

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI ZnO DAN ZnO/BENTONIT DAN  
APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI Cr(VI)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**NIKO ERLANGGA**

**08031181320013**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PREPARASI DAN KARAKTERISASI ZnO DAN ZnO/BENTONIT DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI Cr(VI)

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**Niko Erlangga**

**08031181320013**

Indralaya, 18 Agustus 2020

Pembimbing I



**Dr. Muhammad Said, M. T**

**NIP. 197407212001121001**

Pembimbing II

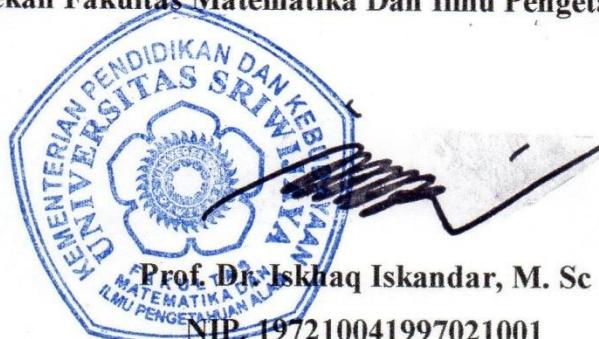


**Dr. Addy Rachmat, M. Si**

**NIP. 197409282000121001**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi dan Karakterisasi ZnO dan ZnO/Bentonit dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Cr(VI)” telah dipertahankan dihadapan Tim Pengaji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Agustus 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, 18 Agustus 2020

Tim Pengaji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. **Dr. Muhammad Said, M. T**  
NIP. 197407212001121001

( )

Anggota :

2. **Dr. Addy Rachmat, M. Si**  
NIP. 197409282000121001

( )

3. **Dra. Fatma, M. S**  
NIP. 196207131991022001

( )

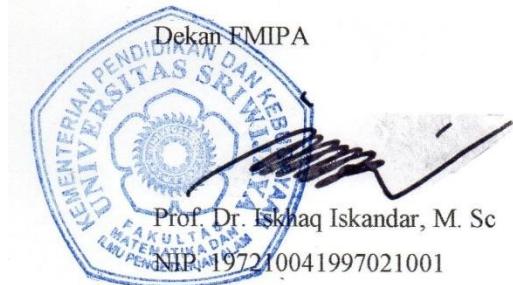
4. **Prof. Dr. Elfita, M. Si**  
NIP. 196903261994122001

( )

5. **Zainal Fanani, M.Si**  
NIP. 196708211995121001

( )

Mengetahui,



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa: Niko Erlangga

NIM : 08031181320013

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 18 Agustus 2020

Penulis,



Niko Erlangga

NIM. 08031181320013

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Niko Erlangga  
NIM : 08031181320013  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya meyatakan untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Preparasi dan Karakterisasi ZnO dan ZnO/Bentonit dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Cr(VI)”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 18 Agustus 2020

Yang menyatakan,



Niko Erlangga

NIM. 08031181320013

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada**

**Allah S.W.T**

**Nabi besar Muhammad S.A.W**

**Ku persembahkan karya ini kepada**

**Kedua orang tuaku (Bapak Nasrudin (Alm.) dan Ibu Nusimah) yang telah  
melahirkan, merawat, menjaga, membesarkan dan memberiku kasih sayang  
serta senantiasa mendo'akanku**

**Saudara/i ku (yuk Ripi, kak Miggie, kak Pingki, yuk Nepi) serta keluarga  
besar yang selalu aku sayangi**

**Semua sahabat dan teman yang terkasih dan tersayang**

**Semua guru dan dosen yang ku banggakan**

**Almamaterku Universitas Sriwijaya**

## **MOTTO**

**“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya  
sesudah kesulitan itu ada kemudahan (QS. Al-Insyirah: 5-6)”**

**Tidak ada kata selesai untuk belajar, tidak ada kata terlambat untuk  
mencoba, jangan pernah takut untuk mencoba. Ingatlah kegagalan adalah  
awal dari keberhasilan**

*Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah kejahanatan, bukan  
sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika mengukur kepintaran seseorang hanya  
dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankah sebaik-baik skripsi adalah skripsi  
yang selesai? Baik itu selesai tepat waktu maupun tidak tepat waktu*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT. semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Preparasi dan Karakterisasi ZnO dan ZnO/Bentonit dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Cr(VI)”.

