

**BIOSORPSI ION LOGAM KROMIUM ( $\text{Cr}^{3+}$ ) MENGGUNAKAN  
BIOMASSA ALGA HIJAU (*Spirogyra setiformis*) SEBAGAI BIOSORBEN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh:  
**HERDA ZULVA**  
**NIM/BP: 14036038/2014**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia  
Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang**

**Judul : Biosorpsi Ion Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) Menggunakan Biomassa Alga Hijau (*Spirogyra setiformis*) Sebagai Biosorben**

**Nama : Herda Zulva**

**NIM : 14036038**

**Program Studi : Kimia**

**Jurusan : Kimia**

**Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Padang, Agustus 2018**

**Tim Penguji**

**Nama**

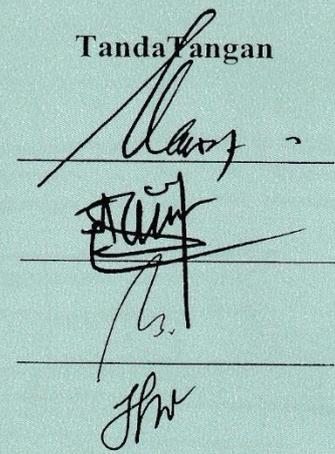
**1. Ketua : Dr. Mawardi, M.Si**

**2. Sekretaris : Drs. Bahrizal, M.Si**

**3. Anggota : Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si**

**4. Anggota : Hary Sanjaya, S.Si, M.Si**

**Tanda Tangan**



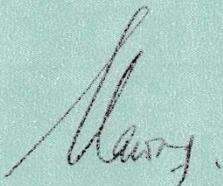
**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**BIOSORPSI ION LOGAM KROMIUM ( $\text{Cr}^{3+}$ ) MENGGUNAKAN ALGA  
HIJAU (*Spirogyra setiformis*) SEBAGAI BIOSORBEN**

**Nama** : Herda Zulva  
**Nim** : 14036038  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Padang, Agustus 2018**

**Pembimbing I**



**Dr. Mawardi, M.Si**

**NIP.19611123 198903 1 003**

**Pembimbing II**



**Drs. Bahrizal, M. Si**

**NIP. 19551231 198903 1 009**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Herda Zulva  
TM/NIM : 14036038/2014  
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi / 10 April 1996  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : MIPA  
Alamat : Jl. Kayu Gadih No.16 A Batu Taba, Jorong Jambu  
Aia, Banuhampu  
No.HP/Telepon : 081364981464  
Judul Skripsi : Biosorpsi Ion Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) Menggunakan  
Alga Hijau *Spirogyra setiformis* sebagai Biosorben

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/ skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (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 daftar pustaka.
4. Karya tulis/ skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **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, 11 Agustus 2018  
Yang membuat pernyataan,

  
Herda Zulva  
NIM : 14036038

## ABSTRAK

### **Herda Zulva (2018): Biosorpsi Ion Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) Menggunakan Biomassa Alga Hijau (*Spirogyra Setiformis*) Sebagai Biosorben.**

Beberapa pabrik industri membuang limbah logam berat ke lingkungan, hal ini dianggap sebagai kontaminan lingkungan, karena tidak dapat didegradasi. Salah satu logam berat yang sering digunakan adalah kromium yang dapat menyebabkan kanker kulit, oleh karena itu dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mengkarakteristik gugus fungsi, mengetahui kapasitas biosorpsi, pengaruh pH, konsentrasi awal larutan dan pengaruh waktu kontak dalam biosorpsi ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa alga hijau spesies *Spirogyra setiformis* sebagai biosorben untuk mengurangi kadar ion logam. Metoda yang digunakan untuk menentukan kapasitas serapan adalah metoda *batch*, yaitu pengontakan larutan logam dengan biosorben kemudian disaring, filtrat yang didapatkan di analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), Sedangkan karakteristik gugus fungsi dari alga hijau spesies *Spirogyra setiformis* diidentifikasi menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy (FTIR). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa biomassa alga hijau *Spirogyra setiformis* mempunyai gugus fungsi karboksil, alkohol, dan gugus fungsi amina. Kemudian pengaruh pH, konsentrasi dan waktu kontak terlihat cukup signifikan terhadap penyerapan ion  $\text{Cr}^{3+}$ , penyerapan optimum ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa alga hijau *Spirogyra setiformis* terjadi pada konsentrasi 200 mg/L pada pH 5 dan waktu kontak 90 menit.,serta jumlah serapan ion  $\text{Cr}^{3+}$  adalah sebesar 6,819 mg/g dan kapasitas serapan maksimum sebesar 70,846 %.

