

Skripsi

**PEMANFAATAN AMPAS TEBU *Saccharum officinarum* SEBAGAI
BIOSORBEN DAN APLIKASINYA TERHADAP
PENJERAPAN ION Cr(VI)**

MUHAMMAD SYAHRIL YUSUF

H311 16 315



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**PEMANFAATAN AMPAS TEBU *Saccharum officinarum* SEBAGAI
BIOSORBEN DAN APLIKASINYA TERHADAP
PENJERAPAN ION Cr(VI)**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains pada Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

MUHAMMAD SYAHRIL YUSUF

H311 16 315

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMANFAATAN AMPAS TEBU *Saccharum officinarum* SEBAGAI
BIOSORBEN DAN APLIKASINYA TERHADAP PENJERAPAN ION Cr(VI)

Disusun dan diajukan
oleh



Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada 6 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



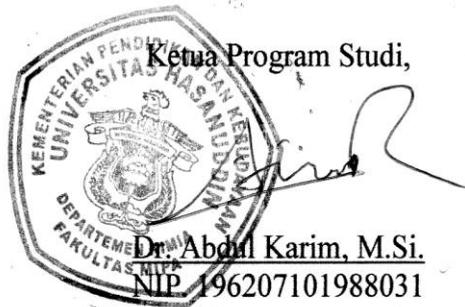
Dr. Yusafir Hala, M.Si
NIP.19580510 198810 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. Paulina Taba, M.Phill
NIP. 19571115 198810 2 001

Ketua Program Studi,



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Syahril Yusuf

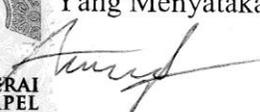
NIM : H31116315

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “**Pemanfaatan Ampas Tebu *Saccharum officinarum* sebagai Biosorben dan Aplikasinya terhadap Penjerapan Ion Cr(VI)**” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya gunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 9 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Muhammad Syahril Yusuf

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta ilmu pengetahuan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Berhasilnya penyusunan skripsi dengan judul “**Pemanfaatan Ampas Tebu *Saccharum officinarum* sebagai Biosorben dan Aplikasinya terhadap Penjerapan Ion Cr(VI)**” menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai ilmu di Strata Satu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Merah Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis ke tahap penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun spirit dari orang-orang terdekat dan yang berada di lingkungan penulis. Dengan setulus hati, pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua penulis Ayahanda **Nirwan Yusuf** dan Ibunda **Hasnah** tercinta untuk perhatian, pengorbanan, kasih sayang, kesabaran, dukungan materi dan ketulusan doa yang tiada henti bagi penulis. Semoga Allah SWT membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Terima kasih untuk saudaraku tercinta **Safriani Yusuf, S.S, Saiful Yusuf, S.T** dan **Agni Hasrini Yusuf, S.H**, yang selalu mendukung, menyemangati, memotivasi, menasihati dan tiada henti-hentinya memberikan doa yang terbaik. Semoga penulis bisa diberi kesempatan untuk bisa membahagiakan mereka.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebedar-besarnya kepada Bapak **Dr. H. Yusafir Hala, M.Si** selaku pembimbing utama sekaligus penasehat akademik dan Ibu **Dr. Paulina Taba, M.Phil** selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Tim dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu Bapak **Dr. Firdaus, MS** (ketua), Bapak **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si** (sekretaris) dan ibu **Dr. Umriani Permatasari, S.Si, M.Si** (koord. seminar).
2. Ketua Departemen Kimia FMIPA Unhas bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Sekretaris Departemen Kimia FMIPA Unhas ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** beserta dosen dan staf Departemen Kimia **Ibu Sarina, Ibu Berlian (Almh), Kak Rahma, Kak Balqis** dan **Pak Haerul** yang telah membantu penulis dalam perjalanan selama menempuh pendidikan di Departemen Kimia FMIPA Unhas.
3. Bapak **Dr. Maming, M.Si** dan Bapak **Dr. H. Yusafir Hala, M.Si** selaku Penasehat Akademik sekaligus memberikan banyak bimbingan, masukan, motivasi dan dorongan selama mengikuti proses perkuliahan di Departemen Kimia FMIPA Unhas.
4. Seluruh Analis Laboratorium Kimia Departemen Kimia Unhas, **Pak Iqbal, Pak Sugeng, Ibu Tini, Ibu Anti, Kak Linda, Kak Fiby** dan **Kak Hannah**. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama proses penelitian.

5. Saudari **Sri Wulandary, S.Si, Megawati, S.Si, Fitriya, dan Nia Kurnia, S.Si** yang senantiasa membantu penulis dalam bimbingan penulis selamapenelitian.
6. Saudara Pejantan Kromofor (**Pado, Fajar, Aci, Rully, Midin, Ismul, Imam, Fadhil, Awal, Fajar, Dion, Khoyim, Maman dan Wandu**). Terima kasih atas kebersamaan masa-masa ramsis dan pondok harmoni, Sekret HMK dan BEM selalu menjadi tempat teduh untuk mengeluh dan memperkuat solidaritas.
7. Saudara-Saudariku seperjuangan Riset dan Edukasi yang luar biasa (**Abdul Rahman, Dian Budiarti, Amaliah M., Afdhaliatul K., Fitriani B., A. Mena Mulya R., dan Fajar Said A.**)
8. Saudara-Saudariku **Kromofor 2016 “Totalitas Hingga Akhir”**. Terima kasih atas semangat, mengajarkan rasa persaudaraan, suka duka selama proses dinamika organisasi/lembaga menjadi pengalaman pribadi penulis dalam kehidupan kampus.
9. Saudara-Saudariku **MIPA 2016 “Seperti Seharusnya”**. Terima kasih atas semangat, mengajarkan arti ke-MIPA-an dalam persaudaraan seperti seharusnya dan terutama kepada Pejantan 2016 yang selalu tampan.
10. Seluruh warga dan alumni **KMK FMIPA Unhas**. HMK Tempat Kita dibina, HMK Tempat Kita ditempa.
11. Kakak-kakak, adik-adik serta alumni **KM FMIPA Unhas**. Salam *Use Your Mind Be The Best*.
12. Teman-teman KKN Tematik Takalar Gel. 103 Unhas Kabupaten

Takalar, Kecamatan Galesong, Desa Pa'lalakkang: **Kak Rizal** (F-Teknik), **Mahmud** (F-Teknik), **Emil** (FIKP), **Riska** (FIB), **Zulfikar**(FIB). Terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman berharga selama di lokasi KKN.

