

BIOSORPSI Cr(VI) DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN SABUT KELAPA

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:
IRMA SAFITRI
NIM. 115080113111005



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

BIOSORPSI Cr(VI) DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN SABUT KELAPA

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**IRMA SAFITRI
NIM. 115080113111005**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

SKRIPSI

BIOSORPSI Cr(VI) DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN SABUT KELAPA

Oleh:

IRMA SAFITRI
NIM. 115080113111005

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. :
Tanggal:

Dosen Penguji II

Nanik Retno Buwono, S.Pi., MP
NIP. 19840402 201404 2 002
Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Uun Yanuhar, S. Pi, Msi
NIP. 19720524 200501 2 001
Tanggal:

Dosen Pembimbing II

Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc
NIP. 19600505 198601 1 004
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP,

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal:

iii

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam pembuatan laporan Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak pernah terdapat tulisan, pendapat atau bentuk lain yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis dalam laporan ini di daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan skripsi ini hasil jiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 27 Juli 2015

Penulis,

Irma Safitri

UCAPAN TERIMA KASIH

- Penulis menyampaikan rasa syukur yang tiada terhingga kepada Allah SWT yang berkehendak atas segala kelancaran dalam penyelesaian laporan skripsi ini
- Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang tak henti-hentinya memberikan doa dan semangat
- Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Uun Yanuhar, S. Pi, Msidan Bapak Andi Kurniawan S.Pi., M.Eng., D.Sc selaku dosen pembimbing yang telah suka rela dengan kesabarannya memberikan segenap ilmu dan waktunya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini
- Ucapan terimakasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Endang Yuli Herawati, MS. dan Ibu Nanik Retno Buwono, S.Pi., MP selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis
- Ucapan terima kasih kepada Teman-teman anak Gresik (Lita (Jembar), Dewi (Sarkawi), Azizah (Jija), Farika (Prapika) dan Kunti (Kuntil) yang selalu ada disaat saya susah dan senang, kalian sahabat yang luar biasa.
- Ucapan terima kasih kepada semua kawan-kawan jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan angkatan 2011 (ARM 11) yang tak henti memberikan semangat dan saran atas terselesaikannya laporan skripsi inikhususnya teman Tim Biosorpsi (Lita, Kunti, Aik) dan teman kos sekamar saya Yaroidah Maharani S. Pd yang selalu memberikan saya support dan menjadi teman curhat saya.

RINGKASAN

IRMA SAFITRI. Skripsi tentang Biosorpsi Cr(VI) Dengan Menggunakan Sabut Kelapa (di bawah bimbingan **Dr. Uun Yanuhaar, S.Pi, M.Si** dan **Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc**)

Aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidupnya. Contohnya pada industri-industri yang membuang limbahnya di lingkungan seperti perairan, maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan lingkungannya sehingga limbah tersebut mengandung logam berbahaya yakni salah satunya logam berat Cr(VI). Cr(VI) merupakan logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungannya, dampak Cr(VI) yakni dapat menimbulkan keracunan, mual, sakit perut dan koma. Apabila kontak dengan kulit dapat menyebabkan dermatitis dan kanker. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan cara untuk mencegah terjadinya pencemaran salah satunya adalah dengan pengolahan limbah. Biosorpsi merupakan alternatif pengolahan limbah yang menguntungkan dengan menggunakan biosorben sabut kelapa, dimana sabut kelapa merupakan bahan yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian, potensi sabut kelapa sebagai biosorben untuk menghilangkan logam berat cukup tinggi karena sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sabut kelapa dalam menyerap logam berat Cr(VI) dengan waktu dan konsentrasi yang berbeda serta mengetahui karakteristik adsorpsi logam berat Cr(VI).

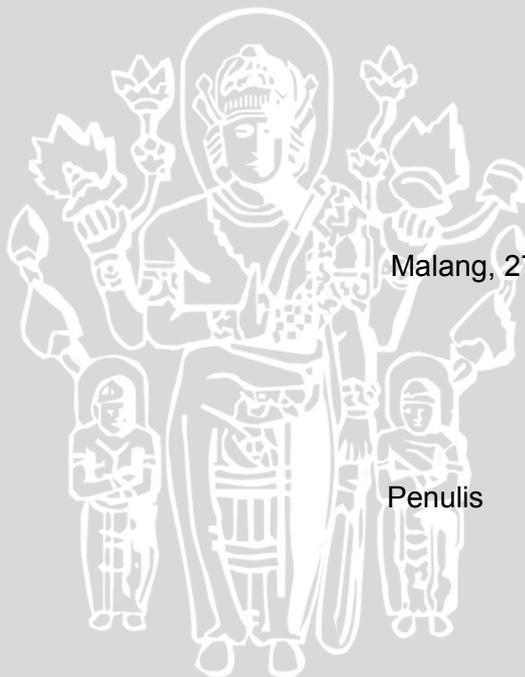
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan melakukan percobaan penentuan waktu optimum, adsorpsi isotherm dan akumulasi Cr(VI). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi dengan 2 kali pengulangan. Tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu kinetik adsorpsi dengan variasi waktu kontak 5, 30, 60, 120 dan 300 menit serta adsorpsi isotherm dengan variasi konsentrasi 15, 150, 300, 600, dan 1200 ppm.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa sabut kelapamampu menyerap logam berat Cr(VI). Hal tersebut dibuktikan dengan menurunnya konsentrasi logam berat Cr(VI) pada larutan logam berat yang dibuat. Akumulasi optimum terjadi pada waktu kontak 120 menit. Pada variasi konsentrasi Cr(VI) yang diinteraksikan, kemampuan penyerapan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi Cr(VI). Sedangkan pada efisiensi penyerapan justru akan meningkat ketika konsentrasi Cr(VI) lebih rendah. Pola adsorpsi isotherm pada sabut kelapa ini mengikuti pola isotherm Langmuir yang mengasumsikan adsorpsi terbatas pada lapisan tunggal (*monolayer*).

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul “BIOSORPSI Cr(VI) DENGAN MENGGUNAKAN BIOSORBEN SABUT KELAPA” tepat pada waktunya.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurang tepatan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.



Malang, 27 Juli 2015

Penulis

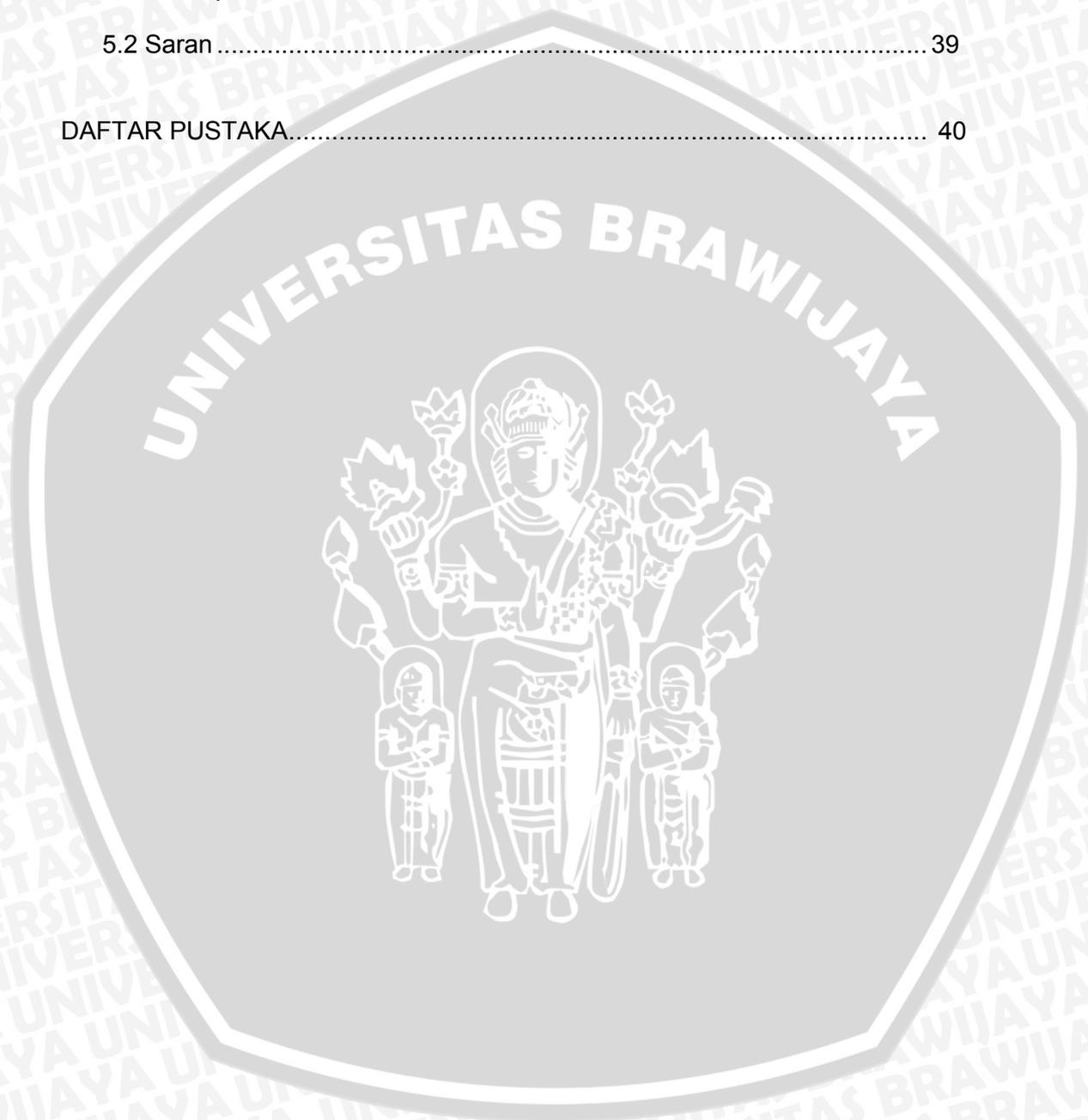
DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
1.5 Tempat dan Waktu.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Adsorpsi.....	5
2.1.1 Teori Adsorpsi.....	5
2.1.2 Isotherm Langmuir.....	6
2.1.3 Biosorpsi.....	7
2.2 Logam Cr.....	8
2.2.1 Sifat-Sifat Cr(VI).....	8
2.2.2 Dampak Logam Berat Cr.....	9
2.3 Biosorben Sabut Kelapa.....	11
2.3.1 Morfologi dan Kandungan Biosorben Sabut Kelapa.....	11
2.3.1 Mekanisme penyerapan Cr(VI) Biosorben Sabut Kelapa.....	12
2.4 Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Biosorpsi.....	13
2.4.1 Suhu.....	13

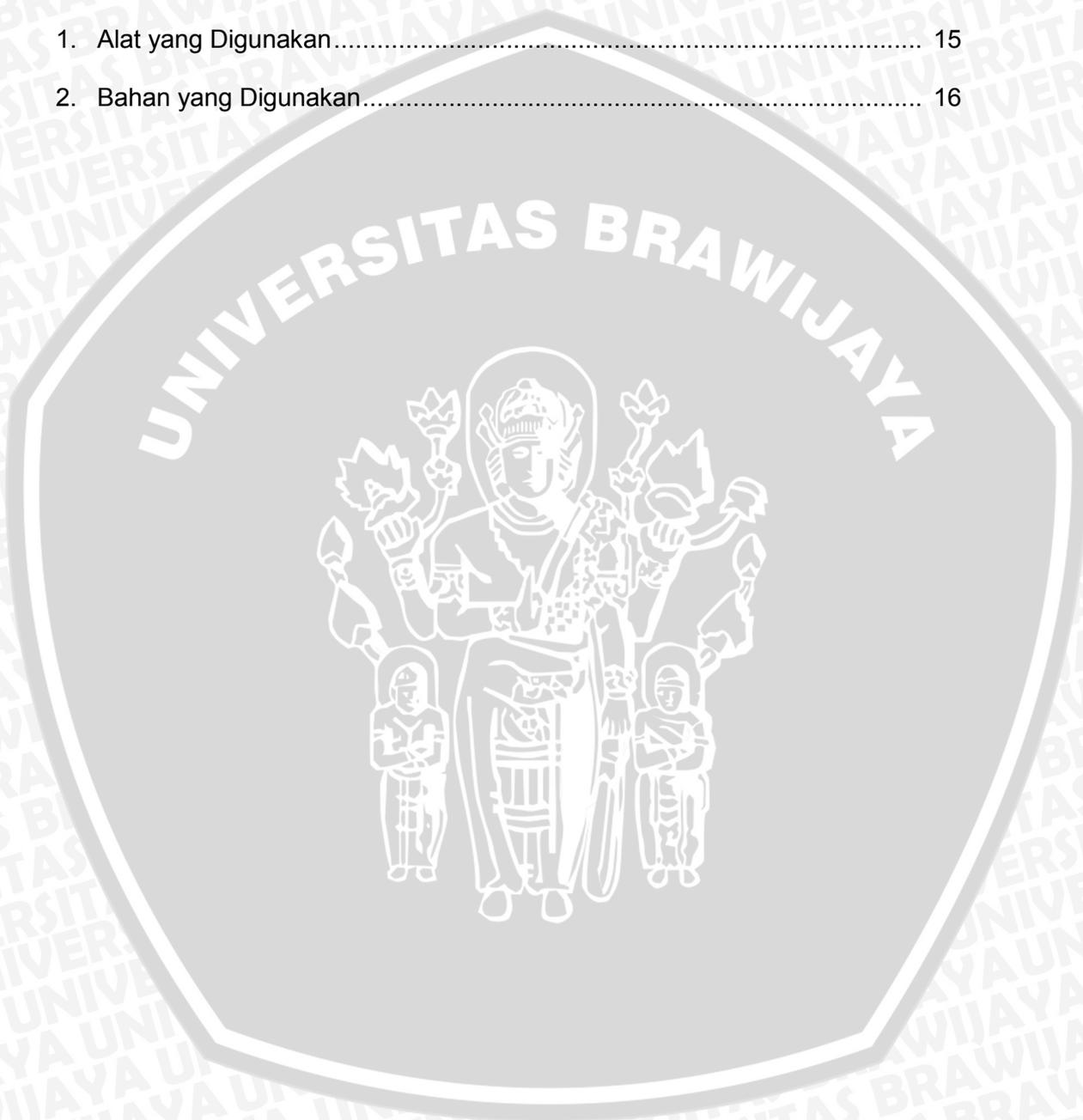
2.4.2 pH	14
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Sumber Data.....	17
3.4.1 Data Primer.....	17
3.4.2 Data Sekunder	18
3.5 Design Penelitian	18
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	19
3.5.1 Proses Pengambilan Biosorben Sabut Kelapa.....	19
3.5.2 Metode Preparasi Biosorben Sabut Kelapa.....	18
3.5.3 Metode Pembuatan Larutan Cr(VI).....	19
3.5.4 Metode Penentuan Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Ion Cr(VI)....	20
3.5.5 Metode Penentuan Isotherm dan Kapasitas Biosorpsi Ion Cr(VI) ...	20
3.5.6 Pengukuran Logam Berat dengan UV-VIS Spektrofotometer	22
3.5.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air	23
a. Pengukuran Suhu	23
b. Pengukuran pH	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Ion Cr(VI).....	25
4.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Terhadap Akumulasi Ion Cr(VI)....	29
4.3 Efektivitas Penyerapan Ion Cr(VI)	31