**Kata Kunci** : Biosorpsi, Ion  $\text{Cr}^{3+}$ , Alga hijau *Spirogyra setiformis*, Biosorben.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Biosorpsi Ion Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) Menggunakan Biomassa Alga Hijau (*Spirogyra Setiformis*) Sebagai Biosorben.”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir 2 sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, masukan dan motivasi yang berharga dari beberapa pihak. Berdasarkan hal ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku pembimbing I dan penasehat akademik sekaligus Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan bimbingan.
2. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Bapak Hary Sanjaya, M.Si sebagai Dosen Pembahas sekaligus Ketua Prodi Kimia yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si dan Ibu Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si selaku Dosen Pembahas.
5. Orang tua penulis dan keluarga tercinta.
6. Staf laboratorium jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

7. Sahabat- sahabatku dan mahasiswa jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan skripsi ini telah dilakukan sebaik-baiknya, namun untuk kesempurnaan skripsi ini, diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas kritik dan saran penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Penelitian Terdahulu .....	5
B. Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ).....	6
C. Alga Hijau ( <i>Spirogyra setiformis</i> ) .....	7
D. Biosorpsi.....	9
E. Spektrofotometer Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy (FTIR).....	12
F. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
B. Objek Penelitian .....	16
C. Variabel Penelitian.....	16
D. Alat dan Bahan .....	16
E. Metoda Penelitian Secara Umum.....	17
F. Teknik Analisa Data .....	19
G. Desain Penelitian Secara Umum.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
A. Identifikasi Sampel Alga Hijau yang berasal dari Sungai Batang Air Dingin, Lubuk Minturun Kota Padang.....	22
B. Karakteristik Gugus Fungsi Dalam Biomassa Alga Hijau <i>Spirogyra setiformis</i> .....	23

C. Pengaruh pH Awal Larutan Terhadap Penyerapan Ion Cr <sup>3+</sup> oleh Biomassa <i>Spirogyra setiformis</i> .....	25
D. Pengaruh Konsentrasi Awal Terhadap Penyerapan Ion Cr <sup>3+</sup> oleh Biomassa <i>Spirogyra setiformis</i> .....	27
E. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Ion Cr <sup>3+</sup> oleh Biomassa <i>Spirogyra setiformis</i> .....	30
F. Replikasi Perlakuan Kondisi Optimum Terhadap Penyerapan Ion Cr <sup>3+</sup> oleh Biomassa <i>Spirogyra setiformis</i> .....	31
G. Aplikasi Pada Limbah Laboraturium dan Proses Pemekatan .	32
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>35</b>
A. Simpulan.....	35
B. Saran .....	35
<b>KEPUSTAKAAN</b> .....	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Logam kromium (WaterplusPure - WordPress.com).....	7
2. Klorofil (Horton, dkk. 2012:444).....	8
3. Alga Hijau (Albert Mhanyan, 2010).....	9
4. (Hasil Identifikasi dari Laboraturium Biologi UNAND, 2017).....	22
5. (A) Biomassa alga hijau <i>Spirogyra setiformis</i> sebelum dikontakan dengan ion logam Cr(III) dan (B) sesudah dikontakan dengan ion logam Cr(III) .....	23
6. Pengaruh pH awal ion Cr <sup>3+</sup> pada serapan biomassa alga <i>Spirogyra setiformis</i> untuk ( 1 g biomassa, 50 mL larutan ion Cr <sup>3+</sup> konsentrasi 250 ppm, kecepatan 200 rpm dan 60 menit waktu kontak).....	26
7. Pengaruh konsentrasi awal larutan ion Cr <sup>3+</sup> pada serapan biomassa alga <i>Spirogyra setiformis</i> untuk ( 1 g biomassa, 50 mL Larutan Cr(III), pH larutan 5, kecepatan 200 rpm dan 60 menit waktu kontak).....	28
8. Kurva Linearitas Isoterm Langmuir penyerapan ion Cr <sup>3+</sup> .....	29
9. Pengaruh waktu kontak terhadap Serapan Biomassa Alga <i>Spirogyra setiformis</i> untuk ( 1 g biomassa, 50 mL larutan ion Cr <sup>3+</sup> 200 ppm, 200 rpm) .....	30
10. Replikasi Perlakuan Kondisi Optimum Terhadap Penyerapan Ion Cr <sup>3+</sup> oleh Biomassa <i>Spirogyra setiformis</i> .....	32
11. Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan HNO <sub>3</sub> terhadap Pemekatan Ion Cr <sup>3+</sup> .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Asam-Basa Keras Dan Lunak.....	<b>11</b>
2. Bilangan Gelombang dan Interpretasi Spektrum Infra Red.....	<b>13</b>