13. Bapak/ibu pembimbing PKL Laboratorium Forensik Polri Cab. Makassar: **Pak Gede, Ibu Hasura, Pak Budi, Pak Usman, Kak Diah** dan **semua personil lab. Forensik** terima kasih atas ilmu dan pengalaman selama kami magang.

14. **Semua pihak** yang tidak sempat disebut namanya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan do'a kepada penulis.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diperlukan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia, Amin.

Makassar, 9 Juni 2021

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan parameter optimum ampas tebu sebagai biosorben dan aplikasinya dalam penjerapan Cr(VI). Penelitian ini diawali dengan proses pengeringan ampas tebu lalu diayak pada ayakan 60 mesh lalu diikuti dengan proses delignifikasi menggunakan NaOH 6%. Hasil delignifikasi kemudian dikarakterisasi menggunakan FT-IR untuk dibandingkan spektrumnya dengan selulosa standar. Ampas tebu delignifikasi yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menjerap ion Cr(VI) yang dibuat dari $K_2Cr_2O_7$ kemudian ditentukan kapasitas penjerapannya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 543 nm. Hasil penelitian diperoleh ampas tebu delignifikasi yang digunakan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai biosorben dengan parameter optimum penjerapan waktu kontak optimum sebesar 45 menit, pH optimum pada nilai 7, suhu optimum 50 °C dan konsentrasi optimum sebesar 500 ppm dengan kapasitas penjerapan sebesar 5,872 mg/g yang mengikuti model isoterm langmuir dengan koefisien korelasi sebesar 0,9908.

Kata kunci: Cr(VI), biosorben, delignifikasi, ion, logam, penjerapan,

ABSTRACT

The Research is to understand the potency and optimum parameter of bagasse as biosorbent and its application as biosorbent for Cr(VI). This Research begins with drying process for bagasse and then sieved at 60 mesh and then followed by delignification of dried bagasse using NaOH 6%. Delignified bagasse then characterised using FT-IR to identify its functional group to be compared with standard cellulose and for further application with Cr(VI). Delignified bagasse then applied to Cr(VI) solution from $K_2Cr_2O_7$ as biosorbent. UV-Vis Spectrophotometer then used to determine adsorption capacity of delignified bagasse at maximum wavelength (543 nm). This Research Result shows that delignified bagasse is potential to be used as biosorbent for Cr(VI) solution. The optimum parameter for contact time, pH, temperature and concentration shows in respectively at 45 minutes, pH 7, 50 °C, 500 ppm with adsorption capacity at optimum parameter is 5,872 mg/g that follows langmuir isotherm model with correlation coefficient (R^2) of 0,9908.

Keyword: adsorption, biosorbent, bagasse, Cr(VI), delignification, ion , metal,

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Cr(VI) di Perairan.....	5
2.1.1 Toksisitas Cr(VI)	7
2.2 Produksi Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>) di Indonesia.....	8
2.3 Ampas Tebu (<i>Bagasse</i>)	9
2.3.1 Lignin.....	10
2.3.2 Selulosa.....	11
2.4 Adsorpsi.....	13
2.4.1 Adsorpsi Ion Logam.....	15

2.4.2 Isotermal Adsorpsi.....	16
2.5 Biosorpsi.....	18
2.6 Karakterisasi Biosorben Cr(VI)	19
2.6.1 Spektroskopi Infra Merah (IR)	19
2.6.2 Spektroskopi <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis)	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Bahan Penelitian.....	21
3.2 Alat Penelitian.....	21
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	22
3.4.1 Preparasi Sampel.....	22
3.4.2 Delignifikasi Ampas Tebu.....	22
3.4.3 Aplikasi Selulosa Ampas Tebu sebagai Biosorben Cr(VI)	22
3.4.3.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	22
3.4.3.2 Penentuan pH Optimum.....	23
3.4.3.3 Penentuan Suhu Optimum.....	23
3.4.3.4 Penentuan Konsentrasi Optimum.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Dan Pembahasan.....	24
4.1.1 Delignifikasi Ampas Tebu.....	24
4.2 Aplikasi Selulosa Ampas Tebu sebagai Biosorben Cr(VI).....	26
4.2.1 Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	26
4.2.2 Penentuan pH Optimum.....	27
4.2.3 Penentuan Suhu Optimum.....	28

4.2.4 Penentuan Konsentrasi Optimum.....	29
4.2.5 Kapasitas Penjerapan Ion Cr(VI) oleh AT 1.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Dampak dari Kontaminasi Kromium Heksavalen.....	9
Luas Perkebunan Tebu di Indonesia.....	10
Klasifikasi Logam dan Ligan berdasarkan Prinsip HSAB Pearrson.....	16
Penelitian Terkait Penjerapan Ion Cr(VI) menggunakan beberapa adsorben.....	18
Perbandingan Spektra AT1, AT2 dan AT 3.....	25
Data Parameter Penjerapan Cr(VI) oleh AT 1 berdasarkan Persamaan Isotermal Langmuir dan Freundlich.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Skema Perjalanan Logam Berat.....	7
Perkiraan Struktur Monomer Lignin.....	12
Selulosa.....	12
Reaksi Hidrolisis Selulosa.....	13
Spektra Standar Selulosa dan Sampel.....	24
Hubungan Waktu Kontak dengan Ion Cr(VI) yang dijerap oleh AT 1.....	26
Hubungan pH dengan jumlah Ion Cr(VI) yang dijerap.....	27
Hubungan Suhu dengan Jumlah Ion Cr(VI) yang dijerap.....	28
Hubungan Konsentrasi Awal Cr(VI) dengan jumlah Ion yang dijerap AT 1.....	29
Perbandingan Kapasitas Penjerapan AT 1, AT 2 dan AT 3.....	29
Hubungan antara jumlah Cr(VI) yang dijerap oleh AT 1 dengan Konsentrasi Larutan pada Kesetimbangan.....	30
Isotermal Langmuir untuk penjerapan Cr(VI) oleh AT 1.....	31
Isotermal Freundlich untuk Penjerapan Cr(VI) oleh AT 1.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Diagram Alir.....	39
Bagan Kerja.....	40
Gambar Penelitian.....	45
Perhitungan.....	47