4.4 Adsorpsi Isoterm	32
4.5 Karakteristik Biosorpsi Cr(VI) Menggunakan Sabut Kelapa	33
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang Digunakan.....	15
2. Bahan yang Digunakan.....	16



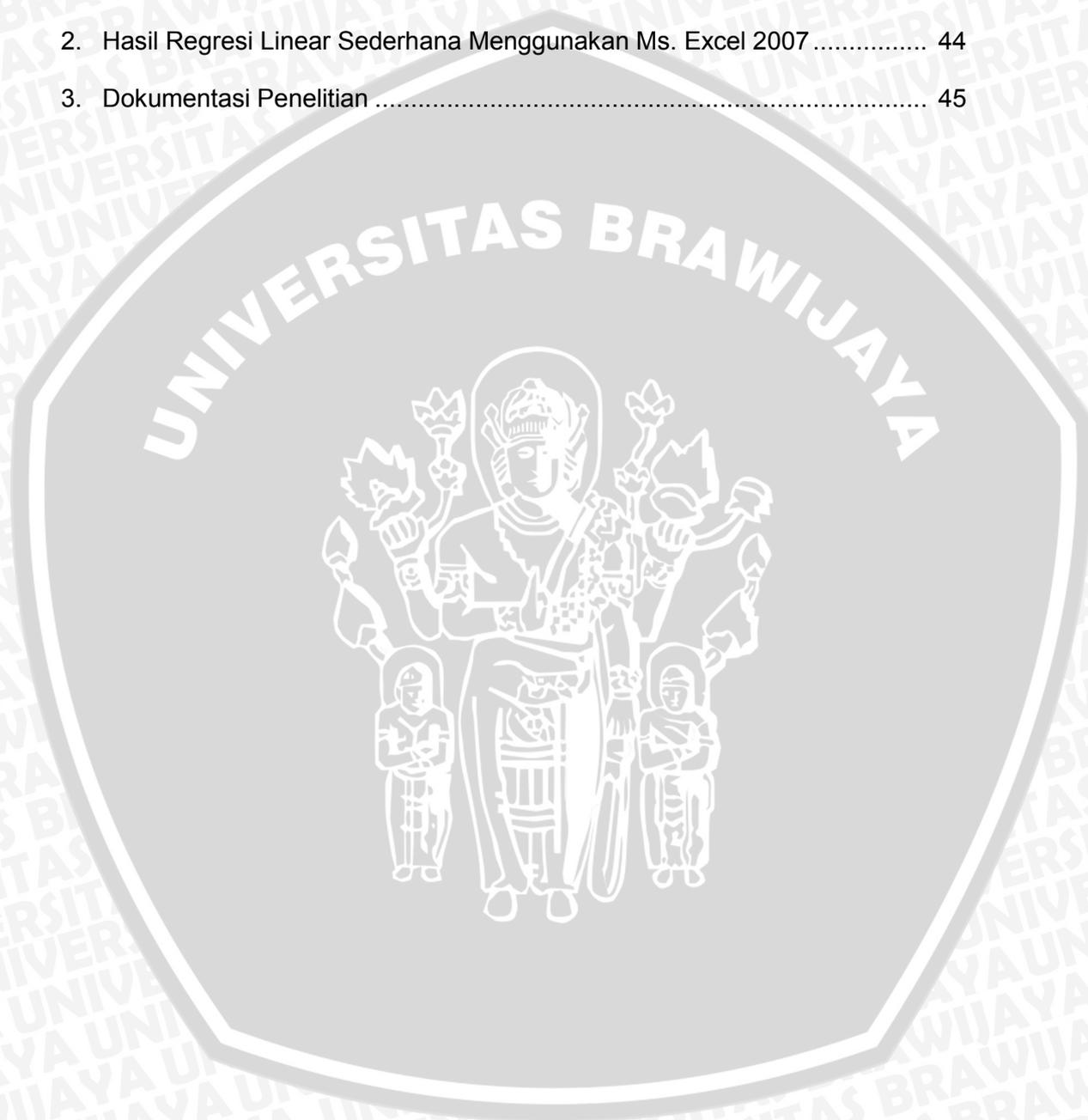
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prosedur Biosorpsi Cr(VI) Menggunakan Sabut Kelapa.....	21
2. Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa.....	25
3. pH dan Suhu Pada Waktu Kontak Yang Bervariasi.....	27
4. Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Cr(VI) Terhadap Biosorpsi Oleh Sabut Kelapa	29
5. Efektivitas Penyerapan Ion Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa	31
6. Adsorpsi isoterm Biosorpsi Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa.....	32
7. Model Adsorpsi Isoterm Langmuir pada biosorpsi Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Akumulasi, Efektivitas, dan Adsorpsi Isoterm Langmuir	43
2. Hasil Regresi Linear Sederhana Menggunakan Ms. Excel 2007	44
3. Dokumentasi Penelitian	45



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya akan terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan ke bentuk baru yang cenderung buruk (Palar, 2008). Terutama pada industri-industri yang membuang limbahnya di lingkungan seperti perairan, maka dapat menimbulkan dampak negatif bagi manusia dan lingkungannya karena banyak mengandung logam berbahaya contohnya logam Kromium (Cr).

Menurut Anderson (1997), kromium adalah salah satu logam yang sering merusak lingkungan. Logam krom secara umum dijumpai dalam bentuk oksida krom trivalen (Cr III) dan krom heksavalen (Cr VI) yang merupakan oksidator yang sangat kuat, bersifat kurang stabil, serta mudah membentuk kompleks sehingga lebih berbahaya jika dibandingkan dengan Cr(III). Pemanfaatan logam krom dan senyawanya dapat dijumpai dalam industri elektroplating, tekstil, cat, pelapisan logam dan penyamakan kulit. (Cr VI) juga mempunyai potensi karsinogenik dan bersifat lebih toksik terhadap makhluk hidup termasuk manusia. Dampak negatif terhadap manusia yakni keracunan, mual, sakit perut, dermatitis (iritasi kulit) dan kanker.

Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan Cr (VI) bagi makhluk hidup maka perlu diminimalisir keberadaannya dengan dilakukan metode untuk menurunkan kandungan logam berat kromium yakni salah satunya metode adsorpsi (Shukla *et al.*, 2002). Dimana metode adsorpsi ini bisa digunakan untuk menyerap logam berat dari perairan. Pada proses adsorpsi, terjadi penyerapan

molekul-molekul gas atau cairan pada permukaan sorben. Proses penyerapan yang menggunakan material biologi (biomaterial) sebagai sorben atau penggunaan bahan alami untuk mengikat logam berat disebut biosorpsi (Cossich *et al.*, 2003 dalam Fahrizal, 2008). Menurut pendapat Nafie *et al.*, (2007), biosorpsi merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan penghilangan logam berat melalui pengikatan pasif pada biomassa tumbuhan atau mikroorganisme yang tidak hidup dari larutannya dalam air dan merupakan salah satu metode alternatif untuk menghilangkan ion logam berat dalam air limbah karena biayanya murah dan ketersediaan biosorbennya mudah didapat contohnya pada biosorben sabut kelapa.

Sabut kelapa adalah salah satu biomaterial yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian. Komposisi sabut kelapa sekitar 35 % yang terdiri dari serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang menghubungkan satu serat ke serat yang lainnya. Potensi penggunaan sabut kelapa sebagai biosorben untuk menghilangkan logam berat cukup tinggi karena sabut kelapa mengandung lignin (35%-45%) dan selulosa (23%-43%) (Carrijo, *et al.*, 2002). Menurut Pino *et al.*, (2005), selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat.

Mengingat kelimpahan sabut kelapa yang besar di alam dan potensinya yang sangat besar sebagai biosorben, maka perlu diadakan penelitian mengenai penggunaan sabut kelapa sebagai biosorben yang nantinya dapat meminimalisir keberadaan Cr (VI) di lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa waktu kontak optimum biosorpsi sabut kelapa terhadap ion Cr(VI)?
2. Berapa efektifitas penyerapan biosorben terhadap ion Cr(VI)?
3. Bagaimana karakteristik penyerapan biosorben sabut kelapa terhadap ion Cr(VI)?

1.3 Tujuan Penulisan

1. Untuk mengetahui waktu kontak optimum biosorpsi sabut kelapa terhadap ion Cr(VI).
2. Untuk mengetahui efektifitas penyerapan biosorben terhadap ion Cr(VI).
3. Untuk mengetahui pola isoterm biosorpsi sabut kelapa yang terhadap ion Cr(VI).

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk:

- Mahasiswa

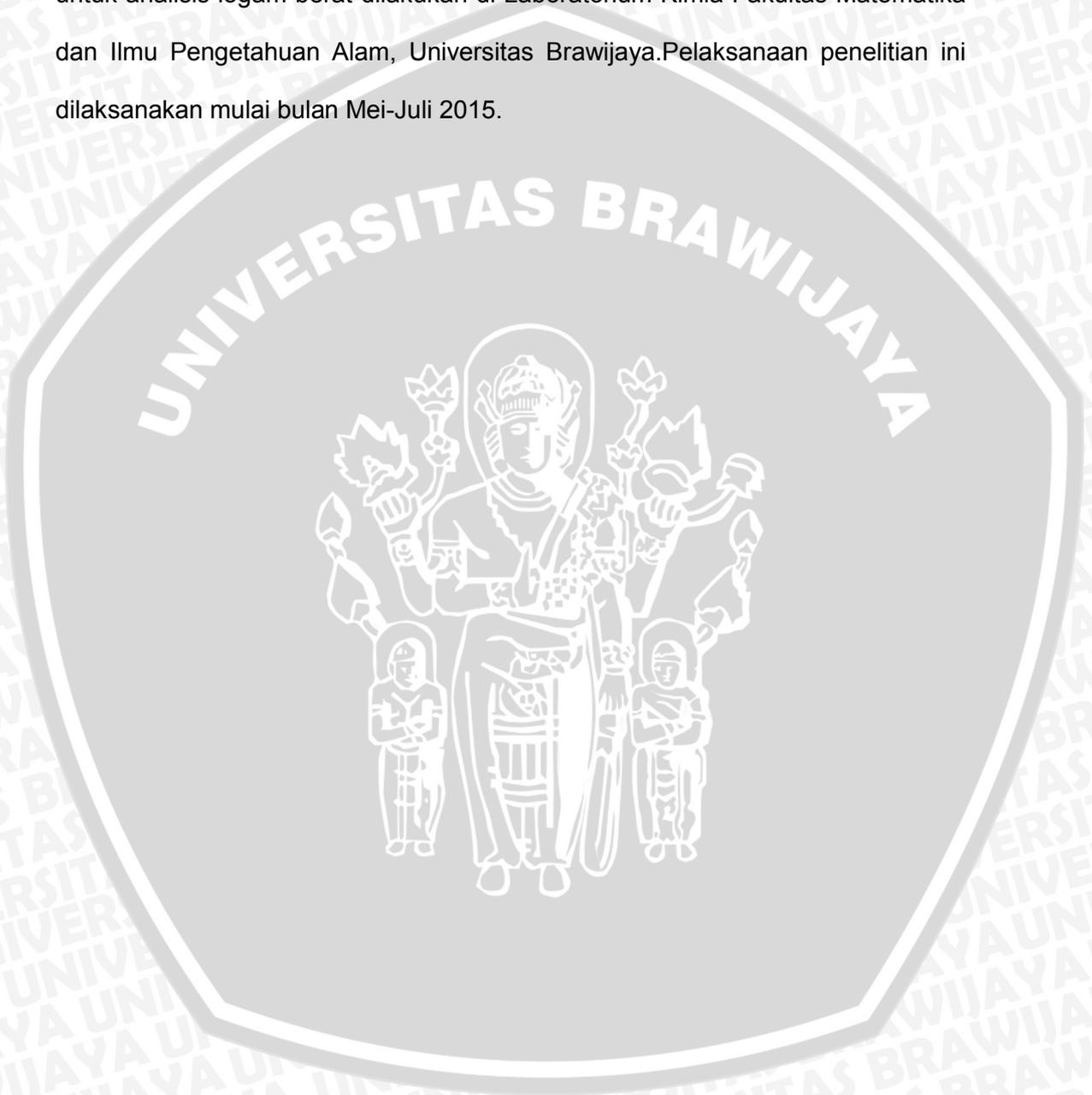
Untuk menambah wawasan dan pengetahuan secara teknis dalam pemanfaatan sabut kelapa sebagai biosorben ion logam berat Cr(VI) dalam perairan.

- Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Untuk menambah informasi mengenai biosorpsi logam berat Cr(VI) menggunakan biosorben sabut kelapa. Sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan limbah laboratorium maupun industri

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati, Universitas Brawijaya Malang untuk kegiatan preparasi dan perlakuan biosorben, sedangkan untuk analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei-Juli 2015.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

2.1.1 Teori Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya partikel pada permukaan. Partikel yang terakumulasi dan diserap oleh permukaan disebut adsorbat dan material tempat terjadinya adsorpsi disebut adsorben atau substrat. Proses adsorpsi terdiri atas dua jenis, yaitu adsorpsi kimia dan fisika. Pada adsorpsi kimia, suatu molekul menempel ke permukaan melalui pembentukan ikatan kimia. Sedangkan pada adsorpsi fisika, adsorbat menempel pada permukaan melalui interaksi antarmolekul yang lemah. Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain sifat fisik dan kimia adsorben seperti luas permukaan, ukuran partikel, dan komposisi kimia. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar luas permukaan padatan per satuan volume tertentu, sehingga akan semakin banyak zat yang diadsorpsi (Atkins, 1999 dalam Sulistyawati, 2008).

Menurut Pertiwi dan Welly (2008), adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (*souble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Pada umumnya adsorpsi zat cair dan adsorben karbon digunakan untuk pemucatan warna, pemurnian air, larutan dan lain-lain. Adsorpsi adalah gejala pada permukaan, sehingga makin besar luas permukaan, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Walaupun demikian, adsorpsi masih bergantung pada sifat zat pengadsorpsi.

Adsorpsi merupakan metode pengolahan limbah cair yang unggul dibandingkan dengan teknik lain. Proses adsorpsi menawarkan fleksibilitas dan

keuntungan dalam desain dan operasi seperti adsorbennya dapat digunakan kembali, mudah dikerjakan dan murah (Azora *et al.*, 2013) seperti dalam penelitian Yuniarti (1997), menggunakan adsorben selulosa dari sabut kelapa untuk menyerap logam Pb dan Cr.

2.1.2 Isotherm Langmuir

Adsorpsi adalah kesetimbangan dan kinetika. Hubungan antara partikel yang terserap (adsorbat) dengan penjerapnya (adsorben) digambarkan dengan isotherm adsorpsi, yang merupakan gambaran keadaan setimbang antara konsentrasi zat terlarut yang terserap pada permukaan padatan dengan jumlah penyerap pada suhu tetap. Terdapat dua jenis isotherm adsorpsi, yaitu isotherm adsorpsi Langmuir dan isotherm adsorpsi Freundlich. Lrving Langmuir mengemukakan hubungan antara jumlah gas yang terserap pada permukaan dengan tekanan gas tersebut. Isotherm adsorpsi juga sering digunakan untuk adsorpsi zat terlarut dalam suatu larutan (Muhammad *et al.* 1998).

Isotherm adsorpsi Langmuir didasarkan atasbeberapa asumsi, yaitu (a) adsorpsi hanyaterjadi pada lapisan tunggal (monolayer), (b)panas adsorpsi tidak tergantung padapenutupan permukaan, (c) semua bagian danpermukaannya bersifat homogen, dan (d)terdapat sejumlah situs aktif adsorben yangmembentuk ikatan kovalen atau ion (Oscik, 1982dalam Suprayogi, 2009).

Menurut Atkins (1999) dalam Suprayogi (2009), persamaan isotherm adsorpsi Langmuirdapat diturunkan secara teoritis denganmenganggap terjadinya kesetimbangan antarmolekul-molekul zat yang diadsorpsi padapermukaan adsorben dengan molekul-molekulzat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isothermadsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagaiberikut:

$$\frac{C}{X/M} = \frac{1}{\alpha\beta} + \frac{1}{\alpha} C$$

Keterangan:

X = jumlah adsorbat teradsorpsi

M = satuan bobot adsorben (gram)

C = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (ppm)

α, β = konstanta yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi

2.1.3 Biosorpsi

Biosorpsi dapat diartikan sebagai sistem sorbet misalnya atom, molekul dan ion yang berinteraksi dengan biosorben yaitu permukaan padat dari matriks biologi yang mengakibatkan akumulasi antarmuka pada sorbet dan biosorben, dan karena itu terjadilah penurunan konsentrasi larutan sorbet (Gadd, 2008).

Biosorpsi termasuk mekanisme pasif, tidak tergantung energi, cepat dan bersifat reversibel, dapat menggunakan tanaman hidup atau tanaman yang sudah tidak hidup. Pada proses biosorpsi terjadi adsorpsi fisik, pertukaran ion, presipitasi atau kompleksasi dengan ligan pada permukaan biosorben. Biosorpsi didasarkan pada mekanisme pertukaran ion di mana proton bersaing dengan kation logam dimana pengikatan berada di permukaan biosorben. Mekanisme pertukaran ion pada tumbuhan yang sudah tidak hidup tergantung pada pH larutan, gugus fungsional pada dinding sel dapat mengikat atau melepaskan proton dengan memberikan muatan positif atau negatif pada permukaan sel. Berbeda dengan tanaman hidup, ketersediaan gugus fungsional untuk mengikat atau melepaskan proton terutama dikontrol oleh metabolisme sel. Meskipun metabolisme sel dapat dipengaruhi oleh pH larutan, reaksi biokimia juga melibatkan protonasi atau deprotonasi gugus fungsi dinding sel (Krzyszowska, 2011 dalam Ponce *et al.*, 2015).

Menurut Igwe dan Abia (2006), kemampuan sel hidup dan sel mati dalam mengikat logam ternyata mempunyai mekanisme yang berbeda tergantung pada

sistem metabolismenya. Pada sel hidup, maka parameter yang berpengaruh dalam proses adsorpsi adalah umur sel, ketersediaan nutrisi selama pertumbuhan dan kondisi selama proses biosorpsi (seperti pH, suhu dan adanya co-ion tertentu). Efisiensi penyerapan juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik kimiawi logam yang akan diolah. Penggunaan biosorben yang berasal dari hasil samping produk pertanian, memiliki dua model penyerapan yaitu adsorpsi intrinsik dan interaksi kolombik. Pada proses adsorpsi intrinsik yang menjadi faktor utama adalah luas area. Hal ini dapat diketahui dengan mengamati efek ukuran adsorben terhadap kemampuan adsorpsi. Sedangkan pada interaksi kolombik dihasilkan energi elektrostatis dari interaksi adsorben dan adsorbat. Intensitas interaksi ini akan sangat tergantung pada kekuatan muatan kedua bahan. Interaksi kolombik dapat diamati dari adsorpsi bahan kationik dan anionik adsorben. Biosorben umumnya mengandung β -D-glukosa berulang sebagai komponen utama dinding sel. Gugus hidroksil polar selulosa inilah yang berperan dalam reaksi kimia dan mengikat logam berat dari larutan. Modifikasi gugus fungsional dapat mengubah sifat-sifat permukaan yang pada akhirnya akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi bahan.

2.2 Logam Cr

2.2.1 Sifat-Sifat Cr (VI)

Salah satu logam yang termasuk dalam golongan transisi adalah kromium. Kata kromium berasal dari bahasa Yunani (= Chroma) yang berarti warna. Dalam struktur kimia, kromium dilambangkan dengan simbol "Cr". Sebagai salah satu unsur logam berat, kromium mempunyai nomor atom (NA) 24 dan berat atom (BA) 51,996. Ion Cr pertama kali ditemukan oleh Vaguein pada tahun 1799. Satu tahun setelah unsur ini ditemukan diperoleh cara untuk mendapatkan ion Cr (Palar, 1994).

Menurut Asmadi dan Oktiawan (2009), senyawa kromium umumnya dapat berbentuk padatan (CrO_3), larutan, dan gas (uap dikromat). Kromium dalam larutan biasanya berbentuk trivalen Cr^{3+} dan ion hexavalent Cr^{6+} . dalam larutan yang bersifat basa dengan pH 8 sampai pH 10 terjadi pengendapan, Cr dalam bentuk $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Sebenarnya kromium dalam bentuk trivalen tidak begitu berbahaya dibandingkan dengan bentuk hexavalent, akan tetapi apabila bertemu dengan oksidator dan kondisinya memungkinkan untuk Cr^{3+} tersebut akan berubah menjadi sama bahaya dengan Cr^{6+} .

$\text{Cr}(\text{VI})$ oksida (CrO_3) bersifat asam sehingga dapat bereaksi dengan basa membentuk kromat. Jika larutan ion kromat diasamkan akan dihasilkan ion dikromat yang berwarna jingga. Dalam larutan asam, ion kromat atau ion dikromat adalah oksidator kuat. Sesuai dengan tingkat valensi yang dimilikinya ion-ion Cr yang telah membentuk senyawa mempunyai sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionisasinya. Senyawa yang membentuk dari Cr^{2+} akan bersifat Cr^{3+} bersifat amfoter, dan senyawa yang terbentuk dari Cr^{6+} bersifat asam. Cr^{3+} dapat mengendap dalam bentuk hidroksida. Kromium hidroksida ini tidak larut, kondisi optimal Cr^{3+} dicapai dalam air dengan pH antara 8,5-9,5. Kromium hidroksida ini melarut akan lebih tinggi apabila kondisi pH rendah atau asam. Cr^{6+} sulit mengendap, sehingga dalam prosesnya memerlukan zat reduksi untuk mereduksi (Palar, 1994).

2.2.2 Dampak Logam Berat Cr

Pada umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal, demikian juga halnya dengan logam Cr. Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Cr yang masuk ke dalam strata lingkungan

dapat datang dari bermacam-macam sumber. Sumber masuknya logam Cr ke dalam strata lingkungan yang umum diduga paling banyak adalah dari kegiatan perindustrian (pabrik semen, baterai, cat, industri pelapisan dengan Cr, pewarnaan, pelapisan seng (galvanizing Zn) dan fotografi) dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar.

Senyawa Cr di dalam strata udara ditemukan dalam bentuk debu dan atau partikulat, dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Masuknya Cr yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia.

Adanya Cr dalam perairan menandakan telah terjadi pencemaran dari limbah industri, karena senyawa Cr murni tidak pernah terdapat di alam. Apabila senyawa Cr terdapat dalam jumlah besar, maka dapat menimbulkan keracunan akut dengan gejala mual, sakit perut, kurang kencing, dan koma. Apabila kontak dengan kulit, maka dapat menyebabkan dermatitis, dan kanker.

Biasanya, senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup adalah senyawa yang mempunyai bahan aktif dari logam berat. Sebagai logam Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ion-ionnya. Ion Cr^{6+} merupakan logam Cr yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, bila dibandingkan dengan ion-ion Cr^{3+} dan Cr^{2+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis.

Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif Cr akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologi atau metabolisme tubuh, sehingga rangkaian metabolisme terputus. Ion Cr^{6+} dalam proses metabolisme tubuh akan

menghambat kerja dari enzim *benzopiren hidrosilase*, akibatnya terjadi perubahan dalam pertumbuhan sel, sehingga sel-sel tumbuh secara liar atau dikenal dengan istilah kanker. Hal itulah yang menjadi dasar dari penggolongan Cr ke dalam kelompok logam yang bersifat *karsinogenik* (Palar, 1994 dalam Asmadi dan Oktiawan, 2009).