Bentuk perjuangan dari tahun 2013 sampai dengan 2020 tertunaikan melalui sebuah karya tulis (skripsi) ini. Telah banyak melalui berbagai macam kenangan suka dan duka, pertemuan dan perpisahan, perjalanan dan pertualangan menjadi memori indah dalam ingatan penulis. Sungguh Allah SWT. begitu banyak memberikan kesempatan dan senantiasa menunjukkan kebesaran dan kasih sayang-Nya dalam setiap langkah penulis. Mudah-mudahan penulis tetap istiqomah menjadi muslim yang senantiasa memperjuangkan cita-cita dan mimpi dihari-hari berikutnya untuk Agama, Keluarga, Almamater, Bangsa dan Masyarakat Indonesia.

Penulis titipkan semangat belajar dan berprestasi kepada adik-adik tingkat, walaupun kita jarang bertemu dan bertegur sapa, sungguh kalian jugalah yang akan menjadi penerus bangsa ini dikemudian hari. Mahasiswa tidak hanya disibukkan dengan belajar, berorganisasilah, melakukan pengabdian kepada masyarakat, belajar menulis, belajar berwirausaha dan mulai tulis berbagai cita-cita kalian. Insya Allah suatu hari nanti kalian pasti bisa merasakan manisnya masa menjadi mahasiswa.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak pembimbing : **Dr. Muhammad Said, M. T** dan **Dr. Addy Rachmat, M. Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Permohonan maaf juga tulus penulis sampaikan, karena terlalu banyak merepotkan dan sering menunda-nunda dalam menjalankan tugas akhir.

Selain itu penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.

2. Bapak Dr. Hasanudin, M. Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dra. Fatma, M. S, Ibu Prof. Dr. Elfita, M. Si dan Bapak Zainal Fanani, M. Si selaku dosen pembahas dan penguji sidang sarjana yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta saran hingga tersusunnya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M. Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh staf Dosen dan Analis Fakultas MIPA Kimia yang telah membimbing selama masa perkuliahan dan memberi ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Kak Iin, Mbak Novi, Kak Teju dan Kak Roni selaku admin jurusan. Terima kasih banyak telah membantu dan memberikan pelayanan administrasi selama perkuliahan hingga penulis menyelesaikan studinya.
7. Kedua orang tuaku tercinta (Bapak Nasrudin (Alm.) dan Ibu Nusimah) yang senantiasa selalu mendo'akanku dan mendukung apa yang kulakukan. Insya Allah, suatu hari nanti Allah SWT. mengizinkan anakmu ini sedikit membalas jasa dan kasih sayang yang telah kalian limpahkan kepadaku.
8. Saudara/i ku (yuk Ripi, kak Miggi, kak Pingki, yuk Nepi) yang ku banggakan, selalu mendukung dan memberi semangat selama perkuliahan. Semoga keponakan dan cucuku (Gheza, Raffasyah, Asyila dan Azril) turut serta menjadi anak terdidik yang menggapai cita-citanya kelak.
9. Semua keluarga besarku yang senantiasa selalu mendo'akan kelancaran selama perkuliahan.
10. Semua guru-guruku di SMA Negeri 3 Pagaralam, SMP Negeri 3 Pagaralam dan MIN Muara Sibam, yang begitu banyak memberikan ilmu yang bermanfaat, semoga menjadi amal jariah yang tak henti mengalir menjadi pahala disisi-Nya.
11. Teman seperjuanganku MIKI 13, semoga kalian dalam keadaan sehat selalu.
12. Teman-teman NILAM CLUB (Rando, Ryanto, Rifaldo, Azizil, Fachrijal, Coco, Novrian, Khaidori, Guntar, Fauzi, Roky, Syaiful, Maqom, Alex, Danang, Vari, Donny, Imron dan Rio) terima kasih telah memberikan warna dan berbagi kebahagiaan selama perkuliahan.
13. Sahabat kost yang selalu meramaikan suasana kost dan menjadi bagian keluarga ditanah perantauan.

14. Teman-teman KMBP (Keluarga Mahasiswa Besemah Pagaralam) yang telah menjadi wadah perkumpulan dan keluarga kedua ditanah perantauan.
15. Adik-adik kimia tim bimbingan pak Said terkhusus untuk Widya, Delisa dan Vilantina. Terima kasih banyak telah membantu selama di laboratorium.
16. Kakak-kakak kimia 2009, 2010, 2011, dan 2012 yang telah memberikan banyak pengalaman dan motivasi.
17. Adik-adik kimia 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 dan 2019 yang luar biasa, selalu semangat untuk kuliahnya.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 18 Agustus 2020