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Beberapa pabrik industri membuang limbah logam berat ke lingkungan, seperti industri cat warna, tekstil, kulit, pertambangan, electroplating, dan lain-lain. Hal ini dianggap sebagai kontaminan lingkungan, karena tidak dapat didegradasi. Logam berat juga memberikan efek toxic dan kecenderungan penimbunan di sepanjang rantai makan, pencemaran logam berat merupakan masalah penting dengan kosekuensi ekologi dan kesehatan manusia yang serius (Bulgariu, 2012). Salah satu logam berat yang sering digunakan adalah kromium. Kromium biasa digunakan dalam berbagai bidang industri, seperti dalam industri cat, industri pelapisan logam (electroplating), dan industri penyamakan kulit (Aravindan, *et al*, 2004).

Logam Kromium merupakan salah satu logam berat. Hal yang menimbulkan masalah adalah banyaknya kromium didalam perairan dikarenakan pabrik industri sembarang membuang limbah pabrik yang mengandung logam berat kedalam perairan, dan salah satunya adalah logam berat kromium. Berberapa penulis, secara individu melaporkan bahwa konsentrasi kromium telah melebihi batas aman dilingkungan hal ini sesuai standar WHO, yaitu kisaran (0,05 mg / L) (Ullah, *et al*, 2013).

Kadar ion logam dalam lingkungan dapat dihilangkan dengan berbagai cara seperti presipitasi kimia, elektrodeposisi, pertukaran ion, karbon aktif dan lain - lain (L. Pappalardo *et al.*, 2010). Selain itu salah satu cara dalam mengurangi kadar ion logam berat adalah biosorpsi. Biosorpsi merupakan

proses penyerapan ion logam, metaloid, senyawa, dan partikel yang tidak bergantung pada metabolisme bahan biosorpsi (biomaterial), akan tetapi terjadi melalui mekanisme kimia fisika seperti penukar ion, pembentukan kompleks, dan adsorpsi (Mawardi, 2008 : 28). Walaupun zeolit dan arang aktif banyak digunakan dalam pengolahan limbah, akan tetapi masih ada kelemahannya, seperti proses pembuatan yang cukup rumit dan harus menggunakan aktivator untuk kontak dengan logam berat. Salah satu alternatif adsorben lain yang dapat digunakan untuk penyerapan ion logam berat dalam limbah yaitu adsorben berbasis biomaterial yang berupa bagian dari tumbuhan. Adsorben jenis ini disebut biosorben, sedangkan dalam pengolahan limbah juga termasuk ramah lingkungan. Contohnya adalah penggunaan alga hijau oleh Mawardi (2007) sebagai adsorben logam berat (Reza Mulyawan *et al.*, 2015).

Salah satu biomassa yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroorganisme alga hijau *Spirogyra setiformis*. Penggunaan alga hijau ini sebagai biomaterial disebabkan oleh efisiensi dalam mengurangi kadar ion logam yang cukup tinggi. Alga hijau *Spirogyra setiformis* termasuk dalam kelompok alga hijau (Chlorophyta), yang merupakan mikroalga perfiton berfilamen dan hidup melekat di berbagai substratum, serta dapat membentuk hamparan biomassa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai (Abuzer Celekli *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melakukan penelitian tentang pengaruh biosorpsi ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*).

Dalam penelitian ini ditentukan kondisi optimum pH, waktu kontak, dan konsentrasi larutan.

## **B. Identifikasi Masalah**

Alga hijau (*Spirogyra setiformis*) merupakan biomaterial yang hidup melekat pada berbagai substratum baik dalam air mengalir maupun dalam air tergenang dan dapat membentuk hamparan biomassa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai, serta diharapkan dapat digunakan sebagai biosorben pada air limbah yang mengandung ion-ion logam berat salah satunya ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ). Adapun parameternya yaitu pengaruh pH awal larutan, konsentrasi awal larutan, dan waktu kontak.

## **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih terfokus, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut :

1. Biosorben yang digunakan adalah alga hijau (*Spirogyra setiformis*) yang berasal dari Sungai Batang Air Dingin, Lubuk Minturun Padang
2. Material yang akan diadsorpsi adalah ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ).
3. Penentuan kapasitas serapan biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) terhadap ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
4. Karakterisasi biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) menggunakan FTIR

## **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari uraian diatas, maka penulis merumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana karakteristik dari biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) yang diidentifikasi dengan FTIR ?
2. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak, dan konsentrasi larutan terhadap daya serap biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) terhadap ion ( $\text{Cr}^{3+}$ )?
3. Berapa Kapasitas serapan maksimum biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) terhadap ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ) ?