2.3 Biosorben Sabut Kelapa

2.3.1 Morfologi dan Kandungan Biosorben Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah salah satu bahan yang mudah didapatkan dan merupakan hasil samping pertanian. Sabut kelapa adalah serat alami yang diekstrak dari kulit kelapa. Sabut kelapa terdapat di antara kulit internal dan lapisan luar kelapa. Masing masing sel serat berukuran kecil dan berlubang, dengan dinding tebal yang terbuat dari selulosa. Sabut kelapa berwarna pucat ketika tua namun kemudian menjadi mengeras dan menguning yang artinya lapisan lignin telah disimpan pada dinding mereka. Setiap sel memiliki panjang sekitar 1 milimeter dan diameter 10 sampai 20 mikrometer. Serat biasanya memiliki panjang 10 hingga 30 sentimeter (Dixit dan Verma, 2012).

Komposisi sabut dalam buah kelapa sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat (fiber) dan 25% gabus (pitch) yang menghubungkan satu serat dengan serat yang lainnya. Potensi penggunaan sabut kelapa sebagai biosorben untuk menghilangkan logam berat dari perairan cukup tinggi karena serat sabut kelapa mengandung lignin (35%-45%) dan selulosa (23%-43%) (Carrijo, *et al.*, 2002). Sabut kelapa sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus karboksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikatan logam. Selulosa dan lignin

adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat (Pino, *et al.*, 2005).

Menurut Gonzalez, *et al.*, (2008), yang menyatakan bahwa hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sabut kelapa adalah biosorben yang baik untuk pengolahan air limbah sulphochromic, yang dapat menghilangkan Cr(VI) dari larutan, bahkan pada larutan sebelum dilakukan perlakuan. Kemampuan adsorpsi sabut kelapa dapat diperbaiki dengan meningkatkan luas permukaan biosorben. Keuntungan utama penggunaan sabut kelapa sebagai biosorben adalah penggunaannya yang murah dan residu yang melimpah dapat mentreatment residu yang lain, dan perlakuan yang cepat.

2.3.2 Mekanisme Penyerapan Cr(VI) oleh Biosorben Sabut Kelapa

Proses penyerapan ion-ion logam pada biosorben terjadi melalui peningkatan aktif dan peningkatan pasif. Peningkatan aktif melibatkan reaksi metabolisme terjadi pada biomaterial yang hidup sedangkan peningkatan pasif hanya terjadi pada biomaterial yang telah mati. Penggunaan biosorben sabut kelapa untuk penyerapan logam termasuk dalam meningkatkan pasif. Terjadi pada permukaan dinding sel dan permukaan eksternal lainnya melalui mekanisme kimia dan fisika seperti pertukaran ion, pembentukan senyawa kompleks, dan adsorpsi secara keseluruhan. Sabut kelapa mengandung senyawa-senyawa selulosa dan lignin (Dewi, 2012).

Menurut Mohammad (2011), selulosa dan lignin adalah penyusun dinding sel. Dinding sel adalah lapisan terluar tumbuhan, pada dinding sel terdapat lubang yang berfungsi sebagai saluran antara satu sel ke sel lainnya. Lubang ini disebut plasmodesmata, yang dapat dilalui oleh molekul dengan berat molekul sekitar 60 nm. Selulosa ini berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben karena gugus -OH. Adanya gugus -OH menyebabkan terjadinya sifat polar pada

adsorben. Dengan demikian selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus –OH yang terikat pada permukaan ion. Interaksi antara gugus –OH dengan ion logam juga memungkinkan melalui mekanisme pembentukan kompleks karena atom oksigen pada gugus –OH mempunyai pasangan elektron bebas.

2.4 Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Biosorpsi

2.4.1 Suhu

Menurut penelitian Danarto (2007), pengaruh suhu terhadap nilai konstanta kecepatan (k_1) dan kapasitas penyerapan maksimum (q_e) pada model kinetika adsorpsi order satu semu terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka nilai konstanta kecepatan akan semakin besar tetapi kemudian pada suhu 55°C nilai konstanta kecepatan mengecil. Ini kemungkinan karena pada suhu tersebut kecepatan desorpsi mulai berpengaruh terhadap proses kecepatan secara keseluruhan. Pada grafik kapasitas penyerapan terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka kapasitas penyerapan maksimum semakin besar. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan semakin besarnya ukuran pori-pori adsorben karena pengaruh suhu. Kenaikan suhu juga akan menyebabkan mobilitas ion Cr(VI) menuju adsorben semakin cepat.

Menurut penelitian Muclisch dan Hayuningtyas (2010), menunjukkan bahwa pada masing-masing suhu reaksi dan jenis adsorben diperoleh kondisi kesetimbangan yang berbeda. Semakin tinggi suhu menyebabkan lama tercapainya kesetimbangan (menit) yang semakin cepat pada bentonit (lempung pemucat) dan arang aktif. Seiring dengan meningkatnya suhu adsorpsi, konsentrasi β -karoten dalam olein pada kondisi kesetimbangan semakin menurun pada penggunaan bentonit, sedangkan pada arang aktif nilai konsentrasi β -karoten dalam olein justru semakin meningkat. Hal tersebut

mengindikasikan bahwa suhu dan jenis adsorben mempengaruhi laju adsorpsi dan kondisi kesetimbangan proses adsorpsi tersebut.

2.4.2 pH

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor utama yang mempengaruhi proses adsorpsi logam di dalam larutan, karena pH yang bervariasi akan berpengaruh pada muatan pada situs aktif atau ion H^+ akan berkompetisi dengan kation untuk berikat dengan situs aktif. Selain itu pH juga akan mempengaruhi jenis logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif adsorben (Gadd, 1993; Tobin *et al.*, 1994 dalam Wirawan, 2011).

Menurut penelitian yang dilakukan Wirawan (2011), pengaruh pH terhadap jumlah Cr yang teradsorpsi oleh arang aktif termodifikasi memiliki kecenderungan yang bervariasi. Adsorpsi oleh arang aktif termodifikasi HCl dan HNO_3 mempunyai pola yang mirip yaitu terjadi penurunan adsorpsi dari pH 1 hingga 2, kemudian pH di atas 3 adsorpsinya mengalami kenaikan. Sedangkan pola adsorpsi Cr oleh arang aktif termodifikasi EDTA dan fisik mengalami kenaikan dari pH 1 hingga 2, kemudian terjadi fluktuatif untuk pH di atasnya. Adanya kecenderungan kenaikan pH akan menaikkan jumlah krom yang teradsorpsi mengindikasikan adanya proses oksidasi pada arang aktif seperti terjadi pada adsorpsi oleh arang aktif termodifikasi EDTA dan fisik.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini meliputi logam berat Cr(VI), biosorpsi, sabut kelapa, dan mekanisme penyerapan logam berat. Parameter yang mempengaruhi biosorpsi yaitu suhu dan pH.

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Baskom	Wadah ketika mencuci biosorben
2	Gelas beaker	Tempat pengadukan dan pembuatan larutan
3	Gelas ukur	Mengukur banyaknya larutan yang dibutuhkan
4	pH Meter	Mengukur pH dan suhu
5	Oven	Mengeringkan biosorben
6	Desikator	Menyerap uap air yang ada pada biosorben
7	Timbangan digital	Menimbang berat biosorben yang digunakan
8	Gunting	Memotong biosorben sesuai ukuran yang diinginkan
9	<i>Magnetic stirrer</i>	Mengaduk campuran larutan dan biosorben selama waktu yang diinginkan
10	Stopwatch	Menghitung waktu yang diinginkan
11	Botol sample	Menyimpan sample sebelum diuji
12	UV-VIS Spektrofotometer	Mengukur konsentrasi/absorbansi suatu sampel atau bahan

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Kegunaan
1	sabut kelapa	Biosorben
2	Air kran	Mencuci biosorben dari kotoran yang menempel
3	Aquades	Mencuci biosorben agar pH netral
4	$K_2Cr_2O_7$	Logam berat pencemar
5	Kertas saring	Menyaring residu dari larutan

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen merupakan suatu rancangan penelitian yang digunakan untuk mencari hubungan sebab akibat dengan adanya keterlibatan penelitian dalam melakukan manipulasi terhadap variabel bebas (Nursalam, 2008).

Penelitian dilakukan dengan metode biosorpsi untuk menyerap logam berat Cr(VI) menggunakan biosorben sabut. Penelitian dilakukan selama 2 minggu sebanyak 6 perlakuan. Pada minggu pertama, dilakukan percobaan untuk menentukan waktu kontak optimum biosorpsi ion Cr(VI) dengan perlakuan pengadukan selama 5, 30, 60, 120, 300 menit dan perlakuan kontrol yang hanya menggunakan larutan yang sudah tercampur logam berat saja tanpa menggunakan biosorben yang diaduk dengan selama 5, 60, dan 300 menit. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 2 kali. Pada minggu kedua, dilakukan percobaan untuk menentukan isotherm dan kapasitas biosorpsi ion Cr(VI) dengan perlakuan konsentrasi berturut-turut 15, 150, 300, 600, dan 1200

ppm dan perlakuan kontrol yang hanya menggunakan larutan yang sudah tercampur logam berat saja tanpa menggunakan biosorben dengan konsentrasi 15, 150, 300, 600, dan 1200 ppm. Pada percobaan isotherm, perlakuan dan kontrol diaduk selama waktu kontak optimum yang didapat sebelumnya. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 2 kali. Menurut Hartanto (2004), ulangan adalah frekuensi dari suatu perlakuan yang diselidiki dalam suatu percobaan. Jumlah ulangan dalam suatu perlakuan tergantung pada derajat ketelitian yang diinginkan oleh peneliti terhadap kesimpulan hasil percobaannya. Ulangan ini berfungsi untuk menghasilkan suatu estimasi tentang galat dan menghasilkan ukuran pengaruh perlakuan-perlakuan yang lebih tepat terhadap hasil percobaan.

3.4 Sumber Data

3.4.1 Data Primer

Menurut Istijanto (2005), data primer adalah data asli yang dikumpulkan oleh periset untuk menjawab masalah risetnya secara khusus. Data ini tidak tersedia karena memang belum ada riset sejenis yang pernah dilakukan atau hasil riset yang sejenis kadaluwarsa. Jadi, periset perlu melakukan pengumpulan atau pengadaan data sendiri karena tidak bias mengandalkan data dari sumber lain. Dalam riset pemasaran, data primer diperoleh secara langsung dari sumbernya, sehingga periset merupakan “tangan pertama” yang memperoleh data tersebut. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi, dan wawancara atau melalui eksperimen.

Data primer yang diambil dalam penelitian ini yakni meliputi preparasi biosorben sabut kelapa, penentuan waktu optimum biosorpsi ion Cr(VI), isotherm dan kapasitas biosorpsi ion Cr(VI), pengukuran pH dan suhu.

3.4.2 Data Sekunder

Menurut Soegoto (2008), data sekunder merupakan data yang sudah ada. Data tersebut sudah cukup dikumpulkan sebelumnya untuk tujuan-tujuan yang tidak mendesak. Keuntungan data sekunder ialah tersedia, ekonomis, dan cepat didapat. Kelemahan data sekunder ialah tidak dapat menjawab secara keseluruhan masalah yang sedang diteliti. Kelemahan lainnya ialah kurangnya akurasi karena data sekunder dikumpulkan oleh orang lain untuk tujuan tertentu dengan menggunakan metode yang tidak diketahui. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi hasil penelitian pendahuluan dan kepustakaan yang menunjang hasil penelitian.

3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini meneliti tentang biosorpsi Cr(VI) menggunakan sabut kelapa. Tujuan utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biosorpsi. Kondisi yang mempengaruhi karakteristik biosorpsi adalah waktu kontak dan konsentrasi larutan Cr(VI) yang diadsorpsi oleh biosorben sabut kelapa. Hal ini didasari oleh penelitian Susanti (2009), pada pengaruh waktu kontak, waktu kontak yang divariasikan yakni 30, 60, 90, 120 dan 180 menit dan pada pengaruh konsentrasi ion Cr(VI) menjadi 5, 10, 15, 25, 30 mg/l. Sehingga perlu dilakukan penelitian kinetik adsorpsi dan adsorpsi isotherm.

Penelitian kinetik adsorpsi dilakukan untuk mengetahui laju reaksi yang merupakan hubungan antara waktu optimum dan mekanisme adsorpsi. Prinsip dasar kinetik adsorpsi adalah tercapainya waktu optimum dan dugaan mekanisme yang mendasari mekanisme adsorpsi yakni passive uptake. Untuk mengetahui lebih detail mengenai passive uptake, dilakukanlah eksperimen adsorpsi isotherm. Dimana didasari dengan penelitian Sudiarta dan Yulihastuti

(2010), waktu yang setimbang biosorpsi yang dimiliki oleh biosorben sabut kelapa adalah 120 menit dengan jumlah Cr(VI) yang terserap sebesar 7,2429 mg/g disini membuktikan bahwa pada maksimum waktu 120 menit penyerapan disebut dengan penyerapan *passive uptake*.

