

TA/TL/2023/1692

**TUGAS AKHIR**

**EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Cr (VI)  
DALAM AIR MENGGUNAKAN FIBER ADSORBEN  
DARI BATANG KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica  
Forsk*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**

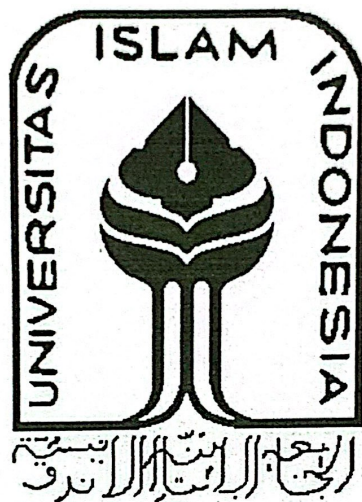


**MUHAMMAD NAUFAL FAJRI  
19513087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

**TUGAS AKHIR**  
**EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Cr (VI)**  
**DALAM AIR MENGGUNAKAN FIBER ADSORBEN**  
**DARI BATANG KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica***  
***Forsk*)**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



**MUHAMMAD NAUFAL FAJRI**  
**19513087**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

  
Ir. Eko Siswadyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 20/10/2023.

Mengetahui,\*  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal: 20/10/2023

**HALAMAN PENGESAHAN\***

**EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Cr (VI)  
DALAM AIR MENGGUNAKAN FIBER ADSORBEN  
DARI BATANG KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*  
*Forsk*)**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Oktober 2023**

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD NAUFAL FAJRI  
19513087**

**Tim Penguji :**

**Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**

**Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.**

**Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D.**

()  
()  
()

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Naufal Fajri**

NIM: 19513087

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Efektivitas Penyerapan Logam Berat Cr (VI) Dalam Air Menggunakan Fiber Adsorben Dari Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica Forsk*)”**. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, yaitu:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat iman, kesehatan, ilmu pengetahuan, ridho, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat merampungkan penulisan tugas akhir ini.
2. M. Syukri., S.Sos., M.T. selaku Ayah motivator hebatku dan Tengku Azlina., S.ST., selaku Ibu bidadari surgaku yang telah tiada henti memberikan dukungan baik secara materiil maupun emosional, doa serta kasih sayang atas semua kegiatan dan keputusan penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Adik dan Kakak penulis serta seluruh keluarga yang turut memberikan bantuan serta mengirimkan doa-doanya kepada penulis.
4. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan waktu, ilmu dan bimbingannya selama penulisan tugas akhir.
5. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran terhadap penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen, staf akademik, dan laboran Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia

7. Rekan tugas akhir adsorben saya (Oca, Tiar, Sofy, Yuli, Shike, Ranga, Ajeng, Rielsa dan Habib) yang telah berjuang bersama sejak awal pengerjaan proposal hingga selesainya laporan tugas akhir ini
8. Teman-teman perkumpulan “Hari-hari Piknik” yang telah banyak membantu saya dan selalu memberikan dukungan sejak awal perkuliahan hingga saat ini.
9. Teman-teman Pondok Pesantren Universitas Islam Indonesia yang selalu menyemangati saya dan menjadi sahabat yang selalu memberi dukungan positif selama masa perkuliahan ini.
10. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2019.
11. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun sebagai koreksi dan kelayakan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan digunakan sebaik mungkin oleh penulis dan semua pihak.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023