Penulis



Niko Erlangga

NIM. 08031181320013

## SUMMARY

### **PREPARATION AND CHARACTERIZATION ZnO AND ZnO/BENTONITE AND APPLICATION FOR ADSORPTION Cr(VI)**

Niko Erlangga : Supervised by Dr. Muhammad Said, M. T and  
Dr. Addy Rachmat, M. Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sriwijaya University

xviii + 75 pages, 5 tables, 9 pictures, 24 attachments

A research about preparation and characterization of ZnO and ZnO/bentonite and application for adsorption Cr(VI). Bentonite needs to be activated first before its application. The activation process is carried out by adding sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) and then washing to pH 5. The cations in bentonite will be exchanged with ZnO metal oxides. Activated bentonite, ZnO/bentonite and ZnO were then characterized using XRD, BET and SEM-EDX. The XRD characterization results shown the diffraction angle shift ( $2\theta$ ). BET results shown the activated bentonite has a larger surface area compared to the natural bentonite. The results of SEM activated bentonite still has many gaps compared to ZnO impregnated bentonite and results of EDX ZnO/bentonite containing Zn as much as 6.16%. SEM of ZnO results shown the particle size is homogeneously distributed and agglomerated. The adsorption process is carried out in various variables namely contact time, initial concentration Cr(VI) and the effect of adsorbate on adsorbents adsorption. The best effectiveness of decreasing Cr(VI) concentration was using ZnO/bentonite adsorbent, activated bentonite and ZnO. Adsorption of Cr(VI) by activated bentonite and ZnO/bentonite resulted in %adsorption as 70.34% and 76.48% at optimum contact time for 1 hour, whereas ZnO with %adsorption as 53.47% at optimum contact time for 2 hours and optimum initial concentration Cr(VI) at 75 mg/L and optimum adsorbate at a ratio 0.5 + 10 (g/mL). Activated bentonite adsorbent fitted with the Freundlich isotherm model, whereas ZnO/bentonite and ZnO fitted with the Langmuir isotherm model. Data from kinetics studies were showing that activated bentonite, ZnO/bentonite and ZnO fitted with the *pseudo-second-order* equation. The maximum adsorption capacity of Cr(VI) for activated bentonite was 0.428%, for ZnO/bentonite was 0.716% and for ZnO 0.560%.

**Keywords** : bentonite, ZnO/bentonite, ZnO, adsorption, Cr(VI)

Citation : 43 (1951-2018)

## RINGKASAN

### **PREPARASI DAN KARAKTERISASI ZnO DAN ZnO/BENTONIT DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI Cr(VI)**

Niko Erlangga : Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M. T dan  
Dr. Addy Rachmat, M. Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xviii + 75 halaman, 5 tabel, 9 gambar, 24 lampiran

Telah dilakukan penelitian tentang preparasi dan karakterisasi ZnO dan ZnO/bentonit dan aplikasinya untuk adsorpsi Cr(VI). Bentonit sebelum diaplikasikan perlu diaktivasi terlebih dahulu. Proses aktivasi dilakukan dengan penambahan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan kemudian dilakukan pencucian sampai pH 5. Kation pada bentonit akan dipertukarkan dengan oksida logam ZnO. Bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit dan ZnO selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD, BET dan SEM-EDX. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa terjadinya pergeseran sudut difraksi ( $\theta$ ). Hasil BET memperlihatkan bentonit teraktivasi memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan bentonit alam. Hasil SEM bentonit teraktivasi masih memiliki banyak celah dibandingkan dengan bentonit terimpregnasi ZnO dan hasil EDX ZnO/bentonit mengandung unsur Zn sebanyak 6.16%. Hasil SEM ZnO memperlihatkan ukuran partikel yang terdistribusi secara homogen dan diaglomerasi. Proses adsorpsi dilakukan dalam berbagai variabel yakni waktu kontak, konsentrasi awal Cr(VI) dan pengaruh adsorbat terhadap daya serap adsorben. Efektivitas penurunan konsentrasi Cr(VI) terbaik berturut-turut yakni dengan menggunakan adsorben ZnO/bentonit, bentonit teraktivasi dan ZnO. Adsorpsi Cr(VI) oleh bentonit teraktivasi dan ZnO/bentonit berturut-turut menghasilkan %adsorpsi sebesar 70.34% dan 76.48% pada waku kontak optimum selama 1 jam, sedangkan ZnO dengan %adsorpsi sebesar 53.47% pada waktu kontak optimum selama 2 jam dan konsentrasi awal Cr(VI) optimum pada 75 mg/L serta adsorbat optimum pada perbandingan 0.5 + 10 (g/mL). Adsorben bentonit teraktivasi mengikuti model isoterm adsorpsi Freundlich, sedangkan ZnO/bentonit dan ZnO mengikuti model isoterm adsorpsi Langmuir. Data studi kinetika reaksi menunjukkan bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit dan ZnO mengikuti persamaan *pseudo-second-order*. Kapasitas maksimum pada adsorpsi Cr(VI) untuk bentonit teraktivasi sebesar 0.428%, untuk ZnO/bentonit 0.716% dan untuk ZnO 0.560%.