Adsorpsi isoterm merupakan bentuk hubungan antara konsentrasi larutan Cr(VI) yang berbeda-beda dengan kemampuan akumulasi biosorben. Kemampuan akumulasi biosorben ini melibatkan mekanisme *passive uptake* yang nantinya bisa diplotkan dengan persamaan Langmuir. Alasan utama pemilihan persamaan Langmuir karena persamaan ini mengasumsikan bahwa proses adsorpsi terbatas pada lapisan tunggal (*monolayer*). Untuk dapat membuktikannya, dilakukanlah regresi linear sederhana antara konsentrasi keseimbangan dengan C/N. Sehingga dapat dijelaskan bahwa mekanisme adsorpsi mengikuti asumsi-asumsi yang dijelaskan oleh persamaan Langmuir.

3.6 Metode Pengumpulan Data

3.6.1 Prosedur Pengambilan Biosorben Sabut Kelapa

Biosorben sabut kelapa didapatkan dari hasil samping dari pedagang es kelapa. Kelapa yang digunakan merupakan jenis kelapa hijau (*Cocos nucifera*) yang tergolong setengah tua. Sabut kelapa yang diperoleh kemudian dipisahkan dari tempurung kelapa dan kulit luar kelapa. Sabut kelapa yang masih utuh kemudian dipisahkan serabut demi serabut agar mudah dalam proses pencucian dan mempercepat proses pengeringan.

3.6.2 Metode Preparasi Biosorben Sabut Kelapa

Menurut Sudiarta dan Sahara (2011), penyiapan biosorben sabut kelapa antara lain:

- Sabut kelapa dicuci dengan air sampai bersih dari kotoran
- Dibilas dengan aquades

- Dikeringkan di bawah sinar matahari
- Dipotong sabut kelapa dengan ukuran 0,5 cm
- Dicuci dengan aquades sampai bersih
- Dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C untuk mengurangi kadar air setelah sabut kelapa dicuci dan sampai diperoleh berat konstan
- Disimpan dalam desikator

3.6.3 Metode Pembuatan Larutan Cr(VI)

Prosedur pembuatan larutan baku Cr(VI) konsentrasi 1000 ppm adalah sebagai berikut:

- Ditimbang 1,37 gram $K_2Cr_2O_7$
- Dilarutkan dengan aquades dalam beaker glass 1 liter
- Ditambahkan aquades sampai tanda batas

3.6.4 Metode Penentuan Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Ion Cr(VI)

Prosedur penentuan waktu kontak optimum biosorpsi ion Cr(VI) antara lain:

- Dimasukkan 5 gram biosorben ke dalam 300 ml larutan Cr(VI) dengan konsentrasi 200 ppm
- Diaduk dengan *magnetic stirrer* selama periode waktu yang ditentukan
 - Perlakuan pertama diaduk selama 5 menit
 - Perlakuan kedua diaduk selama 30 menit
 - Perlakuan ketiga diaduk selama 60 menit
 - Perlakuan keempat diaduk selama 120 menit
 - Perlakuan kelima diaduk selama 300 menit
 - Perlakuan kontrol (tanpa biosorben) diaduk selama 5, 60, dan 300 menit
- Diambil larutan sebanyak 30 ml pada masing-masing perlakuan

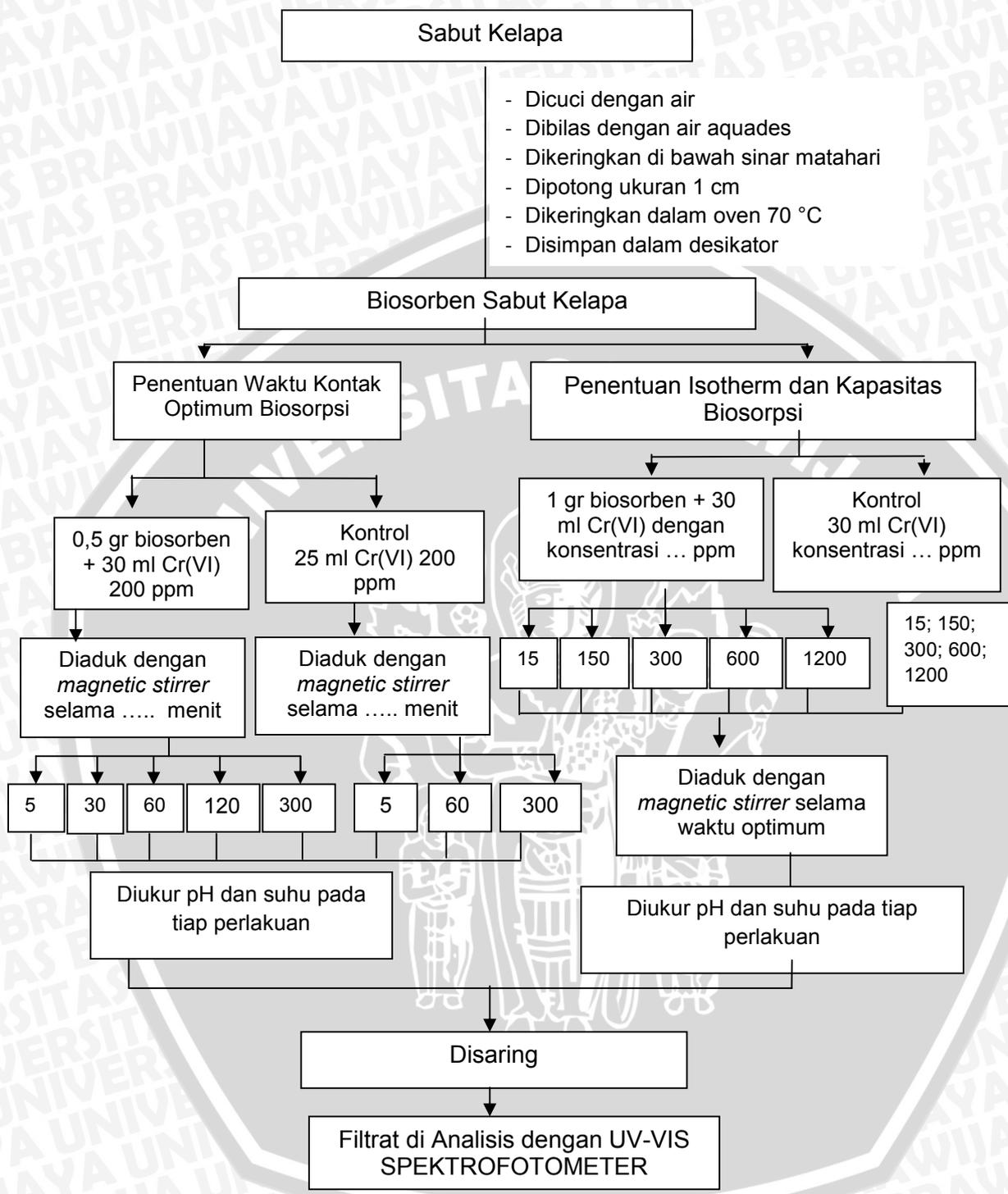
- Disaring dengan kertas saring dan supernatant dianalisis dengan UV-VIS Spektrofotometer

3.6.5 Metode Penentuan Isotherm dan Kapasitas Biosorpsi Ion Cr(VI)

Prosedur penentuan isotherm dan kapasitas biosorpsi ion Cr(VI) antara lain:

- Dimasukkan 1 gram biosorben ke dalam 60 ml larutan Cr(VI) dengan konsentrasi Cr(VI) yang sudah ditentukan
 - Perlakuan pertama menggunakan konsentrasi 15 ppm
 - Perlakuan kedua menggunakan konsentrasi 150 ppm
 - Perlakuan ketiga menggunakan konsentrasi 300 ppm
 - Perlakuan keempat menggunakan konsentrasi 600 ppm
 - Perlakuan kelima menggunakan konsentrasi 1200 ppm
 - Perlakuan kontrol (tanpa biosorben) menggunakan konsentrasi 15, 150, 300, 600, 1200 ppm
- Diaduk dengan *magnetic stirrer* selama waktu kontak optimum
- Diambil larutan sebanyak 30 ml pada masing-masing perlakuan
- Disaring dengan kertas saring dan supernatant dianalisis dengan UV-VIS Spektrofotometer

Secara ringkas, diagram alir prosedur biosorpsi logam berat Cr(VI) menggunakan sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Prosedur Biosorpsi Cr(VI) Dengan Menggunakan Sabut Kelapa

3.6.6 Pengukuran Logam Berat dengan UV-VIS Spektrofotometer

Menurut Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (2011), prosedur pengukuran logam berat adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Reagen

- Diphenil Carbazid
0,25% Diphenil Carbazid
0,25 gram Diphenil Carbazid dalam 100 ml Aseton : Air (1:1)
- H₂SO₄ 3 M 100 ml
16,6 ml H₂SO₄ aquades → 100 ml
- 100 ppm Cr dari padatan K₂CrO₄ sebanyak 1 L
$$100 \text{ ppm Cr} = \frac{194,20}{52} \times 0,1 = 0,3734 \text{ gram/l}$$
- Pipet 10 ml larutan Cr 100 ppm, masukkan ke dalam labu ukur 100 ml, tambahkan aquades hingga tanda batas. Kocok hingga homogen (larutan ini 10 ppm Cr)

b. Pembuatan Kurva Standar dari 10 ppm Cr

Pipet 0 ml, 1 ml, 3 ml, 5 ml, 7 ml larutan Cr 100 ppm. Masukkan masing-masing larutan ke dalam labu ukur 100 ml. tanda bataskan, kocok hingga homogen (larutan ini mengandung 0. 0,1. 0,3. 0,5. 0,7 ppm Cr)

CARA KERJA:

a. Kurva Kalibrasi

- Ukur masing-masing larutan standart yang telah dibuat dengan UV/VIS Spektrometer pada panjang gelombang 540 nm
- Catat masing-masing absorbansi larutan standart

- Gambar hubungan antara konsentrasi Cr (Sumbu X) dengan Absorbansi (Sumbu Y)

b. Pengukuran Larutan Sampel, Blanko dan Standart

- Pipet larutan sampel sebanyak 10 ml kedalam tabung reaksi
- Tambahkan 0,8 ml H₂SO₄ 3 M kocok hingga homogen
- Tambahkan larutan Diphenil Carbazid sebanyak 1 ml. Kocok sehingga larutan berwarna merah
- Baca larutan dengan Spectrophotometer UV-VIS pada panjang gelombang 540 nm
- Catat absorbansinya

3.6.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air

a. Pengukuran suhu

Menurut Afriati (2004), prosedur pengukuran suhu air dengan menggunakan thermometer raksa adalah:

- Menyiapkan thermometer air raksa
- Memasukkan ke dalam perairan selama beberapa menit
- Membaca skala yang ditunjukkan oleh thermometer (masih dalam air)
- Mencatat hasil pengamatan

b. Pengukuran pH

Menurut BSN (2004), prosedur pengukuran pH air dengan menggunakan pH meter adalah:

- Lakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran
- Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
- Bilas elektroda dengan contoh uji

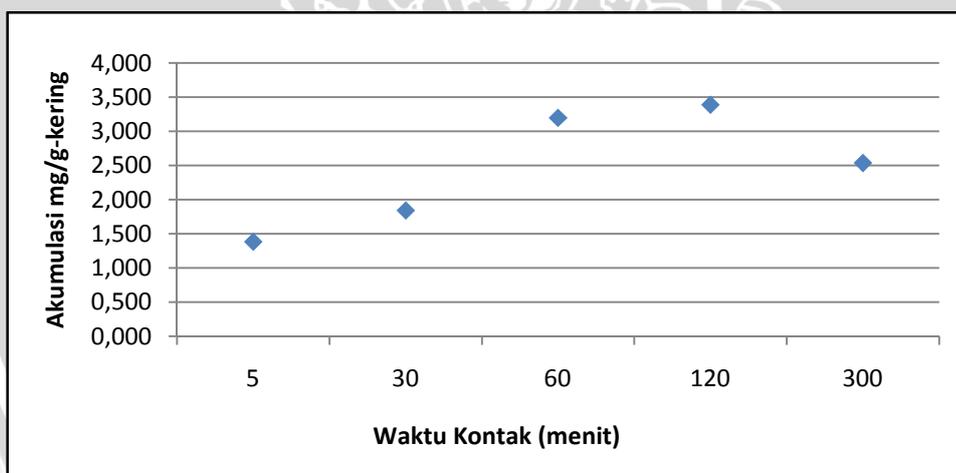
- Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan tang tetap
- Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Ion Cr(VI)

Penentuan waktu kontak biosorpsi ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui waktu optimal yang dibutuhkan biosorben sabut kelapa untuk mengadsorpsi secara maksimal. Waktu optimal yang ditunjukkan oleh biosorben sabut kelapa adalah 120 menit dengan jumlah Cr(VI) yang terserap sebesar 3,39 mg/g-kering. Lalu pada waktu kontak 300 menit mengalami penurunan dengan jumlah penyerapan Cr(VI) 2,53 mg/g-kering. Sedangkan grafik waktu kontak biosorpsi Cr(VI) dapat dilihat pada **Gambar 2**. Dan perhitungan bisa dilihat pada **Lampiran 1**.