*Muhammad Naufal Fajri*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

MUHAMMAD NAUFAL FAJRI. Efektivitas Penyerapan Logam Berat Kromium heksavalen Cr (VI) Dalam Air Menggunakan Adsorben Fiber Dari Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica Forsk*). Dibimbing oleh EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Kromium heksavalen (Cr (VI)) merupakan salah satu bentuk oksidasi dari logam berat kromium. Cr (VI) merupakan jenis logam berat dengan toksisitas yang tinggi dan merupakan zat karsinogenik. Salah satu cara dalam menghilangkan kadar logam berat dalam air adalah dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi pada penelitian ini dilakukan menggunakan batang kangkung air karena kangkung air merupakan salah satu bahan alami dalam menyerap ion logam dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben batang kangkung air yang telah dienkapsulasi dengan Na Alginat dan efektivitasnya dalam menyerap logam kromium heksavalen. Fiber Adsorben diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi pada adsorben, dan didapatkan bahwa adsorben kangkung air yang sudah diaktivasi memiliki kandungan selulosa yang tinggi pada gugus hidroksil (-OH) dan asam karboksilat pada gugus gugus karboksil (-COOH), kemudian dilakukan uji SEM untuk mengetahui morfologi pada adsorben dan didapatkan bahwa adsorben memiliki pori-pori sebagai penjerap ion logam. Pada uji variasi didapatkan hasil bahwa *fiber adsorbent* dari kangkung air dapat mengurangi Cr (VI) dalam air secara berturut-turut sebanyak 14,59% dan 20,64% pada variasi massa 100 mg dan pH 3 pada konsentrasi larutan 10 mg/L dan Waktu Pengadukan 120 menit. Kemudian didapatkan isoterm adsorpsi menggunakan isoterm Freundlich dengan  $r^2$  0,9643 yang menandakan adsorben bersifat *multilayer* dan *site* bersifat homogen.

Kata kunci: Adsorben, FTIR, Kangkung, Kromium, SEM



## ABSTRACT

MUHAMMAD NAUFAL FAJRI. *Adsorption effectiveness of Heavy Metal Chromium hexavalent Cr (VI) in Water Using Fiber Adsorbent from Spinach Water Stem (Ipomoea aquatica Forsk). Supervised by EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.*

*Hexavalent chromium (Cr (VI)) is one of the oxidation forms of the heavy metal chromium. Cr (VI) is a type of heavy metal with high toxicity and is a carcinogenic substance. One way to remove heavy metal content in water is by adsorption method. The adsorption method in this study was carried out using water spinach stems because water spinach is a natural ingredient that absorbs metal ions in water. This study aims to determine the characteristics of the adsorbent of water spinach stems that have been encapsulated with Na Alginate and its effectiveness in adsorbing hexavalent chromium metal. Adsorbent fibers were tested using FTIR to determine the functional groups in the adsorbent, and it was found that the activated water spinach adsorbent had a high cellulose content in the hydroxyl group (-OH) and carboxylic acid in the carboxyl group (-COOH), then an SEM test was carried out to knowing the morphology of the adsorbent, it was found that the adsorbent has pores as an adsorbent for metal ions. In the variation test, it was found that the fiber adsorbent from water spinach reduced the content by 14.59% and 20.64%, respectively, at a mass variation of 100 mg and pH 3 at a solution concentration of 10 mg/L and a contact time of 120 minutes. Then the adsorption equilibrium is obtained using the Freundlich isotherm with  $r^2$  0.9643 which indicates that the adsorbent is multilayer and the site is homogeneous.*

Keywords: *Adsorbent, Chromium, FTIR, SEM, Spinach Water*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## Daftar Isi

TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN PENGESAHAN*.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iv
Daftar Isi.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Adsorpsi.....	5
2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi Adsorpsi.....	6
2.3 Karbon Nanotube.....	7
2.4 Fiber Adsorben.....	7
2.5 Kromium heksavalen.....	8
2.6 Kangkung Air dan Kegunaannya.....	9
2.7 Isoterm Adsorpsi.....	9
2.8 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	10
2.9 Scanning Electron Microscope (SEM).....	10
2.10 Spectrophotometer <i>UV-Visible</i> .....	11
2.11 Penelitian terdahulu.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16