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

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. karakteristik dari biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) yang diidentifikasi dengan FTIR.
2. Menentukan kondisi optimum parameter pH, konsentrasi larutan, dan waktu kontak yang mempengaruhi ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ) menggunakan biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*).
3. Menentukan kapasitas serapan maksimum biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) terhadap ion ( $\text{Cr}^{3+}$ ).

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

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai kondisi optimum biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) dari Batang Air Dingin, Lubuk Minturun Padang sebagai biosorben logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ).
2. Memberikan informasi mengenai kapasitas serapan maksimum logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) oleh biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penelitian Terdahulu**

Dalam uraian berikut adalah penelitian – penelitian terdahulu yang berhubungan tentang biosorpsi logam berat dengan memanfaatkan biomaterial sebagai biosorben pengikat logam berat. Penelitian terdahulu sebagai berikut:

Ibrahim (2016), melakukan kajian proses biosorpsi logam berat beracun dari larutan berair oleh karbon aktif ulva lactuca, dari hasil analisis didapat Adsorpsi optimum ditemukan terjadi pada pH 5.0, waktu kontak 60 menit, dosis adsorben 0,8 g / L, dan konsentrasi awal 60 mg / L.

Mawardi (2014), melakukan kajian proses biosorpsi timbal (II) oleh biomassa alga *Spirogyra subsalsa* melalui modifikasi gugus karboksil dan karbonil. Dalam penelitian tersebut telah dipelajari gugus fungsi khususnya gugus karboksil dan karbonil, dalam proses biosorpsi kation  $Pb^{2+}$  oleh biomassa alga *S.subsalsa* dengan cara memperlakukan biomassa reagen pemodifikasi gugus fungsi yang sesuai. Mawardi *et al.* (1997), juga meneliti penyerapan biomassa *Saccharomyces cereviceae* terhadap logam timbal (II). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa. Kapasitas serapan maksimum dari biomassa terhadap timbal (II) adalah 33,04 mg/g. Selain itu, Mawardi *et al.* (2014) meneliti pemisahan ion krom (III) dan krom (VI) dalam larutan melalui proses biosorpsi menggunakan alga hijau *Spirogyra subsalsa*. Hasil penelitian diperoleh bahwa kapasitas biosorpsi serapan maksimum

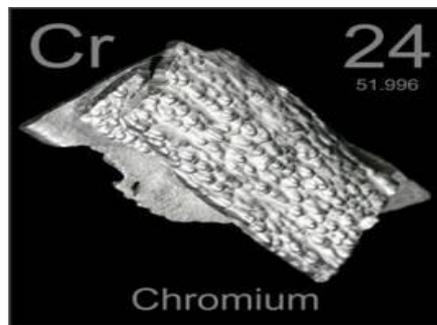
biomassa alga *S.subsalsa* untuk masing-masing ion  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Cr}^{6+}$  1,28 mg (0,035 mmol) dan 1,51 mg (0,029 mmol) per gram biomassa kering.

## **B. Logam Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ )**

Pencemaran logam berat telah menjadi ancaman serius terhadap lingkungan air. Pada konsentrasi yang tinggi, logam berat beracun bagi hewan dan tumbuhan, karena mereka bisa tersebar di air, sedangkan akibatnya pada manusia jika mengkonsumsi air yang terkontaminasi logam berat dapat menyebabkan bahaya kesehatan yang serius. Pencemaran air oleh kromium telah menjadi perhatian yang cukup besar, dimana keyantaannya kromium telah banyak digunakan dalam logam fi finishing, elektroplating, penyamakan kulit, produksi baja stainless, industri tekstil, dan lainya. Logam kromium ada di lingkungan baik dalam bentuk yang heksavalen  $\text{Cr(VI)}$  atau bentuk trivalen  $\text{Cr(III)}$  (Hassan, 2013).