Gambar 2. Waktu Kontak Optimum Biosorpsi Cr(VI) oleh Sabut Kelapa

Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa pada waktu kontak 5 menit sudah mengalami penyerapan sehingga didapat nilai akumulasi tertinggi yakni 3,39 mg/g-kering terdapat pada waktu kontak 120 menit. Dan mengalami penurunan akumulasi yakni 2,53 mg/g-kering pada waktu kontak 300 menit. Hal ini dikarenakan pada waktu 120 menit biosorben mengalami penyerapan Cr(VI) yang maksimal sehingga biosorben sabut kelapa penuh atau jenuh, sehingga

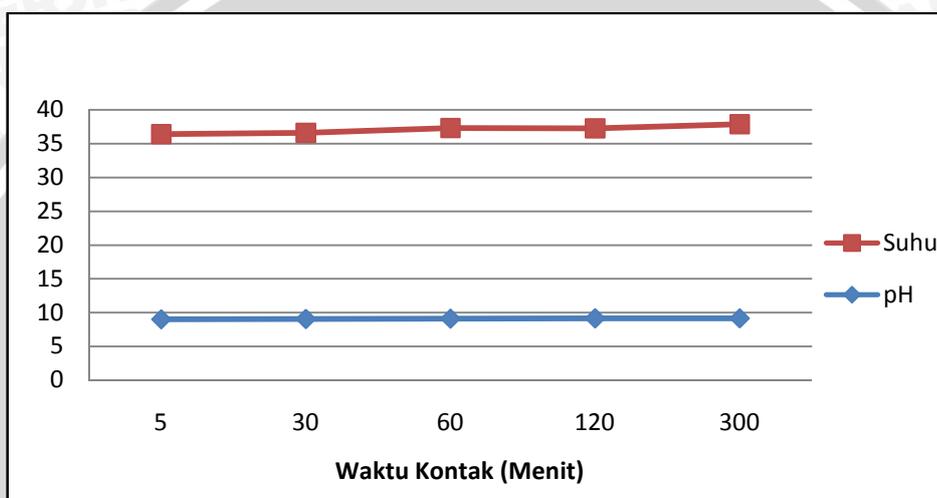
pada waktu kontak 300 menit mengalami penurunan akumulasi pada biosorben sabut kelapa. Hal ini sesuai dengan penelitian Sudiarta dan Yulihastuti (2010), pada awal waktu interaksi jumlah ion Cr(VI) yang terserap cenderung meningkat dengan meningkatnya waktu interaksi akan tetapi setelah diinteraksikan pada waktu 120 menit jumlah Cr(VI) yang terserap cenderung turun naik. Lemahnya ikatan biosorben dengan logam Cr(VI) mempengaruhi kestabilan dari jumlah ion Cr(VI) yang terserap.

Menurut Aji dan Kurniawan (2012) yang menunjukkan bahwa jumlah Cr(VI) yang teradsorpsi oleh serbuk biji salak semakin meningkat berbanding lurus dengan waktu pada awal waktu interaksi jumlah konsentrasi Cr(VI) yang teradsorpsi terus meningkat sampai mencapai waktu optimum. Kemampuan adsorpsi logam Cr(VI) menjadi turun mendekati titik jenuh setelah melewati waktu optimum. Hal ini terjadi karena pada kondisi tersebut permukaan sel aktif adsorben menjadi semakin sedikit disebabkan sebagian besar telah mengikat ion logam Cr(VI).

Pendapat lain juga disampaikan oleh Devi *et al.*, (2012) bahwa kecepatan penyerapan Cr(VI) oleh adsorben lebih besar pada tahap awal kemudian secara bertahap menurun dan hampir konstan setelah mencapai waktu kontak optimal. Hal ini karena awalnya situs kosong dalam jumlah besar tersedia untuk adsorpsi dan setelah beberapa waktusitus yang tersisa mungkin sulit untuk diisi karena gaya tolak antara ion adsorbat pada padatan dan dalam larutan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya waktu maka penyerapan logam Cr(VI) berkurang karena biosorben sabut kelapa mengalami kejenuhan. Dan waktu optimal dalam penelitian ini adalah 120 menit dengan nilai akumulasi 3,39 mg/g-kering.

Pada penelitian penentuan waktu kontak optimum biosorpsi Cr(VI), juga dilakukan pengukuran suhu dan pH pada tiap perlakuannya. Suhu dan pH sengaja tidak dikontrol pada kisaran tertentu untuk mengetahui besarnya suhu dan pH alami pada tiap perlakuan. Hasil pengukuran suhu dan pH pada penelitian biosorpsi Cr(VI) oleh sabut kelapa dapat dilihat pada **Gambar 3** dibawah ini:



Gambar 3. pH dan Suhu Pada Waktu Kontak yang Bervariasi

Padahal hasil grafik pengukuran suhu di atas menunjukkan suhu berkisar antara 27,4°C–28,7°C. Perbedaan suhu tidak terlalu besar maka dapat dikatakan suhu tidak berubah signifikan sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap adsorpsi Cr(VI) oleh sabut kelapa.

Pada penelitian yang dilakukan Danarto (2007) dengan perlakuan suhu yang bervariasi, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka kapasitas penyerapan maksimum semakin besar. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan semakin besarnya ukuran pori-pori adsorben karena pengaruh suhu. Kenaikan suhu juga akan menyebabkan mobilitas ion Cr(VI) menuju adsorben semakin cepat.

Pada hasil pengukuran pH di atas menunjukkan pH yang diperoleh berkisar antara 9 - 9,16. Perbedaan pH tidak terlalu besar maka dapat dikatakan pH tidak berubah signifikan dan tidak berpengaruh pada penyerapan logam Cr(VI) oleh sabut kelapa. Pada penelitian ini pH yang dihasilkan bersifat basa karena menurut Apriliani (2010) sabut kelapa mengandung selulosa, dimana selulosa tersebut mempunyai banyak gugus -OH. Kehadiran gugus -OH tersebutlah yang menyebabkan pH menjadi basa.

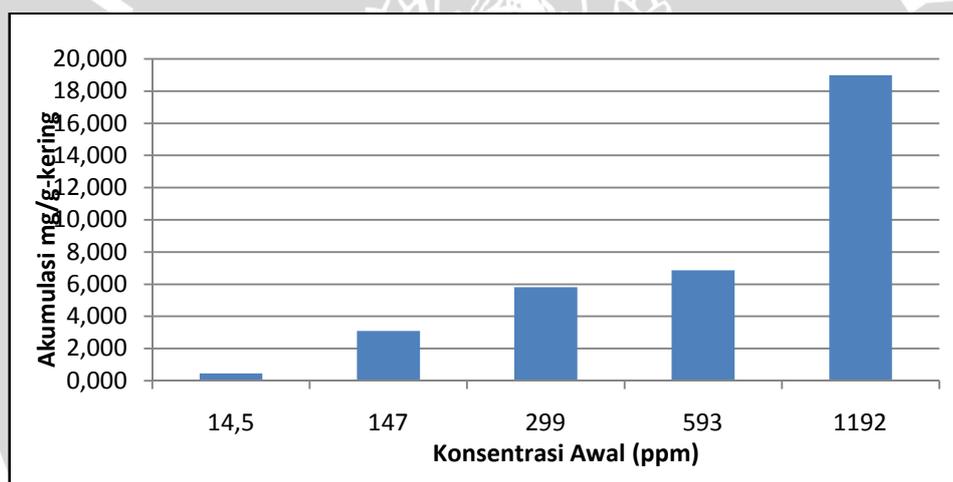
Menurut Pendapat yang disampaikan oleh Devi *et al.*, (2012) bahwa pH mempengaruhi adsorpsi ion Cr(VI) pada adsorbat karena pH mempengaruhi kelarutan ion logam sehingga terjadi pengikatan ion secara elektrostatis. Pada penelitian yang dilakukannya, kondisi pH 2-3 dapat mengadsorpsi ion Cr(VI) secara maksimal. Hal ini dapat dikaitkan dengan tingginya konsentrasi ion H⁺ pada pH rendah dapat menetralkan ion Cr₂O₇²⁻ pada adsorbat yang bermuatan negatif. Penurunan efisiensi adsorpsi pada pH yang lebih tinggi dapat disebabkan karena meningkatnya konsentrasi ion OH⁻ yang dapat menghambat difusi ion Cr(VI). Proses adsorpsi ion logam pada adsorben melibatkan pengikatan ion logam oleh gaya tarik elektrostatis. Permukaan adsorben memiliki muatan positif sehingga ion Cr₂O₇²⁻ yang bermuatan negatif dapat diserap oleh gaya tarik elektrostatis.

Kondisi suhu dan pH dapat mempengaruhi biosorben untuk mengadsorpsi ion logam berat apabila perubahan suhu dan pH terjadi secara signifikan. Namun pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu dan pH tidak berubah secara signifikan sehingga suhu dan pH tidak berpengaruh terhadap adsorpsi ion Cr(VI) oleh sabut kelapa.

4.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Terhadap Akumulasi Ion Cr(VI)

Pengujian biosorpsi terhadap variasi konsentrasi logam Cr(VI) dilakukan untuk mengetahui kemampuan biosorben dalam mengakumulasi ion Cr(VI) pada berbagai variasi konsentrasi. Variasi konsentrasi yang digunakan dalam pengujian adalah 15, 150, 300, 600, dan 1200 ppm yang diinteraksikan dengan biosorben selama 120 menit yang diperoleh dari penentuan waktu optimum biosorpsi. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan grafik jumlah akumulasi ion Cr(VI) menggunakan biosorben sabut kelapa dengan konsentrasi ion Cr(VI) yang bervariasi tersaji pada **Gambar 4** dan untuk perhitungannya terlampir pada

Lampiran 1.



Gambar 4. Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Cr(VI) Terhadap Biosorpsi oleh Sabut Kelapa

Pada gambar di atas nilai akumulasi tertinggi yakni 19 mg/g-kering dengan konsentrasi awal 1192 ppm, dan nilai akumulasi terendah yakni 0,45 mg/g-kering dengan konsentrasi awal 14,5 ppm. Ini disebabkan bahwa semakin ditambahkan konsentrasi Cr(VI) maka semakin tinggi penyerapan oleh sabut kelapa. Menurut penelitian Widihati *et al.*, (2012) dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi meningkat seiring dengan ditambahkan konsentrasi awal dari adsorbet logam Cr⁶⁺. Hal ini disebabkan karena gaya antar molekul sejenis (kohesi) dari logam

Cr^{6+} lebih kecil dibandingkan gaya antar molekul tidak sejenis (logam Cr^{6+} dengan karbon) sehingga logam Cr^{6+} yang jarak antar molekulnya relatif jauh dari karbon akan dilepas. Hal tersebut terjadi pada saat penyerapan Cr^{6+} menurun.

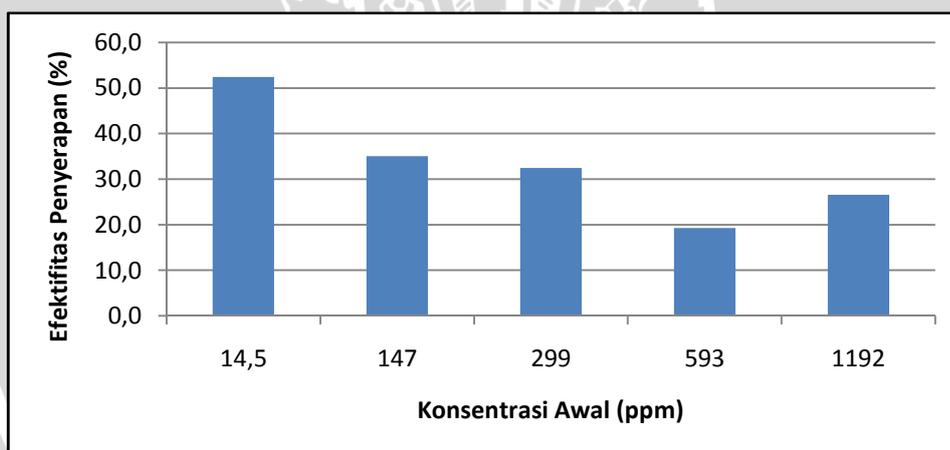
Menurut Isnaini *et al.*, (2013) semakin besar konsentrasi maka akan semakin besar kapasitas penyerapan ion logam tersebut. Ini dikarenakan semakin besar konsentrasi maka semakin banyak ion logam yang akan bersaing untuk terikat pada gugus fungsi dari biosorben. Namun pada suatu titik akan didapatkan bahwa kapasitas penyerapan akan menurun dengan peningkatan konsentrasi awal dari larutan ion logam karena pada permukaan biosorben telah jenuh.