**Kata kunci** : bentonit, ZnO/bentonit, ZnO, adsorpsi, Cr(VI)

Kutipan : 43 (1951-2018)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>x</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Logam Berat Krom .....	5
2.2. Bentonit .....	6
2.3. Seng Oksida (ZnO) .....	7
2.4. Adsorpsi.....	7
2.4.1. Adsorpsi Fisika .....	8
2.4.2. Adsorpsi Kimia .....	8
2.5. Isoterm Adsorpsi.....	9
2.6. Klasifikasi Isoterm Adsorpsi .....	10
2.7. Spektrofotometri Uv-Vis.....	12

2.8. Karakterisasi (XRD, BET, BJH dan SEM-EDX) .....	13
2.8.1. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	13
2.8.2. <i>Brunauer-Emmett-Teller</i> (BET).....	14
2.8.3. Barrett-Joiner-Halenda (BJH).....	16
2.8.4. <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> (SEM-EDX).....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Cara Kerja.....	18
3.3.1. Preparasi & Aktivasi Bentonit (Kumararaja <i>et al.</i> , 2017) ....	18
3.3.2. Preparasi ZnO (Xiaoqing <i>et al.</i> , 2017) .....	19
3.3.3. Preparasi ZnO/Bentonit (Gunvant <i>et al.</i> , 2016) .....	19
3.3.4. Pembuatan Larutan Primer Cr(VI) 500 ppm .....	20
3.3.5. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum dan Pembuatan Kurva Standar Cr(VI).....	20
3.3.6. Pengujian/Pengukuran Aktivitas Adsorben ZnO dan ZnO/Bentonit	
1. Pengaruh Waktu Kontak dan Parameter Kinetik .....	20
2. Pengaruh Konsentrasi Awal Cr(VI) Untuk Mengetahui Parameter Isoterm .....	21
3. Pengaruh Adsorbat Terhadap Daya Serap Adsorben .....	21
3.3.7. Analisis Data.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Karakterisasi Bentonit Alam, Bentonit Teraktivasi, ZnO/Bentonit dan ZnO menggunakan XRD .....	23
4.2. Karakterisasi Bentonit Teraktivasi, ZnO/Bentonit dan ZnO menggunakan BET.....	26
4.3. Karakterisasi Bentonit Teraktivasi, ZnO/Bentonit dan ZnO menggunakan SEM-EDX.....	27
4.4. Adsorpsi Cr(VI) menggunakan Bentonit Teraktivasi, ZnO/Bentonit dan ZnO .....	30

4.4.1. Pengaruh Waktu Kontak dan Parameter Kinetik .....	30
4.4.2. Pengaruh Konsentrasi Awal Cr(VI) Untuk Mengetahui Parameter Isoterm.....	32
4.4.3. Pengaruh Adsorbat Terhadap Daya Serap Adsorben .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 1. Grafik Klasifikasi Isoterm Adsorpsi .....	10
Gambar 2. Skema sinar datang dan sinar terdifraksi oleh kisi kristal.....	14
Gambar 3. Pola difraktogram XRD : (a) Bentonit alam (b) Bentonit teraktivasi .....	24
Gambar 4. Pola difraktogram XRD : (a) ZnO/bentonit (b) ZnO.....	25
Gambar 5. Kurva isoterm adsorpsi dan desorpsi nitrogen .....	26
Gambar 6. Perbesaran menggunakan SEM.....	29
Gambar 7. Pengaruh waktu kontak adsorpsi Cr(VI).....	30
Gambar 8. Pengaruh konsentrasi awal Cr(VI) .....	33
Gambar 9. Pengaruh adsorbat terhadap daya serap adsorben .....	35