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti
FT-IR	<i>Fourier Transform Infrared Spectrometer</i>
UV-Vis	<i>Ultra violet - Visible</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber kehidupan bagi umat manusia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Apabila air telah tercemar maka kehidupan manusia akan terganggu. Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang lebih seksama dan cermat. Pencemaran air dapat disebabkan oleh banyak faktor, menurut PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Anonim a, 2001), pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Salah satu penyebab pencemaran air adalah kehadiran logam berat di dalam air yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam krom merupakan salah satu logam yang beracun yang sering didapatkan dari limbah industri tekstil dan logam, pembangkit listrik tenaga nuklir (Marin dkk., 2008).

Logam krom bersifat toksik bagi makhluk hidup melalui udara, air, dan makanan yang terkontaminasi oleh logam berat. Logam berat tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Kation Cr(VI) yang masuk ke lingkungan hidup dapat berasal dari berbagai sumber, tetapi sumber yang diduga paling banyak berpengaruh yaitu aktivitas industri, pertambangan, kegiatan rumah tangga yang menghasilkan limbah yang mengandung ion Cr(VI), dan zat sisa pembakaran serta mobilitas bahan bakar. Salah satu contohnya adalah industri *electroplating* yang menggunakan larutan elektrolit sehingga menghasilkan limbah cair yang mengandung ion Cr(VI), dan

produk yang tahan terhadap korosi (Jacobs dkk., 2004; Susanto dkk., 2017). Pada industri nikel, *slag* yang dihasilkan dari *furnace* menjadi salah satu sumber dari krom(VI) yang diakibatkan dari reaksi pada suhu yang tinggi di dalam *furnace* (Zubayr, 2009).

Beberapa contoh kasus pencemaran perairan oleh ion Cr(VI) terjadi di Sidoarjo, Jawa Timur hal ini diduga karena semburan lumpur di lokasi pengeboran minyak pada beberapa lokasi di Sidoarjo, sehingga terdapat beberapa sumur dengan kandungan ion Cr(VI) pada konsentrasi yang berbahaya (Andini, 2017). Kasus lain yang terjadi di Tanjung Leppe, Pomalaa, Sulawesi didapatkan bahwa 5 dari 10 titik pengambilan sampel mengandung Cr(VI) yang melebihi standar aman yaitu 0,005 mg/L dengan kadar tertinggi sebesar 0,016 mg/L (Zubayr, 2009).

Pencemaran juga terjadi di Sungai Winongo, Yogyakarta yang mengakibatkan bioakumulasi Krom(VI) terhadap ikan dalam sungai tersebut sehingga menjadi tidak layak konsumsi (Handayani, 2015). Berdasarkan BPOM RI (Anonim b, 2010), krom merupakan logam berat yang memiliki beberapa organ sasaran seperti pencernaan, pernapasan, ginjal dan hati, mekanisme kerja dari logam ini adalah dengan merusak ginjal, hati dan sel darah melalui reaksi oksidasi serta logam ini dalam keadaan bilangan oksidasi +6 dan +5 berikatan langsung dengan DNA.

Manusia dapat memenuhi kebutuhannya melalui produksi dari industri, salah satu contohnya dalam industri gula dari tebu yang merupakan sumber pemanis utama di dunia. Produksi nasional gula menghasilkan limbah, baik secara konvensional maupun modern. Masalah yang dapat muncul adalah hasil samping dari produksi gula yang cukup besar. Sampai saat ini, ampas tebu sebagian besar hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar, bahan pembuatan kertas, atau sebagai pakan ternak (Lubis dkk., 2015; Hamsyah, 2018).

Ampas tebu adalah hasil dari limbah industri gula yang belum dimanfaatkan dengan optimal membawa masalah tersendiri bagi industri gula maupun lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang di dalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin (Apriliani, 2010).

Menurut Lavarack dkk. (2002), sekitar 50% ampas tebu yang dihasilkan pabrik gula dimanfaatkan sebagai *boiler* dan sisanya sebagai buangan. Total luas tanaman tebu di Indonesia adalah 395,399,44 Ha, diperkirakan setiap 1 Ha tanaman tebu mampu menghasilkan 100 ton *bagasse*/ampas tebu. Pulau Sulawesi memiliki tanaman tebu seluas 16,373,4 Ha sehingga *bagasse* ini perlu dimanfaatkan lebih maksimal (Setiati, 2016). Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2018, Sulawesi Selatan memiliki luas perkebunan tebu sebesar 14,640 Ha (Anonim c, 2018).

