

# Desorpsi Anion Klorida ( $Cl^-$ ) Dari Adsorben Silika Mesopori *Template* CTAB (*Cetiltrimetilammoniumbromida*) Termodifikasi *Dimethylamine*

Fadhilat Zikra<sup>1</sup>, Budhi Oktavia\*<sup>2</sup>, Ananda Putra<sup>3</sup>, Desy Kurniawati<sup>4</sup>

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang  
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Indonesia

\* budhioktavia@fmipa.unp.ac.id

**Abstract** — Mesopore silica was prepared using sodium silica as a precursor and CTAB as a templating agent. However, silica has limitations in adsorption and desorption of chloride anions. Therefore, it is necessary to modify it to improve the action of mesopore silica. This study used DMA (dimethylamine) as a modifier with glycidoxypyltrimethoxysilane (GPTMS) linking compound. Adsorption was carried out by injecting the adsorbate solution into the column containing the adsorbent at pH 7, and the optimum concentration was 20 mg/L. Furthermore, desorption was carried out by comparing the best desorption agents using acid desorption agents, namely nitric and sulfuric acids. The study showed that the percentage of nitrate desorption (95,29%) > sulfate (47,64%). After obtaining the best type of desorbing agent, desorption was carried out using nitrate with a concentration variation of (0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1) M. The optimum conditions for desorption of chloride anions on the modified mesoporous silica adsorbent were at 0,06 M.

**Keywords** — *chloride anion, mesopore silica, DMA, Adsorption, Desorption*

## I. PENDAHULUAN

Sumber daya alam terbesar dimuka bumi adalah air, dimana air merupakan sumber utama bagi makhluk hidup atau dapat dikatakan makhluk hidup tidak mampu hidup tanpa adanya air. Oleh sebab itu air menjadi kebutuhan pokok untuk berlangsungnya proses metabolisme. Semakin lama kebutuhan air semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya makhluk hidup dari tahun ke tahun. Tetapi air memiliki kuantitas yang tetap, namun tidak diiringi dengan kualitas airnya. Mengalirnya air laut yang tercemar ke permukaan air bersih menyebabkan air tersebut terkontaminasi sehingga tidak dapat dipergunakan dalam kegiatan sehari-hari. Salah satu penyebab tercemarnya air bersih tersebut adalah keberadaan anion klorida dalam konsentrasi yang tinggi [1].

Sebelumnya para peneliti sudah melakukan berbagai penelitian untuk mengurangi kandungan klorida dalam perairan dan limbah. Metode yang biasa digunakan yaitu metode adsorpsi. Dimana metode ini sering digunakan karena prosesnya cukup efektif dan efisien [2]. Interaksi antara ion dengan gugus fungsi pada permukaan adsorben melalui pembentukan kompleks, merupakan dasar dari proses adsorpsi. Macam-macam adsorben yang sering digunakan yaitu, bahan tersebut biasanya memiliki pori, ruang antar

lapisan, ataupun sisi aktifnya. Material pori dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu, material mikropori, mesopori, dan makropori [3].

Senyawa organik yang memiliki afinitas yang baik dapat berikatan dengan atom oksigen dan atom silikon yang ada pada silika mesopori. Material silika mesopori dapat ditambahkan gugus fungsi, dimana gugus fungsi tersebut mampu menjadi pengompleks. Sintesis Silika mesopori dapat dilakukan dengan penambahan surfaktan sebagai template atau cetakan. Kegunaan surfaktan disini dapat meningkatkan pori-pori partikel sekaligus dan dapat meragamkan struktur pori [4]. Dalam penelitian ini menggunakan salah satu surfaktan yaitu CTAB, dimana CTAB merupakan suatu senyawa kationik surfaktan kuaterner dengan rantai alkana panjang yang menghasilkan diameter pori yang besar. Dalam pori ukuran meso formasi, CTAB memiliki keunggulan dalam waktu yang lebih pendek waktu sintesis, dibandingkan dengan surfaktan non-ionik lainnya [5].

Namun dalam mengadsorpsi anion silika mesopori memiliki keterbatasan, karena silika mesopori mempunyai situs aktif yang terbatas, yaitu hanya mempunyai gugus siloksan (Si-O-Si) dan silanol (=Si-OH), karena itu, perlu penambahan gugus fungsi lain pada permukaan material silika mesopori sehingga bisa menjadi pengompleks ion [6]. Karena itulah

dilakukan modifikasi dengan senyawa yang mempunyai gugus fungsional aktif untuk mengatasi kekurangan dari silika mesopori tersebut[7]. Memodifikasi gugus aktif permukaan silika dengan penambahan gugus amina ( $\text{NH}_2$ ) seperti *Dimethylamine* (DMA) pada proses modifikasi membutuhkan pereaksi silan lain sebagai perantara atau jembatan penghubung. Jembatan penghubung yang biasa digunakan yaitu glisidoksi propil trimetoksisilan (GPTMS)[8].