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Data morfologi permukaan hasil isoterm MBET dan BJH desorpsi.....	27
Tabel 2. Hasil analisis unsur menggunakan EDX .....	29
Tabel 3. Konstanta model kinetik adsorpsi Cr(VI) terhadap pengaruh waktu kontak .....	32
Tabel 4. Data isoterm adsorpsi menggunakan model adsorpsi Langmuir pada Bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit dan ZnO untuk adsorpsi Cr(VI) .....	34
Tabel 5. Data isoterm adsorpsi menggunakan model adsorpsi Freundlich pada Bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit dan ZnO untuk adsorpsi Cr(VI) .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data digital difraksi XRD bentonit alam.....	42
Lampiran 2. Data digital difraksi XRD Bentonit teraktivasi .....	43
Lampiran 3. Data digital difraksi XRD ZnO/bentonit .....	44
Lampiran 4. Data digital difraksi XRD ZnO.....	45
Lampiran 5. Data digital BET bentonit alam .....	46
Lampiran 6. Data digital BET Bentonit teraktivasi .....	47
Lampiran 7. Data digital BET ZnO/bentonit.....	48
Lampiran 8. Data digital BET ZnO .....	49
Lampiran 9. Data hasil SEM-EDX Bentonit teraktivasi.....	50
Lampiran 10. Data hasil SEM-EDX ZnO/bentonit .....	51
Lampiran 11. Data hasil SEM-EDX ZnO .....	52
Lampiran 12. Penentuan panjang gelombang maksimum Cr(VI) .....	53
Lampiran 13. Kurva kalibrasi larutan standar Cr(VI).....	54
Lampiran 14. Penentuan waktu kontak optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh Bentonit teraktivasi .....	55
Lampiran 15. Penentuan waktu kontak optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO/bentonit .....	56
Lampiran 16. Penentuan waktu kontak optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO.....	57
Lampiran 17. Perhitungan Parameter Kinetika Cr(VI) yang Teradsorp oleh bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit dan ZnO .....	58
Lampiran 18. Penentuan konsentrasi awal Cr(VI) optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh Bentonit teraktivasi .....	64
Lampiran 19. Penentuan konsentrasi awal Cr(VI) optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO/Bentonit .....	65
Lampiran 20. Penentuan konsentrasi awal Cr(VI) optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO.....	66
Lampiran 21. Perhitungan Parameter Isoterm Adsorpsi Cr(VI) Menggunakan Adsorben Bentonit teraktivasi, ZnO/bentonit	

dan ZnO .....	67
Lampiran 22. Penentuan adsorbat optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh Bentonit teraktivasi .....	73
Lampiran 23. Penentuan adsorbat optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO/bentonit .....	74
Lampiran 24. Penentuan adsorbat optimum terhadap jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh ZnO .....	75

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Kromium adalah salah satu kontaminan utama dalam limbah cair zat warna dan industri pigmen, industri film dan fotografi, proses galvanometri, pembersihan logam, pelapisan dan *electroplating*, industri kulit dan pertambangan. Ion kromium dapat dijumpai dalam bentuk kromium heksavalen ion Cr(VI) dengan spesies  $\text{CrO}_4^{2-}$  dan  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , dan kromium trivalen ion Cr(III) dengan spesies  $\text{CrOH}_2^+$ . Namun spesies yang lazim terdapat dalam limbah cair industri dalam bentuk kromium heksavalen yang lebih berbahaya bagi kesehatan masyarakat karena bersifat mutagenik dan karsinogenik. Ion Cr(III) dan Cr(VI) adalah salah satu dari ion logam berat, yang mempunyai potensi karsinogen yang dapat menyebabkan kanker pada saluran ginjal dan hati (Zulkarnain dkk., 2015).

Salah satu upaya untuk mengatasi Cr(VI) yang bersifat karsinogen yakni dengan cara mengurangi konsentrasiannya menggunakan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penyerapan suatu fluida (cair atau gas) oleh zat padat karena adanya gaya tarik antar atom pada permukaan. Zat yang diserap disebut adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Adsorben yang umum digunakan pada proses adsorpsi antara lain karbon aktif, zeolit dan lempung (Raziah dkk., 2017 dalam Tuty dkk., 2018). Adsorpsi merupakan salah satu metode yang banyak digunakan karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal, mudah penggerjaannya dan dapat didaur ulang (Natalina dan Hidayati, 2017).

Bentonit merupakan mineral yang terdiri dari alumino-silikat terhidrasi yang mengandung beberapa kation yang dapat dipertukarkan. Penggunaan bentonit sebagai adsorben sangat bermanfaat untuk proses adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas. Oleh karena itu dilakukan impregnasi dengan senyawa oksida logam seperti ZnO, impregnasi dilakukan bertujuan agar meningkatkan kemampuan adsorpsi dari komposit tersebut.

Abida *et al.*, (2018) telah melakukan ulasan mengenai adsorpsi zat warna menggunakan lempung alam dan lempung yang dimodifikasi. Efektivitas

penggunaan lempung sebagai adsorben terbukti efektif untuk mengurangi konsentrasi zat warna dari air limbah. Penggunaan lempung sebagai adsorben saat ini mendapat banyak perhatian karena sifatnya yang ramah lingkungan.