Ampas tebu/*bagasse* memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 42,67%, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai adsorben (Kusumawardani dkk., 2012). Selulosa dapat digunakan sebagai biosorben untuk ion logam Cr(VI) dimana gugus OH, C-O berpengaruh dalam proses biosorpsi (Vinodhini dan Nilanjana, 2009; Zhu dkk., 2015). Selulosa pada ampas tebu dilapisi oleh lignin yang membuat struktur selulosa bersifat kuat. Keberadaan lignin tersebut dapat mengganggu selulosa untuk berikatan dengan ion logam. Oleh karena itu, ampas tebu perlu didelignifikasi (Handayani, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai biosorpsi ion Cr(VI) akan dilakukan dengan menggunakan selulosa ampas tebu. Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat untuk menangani masalah-masalah lingkungan terutama untuk masalah penanganan limbah logam berat pada perairan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. bagaimana potensi ampas tebu sebagai biosorben ion Cr(VI)
2. bagaimana pengaruh waktu kontak, pH, suhu terhadap penjerapan ion Cr(VI) menggunakan biosorben ampas tebu terdelignifikasi?
3. berapa kapasitas penjerapan ion Cr(VI) oleh biosorben ampas tebu terdelignifikasi?
4. metode isothermal penjerapan apakah yang sesuai pada penjerapan ion Cr(VI) oleh ampas tebu terdelignifikasi

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan potensi dan kapasitas penjerapan ion Cr (VI) menggunakan biosorben ampas tebu terdelignifikasi serta mengetahui perbandingan penjerapan ion Cr(VI) dari biosorben ampas tebu terdelignifikasi, tanpa delignifikasi dan selulosa standar.

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. mengetahui potensi biosorben ampas tebu terdelignifikasi sebagai agen penjerap ion Cr(VI)
2. menentukan pengaruh waktu kontak, pH, konsentrasi, dan suhu terhadap penjerapan ion Cr(VI) oleh biosorben ampas tebu terdelignifikasi
3. menentukan kapasitas penjerapan ion Cr(VI) oleh biosorben ampas tebu terdelignifikasi
4. menentukan metode Isotermal apakah yang sesuai pada penjerapan Ion Cr(VI) oleh ampas tebu terdelignifikasi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai potensi dan kapasitas penjerapan ampas tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai biosorben ion Cr(VI) dan di harapkan dapat menjadi alternatif dalam penanganan limbah Cr(VI) di perairan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Cr(VI) di Perairan

Pencemaran air dapat disebabkan oleh banyak hal, menurut PP No. 82 Tahun 2001, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Air yang layak dikonsumsi memiliki ciri tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan tidak ada endapan padat yang terlarut (Anonim a, 2001; Jacobs, 2004).

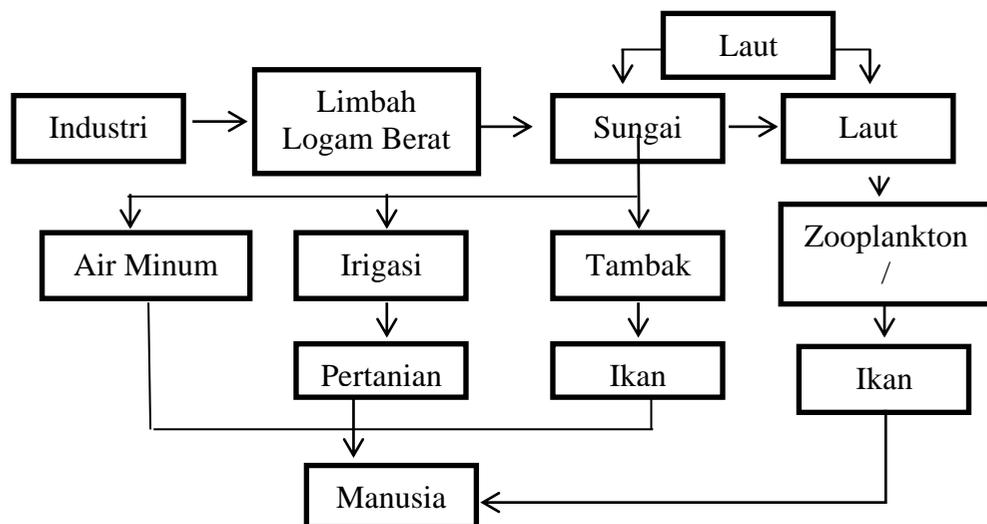
Salah satu penyebab dari terjadinya pencemaran air adalah kehadiran logam berat di dalam air karena dapat menyebabkan kanker atau bersifat karsinogenik. Logam berat bersifat toksik bagi makhluk hidup baik melalui udara, air atau makanan yang terkontaminasi dengan logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian terakumulasi (Andini, 2017).

Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik. Dampak yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis. Kromium dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik. Logam kromium merupakan logam berat yang bersifat toksik. Sifat toksik yang dibawa oleh logam ini dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Listiana, 2013).

Pencemaran Cr(VI) di perairan terjadi pada sumber air di Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo hal ini diakibatkan oleh semburan lumpur pada lokasi pengeboran minyak bumi yang berjarak relatif dekat dengan sumur warga setempat. Masyarakat setempat yang menggunakan sumur air untuk keperluan sehari-hari seperti minum, mencuci, mandi dan lain sebagainya menjadi terancam karena didapatkan hasil bahwa 3 dari 6 sumur warga mengandung Cr(VI) dengan kadar diatas dari standar aman yaitu 0,005 mg/L (Andini, 2017). Pencemaran pada perairan oleh Cr(VI) juga terjadi di Pomalaa, Sulawesi Tenggara, 5 dari 10 titik mengandung Cr(VI) diatas dari 0,005 mg/L (Zubayr, 2009).

Kasus lainnya terjadi di Yogyakarta yang berdampak terhadap masyarakat, sifat bioakumulatif dari Cr(VI) ini mengakibatkan ikan pada tambak masyarakat di Sungai Winongo dikategorikan tidak layak konsumsi karena mengandung Cr(VI) sebesar 2,5 mg/kg yang bertentangan dengan aturan yang dikeluarkan oleh Dirjen Penelitian Obat dan Makanan Nomor 03725/B/SK/89 (Handayani, 2015).