Heksavalen  $\text{Cr(VI)}$  adalah bentuk yang paling beracun dari kromium, bersifat karsinogenik dan mutagenik terhadap organisme hidup. Selain itu, dapat menyebabkan kerusakan hati, paru-paru tersumbat dan menyebabkan iritasi kulit yang mengakibatkan pembentukan ulkus. Trivalen  $\text{Cr(III)}$  300 kali lebih sedikit beracun dari pada  $\text{Cr(VI)}$ , hal ini karena  $\text{Cr(III)}$  memiliki kelarutan hidroksida yang terbatas.  $\text{Cr(III)}$  sangat penting untuk hewan dan tumbuhan, karena memiliki peran penting dalam metabolisme glukosa dan lemak, meskipun secara berlebihan dapat menyebabkan reaksi alergi pada kulit,serta menyebabkan kanker ( Miretzky, 2010)

Tingkat toksisitas dari Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) jauh lebih rendah dibandingkan Kromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Kromium ( $\text{Cr}^{3+}$ ) biasanya hanya toksik terhadap tumbuhan dengan konsentrasi yang tinggi, sedangkan pada hewan biasanya kurang toksik bahkan bisa non toksik, akan tetapi pada manusia jika terpapar dengan logam ini dengan jangka waktu yang panjang akan mengakibatkan penyakit kulit bahkan kanker (Arravindan *et al.*, 2004 ).



Gambar 1. Logam kromium (WaterplusPure - WordPress.com)

Logam kromium selain sangat berguna dalam kehidupan manusia ternyata juga menimbulkan hal negatif jika digunakan sampai melewati nilai ambang batas, dimana kadar kromium dalam lingkungan sesuai standar WHO, yaitu kisaran (0,05 mg / L) (Ullah, *et al.*, 2013).

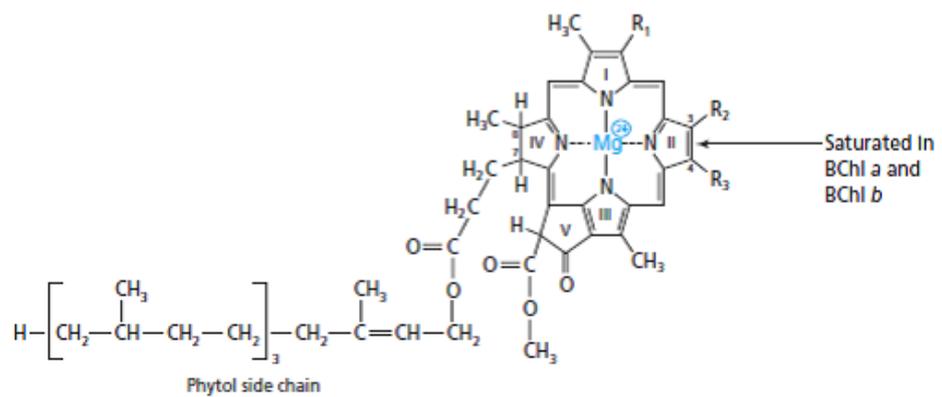
### C. Alga Hijau (*Spirogyra setiformis*)

Salah satu alga hijau (*Spirogyra subsalsa*) hidup melekat pada berbagai substrat baik dalam air mengalir maupun dalam air yang tergenang, serta dapat membentuk hamparan biomassa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai (Mawardi *et al.*, 2011 : 270).

*Spirogyra* merupakan alga hijau berfilamen tidak bercabang yang umumnya banyak ditemukan di air tawar. Alga *Spirogyra setiformis* termasuk *Spirogyra* yang masuk kelompok alga hijau (Clorophyta).

*Spirogyra setiformis* juga merupakan mikroalga perfiton berfilamen yang hidup melekat pada berbagai substratum baik dalam air mengalir maupun dalam air tergenang, dan dapat membentuk hamparan biomassa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai (Abuzer Celekli *et al*, 2016).

Alga hijau (*Chlorophyceae*) merupakan alga yang memiliki pigmen berupa klorofil a dan b, beta, gamma, karoten, dan santofil. Alga ini pada umumnya berwarna hijau. Terdapat dua jenis klorofil yang berbeda pada sebagian besar tanaman dan cyanobakteria, yaitu klorofil a dan klorofil b (Fajar, 2014)



Chl species	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Chl a	—CH=CH <sub>2</sub>	—CH <sub>3</sub>	—CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>
Chl b	—CH=CH <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—H} \end{array}$	—CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>
BChl a	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—CH}_3 \end{array}$	—CH <sub>3</sub>	—CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>
BChl b	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—CH}_3 \end{array}$	—CH <sub>3</sub>	—CH=CH—CH <sub>3</sub>

Gambar 2.Klorofil (Horton,dkk.2012:444)



Gambar 3. Alga Hijau (Albert Mihranyan, 2010).