Septian dkk., (2017) telah berhasil melakukan penelitian mengenai pemanfaatan bentonit teraktivasi HCl sebagai adsorben ion logam Cd(II). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi seperti pH, waktu optimum dan konsentrasi awal ion logam. Sampel bentonit sebelum dan sesudah diaktivasi dikarakterisasi menggunakan *Surface Area Analyzer (SSA)*. Analisis kandungan ion logam Cd(II) yang tersisa dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel bentonit memiliki luas permukaan  $73,356 \text{ m}^2/\text{g}$ , dan bentonit teraktivasi luas permukaan sebesar  $100,732 \text{ m}^2/\text{g}$ . Kondisi optimum adsorpsi tercapai pada pH 6 selama 45 menit dan pada konsentrasi awal ion logam Cd(II) 70 mg/L.

Daniel dkk., (2012) sebelumnya juga telah melakukan penelitian mengenai penggunaan tanah bentonit sebagai adsorben logam Cu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCl dan waktu pengaktifan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi bentonit. Konsentrasi HCl maksimum pada konsentrasi 1,6 M dan waktu pengaktifan maksimum pada pengaktifan selama 24 jam. Berat optimum bentonit pada berat 4 g per 100 ppm larutan Cu dan waktu kontak optimum pada waktu 2 jam. Hasil yang diperoleh dari isoterm adsorpsi Cu adalah berat adsorben teradsorpsi berbanding lurus dengan konsentrasi Cu.

Dari beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan bentonit sebagai adsorben efektif untuk mengurangi konsentrasi pencemaran air limbah. Oleh karena itu perlu diteliti pembuatan komposit ZnO/bentonit dan kondisi optimum adsorpsinya. Selain itu dicoba pemanfaatan bentonit lokal sebagai material pendukung sehingga diharapkan meningkatkan daya jual bentonit lokal tersebut.

Pada penelitian ini telah dilakukan preparasi dan karakterisasi ZnO dan ZnO/bentonit serta aplikasinya untuk adsorpsi Cr(VI). Efektivitas pengurangan Cr(VI) dilakukan dengan melakukan variasi waktu kontak, konsentrasi awal Cr(VI) dan pengaruh adsorbat terhadap daya serap adsorben. Selain itu juga dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRD, BET dan SEM-EDX.

## 1.2. Rumusan Masalah

Limbah logam berat krom selama ini sering dibuang begitu saja di Indonesia, padahal limbah logam berat ini bersifat toksik dan dapat terakumulasi pada rantai makanan walaupun dalam konsentrasi yang rendah (ppm). Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, salah satu cara untuk mengurangi konsentrasinya yakni metode adsorpsi dengan memanfaatkan bentonit lokal sebagai adsorben.

Bentonit merupakan salah satu jenis lempung (*clay*) yang sebagian besar terdiri dari monmorilonit (mencapai 85%) dan campuran mineral lainnya, monmorilonit dalam bentonit memiliki kemampuan untuk bertukar ion. Oleh karenanya bentonit dapat dimodifikasi dengan cara melakukan impregnasi senyawa oksida logam ke dalam bentonit sehingga dapat meningkatkan sifat fisik dan kimianya (Shafira dkk., 2014). Senyawa oksida logam tersebut salah satunya ZnO yang digunakan sebagai bahan utama dan bentonit sebagai bahan pendukung, komposit ZnO/bentonit nantinya diharapkan lebih efektif untuk mengurangi limbah logam berbahaya.

Dari uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan bagaimana kemampuan adsorpsi dari ZnO dan ZnO/bentonit dalam mengadsorpsi logam Cr(VI). Selain itu juga belum ada penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi bentonit alam dari lampung untuk adsorpsi Cr(VI).