3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2	Alat dan Bahan .....	16
3.3	Variabel Penelitian .....	17
3.4	Parameter Penelitian dan Metode Uji.....	17
3.5	Prosedur Penelitian .....	17
3.5.1	Pembuatan Adsorben Batang Kangkung Air .....	18
3.5.2	Aktivasi Adsorben Kangkung Air .....	19
3.5.3	Pembuatan Na-Alginat 2% .....	20
3.5.4	Pembuatan Fiber Adsorbent.....	20
3.5.5	Pembuatan Larutan Induk Kromium heksavalen 100 mg/L.....	21
3.5.6	Pengujian Sampel .....	22
3.5.7	Uji Variasi Massa.....	22
3.5.8	Uji Variasi Derajat Keasaman (pH).....	23
3.5.9	Uji Variasi Waktu Pengadukan.....	24
3.5.10	Uji Variasi Konsentrasi Larutan .....	25
3.6	Analisis Data .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>28</b>
4.1	Karakterisasi Adsorben .....	28
4.1.1	Hasil Analisa Fourir Transform Infrared (FTIR).....	28
4.1.2	Hasil Analisa Scanning Electron Microscope (SEM).....	30
4.2	Variasi Massa Adsorben.....	32
4.3	Variasi Derajat Keasaman (pH) Larutan .....	33
4.4	Variasi Waktu Pengadukan .....	35
4.5	Variasi Konsentrasi Larutan .....	36
4.6	Isoterm Adsorpsi .....	37
4.6.1	Isoterm Langmuir .....	37
4.6.2	Isoterm Freundlich .....	38
4.7	Perbandingan Keadaan Optimum Pada Tiap Adsorben .....	39
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>42</b>
5.1	Simpulan.....	42
5.2	Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>44</b>

LAMPIRAN .....	47
Lampiran 1 Perhitungan .....	47
Lampiran 2 SNI Pengujian Krom Heksavalen Secara Spektrofotometri .....	50
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian .....	61
Lampiran 4 Grafik FTIR .....	65
RIWAYAT HIDUP .....	67

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	13
Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Gugus Fungsi Tiga Jenis Adsorben.....	28
Tabel 4. 2 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Massa Dengan Pengujian Secara Duplo.....	32
Tabel 4. 3 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi pH Dengan Pengujian Secara Duplo .....	34
Tabel 4. 4 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Waktu Pengadukan Dengan Pengujian Secara Duplo.....	35
Tabel 4. 5 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Konsentrasi Larutan Dengan Pengujian Secara Duplo .....	36
Tabel 4. 6 Tabel Perbandingan Efisiensi Penyisihan Ketiga Jenis Adsorben .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy .....	10
Gambar 2. 2 Scanning Electron Microscope Pro X .....	11
Gambar 2. 3 Spektrofotometer <i>UV-Visible</i> Shimadzu 1700 .....	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3. 2 Pembuatan Bubuk Kangkung Air.....	19
Gambar 3. 3 Proses Aktivasi Adsorben Kangkung Air.....	19
Gambar 3. 4 Pembuatan Na-Alginat 2% .....	20
Gambar 3. 5 Pembuatan Fiber Adsorbent .....	21
Gambar 3. 6 Pembuatan Larutan Induk Kromium heksvalen 100 mg/l.....	22
Gambar 3. 7 Diagram Alir Uji Variasi Massa.....	23
Gambar 3. 8 Diagram Alir Uji Variasi pH .....	24
Gambar 3. 9 Diagram Alir Uji Variasi Waktu Pengadukan.....	25
Gambar 3. 10 Diagram Alir Uji Variasi Konsentrasi Larutan .....	26
Gambar 4. 1 Perbandingan Grafik Panjang Gelombang Tiga Jenis Adsorben .....	29
Gambar 4. 2 Morfologi Batang Kangkung Air Sebelum Aktifasi .....	30
Gambar 4. 3 Morfologi Batang Kangkung Air Teraktivasi .....	31
Gambar 4. 4 Morfologi Batang Kangkung Air Terenkapsulasi .....	32
Gambar 4. 5 Grafiik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Massa .....	33
Gambar 4. 6 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi pH.....	34
Gambar 4. 7 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Waktu Pengadukan .....	35
Gambar 4. 8 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Konsentrasi Larutan.....	37
Gambar 4. 9 Kurva Isoterm Langmuir .....	38
Gambar 4. 10 Kurva Isoterm Freundlich.....	39
Gambar L. 1 Pengeringan Batang Kangkung Air .....	61
Gambar L. 2 Batang Kangkung Air setelah dioven .....	62
Gambar L. 3 Proses Grinder.....	63