Beberapa metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi kadar ion klorida, diantaranya yaitu : metode titrasi argentometri dan metode spektrofotometri. Metode klasik yang sering digunakan untuk mengetahui kadar ion klorida yaitu menggunakan metode titrasi argentometri. Dimana kelebihan dari metode ini yaitu pelaksanaan yang cepat, mudah, efisien, memiliki ketelitian dan keakuratan yang cukup tinggi, juga dapat menentukan kadar yang memiliki sifat berbeda-beda[9]. Pada metode ini, anion klorida membentuk endapan  $\text{AgCl}$  dengan  $\text{AgNO}_3$ , dan menggunakan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  sebagai indikator, yang menghasilkan endapan warna merah dengan kelebihan ion  $\text{Ag}^+$ , maka artinya titrasi telah mencapai titik ekuivalen[10].

Karakterisasi silika mesopori termodifikasi dalam penelitian ini dilakukan dengan instrument spektrofotometer FTIR, karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui jenis gugus fungsi pada senyawa dari spektrum yang dihasilkan. kemudian untuk mengetahui keberadaan anion klorida pada larutan digunakan Titrasi Argentometri, Metode Mohr [11].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat-alat yang akan digunakan yaitu, *Magnetic stirrer*, pH meter, Kertas saring *whattman* (125 mm), *hot plate*, Oven, Neraca analitik, Botol reagen, Labu ukur, Erlenmeyer (phyrex), Gelas piala (phyrex), Batang pengaduk, pipet takar, gelas ukur, Kaca arloji, Botol semprot, *Furnace*, Buret, *Statif*, Kolom. *Instrument* yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) tipe parkin elmer *universal ATL Sampling Accesors 735 B*.

Jenis Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu silika alam, template *Cetyltrimethylammonium bromide* CTAB (Merck;Damstadt, Jerman), *Dimethylamine* (DMA) (Bratachem), Aquades, HCl p.a, NaOH p.a, *potassium Chloride* [KCl] (Merck;Damstadt, Jerman), Etanol (Bratachem), Methanol (Bratachem), indikator kalium kromat [ $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ], Perak Nitrat [ $\text{AgNO}_3$ ] (Merck;Damstadt, Jerman), Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), Asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), dan GPTMS.

### B. Prosedur penelitian

#### 1. Modifikasi Silika Mesopori dengan GPTMS-Dimethylamine (DMA)

Silika mesopori sebanyak 25 gram ditambahkan dengan 25 mL GPTMS serta 87,5 mL toluena. Campuran tersebut di stirer selama 24 jam pada suhu  $900^\circ\text{C}$ , selanjutnya mencuci campuran dengan 12,5 mL metanol[12]. Silika-GPTMS yang telah terbentuk lalu

ditimbang 23 gram dimodifikasi dengan 11,5 mL DMA (dimethylamine) yang dilarutkan dalam 11,5 mL etanol (1:1 v/v). Silika ini kemudian dioven pada suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Setelah dioven, silika tersebut dibilas dengan metanol. Kemudian dilakukan Karakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR.

#### 2. Adsorpsi Klorida pada silika Mesopori termodifikasi Menggunakan Metode Kolom

Menambahkan 0.5 gram silika mesopori termodifikasi DMA ke dalam kolom. Selanjutnya mengalirkan anion klorida sebanyak 10 mL pada kolom tersebut dengan menggunakan tekanan sehingga didapatkan filtrat yang sudah mengandung anion klorida. Dan eluen yang dihasilkan diatur pH 7 kemudian dilakukan titrasi. Kemudian anion klorida yang terserap pada silika mesopori yang terdapat pada kolom akan digunakan pada proses desorpsi.

#### 3. Uji Jenis Pendesorpsi Anion Klorida

a. Memasukkan sebanyak 5 mL larutan  $\text{HNO}_3$  0.05M (reagen pendesorpsi anion klorida pada silika mesopori termodifikasi) dan dikontakkan ke dalam kolom yang telah berisi silika mesopori yang telah mengandung anion klorida. Dimana sebanyak 0.5 gram silika mesopori sebagai fase diam.

b. Memasukkan sebanyak 5 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.05M (reagen pendesorpsi anion klorida pada silika mesopori termodifikasi) dan dikontakkan ke dalam kolom yang telah berisi silika mesopori yang telah mengandung anion klorida. Dimana sebanyak 0.5 gram silika mesopori sebagai fase diam.