Menurut BPOM RI 2010 (Anonim b, 2010), Skema perjalanan logam berat dari sumber pencemar hingga sampai ke tubuh manusia dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Perjalanan Logam Berat

Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat diawali dari industri yang menghasilkan limbah yang mengandung logam berat kemudian masuk ke dalam sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk keperluan air minum, irigasi pertanian, tambak, dan diteruskan ke laut. Persebaran limbah tersebut kemudian dapat mengakibatkan bioakumulasi pada pertanian dan ikan di tambak dan fitoplankton di laut. Konsumsi hasil pertanian dan perairan yang terkontaminasi oleh limbah logam berat tersebut kemudian dapat membahayakan manusia akibat dari sifat bioakumulasi logam berat tersebut (Anonim b, 2010).

2.1.1 Toksisitas Cr(VI)

Kromium heksavalen atau Cr(VI) merupakan ion logam dengan penanganan yang sangat sulit (selektif) jika dibandingkan dengan logam kation toksik lainnya. Kromium heksavalen yang dikonsumsi oleh manusia dengan dosis yang lebih dari 0,05 mg/L maka dapat menimbulkan keracunan dan gangguan syaraf pusat dan kanker (Zuhroh dkk., 2016).

Sifat karsinogenik merupakan salah satu dari sifat Kromium heksavalen, hal ini dikarenakan sifat dari Cr(VI) yang dapat bereaksi dengan protein dan DNA sehingga dapat mengakibatkan suatu mutasi. Logam ini umumnya masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan yang diakibatkan dari paparan saat bekerja (Sun dkk., 2015). Suatu riset menunjukkan bahwa kasus kanker paru-paru banyak dialami oleh pekerja yang terpapar oleh Cr(VI) melalui saluran pernapasan ketika sedang bekerja (Holmes dkk., 2008).

Kromium(VI) akan mengakibatkan menyebabkan penyakit dan kerusakan terhadap tubuh manusia pada dosis tertentu, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 (Assem dan Zhu, 2007):

Tabel 1. Dampak dari Paparan Kromium Heksavalen (Assem dan Zhu, 2007)

Media	Dampak	Dosis
Pernapasan	Asma	0,035 mg/mL
Pencernaan	Diare	20 mg/L
	Leukositosis	20 mg/L
	Muntah-muntah	20 mg/L
	Kerusakan Liver	7,5 mg/kg
	Kerusakan Ginjal	7,5 mg/kg

Keracunan akut dapat mengakibatkan kanker pada organ pencernaan, iritasi mata, kulit, kanker paru-paru, pembengkakan dan kemerahan pada kulit. Keracunan kronis akibat terpapar logam krom antara lain dapat menyebabkan gangguan alat pernapasan, bronkhitis, penurunan fungsi pada paru-paru, asma, gangguan pada hati, ginjal, alat pencernaan dan sistem imunitas (Widowati dkk., 2008).

2.2 Produksi Tebu (*Saccharum officinarum L*) di Indonesia

Tanaman tebu merupakan tanaman yang tergolong tanaman perdu dengan nama latin *Saccharum officinarum*. Tebu di daerah Jawa Barat disebut Tiwu, di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur disebut Tebu atau Rosan (Indrawanto dkk., 2010). Tebu merupakan sumber pemanis utama di dunia, hampir 70% sumber bahan pemanis berasal dari tebu sedangkan sisanya berasal dari bit gula. Prospek dasar gula dalam negeri sebenarnya berpotensi besar. Indonesia yang berpenduduk 237,6 juta jiwa rata-rata mengkonsumsi gula 17 kg per kapita per tahun, sehingga kebutuhan gula per tahun adalah 4.039,2 juta ton untuk gula rafinasi. Kebutuhan ini masih dipenuhi dari impor karena produksi gula nasional baru mencapai 2,318 juta ton (Lubis dkk., 2015).

Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2018 Persebaran luas area perkebunan tebu pada beberap provinsi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2 (Anonim c, 2018):

Tabel 2. Luas Perkebunan Tebu di Indonesia (Anonim c, 2018)

No.	Provinsi	Luas (Ha)
1	Jawa Timur	196.900
2	Lampung	109.840
3	Jawa Tengah	36.850
4	Sumatera Selatan	21.610
5	Sulawesi Selatan	14 640
6	Jawa Barat	14.230
7	Gorontalo	8.240

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan 2013-2015 adalah total produksi tebu di Indonesia adalah 306,320 ton dan 722,775 ton, atau dengan kata lain total produksi tebu Indonesia sebesar 1.029,095 ton tanaman tebu dengan hasil samping ampas tebu kering sebesar 102.909,5 ton dimana satu ton tanaman tebu mengandung 10% ampas tebu kering, dengan kadar selulosa ampas tebu kering sebesar 40% (Saputri dkk., 2018).

2.3 Ampas Tebu (*Baggase*)

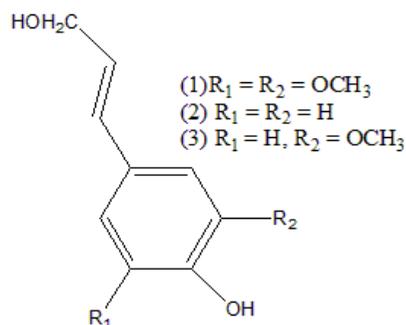
Proses pengolahan tanaman tebu menjadi gula menghasilkan biomassa produk samping yang jumlahnya sangat besar. Selain menghasilkan gula kristal, pabrik gula juga menghasilkan produk-produk samping dan limbah yang tidak diperlakukan dengan benar akan berdampak negatif pada lingkungan. Ampas tebu adalah hasil dari limbah industri gula atau pembuatan dari air tebu yang belum termanfaatkan dengan baik membawa masalah tersendiri bagi industri gula maupun lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Secara kimiawi, komponen

utama penyusun ampas tebu adalah serat yang di dalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin (Apriliani, 2010).