Hal ini sesuai dengan penelitian Giri *et al.*, (2014) bahwa semakin besar konsentrasi ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang terlarut dalam larutan maka semakin banyak jumlah konsentrasi ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang teradsorpsi pada permukaan adsorben tetapi akan menurun apabila telah mencapai kesetimbangan. Hal ini disebabkan karena interaksi antara permukaan adsorben dengan adsorbat semakin besar akibat kelimpahan ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ pada larutan, sehingga apabila belum mencapai keadaan setimbang, semakin tinggi konsentrasi ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang terlarut dalam larutan akan membuat semakin besar gaya tarik menarik antar ion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dengan permukaan adsorben. Tetapi gaya ini akan semakin menurun setelah tercapainya kondisi kesetimbangan.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kemampuan sabut kelapadalam mengadsorpsi ion Cr(VI) pada berbagai variasi konsentrasi akan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi Cr(VI) yang diinteraksikan.

4.3 Efektivitas Penyerapan Ion Cr(VI)

Efektifitas penyerapan ini bertujuan untuk mengetahui berapa persen dari penyerapan setelah ditambah konsentrasi lebih banyak, dan hasil dari efektifitas ini adalah semakin ditambahkan konsentrasi atau larutan maka semakin rendah efektifitas penyerapannya. Ini dikarenakan pada penambahan larutan maksimal penyerapan mulai jenuh sehingga memiliki hasil yang rendah. Variasi konsentrasi yang digunakan dalam pengujian adalah 14,5, 147, 299, 593, dan 1192 ppm. Berdasarkan hasil penghitungan didapatkan grafik efektifitas penyerapan ion Cr(VI) menggunakan biosorben sabut kelapa dengan konsentrasi awal ion Cr(VI) yang bervariasi tersaji pada **Gambar 5**. Dan untuk perhitungan telah terlampir pada **Lampiran 1**.



Gambar 5. Efektivitas Penyerapan Ion Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa

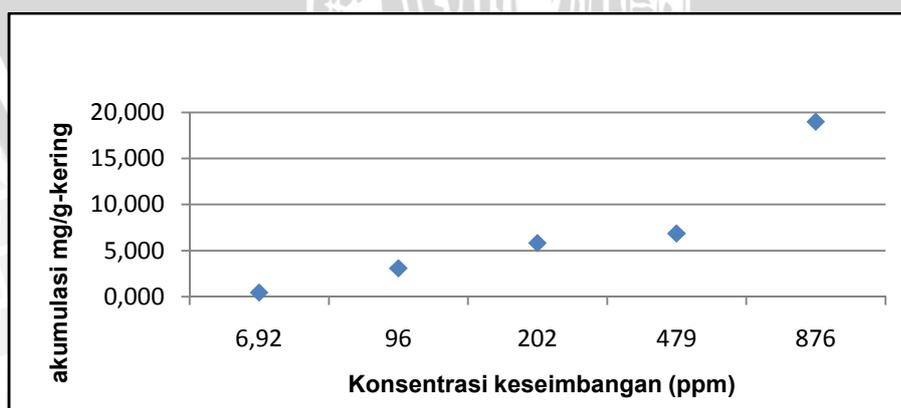
Pada hasil grafik di atas menunjukkan pada konsentrasi 14,5 ppm memiliki nilai tertinggi efektifitas penyerapannya yakni 38,7%, dan pada konsentrasi 1192 ppm memiliki efektifitas penyerapan terendah yakni 21,1%. Hal ini dikarenakan semakin ditambahkan konsentrasi maka semakin rendah efisiensi penyerapannya akibat titik maksimal biosorben mula jenuh sehingga tidak ada ruang pori untuk menyerap logam Cr(VI) tersebut.

Hal ini sesuai dengan penelitian Sudiarta dan Yulihastuti (2010), bahwa pada awal konsentrasi interaksi jumlah ion Cr(VI) yang terserap oleh biosorben bertambah dengan meningkatnya konsentrasi kemudian pada konsentrasi tertentu menjadi stabil dan mencapai nilai maksimum ini disebabkan semakin tinggi penyerapan ion Cr(VI) biosorben mengalami penurunan penyerapan karena kondisi sudah jenuh.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa efektivitas adsorpsi ion Cr(VI) oleh sabut kelapa akan lebih tinggi jika diinteraksikan dengan larutan Cr(VI) yang konsentrasinya rendah.

4.4 Adsorpsi isoterm

Pola isoterm biosorpsi Cr(VI) dapat diketahui dengan cara membuat grafik antara konsentrasi Cr(VI) dalam keseimbangan dengan banyaknya Cr(VI) yang terserap oleh biosorben, dari grafik inilah karakteristik penyerapan Cr(VI) oleh sabut kelapa dapat diduga. Grafik adsorpsi isoterm Cr(VI) oleh sabut kelapa dapat dilihat pada **Gambar 6**. Dan untuk perhitungan lengkapnya telah terlampir pada **Lampiran 1**.



Gambar 6. Adsorpsi isoterm biosorpsi Cr(VI) oleh sabut kelapa

Pada gambar adsorpsi isoterm di atas menunjukkan bahwa nilai akumulasi mengalami kenaikan seiring dengan naiknya konsentrasi keseimbangan. Pada konsentrasi keseimbangan 876 ppm, sabut kelapa mampu mengadsorpsi Cr(VI) sebanyak 19 (mg/g-kering). Menurut Muhammad *et al.*, (1998), konsentrasi keseimbangan merupakan rata-rata konsentrasi yang terukur dari larutan setelah diberi biosorben. Isoterm adsorpsi merupakan gambaran keadaan setimbang antara konsentrasi zat terlarut yang terserap pada permukaan padatan dengan jumlah penyerap pada suhu tetap.

Ada beberapa jenis isoterm adsorpsi, namun untuk adsorpsi zat terlarut dalam suatu larutan umumnya menggunakan isoterm Langmuir. Alasan memilih model adsorpsi isoterm Langmuir karena proses adsorpsi terjadi di satu lapisan permukaan saja. Sehingga hanya dilakukan pengujian untuk melihat apakah adsorpsi pada sabut kelapa sesuai dengan model Adsorpsi Isoterm Langmuir. Menurut Atkins (1999) dalam Suprayogi (2009), persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antarmolekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi.

Untuk mengetahui karakteristik adsorpsi Cr(VI) oleh sabut kelapa, hasil pada adsorpsi isoterm (Gambar 6) diplotkan dengan menggunakan persamaan adsorpsi Langmuir sebagaimana berikut ini:

$$\frac{C}{N} = \frac{1}{N_{\max} \times b} + \frac{C}{N_{\max}}$$

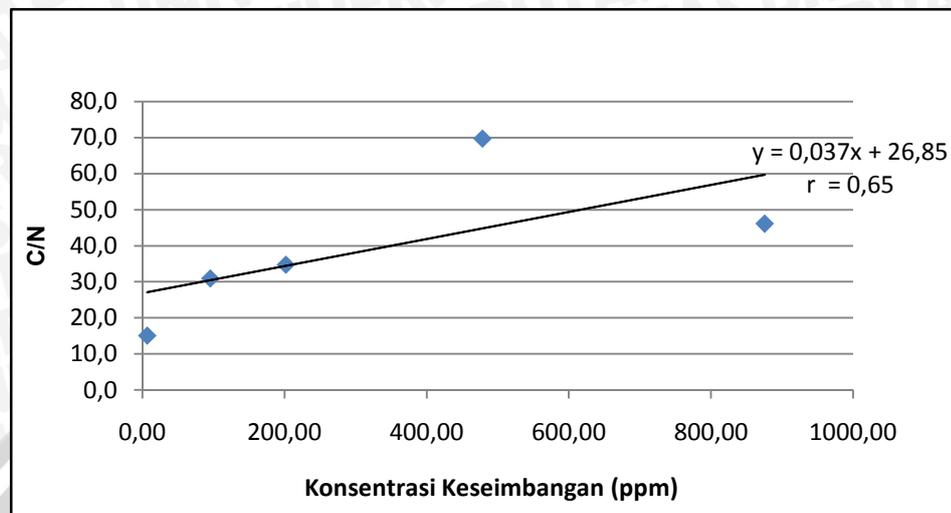
Keterangan:

C = konsentrasi larutan pada kesetimbangan (ppm)

N = jumlah konsentrasi yang diadsorpsi per gram kering (mg/g-kering)

N_{\max} = kapasitas adsorpsi maksimal

b = intensitas adsorpsi



Gambar 7. Model Adsorpsi Isoterm Langmuir pada biosorpsi Cr(VI) Oleh Sabut Kelapa

Pada gambar 7 menunjukkan model adsorpsi isoterm Langmuir untuk penyerapan Cr(VI) oleh sabut kelapa. Dari persamaan Langmuir di atas, dapat dihitung N_{max} (akumulasi maksimal) dari biosorben. Berdasarkan perhitungan model adsorpsi isoterm Langmuir yang dilakukan, diperoleh nilai N_{max} (akumulasi maksimal) oleh sabut kelapa terhadap Cr(VI) sebesar 27,02 mg/gram-kering. Menurut Kurniawan *et al.*, (2013) pemplotan nilai C/N sebagai sumbu y dan konsentrasi keseimbangan (c) sebagai sumbu x akan menghasilkan garis lurus dengan *slope* menunjukkan $1/N_{max}$ dan *intercept* sumbu y sebagai $1/(N_{max}) b$, sehingga nilai N_{max} dapat dihitung.

Pengujian korelasi dilakukan menggunakan regresi linear sederhana di Ms.Excel. Hasil perhitungan regresi (Lampiran 2) menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,65 yang artinya korelasi adsorpsi cukup sesuai dengan model Langmuir. Hal ini sesuai dengan pendapat Algifari (2000) yang menginterpretasikan koefisien korelasi menjadi 7 kelompok. Jika $r = 0$ artinya tidak berkorelasi; $r = 0,01-0,2$ artinya korelasi sangat rendah; $r = 0,21-0,4$ artinya korelasi rendah, $r = 0,41-0,6$ artinya korelasi agak rendah; $r = 0,61-0,80$ artinya

korelasi cukup; $r = 0,81-0,99$ artinya korelasi tinggi; dan $r = 1$ artinya korelasi tinggi.

Menurut Sawyer (2003), isoterm Langmuir mengasumsikan bahwa satu adsorbat mengikat satu bagian pada adsorben dan seluruh permukaan pada adsorben mempunyai afinitas yang sama terhadap adsorbat. Pada isoterm Langmuir, adsorpsi terbatas pada lapisan tunggal (*monolayer*) dan molekul-molekul terlarut adsorbat tidak bebas berpindah ke permukaan. Pola adsorpsi Langmuir mengasumsikan penyerapan terjadi secara fisika kimia dengan membentuk lapisan *monolayer*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasasti *et al.*, (2012) bahwa isoterm Langmuir mengasumsikan adsorpsi yang terjadi hanya merupakan adsorpsi satu lapis saja (*monolayer*).

4.5 Karakteristik Biosorpsi Cr(VI) Menggunakan Sabut Kelapa

Berdasarkan hasil penelitian ini, penyerapan logam Cr(VI) oleh sabut kelapa sebagai zat padat yang proses penyerapannya pasif dimana penyerapan terjadi di luar permukaan biosorben atau dibagian lapisan terluar (*monolayer*), melalui mekanisme fisika dan kimia yang ditandai dengan terjadinya pertukaran ion-ion dan adsorpsi secara keseluruhan oleh biosorben atau dapat juga disebut sebagai penyerapan *passive uptake* dimana ini terjadi pada penyerapan untuk bahan yang tidak hidup. Dan hasil penyerapan optimal terjadi pada waktu kontak 120 menit. Hal ini sesuai pendapat Dewi (2012) bahwa mekanisme penyerapan ion-ion logam pada biosorben terjadi melalui pengikatan aktif dan pengikatan pasif. Pengikatan aktif melibatkan reaksi metabolisme terjadi pada biomaterial yang hidup sedangkan peningkatan pasif hanya terjadi pada biomaterial yang telah mati. Penggunaan biosorben sabut kelapa untuk penyerapan logam termasuk dalam pengikatan pasif yang terjadi pada permukaan dinding sel dan

permukaan eksternal lainnya melalui mekanisme kimia dan fisika seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks, dan adsorpsi secara keseluruhan. Dan menurut Sunardi (2011), mekanisme *passive uptake* dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan cara pertukaran ion dimana ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, posfat dan hidroksi karboksil yang berada pada dinding sel.

Sabut kelapa mengandung senyawa-senyawa selulosa dan lignin. Di dalam kandungan sabut kelapa terdapat selulosa, dimana selulosa merupakan polisakarida dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan merupakan jaringan berserat dalam tumbuhan. Selulosa ini berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben karena gugus $-OH$. Adanya gugus $-OH$ menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. Dengan demikian selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus $-OH$ yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif merupakan mekanisme pertukaran ion. Interaksi antara gugus $-OH$ dengan ion logam juga memungkinkan melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen pada gugus $-OH$ mempunyai pasangan elektron bebas (Mohammad, 2011).