#### 4. Uji Jenis Pendesorpsi Anion Klorida

Silika mesopori termodifikasi DMA pada kolom yang telah mengandung anion klorida, kemudian ditambahkan masing-masing asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dengan variasi konsentrasi (0,02;0,04;0,06;0,08;0,1)M pada jenis pendesorpsi. Kemudian menghitung eluat dari hasil proses desorpsi. Kemudian dilanjutkan dengan Analisa kadar klorida menggunakan titrasi argentometri metode mohr.

#### 5. Pengujian dengan titrasi Argentometri Metode Mohr

Filtrat yang sudah di peroleh dari proses adsorpsi dan desorpsi, dilakukan pengujian dengan titrasi argentometri metode mohr.

#### 6. Uji Karakterisasi FTIR

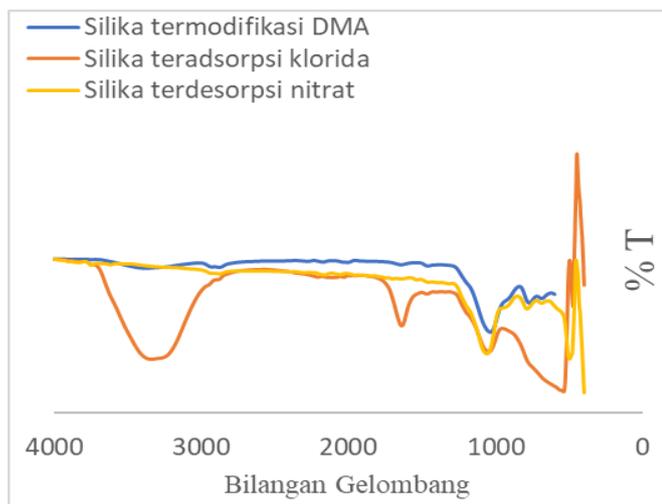
Pengujian FTIR dilakukan sebanyak 3 kali diantaranya pengujian silika mesopori-GPTMS-DMA, anion klorida yang sudah diadsorpsi pada silika mesopori termodifikasi dan desorpsi anion klorida pada silika mesopori termodifikasi menggunakan anion nitrat.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakterisasi FTIR

Penggunaan FTIR dalam karakterisasi yaitu untuk mengidentifikasi dan mengetahui, gugus fungsional pada

silika mesopori termodifikasi *Dimethylamine* (DMA) selama proses adsorpsi dan desorpsi. Identifikasi dapat dilakukan secara kualitatif karena setiap gugus fungsi memiliki serapan inframerah yang karakteristik pada bilangan gelombang tertentu[13]. Hasil dari pengujian tersebut diidentifikasi dengan cara menganalisis pergeseran angka gelombang pada spektrum FTIR dari silika mesopori termodifikasi DMA, silika mesopori dengan anion klorida, desorpsi silika mesopori dengan nitrat. Spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1 Spektrum FTIR Silika Mesopori termodifikasi DMA, setelah Adsorpsi dengan KCl, dan Setelah Desorpsi dengan HNO<sub>3</sub>