Ampas tebu (*baggase*) sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro. *Baggase* mengandung air sebanyak 48-52%, gula rata-rata 3,3%, dan serat rata-rata 47,7%. Serat *baggase* tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosa dan lignin. *Baggase* ini memiliki kandungan abu 0,79%, lignin 22,09%, pentosa 27,90%, sari (alkohol, benzen) 2,0%, dan selulosa 37,65% (Setiati, 2016), selulosa pada ampas tebu dilapisi oleh lignin yang membuat struktur selulosa bersifat kuat. Keberadaan lignin tersebut dapat mengganggu selulosa untuk berikatan dengan ion logam. Oleh karena itu, ampas tebu perlu didelignifikasi untuk menghilangkan kandungan lignin (Gunam dkk., 2011). Aktivasi selulosa dapat dilakukan dengan penambahan alkali misalnya NaOH, KOH atau LiOH. Menurut Fengel (2005) NaOH merupakan aktivator yang paling baik digunakan dibandingkan dengan KOH dan LiOH.

2.3.1 Lignin

Lignin atau zat kayu adalah salah satu zat komponen penyusun tumbuhan. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung jenisnya. Lignin terutama terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak. Pada batang, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak perkiraan struktur lignin dapat dilihat pada Gambar 2. Lignin merupakan bahan baku pembentuk surfaktan anionik yang dapat digunakan sebagai bahan baku injeksi dalam metoda injeksi surfaktan untuk meningkatkan perolehan produksi minyak pada industri perminyakan (Setiati dkk., 2016).

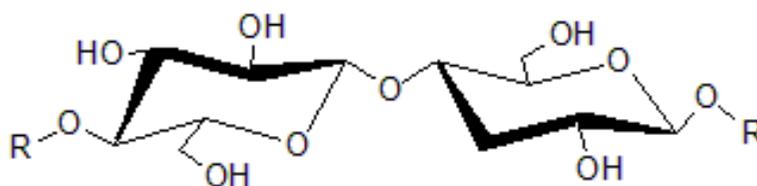


Gambar 2. Perkiraan struktur monomer lignin (Setiati dkk., 2016).

2.3.2 Selulosa

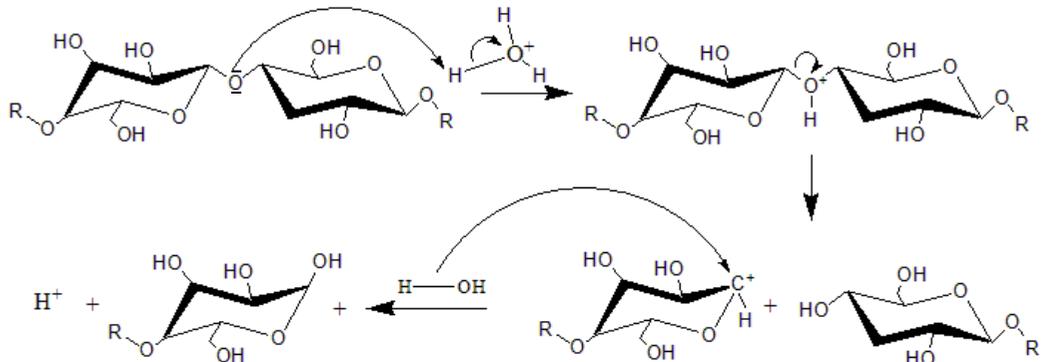
Selulosa merupakan senyawa organik yang terdapat pada dinding sel bersama lignin yang berperan dalam mengokohkan struktur tumbuhan. Dilihat dari strukturnya, selulosa dan lignin mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena gugus $-\text{OH}$ yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus $-\text{OH}$ pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut, dengan demikian selulosa dan lignin lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar daripada zat yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus $-\text{OH}$ yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion (Intan dkk., 2016).

Selulosa merupakan polimer alam yang paling melimpah, biokompatibel, dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tidak beracun, serta dapat diperbarui. Selulosa juga digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam industri (Song dkk., 2008).



Gambar 3. Selulosa (Heinze, 2015)

Selulosa dapat terhidrolisis dalam suasana asam yang menghasilkan glukosa, reaksi dari hidrolisis glukosa pada suasana asam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Hidrolisis Selulosa oleh Asam Dimodifikasi (Sasmal dan Kaustubha, 2018)

Keberadaan selulosa di alam tidak dalam bentuk murni tetapi masih dalam bentuk lignoselulosa. Pada jaringan kayu, selulosa dapat ditemukan bersamaan dengan hemiselulosa, pati, dan lignin. Gabungan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin disebut dengan lignoselulosa (Rowell, 2005).

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik antara atom dan molekul pada permukaan zat tanpa meresap kedalam. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Akibatnya, konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar daripada dalam fasa gas atau zat terlarut dalam larutan (Atkins, 1999).

Adsorpsi berdasarkan interaksinya terbagi menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan kimia (Apriliani, 2010). Perbedaan dari kedua jenis ini adalah

spesifikasi adsorben, adsorpsi fisika relatif tidak bekerja secara spesifik karena kekuatan tarik antarmolekul lemah. Adsorpsi secara fisika mempunyai entalpi reaksi 4 sampai 40 kJ/mol. Molekul yang teradsorpsi secara fisika terjadi kesetimbangan antara adsorbat dan fasa cair yang menghasilkan adsorpsi dengan lapisan lebih dari satu yang menyebabkan adsorpsi secara fisika relatif bekerja dengan cara yang tidak spesifik (Botahala, 2019).

Adsorpsi kimia di lain sisi terjadi dengan adanya interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang melibatkan ikatan kimia. Proses adsorpsi ini dipengaruhi oleh luas permukaan, dengan meningkatnya luas permukaan maka molekul-molekul yang teradsorpsi akan terhubung dengan permukaan karena adanya ikatan valensi (Botahala, 2019).