Selain itu beberapa komposisi lain pada alga hijau yang berperan penting dalam penyerapan logam berat yaitu: polisakarida, serta protein atau lipid pada permukaan dinding sel yang mengandung kelompok gugus fungsional seperti amino, hidroksil, karboksil dan sulfat, yang dapat bertindak sebagai situs pengikatan untuk logam (Bagda *et al.*, 2017). Alga hijau *Spirogyra setiformis* memiliki afinitas pengikat yang tinggi, dinding sel, serta pertumbuhan yang cepat dan keberadaannya yang melimpah di alam menunjukkan secara efektif bagus sebagai biosorben yang dapat mengurangi dan menghilangkan logam berat yang ada pada limbah industri berair (Khataee *et al.*, 2013).

#### **D. Biosorpsi**

Salah satu cara dalam mengurangi kadar ion logam berat adalah biosorpsi. Biosorpsi merupakan proses penyerapan ion logam, metaloid, senyawa, dan partikel yang tidak bergantung pada metabolisme bahan biosorpsi (biomaterial), akan tetapi terjadi melalui mekanisme kimia fisika seperti penukar ion, pembentukan kompleks, dan adsorpsi (Mawardi, 2008 : 28). Biosorpsi adalah Proses penyerapan ion-ion logam oleh biomaterial

terjadi secara *metabolism-independent*, pada sel hidup dan mati, yang melibatkan ion logam dengan biopolimer (makromolekul) pembentuk sel, diantaranya protein dan polisakarida, fosfomanan, chitin dan chitosan, sebagai sumber gugus fungsi (Mawardi,*et, al.*, 2014 : 28).

Pearson mengemukakan suatu prinsip yang disebabkan *Hard and Soft Acid Base* (HSAB). Menurutnya sisi aktif pada permukaan biosorben dapat dianggap sebagai ligan yang dapat mengikat logam secara selektif. Ligan - ligan yang atomnya sangat elektronegatif dan berukuran kecil merupakan basa kuat sedangkan ligan - ligan dengan elektron terluarnya mudah terpolarisasi merupakan basa lemah. Sedangkan ion - ion logam yang berukuran kecil namun bermuatan positif besar, elektron terluarnya tidak mudah terpengaruh oleh ion dari luar termasuk asam kuat, sedangkan ion-ion logam yang berukuran besar dan bermuatan kecil, elektron terluarnya mudah terpengaruh oleh ion lain, dikelompokkan kedalam asam lemah (Wood and Wang, 1983).

Pengertian asam basa menurut teori lewis; basa merupakan donor elektron dan asam merupakan aseptor elektron. Inti dari teori ini adalah asam keras berinteraksi kuat dengan basa keras sedangkan asam lunak berikatan kuat dengan basa lunak. Asam keras dicirikan dengan keelektronegatifan yang rendah, ukuran yang kecil dan muatan yang tinggi. Sedangkan asam lunak mempunyai keelektronegatifan yang sedang sampai tinggi, ukuran yang besar dan karenanya sering terpolarisasi. Basa keras dikarakterisasi dengan ukuran yang kecil dan keelektronegatifan yang

sangat tinggi. Basa lunak mempunyai keelektronegatifan sedang dan ukuran yang besar sehingga mudah terpolarisasi. Interaksi keras-keras dipresentasikan sebagai ikatan ion sementara interaksi lunak-lunak disebut dengan ikatan kovalen (Bigelius J., 2013). Berikut merupakan klasifikasi asam basa keras dan lunak, yaitu :

Tabel 1. Klasifikasi Asam-Basa Keras Dan Lunak

Asam keras	Antara	Asam lunak
$H^+$ , $Na^+$ , $K^+$ , $Be^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Li^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Co^{3+}$ , $Fe^{3+}$	$Fe^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Sn^{2+}$	$Cu^+$ , $Ag^+$ , $Au^+$ , $Ti^+$ , $Hg^{2+}$ , $CH_3Hg^+$ , $Cd^{2+}$ , $Pt^{2+}$ , $Pd^{2+}$
Basa keras	Antara	Basa lunak
$H_2O$ , $OH^-$ , $F^-$ , $Cl^-$ , $PO_4^{3-}$ , $SO_4^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $ROH$ , $RO^-$ , $NO_3^-$ , $NH_3$ , $RNH_2$ , $CH_3COO^-$ , $R_2O$ , $ClO_4^-$	$Br^-$ , $NO_2^-$ , $SO_3^{2-}$ , $N_3^-$ , $C_6H_5NH_2$ , $C_6H_5N$ , $N_2$	$RSH$ , $SCN^-$ , $RS^-$ , $S_2O_3^{2-}$ , $C_2H_4$ , $C_6H_6$ , $H^-$ , $CO$ , $H_2S$ , $CN^-$ , $R_3O$ , $I^-$ , $(RO)_3P$ , $R_3As$