Berdasarkan gambar dapat diketahui bahwa pada Karakterisasi FTIR pada silika mesopori termodifikasi menunjukkan keterikatan N-H pada puncak 3368 cm<sup>-1</sup> dari gugus NH<sub>2</sub>. Muncul puncak serapan baru pada puncak 2921,00 cm<sup>-1</sup> dan 2876,65 cm<sup>-1</sup> yang mengindikasikan vibrasi C-H pada rantai senyawa GPTMS. Yang didukung oleh gugus metilen (-CH<sub>2</sub>) pada 1459 cm<sup>-1</sup>. Selanjutnya puncak 689,96 cm<sup>-1</sup> dan 1036,86 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus Si-O-Si simetris dan asimetris. Puncak silika mesopori termodifikasi dengan anion klorida terdapat pada puncak 3338,84 cm<sup>-1</sup> yang menandakan vibrasi -OH. Pelebaran puncak ini diakibatkan karena terdapat gugus fungsi -OH dari larutan ion klorida yang teradsorpsi pada permukaan silika melalui ikatan hydrogen. Bilangan gelombang 1638,4 cm<sup>-1</sup> merupakan ikatan Si-NH bending. Kemudian pada bilangan gelombang 1047,95 cm<sup>-1</sup> terjadi pergeseran dari Si-O-Si. Puncak yang menandakan kehadiran klorida dalam adsorben silika mesopori terlihat pada puncak bilangan gelombang sekitar 793 cm<sup>-1</sup> yang dianggap berasal dari ikatan N-Cl[14]. Kemudian puncak ketiga yaitu desorpsi anion klorida pada silika mesopori termodifikasi dengan asam nitrat terdapat pada serapan dengan puncak 1059,59 cm<sup>-1</sup>, 787,24 cm<sup>-1</sup>, 500,98 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi dari renggangan asimetris, renggangan simetris dan menekuk dari Si-O-Si[15]. Dan terbentuk puncak baru muncul yang menandakan nitrat (NO<sup>-3</sup>) sudah menggantikan klorida pada permukaan silika dilihat pada puncak 861 cm<sup>-1</sup>-876 cm<sup>-1</sup> mengindikasikan terdapatnya senyawa anorganik[16].

Semakin berkurangnya intensitas puncak serapan menunjukkan bahwa situs Cl<sup>-</sup> semakin berkurang dikarenakan adanya interaksi asam dengan ion Cl<sup>-</sup> yang menempel atau teradsorpsi pada adsorben silika mesopori termodifikasi. dilihat intensitas puncak serapan asam nitrat lebih kecil dibandingkan dengan asam sulfat yang menandakan asam nitrat lebih baik sebagai agen pendesorpsi. Penggunaan HNO<sub>3</sub> dalam proses desorpsi menyebabkan ion klorida (Cl<sup>-</sup>) pada adsorben silika mesopori termodifikasi akan berinteraksi dengan H<sup>+</sup> yang berasal dari HNO<sub>3</sub> dan juga akan melarutkan pengotor yang ada dalam adsorben.

### B. Penentuan kapasitas adsorpsi anion klorida oleh silika mesopore termodifikasi DMA

Penelitian adsorpsi anion klorida merupakan lanjutan dari penelitian Nur Afni Hasibuan tahun 2021, yaitu mengenai adsorpsi anion klorida pada adsorben silika mesopori dengan metode kolom. Diketahui bahwa metode *batch* berbeda dengan metode kolom, pada metode *batch* terjadi pencampuran antara adsorben (tempat melekatnya anion), pada larutan yang tetap jumlahnya dapat diamati perubahan kualitasnya pada selang waktu tertentu, sedangkan pada metode kolom, adsorben yang dikontakkan dengan larutan sehingga, adsorben dapat mengadsorpsi dengan optimal sampai kondisi jenuh, yaitu pada saat konsentrasi effluent (larutan yang keluar) mendekati konsentrasi influen (larutan awal) [17].

Pengujian kandungan klorida dilakukan dengan menggunakan titrasi argentometri metode Mohr. Prinsip dari titrasi argentometri metode Mohr yaitu reaksi kesetimbangan pada saat penambahan titran.



Pada penetapan kadar klorida, metode titrasi menggunakan indikator kromat (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>). Sebanyak ±3 tetes indikator kromat (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) 5 % ditambahkan dalam larutan klorida membentuk warna kuning. Selanjutnya dilakukan titrasi menggunakan perak nitrat (AgNO<sub>3</sub>) 0,01 N. Pada titik ekuivalen maka, ion perak berlebih akan bereaksi dengan ion kromat yang ada memberikan perak kromat yang berwarna kuning kemerahan[10], terbentuknya warna kuning kemerahan diakibatkan oleh, ion perak berlebih bereaksi dengan ion kromat. Sehingga ion kromat yang ada memberikan perak kromat warna kuning kemerahan.

$$[Cl^-] = \frac{(A-B) \times N \times ArCl}{V}$$

Ket :

A = Volume larutan AgNO<sub>3</sub> yang terpakai oleh sampel

B = volume Larutan AgNO<sub>3</sub> yang terpakai oleh blanko

N = Normalitas AgNO<sub>3</sub> (0,01 N)

V = Volume larutan Klorida yang digunakan dalam titrasi

TABEL 1  
DATA HASIL PERHITUNGAN ADSORPSI TERHADAP ION KLOORIDA (Cl<sup>-</sup>)