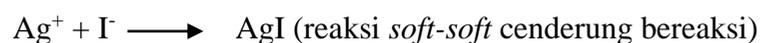
Menurut Gaol (2001), kemampuan adsorpsi suatu zat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Jenis Adsorbat, dapat ditinjau dari :
 - a) ukuran molekul adsorbat, rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben.
 - b) polaritas molekul adsorbat, apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul yang kurang polar, sehingga molekul-molekul yang lebih polar bisa menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah diserap.
2. Sifat adsorben, dapat ditinjau dari :
 - a) luas permukaan, semakin luas permukaan adsorben maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula,

- b) temperatur, adsorpsi merupakan proses eksotermis sehingga jumlah adsorbat akan bertambah dengan berkurangnya temperatur adsorbat. Adsorpsi fisika yang substansial biasa terjadi pada temperatur dibawah titik didih adsorbat, terutama di bawah 50 °C, sebaliknya pada adsorpsi kimia, jumlah yang diadsorpsi berkurang dengan naiknya temperatur adsorbat.
- c) tekanan, untuk adsorpsi fisika, kenaikan tekanan adsorbat mengakibatkan kenaikan jumlah zat yang teradsorpsi.
- d) Kemurnian adsorben, adsorben yang lebih murni memiliki daya serap yang lebih baik.

2.4.1 Adsorpsi Ion Logam

Reaksi-reaksi dari ion logam dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu teori yang menjelaskan mengenai hal ini adalah teori *Hard-Soft Acid Base* yang diajukan oleh Ralph Pearson pada tahun 1963. Pearson mengklasifikasikan ion-ion menjadi beberapa bagian, yaitu *hard acids* dan *soft acids* serta untuk senyawa basa menjadi *hard base* dan *soft base*, dalam teori ini dikatakan bahwa reaksi lebih cenderung terjadi pada interaksi *hard-hard* dan *soft-soft* jika dibandingkan dengan campuran dari *hard-soft*, terdapat beberapa contoh dari reaksi berdasarkan teori HSAB (Miessler dan Tarr, 2003);



Klasifikasi dari logam-logam serta ligan pada prinsip HSAB Pearson (1963) dapat dilihat pada Tabel 3 (Bastrakov dkk., 2010);

Tabel 3. Klasifikasi Logam dan Ligan berdasarkan Prinsip HSAB Pearson (Bastrakov dkk., 2010).

Hard		Borderline		Soft	
Acid	Base	Acid	Base	Acid	Base
H ⁺ , Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , Be ⁺² , Mg ⁺² , Ca ⁺² , Sr ⁺² , Ba ⁺² , Al ⁺³ , Ga ⁺³ , Sc ⁺³ , Y ⁺³ , Ce, ⁺⁴ Sn ⁺⁴ , Ti ⁺⁴ , Ti ⁺³ , Zr ⁺⁴ , Hf ⁺⁴ , Cr ⁺⁶ , Cr ⁺³ , Mo ⁺⁵ , Mo ⁺⁵ , Mo ⁺⁴ , W ⁺⁶ , Fe ⁺² , Mn ⁺⁴	F ⁻ , H ₂ O, OH ⁻ , O ⁻² , NH ₃ , HCO ₃ , SO ₄ ⁻² , HSO ₄ ⁻¹ , PO ₄ ⁻³ , HPO ₄ ⁻² , MoO ⁻	Fe ⁺² , Mn ⁺² , Co ⁺² , Ni ⁺² , Cu ⁺² , Zn ⁺² , Pb ⁺² , Sn ⁺² , As ⁺³ , Sb ⁺³ , Bi ⁺³	Cl ⁻	Au ⁺ , Ag ⁺ , Cu ⁺ , Hg ⁺² , Cd ⁺² , Pt ⁺² , Pd ⁺² , Ti ⁺³ , Ti ⁺	I ⁻ , Br ⁻ , CN ⁻ , CO, S ⁻² , HS ⁻ , H ₂ S, HSe ⁻ , Se ⁻² , HTe ⁻ , Te ⁻² , SbS ₂ ⁻

2.4.2 Isotermal Adsorpsi

Kapasitas penjerapan dan persentase penjerapan sangat menentukan sifat dari adsorben. Kapasitas penjerapan dapat dihitung menggunakan menggunakan persamaan 1 (Atkins, 1999) ;

$$Q = \frac{C_{\text{Awal}} - C_{\text{Akhir}} \times V}{m} \quad (1)$$

Isotermal adsorpsi adalah hubungan menunjukkan distribusi adsorbat antara fasa yang teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan fasa padat pada saat kesetimbangan pada suhu tertentu. Isoterm Langmuir memperkirakan kapasitas penjerapan maksimum pada seluru permukaan satu lapisan (*monolayer*) molekul pada permukaan adsorben. Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah situs aktif tertentu yang sebanding dengan luas permukaan, setiap situs aktif hanya ada satu molekul yang dapat dijerap. Penentuan kapasitas penjerapan berdasarkan Isotermal Langmuir dapat

ditentukan dengan nilai adsorbat yang terjerap sebagai fungsi konsentrasi, yang dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 (Atkins, 1999);

$$Q = \frac{b \cdot K \cdot C_e}{1 + K \cdot C_e} \quad (2)$$

Persamaan 2 dapat diturunkan secara linier menjadi

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Q_0 \cdot b} + \frac{1}{Q_0} \quad (3)$$

Keterangan:

- Ce = konsentrasi sisa (mg/L)
- Q = jumlah adsorbat terjerap per bobot adsorben
- Q₀ = kapasitas penjerapan maksimum (mg/g)
- B = konstanta Langmuir (L.mg)

Sedangkan teori Isoterm Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan sisi bersifat heterogeny, yaitu adanya perbedaan energi pengikat pada tiap-tiap sisi dimana proses penjerapan pada tiap-tiap sisi mengikuti Isoterm Langmuir. Persamaan Isoterm Freunlich Yaitu (Minceva dkk., 2007);

$$\frac{X_m}{m} = k \cdot C^{1/n} \quad (4)$$

$$\text{Log } \frac{X_m}{m} = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{ Log } C \quad (5)$$