(Sumber: Wood and Wang, 1983)

Pada biosorpsi ini terdapat dua metoda, yaitu metoda perendaman (*batch*) dan kolom (*fixed bed*). Pada metoda (*batch*) dilakukan dengan cara mencampur dan mengocok dengan bahan penyerap yaitu biomassa sampai tercapai kesetimbangan. Serapan fase padat ini mencapai kesetimbangan saat biosorben telah jenuh oleh biosorbat. Zat yang tidak teradsorpsi atau

terserap selanjutnya akan dipisahkan dari campuran dengan penyaringan. Setelah kesetimbangan tercapai, dilakukan pengukuran konsentrasi zat sisa pada filtrat dengan menggunakan instrumen spektroskopi serapan atom (AAS) untuk penetapan kondisi kesetimbangan (Agustiningtyas Z., 2012).

#### **E. Spektrofotometer Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy (FTIR)**

Analisis spektrum inframerah dapat memberi tahu molekul apa yang ada dalam sampel dan pada konsentrasi berapa; inilah mengapa spektroskopi inframerah berguna. Ada beberapa jenis spektrometer inframerah di dunia, tetapi yang paling banyak digunakan adalah FTIR. (Smith. 2011 : 1). Prinsip kerja dari instrumen FTIR ini yakni berdasarkan jumlah penyerapan sinar oleh suatu sampel. Apabila suatu sampel dilewati oleh radiasi inframerah, maka molekul-molekulnya akan mengabsorpsi energi dan terjadi transisi antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*exite state*). Pada FTIR spektra yang terbentuk akan memberikan informasi mengenai gugus fungsional suatu molekul (Puspitasari, 2012).

Transformasi Fourier inframerah (FTIR) spektroskopi adalah salah satu alat yang paling penting dan digunakan untuk menganalisis parameter kualitas yang berbeda. Analisis dilakukan untuk melihat jenis – jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa tersebut. Fourier TransformInfrared spectroscopy (FTIR) telah digunakan sebagai teknik yang cepat, dan akurat untuk mengukur banyak parameter. FTIR menganalisa kelompok fungsional dan memberikan informasi dalam bentuk puncak. FTIR adalah

metode cepat dan, menghemat waktu yang dapat mendeteksi berbagai kelompok fungsional, dan sensitif terhadap perubahan dalam struktur molekul. FTIR memberikan informasi berdasarkan komposisi kimia dan keadaan fisik dari seluruh sampel (Amir, 2011).

Tabel 2. Bilangan Gelombang dan Interpretasi Spektrum Infra Red

Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsional
800-1200	Uluran C-C
900-1300	C-O dan C-N
1050-1260	C-O eter
1200-1450	Tekukan OH
1515	Amina sekunder alifatik
1500-1610	Tekukan N-H
1580-1650	Tekukan N-H amina primer
1640-1820	C=O karbonil
3310-3350	Uluran N-H amina sekunder
3250-3330	Uluran N-H amina primer alifatik
3400-3500	Uluran N-H amina primer
3000-3700	Uluran O-H dan N-H

Sumber : Jhon Coates in Encyclopedia of Analytical Chemistry, 2003.

Pendekatan alternatif adalah penggunaan spektroskopi mikro Fourier transform infrared (FTIR). Ini adalah metode untuk menganalisis seluruh organisme menggunakan sel utuh yang melibatkan pengukuran inframerah penyerapan dengan berbagai mode vibrasi molekul, Kelompok-kelompok molekuler tertentu yang dapat diidentifikasi oleh pita absorpsi FTIR seperti makromolekul (termasuk protein, lipid, karbohidrat, dan asam nukleat). Beberapa penelitian telah mulai menunjukkan potensi FTIR sebagai alat untuk mengidentifikasi perubahan dalam komponen seluler, termasuk lipid. (Dean, 2010).