Menurut Apriliani (2010), ion logam Pb dan Cr merupakan kation yang bersifat asam keras, sehingga akan berinteraksi secara kuat dengan anion-anion yang bersifat basa keras seperti dengan $-OH$. Selulosa pada sabut kelapa dapat mengikat ion Cr secara kuat. Ikatan antara ion Cr dengan $-OH$ pada selulosa melalui pembentukan koordinasi, dimana pasangan elektron bebas dari O pada $-OH$ akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion logam tersebut, sehingga terbentuk suatu senyawa atau ion kompleks. Selulosa berperan

sebagai ligan yang dapat menyumbangkan sepasang elektron bebas pada ion logam, sedangkan ion logam Cr berperan sebagai atom pusat dalam pembentukan senyawa kompleks.

Efektifitas penyerapan logam Cr(VI) oleh sabut kelapa pada penelitian ini besarnya 52% pada konsentrasi awal 15 ppm. Jika dibandingkan dengan penelitian Apriliani (2010) yang menggunakan arang ampas tebu pada penyerapan Cr(VI), efisiensi penyerapan sabut kelapa lebih rendah karena efisiensi penyerapan arang ampas tebu sebesar 89,52 % pada konsentrasi awal Cr(VI) 20 ppm. Namun pada penelitian yang dilakukan Ramadhan dan Handajani (2010), menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan Cr(VI) oleh biomassa *Sacharomyces cerevisiae* sebanyak 42,1% dari konsentrasi awal 10 ppm ternyata lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan sabut kelapa.

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan sabut kelapa sebagai biosorben zat padat dapat dikatakan efektif untuk mengurangi bahaya logam berat Cr(VI). Peluang biosorpsi Cr(VI) menggunakan sabut kelapa dapat diaplikasikan untuk pengelolaan limbah pada industri-industri seperti tekstil, kertas, petro kimia dan lain-lain dimana industri tersebut menghasilkan limbah yang mengandung logam berat terutama Cr(VI). Sabut kelapa juga mudah didapat dan harganya relatif murah sehingga tidak perlu banyak mengeluarkan biaya untuk mengatasi logam berat Cr(VI) di lingkungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Sabut kelapamampu menyerap logam berat Cr(VI) dengan penyerapan optimum pada waktu kontak 120 menit.
- Efektivitas adsorpsi ion Cr(VI) oleh sabut kelapa akan lebih tinggi jika diinteraksikan dengan larutan Cr(VI) yang konsentrasinya rendah.
- Sabut kelapa merupakan zat padat yang proses penyerapannya termasuk *passive uptake* yang melibatkan pertukaran ion dan pembentukan senyawa kompleks di permukaan atau terjadi pertukaran ion Cr(VI) dan adsorben dilapisan satu lapisan saja (*monolayer*), sehingga pada model adsorpsi Cr(VI) oleh sabut kelapa mengikuti pola isoterm Langmuir.

5.2 Saran

Mengaplikasikan penelitian ini pada industri-industri yang membuang limbah yang mengandung Cr(VI) agar tidak membahayakan lingkungan, menggunakan sabut kelapa untuk dijadikan alternatif biomaterial dalam mengurangi logam Cr(VI) karena harganya yang murah dan mudah didapat dan untuk penelitian selanjutnya dianjurkan untuk meneliti kandungan serat sabut kelapa sebagai alternatif mengurangi keberadaaan logam berat Cr(VI).

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, B. K Dan F. Kurniawan. 2012. Pemanfaatan Serbuk Biji Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Adsorben Cr(VI) Dengan Metode Batch Dan Kolom. *Jurnal Sains Pomits*. 1 (1):1-6
- Algifari. 2000. Analisis Regresi Edisi 2. BPFE-Yogyakarta. Yogyakarta. Hal 45-48. Jakarta
- Apriliani, Ade. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Anderson, R. A., 1997. Chromium as an Essential Nutrient for Human. *Toxicol Pharmacol.*,26: 534-541
- Asmadi, E. S. dan W. Oktiawan. 2009. Pengurangan Chrom (Cr) dalam limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery menggunakan Senyawa Alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH dan NaHCO_3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jal 5* (1): 41-54
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2004. Air dan Air Limbah-Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan menggunakan Alat pH Meter. SNI 06-6989.11
- Carrijo, O. A., R. S. Liz., N. Makishima. 2002. Fiber of Green Coconut shell as Agriculture Substratum. *Brazilian Horticulture* 20: 533-535
- Danarto, Y. C. 2007. Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Adsorben pasir yang Dilapisi Besi Oksida. *Ekuilbrium* 6(2): 65-70
- Dewi, R. 2012. Penyisihan Kadmium dalam Air dengan Menggunakan Biosorben Batang Jerami. *Jurnal Teknologi*
- Dixit, S dan P. Verma. 2012. The Effect of Surface Modification on the Water Absorption Behavior of Coir Fibers. *Advances in Applied Science Research* 3 (3): 1463-1465
- Gadd, G. M. 2008. Biosorption: Critical Review of Scientific Rationale, Environmental Importance and significance For Pollution Treatment. *J Chem Technol Biotechnol* 84: 13-28
- Gonzalez, M. H., G. C. L. Araujo., C. B. Pelizaro., E. A. Menezes., S. G. Lemos., G. B. de Sousa., A. R. A. Nogueira. 2008. Coconut Coir as Biosorbent for Cr(VI) Removal from Laboratory Wastewater. *Journal of Hazardous Materials* 159: 252-256
- Giri, H. P. D., I. W. Sudiarta, dan I. A. R. A. Asih. 2014. Optimasi Adsorpsi Cr(VI) Pada Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Difenilkarbazida (Si-DPZida). *Jurnal Kimia*. 8 (2): 198-204.

- Igwe, J. C. dan Abia. A. A. 2006. A Bioseparation Process for Removing Heavy Metals From Waste Water Using Biosorbents. *African Journal of Biotechnology* 5 (12): 1167-1179
- Isnaini. P., Z. R., dan E. Munaf. 2013. Penyerapan Ion Cd (II) Dan Zn (II) Dalam Air Limbah Menggunakan Kulit Jengkol. *Jurnal Kimia Unand.* 2 (3). 20-30
- Istijanto, .2005. *Aplikasi Praktis Riset Pemasaran*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Kurniawan, A dan T. Yamamoto. 2013. Biofilm Polymer For Biosorption Of Pollutan Ions. *Procedia Environmental Sciences.* 17:179-187.
- Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran. 2011. Intruksi Kerja Penggunaan AAS (Atomic Absorption Spectrometer) PERKIN ELMER 3100. Universitas Brawijaya. Malang
- Mohammad, Erni. 2011. Fitoremediasi Logam Berat Cadmium (Cd) pada Tanah dengan Menggunakan Bayam Duri (*Amaranthus spinosus L.*). Universitas Negeri Gorontalo
- Muhammad, N., J. Parr., M. D. Smith., dan A. D. Wheatley. 1998. Adsorption of Heavy Metals in Slow Sand Filters. *T Water Treatment*
- Muslich, P. S., dan R. I. R. hayuningtyas. 2010. Kinetika Adsorpsi Isotermal β -Karoten dari Olein Sawit Kasar dengan Menggunakan Bentonit. *J. Tek. Ind. Pert.* 19(12): 93-100
- Nafie, N. L., P. T dan D. Mahmud. 2007. Biosorpsi Ion Logam Cr(VI) Dengan Menggunakan Biomassa Lamun *Enhalus acoroides* Yang Terdapat Di Pulau Barrang Lompo. Jurusan FMIPA. Universitas Hassanuddin. Makassar
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta: Jakarta
- Pertiwi, D dan W. Herunurti. 2008. Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Pino, G. H., L. M. S. Mesquita., G. A. S. Pinto. 2005. Biosorption of Cadmium by Green Coconut Shell Powder
- Ponce, S. C., C. Prado., E. Pagano., F. E. Prado., M. Rosa. 2015. Effect of Solution pH on the Dynamic of Biosorption of Cr(VI) by Living Plants of *Salvinia minima*. *Ecological engineering* 74: 33-41
- Putri, L, Erika. 2010. Penyerapan Ion Logam Cr(VI) Menggunakan Serbuk Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Yang Telah Ditarik Zat Warnanya. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Andalas. Padang.

- Prasasti, D., J. S., dan S. Sri. 2012. Studi Kapasitas Adsorpsi-Reduksi Ion Au (III) Pada Asam Humat Hasil Isolasi Dari Tanah Gambut Rawa Pening. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 2 (2): 141-151.
- Sawyer, C.N., P.L., McCarty., G.F. Parkin. 2003. Chemistry For Environmental Engineering And Science. McGraw Hill Profesional. New York
- Subarijanti, H.U. 1990. Diktat Kuliah Limnology. Nuffic/ Unibraw/ Luw/ Fish.UniversitasBrawijaya. Malang.
- Shukhla, A., Y. H. Zhang., P. Dubey., J. L. Margravw., S. Shukla. 2002. The Role of sawdust in the Removal of Unwanted Materials From Water. *J of hazardous Materials* 95: 137-157
- Sudiarta, I. W., dan Y, D. Ariani. 2010. Biosorpsi Kromium (VI) Pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*). *Jurnal Kimia*. 4 (2): 158-166.
- I. W., dan E. Sahara. 2011. Biosorpsi Cr(III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Sodium hidroksida (NaOH). *Jurnal Kimia* 5(2): 133-142
- Susanti, Tri. 2009. Studi Biosorpsi Ion Logam Cr(VI) Oleh Biomassa Alga Hijau Yang Dimobilisasi Pada Kalsium Alginat. Skripsi. FMIPA. Universitas Indonesia. Depok.
- Soegoto, Eddy Soeryanto. 2008. *Marketing Research*. The Smart Way to Solve AProble. Penerbit : PT. ArgomediaPustaka. Jakarta Selatan.
- Sulistyawati, S. 2008. Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sunardi. 2011. Penurunan Kadar Krom(VI) dengan *Sagassum* sp, *Saccharomyces cerevisiae* dan Kombinasinya pada Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal EKOSAINS* 3(1): 55-62
- Suprayogi, D. 2009. Adsorpsi dan Desorpsi Kromium(VI) pada Zeolit Alam Asal Lampung Termodifikasi Heksadesiltrimetilamonium Bromida. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Widihati, I. A. G.,N. G. A. M. D. A. Suastuti., dan M. A. Yohnita. N. 2012. Studii Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisaca*). *Jurnal Kimia*. 6 (1). 8-16.
- Wirawan, T. 2011. Adsorpsi Krom (Cr) Oleh Arang Aktif Termodifikasi Dari Tempurung Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Mulawarman Scientifie*10(1): 1-10

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Akumulasi, Efisiensi, dan Adsorpsi Isoterm Langmuir

Waktu Kontak	Konsentrasi Terukur (ppm)		Rata-rata	Penyerapan	Volume (L)	Jumlah akumulasi (mg)	Berat Adsorbat (g)	Akumulasi (mg/g)
	U 1	U 2						
5	158,7	153,6	156,2	23,0	0,3	6,91	5	1,382
30	143,4	147,0	145,2	34,1	0,27	9,19	5	1,839
60	110,1	115,2	112,7	66,6	0,24	15,97	5	3,19
120	94,7	102,4	98,6	80,6	0,21	16,93	5	3,39
300	112,7	105,0	108,8	70,4	0,18	12,67	5	2,53

Konsentrasi (ppm)	Kontrol	Konsentrasi Terukur		Rata-rata	Penyerapan	Volume (L)	Jumlah akumulasi (mg)	Berat Adsorbat (g)	Akumulasi (mg/g)	Efektifitas Penyerapan (%)	C/N
		U 1	U 2								
15	14,5	7,17	6,66	6,92	7,6	0,06	0,46	1	0,458	52,4	15,1
150	147	94	97	96	51,5	0,06	3,09	1	3,09	35,0	30,9
300	299	207	197	202	97,0	0,06	5,82	1	5,82	32,4	34,7
600	593	486	471	479	115	0,06	6,87	1	6,87	19,3	69,7
1200	1192	860	891	876	317	0,06	19,0	1	19,0	26,6	46,1

$$N_{\max} = \frac{1}{0,037} = 27,02 \text{ mg/g-kering}$$

Lampiran 2. Hasil Regresi Linear Sederhana Menggunakan Ms. Excel 2007

Regression Statistics

Multiple R	0,651383
R Square	0,4243
Adjusted R Square	0,232399
Standard Error	17,76141
Observations	5

ANOVA

	Df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	697,5129	697,5129	2,211044	
Residual	3	946,4032	315,4677		
Total	4	1643,916			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	26,85036	11,53925	2,326872	0,10244	-9,87269	63,5734	-9,87269	63,5734
X Variable 1	0,037524	0,025236	1,486958	0,233738	-0,04279	0,117835	-0,04279	0,117835

Keterangan: $r = 0,6513$ artinya korelasi ini sesuai dengan model Adsorpsi Isoterm Langmuir

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Penjemuran serat sabut



Penimbangan serat sabut kelapa



Larutan Cr(VI)



Pengadukan biosorben dengan larutan Cr(VI)

