurnal Chemica*, 15, 95–104.
- Baskaran, S., & Sathiavelu, M. (2020). Application of Attenuated Total Reflection - Fourier Transform Infrared spectroscopy to characterize the degradation of littered multilayer food packaging plastics. *Vibrational Spectroscopy*, 109, 103105. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2020.103105>
- Bhernama, B. G. (2017). Bioropsi Ion Logam Zink (II) dalam Larutan Menggunakan Daun Kari (*Murraya Koenigii*). *Al-Kimia*, 5(1), 60–70. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v5i1.2539>
- Chaidir, Z., Sagita, D. T., Zein, R., & Munaf, E. (2015). Bioremoval of methyl orange dye using durian fruit (*Durio zibethinus*) Murr seeds as biosorbent. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(1), 589–599.
- Czaun, M., Goeppert, A., May, R. B., Peltier, D., Zhang, H., Prakash, G. K. S., & Olah, G. A. (2013). Organoamines-grafted on nano-sized silika for carbon dioxide capture. *Journal of CO2 Utilization*, 1, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2013.03.007>
- Feng, N., Guo, X., Liang, S., Zhu, Y., & Liu, J. (2011). Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by chemically modified orange peel. *Journal of Hazardous Materials*, 185(1), 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.08.114>