Kosent rasi Teoritis (mg/L)	Kosentrasi awal (mg/L)	Kosentra si akhir filtrat (mg/L)	Kosentrasi Terserap Adsorpsi (mg/L)	Berat ion Cl yang terads opsi (mg)	Kapasitas adsorpsi (mg/gr)
20 mg/L	19,852 mg/L	13,341 mg/L	6,511 mg/L	0,0744 mg	0,150 mg/gr
20 mg/L	19,852 mg/L	13,486 mg/L	6,366 mg/L	0,0744 mg	0,149 mg/gr
20 mg/L	19,852 mg/L	13,433 mg/L	6,419 mg/L	0,0735 mg	0,148 mg/gr

Hasil proses adsorpsi yang terjadi pada silika mesopori termodifikasi dapat dilihat pada table diatas. Adsorben silika mesopori termodifikasi memiliki situs aktif atau sisi aktif yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Adsorpsi klorida dilakukan pada kondisi optimum yang merujuk pada penelitian sebelumnya yaitu nur afni hasibuan tahun 2021. Dimana menggunakan 0,5 gr adsorben silika mesopore termodifikasi yang di masukkan ke dalam kolom dan ditambahkan 10 mL adsorbat ion klorida dengan pH 7- 10 sesuai yang tertera pada SNI 6989.19:2009 tentang cara uji Klorida (Cl<sup>-</sup>) dengan titrasi argentometri metode Mohr.

Penggunaan pH pada rentang 7-10 dikarenakan ion kromat yang dijadikan indicator pada proses titrasi, dimana ion kromat adalah basa konjugasi dari asam kromat. Jika pH < 7 maka ion kromat akan terprotonisasi sehingga, asam kromat akan mendominasi dalam larutan. Akibatnya larutan menjadi sangat asam dan kosentrasi ion kromat akan terlalu kecil untuk memungkinkan terjadinya endapan perak kromat, sehingga mengakibatkan sulitnya pendeteksian titik akhir titrasi. Sedangkan pada pH > 10 menyebabkan endapan AgOH yang bewarna kecoklatan akan terbentuk sehingga menghalangi pengamatan titik akhir titrasi[9].

Kosentrasi larutan ion klorida yang digunakan yaitu 20 ppm secara teoritis namun setelah dilakukan uji larutan ion klorida menggunakan titrasi argentometri didapatkan kosentrasi larutan ion klorida sebenarnya yaitu 19,852 ppm. Rata-rata kapasitas serapan optimum yang terjadi pada kosentrasi 20 ppm yaitu ± 0,149 mg/g, dimana terjadi kesetimbangan gugus aktif silika mesopori termodifikasi dalam mengadsorpsi anion klorida. Rata-rata berat anion klorida yang tinggal dalam kolom atau teradsorpsi ± 0,074 mg.

Perbedaan kapasitas adsorpsi serta berat anion klorida yang tinggal pada masing-masing kolom, diakibatkan karena berat/jumlah silika yang di masukkan ke dalam kolom mempengaruhi kapasitas serapannya. Kerena jumlah silika mempengaruhi kesetimbangan yang terjadi di gugus aktif silika dalam mengadsorpsi ion klorida.

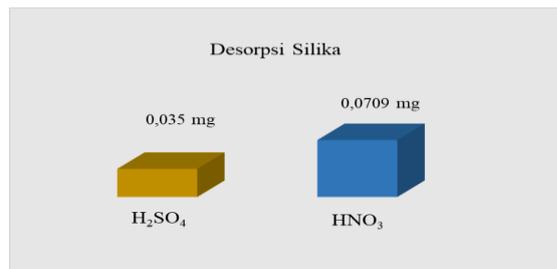
### C. Pengaruh Jenis Pendesorpsi Terhadap Desorpsi Anion Klorida

Proses desorpsi dapat terjadi apabila proses adsorpsi yang terjadi pada adsorben silika mesopori sudah maksimal, dimana terjadi penjuhan dan kesetimbangan (adsorben tidak mampu lagi menyerap adsorbat) pada permukaan adsorben. Desorpsi dapat dilakukan menggunakan larutan tertentu untuk me-recovery kemampuan adsorben silika mesopori termodifikasi agar tidak rusak dan dapat dipergunakan kembali. Pada penelitian ini menggunakan larutan pendesorpsi yaitu HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis pendesorpsi yang maksimum untuk mendesorpsi anion klorida pada adsorben silika mesopore termodifikasi DMA.