## **F. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**

Atomic Absorption Spectrometry (AAS) adalah teknik untuk mengukur jumlah unsur kimia yang ada dalam sampel lingkungan dengan mengukur radiasi yang diserap oleh unsur kimia yang menarik. Ini dilakukan dengan membaca spektrum yang dihasilkan ketika sampel tertarik oleh radiasi. Atom menyerap ultraviolet atau cahaya tampak dan membuat transisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Metode penyerapan atom mengukur jumlah energi dalam bentuk foton cahaya yang diserap oleh sampel. Detektor mengukur panjang gelombang cahaya yang ditransmisikan oleh sampel, dan membandingkannya dengan panjang gelombang yang awalnya melewati sampel. Sebuah prosesor sinyal kemudian mengintegrasikan perubahan dalam panjang gelombang yang diserap, yang muncul dalam pembacaan sebagai puncak penyerapan energi pada panjang gelombang yang berbeda. Energi yang diperlukan untuk elektron meninggalkan atom dikenal sebagai energi ionisasi dan spesifik untuk setiap elemen kimia. Ketika sebuah elektron bergerak dari satu tingkat energi ke tingkat yang lain di dalam atom, sebuah foton dipancarkan dengan energi. Atom dari suatu elemen memancarkan garis spektrum karakteristik. Setiap atom memiliki pola panjang gelombang yang berbeda di mana atom akan menyerap energi, karena konfigurasi unik elektron di kulit terluarnya. Ini memungkinkan analisis kualitatif sampel. Konsentrasi dihitung berdasarkan hukum Beer-Lambert. Absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi analit yang diserap untuk setiap kondisi yang ada. Konsentrasi

biasanya ditentukan dari kurva kalibrasi, diperoleh menggunakan standar konsentrasi yang diketahui (García, 2012 : 1)

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan dari hasil pannelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa dengan FTIR, diketahui bahwa puncak-puncak yang didapat pada bilangan  $3329\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H dari asam karboksilat yang juga di dukung oleh spectrum serapan N-H pada bilangan gelombang  $1637\text{ cm}^{-1}$  dan gugus C-O & C-N pada bilangan gelombang  $1026\text{ cm}^{-1}$ . Dari data diatas dapat diketahui bahwa biomassa alga hijau *Spirogyra setiformis* mempunyai gugus fungsi karboksil, alkohol, dan gugus fungsi amina.
2. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kondisi optimum penyerapan ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa alga hijau *Spirogyra setiformis* terjadi pada konsentrasi 200 mg/L pada pH 5 dan waktu kontak 90 menit.
3. Jumlah serapan ion  $\text{Cr}^{3+}$  adalah sebesar 6,819 mg/g dan kapasitas serapan maksimum sebesar 70,846 %.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai biomassa alga hijau (*Spirogyra setiformis*) ini, misalnya digunakan untuk penelitian mengenai Equilibrium dan Kinetika dari penyerapan logam berat oleh biomassa *Spirogyra setiformis*.

## KEPUSTAKAAN

- Amir, R. M., Anjum, F. M., Khan, M. I., Khan, M. R., Pasha, I., & Nadeem, M. 2013. Application of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy for The Identification of Wheat Varieties”. *Journal of food science and technology*, 50(5), 1018-1023.
- Aravindhan, R., Madhan, B., Rao, J. R., Nair, B. U., & Ramasami, T. 2004. “Bioaccumulation of Chromium from Tannery Wastewater: An Approach for Chrome Recovery and Reuse”. *Environmental science & technology*, 38(1), 300-306.
- Agustiningtyas Z. 2012. “Optimisasi Adsorpsi Ion Pb (II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon”. *Skripsi*, Bogor: IPB.
- Bagda Esra, Mustafa Tuze & Ahmet Sari. 2017. “Equilibrium, Thermodynamic and Kinetic Investigations for Biosorption of Uranium with Green Algae *Cladophora Hutchinsiae*”. *Journal of Environmental Radioactivity*. 175-176 7-14.
- Bigelius J. 2013.” Study of Stationary Disertasi, Sweden: Department of Chemical Engineering”. Lund University.
- Bulgariu, D., & Bulgariu, L. 2012. “Equilibrium and Kinetics Studies of Heavy Metal Ions Biosorption on Green Algae Waste Biomass”. *Bioresource technology*, 103(1), 489-493.
- Çelekli, A., Gültekin, E., & Bozkurt, H. 2016. “Morphological and Biochemical Responses of *Spirogyra Setiformis* Exposed to Cadmium”. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 44(3), 256-262.
- Coates, J. 2000. “Interpretation of Infrared Spectra, a Practical Approach”. *Encyclopedia of analytical chemistry*, 12, 10815-10837.
- Dean, A. P., Sigeo, D. C., Estrada, B., & Pittman, J. K. 2010. Using FTIR Spectroscopy for Rapid Determination of Lipid Accumulation in Response to Nitrogen Limitation in Freshwater Microalgae. *Bioresource technology*, 101(12), 4499-4507.
- Fajar, A., Ibrahim, R., & Dewi, E. N. (2014). Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil, Beta Karoten, Dan Caulerpin Alga Hijau (*Caulerpa Racemosa*) Pada Suhu Penyimpanan Yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 1-10.