Keterangan:

- X_m = berat zat yang terjerap (mg/g)
- m = berat adsorben (g)
- C = konsentrasi (mg/L)

Dimana k dan n adalah konstanta penjerapan yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log (X_m/m)$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan *intercept* $\log k$ dan kemiringan $1/n$ sehingga nilai k dan n dapat dihitung. Terdapat beberapa penelitian yang mendalami penjerapan Ion Cr(VI) dengan adsorben tertentu yang disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Penelitian terkait penjerapan Ion Cr(VI) menggunakan beberapa adsorben

No	Penjerap	Hasil Penelitian	Referensi
1	Ampas Kopi terxanthasi	8,06 mg/g	Adriansyah dkk., 2018
2	Arang Ampas Tebu	0,71 mg/g	Apriliani, 2010
2	Serbuk Gergaji	52,92 mg/g	Vinodini dan Nilanjana, 2009
4	Mawar Merah (<i>Rosa gruss an teplitz</i>)	48,75 mg/g.	Shafqat dkk., 2008
5	Kulit Salak	123,46 mg/g	Utama dkk., 2016
6	Kulit Jeruk (<i>citrus cinensis</i>)	97,07 mg/g	
7	Serat Bambu termodifikasi amina	32,4 mg/g	Zhu dkk., 2015

2.5 Biosorpsi

Biosorpsi didefinisikan sebagai proses penggunaan bahan alami untuk mengikat logam berat. Proses ini terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion monovalen dan divalen seperti Na, Mg, dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan kedua adalah pembentukan kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsi seperti karbonil, amina, tiol, hidroksil, posfat. Proses biosorpsi ini bersifat *reversible* dan cepat. Proses bolak-balik ikatan ion logam berat di permukaan sel ini dapat terjadi pada sel mati dan sel hidup dari biomassa (Sunarya, 2006).

Biosorpsi menjadi alternatif baru untuk pengolahan air limbah, serta baik untuk metode kimia dan fisika, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (Kargi dan Cikla, 2006):

- a) tanaman dapat digunakan sebagai adsorben dari limbah berlebih yang dihasilkan dari pengolahan air limbah
- b) biosorben murah, mudah didapatkan dan kemungkinan dapat digunakan kembali.
- c) penyerapan ion logam selektif dapat menggunakan biosorben
- d) proses biosorpsi dapat dilakukan secara luas pada beberapa kondisi lingkungan seperti pH, kekuatan ion dan temperatur

Penelitian yang dilakukan oleh Vinodhini dan Nilanjana pada tahun 2009 menunjukkan kemampuan selulosa yang diperoleh dari serbuk gergaji dapat digunakan sebagai biosorben dari Cr(VI), didapatkan hasil kapasitas adsorpsi biosorben selulosa berbahan dasar serbuk gergaji adalah sebesar 25,64 mg/g, gugus yang berperan dalam proses biosorpsi Cr(VI) adalah gugus $-OH$, $C=O$ dan $C-O$.

2.6 Karakterisasi Biosorben Cr(VI)

2.6.1 Spektroskopi Infra Merah (IR)

Dibandingkan dengan panjang gelombang sinar ultraviolet dan tampak, panjang gelombang infra merah lebih panjang dan dengan demikian energinya lebih rendah. Energi sinar inframerah akan berkaitan dengan energi vibrasi molekul. Molekul akan dieksitasi sesuai dengan panjang gelombang yang diserapnya. Vibrasi ulur dan tekuk adalah cara vibrasi yang dapat dieksitasi oleh sinar dengan bilangan gelombang (jumlah gelombang per satuan panjang) dalam rentang $1200-4000\text{ cm}^{-1}$. Hampir semua gugus fungsi organik memiliki bilangan gelombang serapan khas di daerah yang tertentu. Jadi daerah ini disebut daerah gugus fungsi dan absorpsinya disebut absorpsi khas (Takeuchi, 2006).

Analisis spektroskopi inframerah bertujuan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang berperan dalam proses reduksi logam pada sintesis nanopartikel. Dari hasil analisis gugus fungsi dapat ditentukan kelompok senyawa metabolit sekunder apakah yang berperan sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel. Metode FTIR didasarkan pada ikatan antar dua atom yang bervibrasi dengan frekuensi yang tertentu. Sinar inframerah yang diserap akan menaikkan amplitude gerakan vibrasi ikatan dalam molekul dan sinar infamerah yang tidak diserap akan diteruskan dan dideteksi menuju detektor yang kemudian direalisasikan dalam bentuk data spektrum (Uner, 2015).

2.6.2 Spektroskopi *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis)

Umumnya spektroskopi dengan sinar ultraviolet (UV) dan sinar tampak (VIS) dibahas bersama karena sering kedua pengukuran dilakukan pada waktu yang sama. Karena spektroskopi UV-VIS berkaitan dengan proses berenergi tinggi yakni transisi elektron dalam molekul, informasi yang didapat cenderung untuk molekul keseluruhan bukan bagian-bagian molekulnya. Metoda ini sangat sensitif dan dengan demikian sangat cocok untuk tujuan analisis (Takeuchi, 2006).

Analisis kadar Cr(VI) pada perairan dapat dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, metode analisis ini menggunakan senyawa pengompleks agar sampel memiliki warna dengan panjang gelombang tertentu agar dapat dianalisis menggunakan instrumen ini, agen pengompleks yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar Cr(VI) adalah difenilkarbazid, kemudian diukur pada panjang gelombang 540 nm (Andini, 2017). Menurut Januarita dan Herdiansyah (2003), Kondisi optimum analisis spesies Cr(VI) dengan pengompleks difenilkarbazid berada pada panjang gelombang 540 nm, waktu kestabilan 15-60 menit dan perbandingan mol difenilkarbazid dibanding Cr(VI) minimum sebesar 45 banding 1.