TABEL 2  
JENIS PENDESORPSI

Jenis Pendesorpsi	Kosentrasi Pendesorpsi	Kadar klorida teradsorpsi (mg/mL)	Kadar klorida terdesorpsi (mg/mL)	Berat Adsorpsi ion Cl (mg)	Berat Desorpsi ion Cl (mg)	% Desorpsi ion Cl
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,05 M	6,366 mg/mL	3,61 mg/mL	0,0744 mg	0,0354 mg	47,64%
HNO <sub>3</sub>	0,05 M	6,366 mg/mL	7,38 mg/mL	0,0744 mg	0,0709 mg	95,29%

Berdasarkan table diatas dapat dijelaskan bahwa, larutan pendesorpsi yang digunakan untuk mendesorpsi anion klorida yaitu larutan yang bersifat asam. Hal ini disebabkan untuk mengganti anion klorida yang terikat pada adsorben silika mesopori, diperlukan proton dari eluen pendesorpsi. Anion sulfat dengan muatan negatif yang lebih besar yaitu -2, memiliki kapasitas desorpsi yang lebih rendah dibandingkan dengan nitrat dengan muatan negatif yang lebih kecil yaitu -1. Hal ini dikarenakan setiap molekul N<sup>+</sup> menyumbangkan satu muatan positif sehingga hanya membutuhkan satu muatan negatif untuk menyetarakannya dan pada kenyataannya sulfat merupakan anion divalen, sehingga membutuhkan dua molekul N<sup>+</sup> untuk menetralkan muatannya sedangkan, pembentukan permukaan N<sup>+</sup> tidak kaku karena interaksi ekor-ekor surfaktan, jadi menjembatani dua molekul N<sup>+</sup> dengan satu sulfat mungkin kurang disukai daripada menjembatani satu nitrat saja. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa adsorben silika mesopore termodifikasi DMA mampu menyerap anionik seperti nitrat dan sulfat melalui interaksi elektrostatis. Namun anion nitrat lebih baik untuk mengantikan anion klorida yang melekat pada adsorben, dapat dilihat persentase desorpsi anion nitrat yaitu 95,29 %, sedangkan untuk anion sulfat persentase desorpsinya yaitu 47,64 % [18].



Gambar 2 Jenis Agen Pendesorpsi

Berdasarkan gambar diagram diatas dapat diketahui bahwa desorpsi anion menggunakan asam nitrat lebih tinggi yaitu sebesar 0,0709 mg dengan persen sebesar 95,29% dibandingkan dengan desorpsi menggunakan anion sulfat hanya mampu mendesorpsi sebesar 0,035 mg dengan persen sebesar 47,64 %. Sehingga dapat di simpulkan bahwa asam nitrat lebih baik dalam mendesorpsi anion klorida dibanding dengan asam sulfat.

D. Pengaruh Variasi Kosentrasi Terhadap Desorpsi Anion Klorida

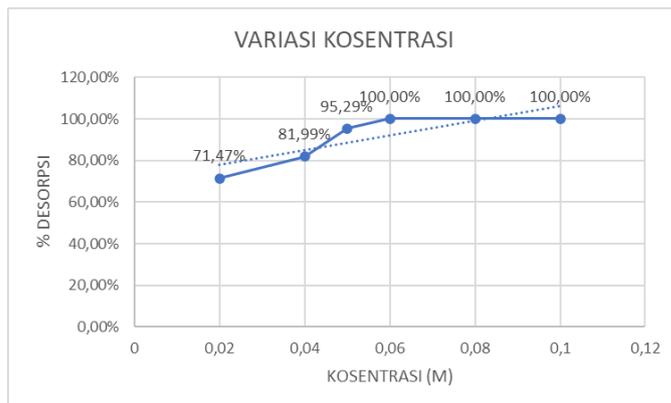
Parameter yang biasanya digunakan untuk mengkaji desorpsi anion yang terikat pada adsorben silika mesopori adalah menggunakan variasi kosentrasi dengan mempelajari jumlah pelepasan anion menggunakan agen pendesorpsi HNO<sub>3</sub> pada variasi kosentrasi (0,02;0,04;0,06;0,08;0,1) M. Penggunaan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) bertujuan untuk me-recovery silika mesopori yang sudah dimodifikasi. Dan juga memisahkan anion klorida yang telah diadsorpsi oleh adsorben silika mesopori termodifikasi. Hasil dari desorpsi pada penelitian ini di sajikan pada table 3.