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan preparasi dan karakterisasi ZnO dan ZnO/bentonit untuk adsorpsi Cr(VI).
2. Membandingkan efektivitas penurunan Cr(VI) menggunakan adsorben ZnO dan ZnO/bentonit.
3. Menentukan pengaruh waktu kontak dan menghitung parameter kinetika berupa laju adsorpsi.
4. Menentukan pengaruh konsentrasi awal Cr(VI) dan menghitung parameter isoterm berupa konstanta Langmuir dan Freundlich, serta menentukan pengaruh adsorbat terhadap daya serap adsorben.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang modifikasi bentonit dengan senyawa ZnO dengan berbagai parameter, sehingga modifikasi tersebut dapat diaplikasikan sebagai adsorben Cr(VI) untuk mengurangi kadar pencemaran logam di lingkungan perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abida, K., Munawar, I., Anum, J., Kiran, A., Zill, H, N., Haq, N, B. and Shazia, N. 2018. Dyes adsorption using clay and modified clay: A review. *Journal of Molecular Liquids* 256 : 395–407.
- Agus, H. W., Daeng, A. S. dan Buhan, I. 2011. Identifikasi Lapisan Bentonit Menggunakan Metode Geolistrik di Dusun Tetelan, Desa Klepu, Kecamatan Sumbermanjing Wetan. *Jurnal Jurusan Fisika FMIPA*. Universitas Negeri Malang.
- Ahda, M., Sutarno, dan Kunarti, E. S. 2013. Studi Kinetika Adsorpsi Al-MCM 41 terhadap Metilen Biru. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Alberty, R. A. 1980. *Physical Chemistry*. 3th Ed. John Willey & Son. New York.
- Atkins, P. W. 1997. *Kimia Fisika Jilid 2*. Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta.
- Barrett, P. E., Joyner, L. G. and Halenda P. P. 1951. The Determination of Pore Volume and Area Distributions in Porous Substances. *I. Computations from Nitrogen Isotherms*. Department of Chemistry, Columbia University.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Air dan Air Limbah-Bagian 71 : Cara Uji Krom Heksavalen Cr(VI) dalam Contoh Uji Secara Spektrofotometri. *SNI 6989.71:2009*.
- Cullity, B. D., and Stock, S. R. 2001. Elements of; XRay Diffraction 3<sup>rd</sup> Edition. *Adison-Wesley Publishing Company Inc*. USA.
- Daniel, S, B., Jenal, M, S. dan Turmuzi, L, M. 2012. Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 1, No. 1.
- Dodi, I. 2017. Perbandingan Metode Spektrofotometri UV-VIS dan Iodometri dalam Penentuan Asam Askorbat sebagai Bahan Ajar Kimia Analitik Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Berbasis Open-Ended Experiment Dan Problem Solving. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. ISSN: 1979-8415 10(1): 66–70.
- Dyah, P. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag (I), Pb (II), Cr (III), Cu (II) dan Ni (II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika Dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*. 14: 59–76.
- Espenilla, M. B. L., Margaya, R. C. S., and Conato, M. T. 2017. N/Fe-TiO<sub>2</sub> Doped Nanoparticles Loaded on Bentonite for Increased Photocatalytic Activity for Degradation of Organic Pollutants. *International Conference on the Science an Engineering of Materials*. 3(1): 1-23.
- Gunawan, B. dan Citra, D. A. 2012. Karakterisasi Spektrofotometri IR dan Scanning Electron Microscope (SEM) Sensor Gas dan Bahan Polimer Poly Ethylen Glicol (PEG). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3 (2) : 7-8.

- Gunvant, H. S., Sandip, P. P. and Shrivastava, V. 2016. Photocatalytic Degradation of Safranine by ZnO–Bentonite: Photodegradation versus Adsorbability. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*.
- Huang, Z., Li, W. C., Shi, J., Zhang, N., Wang X., Li, Z., Gao, L. and Zhang, Y. 2017. Modified Bentonite Adsorption of Organic Pollutants of Dye Wastewater. *Materials Chemistry and Physics*. 9: 028.
- Hwang, N., Barron, A. R. 2011. BET Surface Area Analysis of Nanoparticles. *Connex. Proj.* 1–11.
- I Wayan, K. 2013. Studi X-Ray Fluorescence dan X-Ray Diffraction Terhadap Bidang Belah Batu Pipih Asal Tejakula. *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(2): 204–12.
- Julinawati, Binawati, G., Delfeindra, Rossy, A. S. 2013. Karakterisasi Jenis Narkoba Menggunakan Metoda Fourier Transform Infra Red (FTIR) dan X-Ray Diffraction (XRD). *Jurnal Jurusan Kimia*. FMIPA Unsyiah.
- Karsa, D., Wiradini, G., dan Pratomo, N. 2007. Pembuatan Absorben dari Zeolit Alam dengan Karakteristik Adsorption Properties untuk Kemurnian Bioetanol. *Laporan Akhir Penelitian Bidang Energi Penghargaan PT. Rekayasa Industri*. Jurusan Teknik Fisika ITB.
- Keeling, J. L., Raven, M. D. and Gates, W. P. 2000. Geology Characterization of Two Hydrothermal Nontronites from Weathered Metamorphic Rocks at the Uley Graphite Mine, *South Australia*. 48(5).
- Kumararaja, P., Manjaiah, K. M., Datta, S. C., and Binoy, S. 2017. Remediation of Metal Contaminated Soil by Aluminium Pillared Bentonite: Synthesis, Characterisation, Equilibrium Study and Plant Growth Experiment. *Applied Clay Science*. 137:115-122.
- Monica, R., Subaer, dan Irhamsyah. 2015. Studi Tentang Pengaruh Nanopartikel ZnO (Seng Oksida) Terhadap Kuat Tekan Geopolimer Berbahan Dasar Metakaolin. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*. ISSN 1858-330X 3: 286–91.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi, and Salni. 2013. Characterization of Bentonite by XRD and SEM-EDS and Use to Increase pH and Color Removal, Fe and Organic Substances in Peat Water. *Science Journal of Chemistry*. 1(5): 74- 82.
- Natalina dan Hidayati, F. 2017. Penurunan Kadar Kromium Heksavalen( $\text{Cr}^{6+}$ ) Dalam Limbah Batik Menggunakan Limbah Udang (Kitosan). *Jurnal Teknik*, 38 (2), 99-102. p-ISSN 0852-1697, e-ISSN: 2460-9919.
- Opeti. 2010. Studi Aplikasi Humin-TiO<sub>2</sub> dengan Metode Batch untuk Menurunkan KOK Limbah Cair Penenunan Songket dan Fotodegradasi Cr (VI). *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. John Wiley. Chichester.