TABEL 3  
PERSEN DESORPSI ANION KloridAPADA ADSORBEN SILIKA  
MESOPORE TERMODIFIKASI DMA

Larutan Pendesorpsi	Volume larutan Pendesorpsi	Massa Adsorben	Berat Adsorpsi ion Cl (mg)	Berat Desorpsi ion Cl (mg)	% Desorpsi Anion Cl
HNO <sub>3</sub> 0,02 M	4,9 mL	0,497 gr	0,0744 mg	0,0531 mg	71,47%
HNO <sub>3</sub> 0,04 M	4,7 mL	0,496 gr	0,0735 mg	0,0602 mg	81,99%
HNO <sub>3</sub> 0,05 M	4,6 mL	0,4952 gr	0,0744 mg	0,0709 mg	95,29%
HNO <sub>3</sub> 0,06 M	4,6 mL	0,496 gr	0,0779 mg	0,0779 mg	100,00%
HNO <sub>3</sub> 0,08 M	4,5 mL	0,498 gr	0,0744 mg	0,0744 mg	100,00%
HNO <sub>3</sub> 0,1 M	4,5 mL	0,497 gr	0,0762 mg	0,0762 mg	100,00%

Salah satu mekanisme desorpsi klorida yang terikat pada adsorben silika mesopori termodifikasi DMA yaitu yang bermuatan negatif dan terikat pada muatan positif dari adsorben yang akan digantikan oleh NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari larutan pendesorpsi, sehingga anion dapat meluruh dan ion H<sup>+</sup> berikatan dengan ion Cl<sup>-</sup>[19].

Berdasarkan table 3 dapat diketahui bahwa jumlah anion yang terdesorpsi pada kosentrasi 0,02 M dan 0,04 M sebanyak 71,47 % dan 81,99 %, lebih sedikit dibandingkan dengan kosentrasi 0,06 M yang menghasilkan persen kosentrasi sebesar 100 %. Dimana semakin tinggi kosentrasi agen pendesorpsi (HNO<sub>3</sub>) akan meningkatkan jumlah ion H<sup>+</sup> sehingga anion klorida yang terdesorpsi semakin meningkat. Keberadaan larutan HNO<sub>3</sub> dalam proses desorpsi sangat mempengaruhi karena kekuatan H<sup>+</sup> dari HNO<sub>3</sub> akan melepaskan anion klorida yang telah berinteraksi dengan adsorben silika mesopori termodifikasi.



Gambar 3 Kurva Persen Desorpsi

Berdasarkan kurva diatas dapat disimpulkan bahwa Penggunaan asam kosentrasi tinggi menyebabkan ikatan kimia antara Cl<sup>-</sup> dengan situs-situs aktif pada permukaan adsorben akan terlepas. Hal ini mengindikasikan bahwa ikatan yang mendominasi pada proses desorpsi silika adalah pertukaran ion dimana ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> yang berasal dari HNO<sub>3</sub> lebih kuat terikat pada situs aktif adsorben dibandingkan ikatan situs aktif dengan Cl<sup>-</sup>

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses desorpsi anion klorida menggunakan silika mesopori termodifikasi dimethylamine (DMA) sebagai adsorben dipengaruhi oleh jenis pendesorpsi, kosentrasi, dan laju alir. Dengan kondisi optimum jenis pendesorpsi asam nitrat HNO<sub>3</sub>, dan kosentrasi larutan asam nitrat 0,06 M sebagai pendesorpsi.
2. Hasil terbaik desorpsi Cl<sup>-</sup> menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,05 M. Dimana kemampuan HNO<sub>3</sub> 0,05 M untuk melepas Cl<sup>-</sup> yang terikat pada adsorben silika mesopori termodifikasi adalah sebesar 95,29 %, sedangkan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M untuk melepas Cl<sup>-</sup> yang terikat pada adsorben silika mesopori termodifikasi adalah sebesar 47,64 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih banyak, kepada semua pihak yang telah ikut dan terlibat dalam membantu dan memberikan semangat dalam penulisan jurnal penelitian ini. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terimakasih kepala

Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang yang telah memfasilitasi pengerjaan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] a. Rabbani, a. -, and c. Saleh, "penurunan garam klorida air laut dengan memanfaatkan modifikasi pati dari limbah bonggol pisang ambon (*musa paradisiaca* var *sapientum*)," *j. Kim. Mulawarman*, vol. 13, no. 1, 2015.
- [2] a. Putranto and s. Angelina, "pemodelan perpindahan massa adsorpsi zat warna pada florisil dan silika gel dengan homogeneous and heterogeneous surface diffusion model," *univ. Katolik parahyangan*, pp. 1–82, 2018.
- [3] e. C. Cooper, "renewable routes to porous aluminosilicate materials," no. December, 2012.
- [4] b. T. Dipowardani, s. Sriatun, and t. Taslimah, "sintesis silika kristalin menggunakan surfaktan cetiltrimetilamonium bromida (ctab) dan trimetilamonium klorida (tmacl) sebagai pencetak pori," *j. Kim. Sains dan apl.*, 2008, doi: 10.14710/jksa.11.1.20-28.
- [5] l. Efiyanti, w. Trisunaryanti, s. Bahri, y. L. Ni'mah, n. M. Wulandari, and s. D. Sumbogo, "synthesis of mesoporous silica from beach sand using variation of cetyl trimethyl ammonium bromide (ctab)," *proc. 3rd kobi Congr. Int. Natl. Conf. (kobicinc 2020)*, vol. 14, no. Kobicinc 2020, pp. 374–381, 2021, doi: 10.2991/absr.k.210621.063.
- [6] m. Huljani and n. Rahma, "analisis kadar klorida air sumur bor sekitar tempat pembuangan akhir (tpa) ii musi ii Palembang dengan metode titrasi argentometri," *alkimia j. Ilmu kim. Dan terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 5–9, 2019, doi: 10.19109/alkimia.v2i2.2987.
- [7] m. Khoeini, a. Najafi, h. Rastegar, and m. Amani, "improvement of hollow mesoporous silica nanoparticles synthesis by hard-templating method via ctab surfactant," *ceram. Int.*, vol. 45, no. 10, pp. 12700–12707, 2019, doi: 10.1016/j.ceramint.2019.03.125.
- [8] s. Sulastri, "modifikasi silika gel dalam kaitannya dengan peningkatan manfaat," *pros. Semin. Nas. Penelitian, pendidik. Dan penerapan mipa*, pp. 367–372, 2009.
- [9] t. U. Agung, "analisis kadar klorida pada air dan air limbah dengan metode argentometri," p. 51, 2009.
- [10] w. Kusumaningrum, i. I. Rosita, n. M. Awaliyah, u. K. A.I, and a. Rachmawati, "penentuan kadar ion klorida dengan metode argentometri (metode mohr) 1 april 2014," *j. Univ. Islam negeri syarif hidayatullah*, no. April, p. 3, 2014.
- [11] i. Ukhtiyani, d. Darwis, and i. Iqbal, "purifikasi dan karakterisasi silika (sio<sub>2</sub>) berbasis pasir kuarsa dari desa pasir putih kecamatan pamona selatan kabupaten poso," *nat. Sci. J. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 270–275, 2017, doi: 10.22487/25411969.2017.v6.i3.9201.
- [12] r. Sefriani and b. Oktavia, "modification of natural silica using dimethylamine and the application as a phosphate ion absorption," *j. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1788, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1788/1/012015.
- [13] t. Mukhlisa, "pembuatan dan modifikasi porositas silika dari abu sabut kelapa dengan menggunakan asam laurat sebagai template," 2018.
- [14] j. R. Xu and y. B. Zhao, "preparation of n-chloramine-decorated agel nanoparticles with enhanced bactericidal activity," *biomed. Environ. Sci.*, vol. 33, no. 9, pp. 723–726, 2020, doi: 10.3967/bes2020.095.
- [15] "pemanfaatan silika mesopori mcm-48 termodifikasi 3-aminopropiltrimetoksisilan sebagai adsorben logam berat ni(ii) mashyta dwi pratiwi."
- [16] s. S. Juwita, n. Luh, p. Trisnawati, and h. Suyanto, "karakterisasi sampel kuku manusia dengan ftir ( fourier transform infrared ) melalui metode chemometric pca dan clustering characterization of human nails samples using ftir ( fourier transform infrared ) through chemometric methods pca and clustering," vol. 19, no. 2, pp. 84–90.
- [17] j. Setiaka, i. Ulfan, and n. Widiastuti, "adsorpsi ion logam cu (ii) dalam larutan pada abu dasar batubara menggunakan metode kolom," *pros. Kim. Fmipa its*, no. li, 2011.
- [18] s. R. Adawiah, a. Nur, r. Gani, and t. Andriani, "studi perbandingan adsorpsi-desorpsi anion nitrat dan sulfat pada bentonit termodifikasi," vol. 4, no. 1, pp. 23–31, 2021.
- [19] g. W. Ekowati, "Kajian Desorpsi Zat Warna Indigosol Blue Dari Adsorben Humin Hasil Isolasi Tanah Gambut Riau, Sumatera," vol. 4, no. 02, pp. 68–75, 2019.