- Perwira, G. 2014. Analisis Luas Permukaan Arang Aktif dengan Menggunakan Metode BET (SAA). *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Putranto, A. dan Angelina, S. 2014. Pemodelan Perpindahan Massa Adsorpsi Zat Warna Pada Florisil dan Silica Gel dengan Homogeneous and Heterogeneous Surface Diffusion Model. *Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Universitas Katolik Parahyangan.
- Romadon, A. M. 2011. Fotodegradasi Pestisida Permentrin Menggunakan Fotokatalitis Montmorilonit-O<sub>2</sub>. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Septian, N. M., Fransiska, W, M. dan Triastuti, S. 2017. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi HCl sebagai Adsorben Ion Logam Cd(II). *Indonesian Journal of Chemical Science* 6(3). p-ISSN 2252-6951 e-ISSN 2502-6844.
- Shafira, K., Nelly, W. dan Titin, A. Z. 2014. Sintesis dan Interkalasi Pigmen Norbixin Pada Bentonit Terpilar TiO<sub>2</sub>. *JKK* 4(1): 1–5 ISSN 2303-1077.
- Siti, M. dan Irwan, N. 2016. Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kendugan Senyawa Isopulegol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues – Aceh. *Chimica et Natura Acta*. 4: 123–29.
- Solikha, W., Dani, G. S. dan Endi, S. 2011. Pembuatan Keramik Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang di Doping 10% Mol CuO dengan Menggunakan Metode Screen Printing untuk Gas Ethanol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, PTBR-BATAN. Bandung.
- Subaer, Nurhayati, Irhamsyah, A., Nurfadilla, dan Syamsidar. 2015. Studi Tentang Pengaruh Nanopartikel ZnO Terhadap Solidifikasi dan Waktu Setting Geopolimer Berbahan Dasar Metakaolin. *Jurnal Scientific Pinisi* 1: 82–86.
- Supriyanto, R. 2011. Studi Analisis Spesiasi Ion Logam Cr (III) dan Cr (VI) dengan Asam Tanat Dari Ekstrak Gambir Menggunakan Spektrometri UV-VIS. *Jurnal Sains MIPA*. 17(1): 35–42.
- Susilawati. 2014. Adsorpsi Zat Warna Biru Metilena oleh Lempung Bentonit Aktif. *Jurnal Riset Kimia*. 7(2): 169–73.
- Toeti, K., Muji, H., Amirudin, P. dan Effendy. 2012. Karakterisasi Bentonit Teknis Sebagai Adsorben Indigo Biru. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 19(3): 247–54.
- Tuty, E, A., Muhammad, F., Tine, A., Dedi T., Aditya, M, R., Imam, G, P., Mutiara, R, P. dan Ulfa, F. 2018. Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol. 13, No. 1, Hlm. 60-69. ISSN 1412-5064, e-ISSN 2356-1661.

- Widiarsih, S. 2011. Adsorpsi Ion Logam Kadmium ( $Cd^{2+}$ ) Menggunakan Karbon Aktif dari Kayu Gelam (*Melaleuca leucodendron*, LINN). *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA UNSRI. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Widya, T, R. 2018. Modifikasi Bentonit dengan Fe(III) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Fenol. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Xiaoqing, C., Zhansheng, W., Dandan, L and Zhenzhen, G. 2017. Preparation of ZnO Photocatalyst for the Efficient and Rapid Photocatalytic Degradation of Azo Dyes. *Chen et al., Nanoscale Research Letters*. 12: 1–10.
- Zulkarnain, C., Qomairoh, H. dan Rahmiana, Z. 2015. Penyerapan Ion Logam Cr(III) dan Cr(VI) Dalam Larutan Menggunakan Kulit Buah Jengkol. *Jurnal Riset Kimia* Vol.8 No. 2 : 189–99. ISSN : 1978-628X / eISSN : 2476-8960.