Gambar L. 4 Enkapsulasi dengan Na Alginat .....	63
Gambar L. 5 Fiber Adsorbent Siap Pakai.....	64
Gambar L. 6 Grafik Adsorben Non Aktivasi .....	65
Gambar L. 7 Grafik FTIR Adsorben Teraktivasi .....	65
Gambar L. 8 Grafik FTIR Adsorben Terenkapsulasi .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan .....	47
Lampiran 1. 1 Pembuatan Larutan Induk Kromium Heksavalen 100 mg/L ....	47
Lampiran 1. 2 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 10 mg/L .....	47
Lampiran 1. 3 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 25 mg/L .....	47
Lampiran 1. 4 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 50 mg/L .....	47
Lampiran 1. 5 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 75 mg/L .....	48
Lampiran 1. 6 Pembuatan Larutan $C_6H_8O_7$ 1M untuk aktivasi adsorben .....	48
Lampiran 1. 7 Pembuatan Larutan NaOH 1M .....	48
Lampiran 2 SNI Pengujian Krom Heksavalen Secara Spektrofotometri .....	50
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian .....	61
Lampiran 4 Grafik FTIR .....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pencemaran air ditimbulkan akibat pelepasan sisa-sisa limbah yang dihasilkan oleh sektor industri ke dalam perairan. Prinsipnya, limbah dari industri ini terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu limbah dalam wujud cair, padat, dan gas. Limbah industri ini mengandung bahan-bahan beracun yang memiliki risiko yang sangat tinggi terhadap organisme hidup, terutama yang terkait dengan penggunaan logam berat dalam proses produksinya. Logam berat adalah unsur yang banyak ditemukan di alam. Beberapa diantaranya berperan penting dalam ekosistem kehidupan, sementara yang lainnya termasuk dalam kelompok bahan beracun yang dapat menimbulkan bahaya jika melampaui batas yang seharusnya (Aeni, 2020).

Logam Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang dapat berasal dari berbagai macam industri dan berpotensi mencemari lingkungan jika terdapat dalam konsentrasi yang tinggi. Logam ini dapat bersifat toksik dan karsinogenik, sehingga perlu dihilangkan dari air limbah dan air tanah untuk mencegah terjadinya dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Menurut Asmadi, dkk., (2009), logam Cr ini merupakan polutan cukup tinggi di dalam limbah industri kertas dan tekstil. Ketika limbah dari aktivitas industri tersebut dibuang ke badan air, biota yang hidup dalam perairan dapat terkontaminasi oleh logam berat Cr. Biota yang terkontaminasi dapat masuk ke rantai makanan sehingga mampu mengancam kesehatan manusia.

Logam Kromium dapat teroksidasi dalam beberapa bentuk yaitu divalen Cr (II), trivalen Cr (III) dan heksavalen Cr (VI), sementara yang umum ditemukan di lingkungan alami adalah tingkat oksidasi trivalen Cr (III) dan heksavalen Cr (VI). Keberadaan logam Cr (VI) dianggap paling berbahaya dan beracun bagi manusia dikarenakan jenis logam ini adalah yang paling mudah masuk ke dalam tubuh manusia dan kadar toksisitasnya yang lebih tinggi dari jenis lainnya.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi logam berat kromium dalam air limbah atau air tanah. Metode tersebut yaitu oksidasi kimia, penukaran ion, elektro-koagulasi, dan juga adsorpsi. Menurut Intan, dkk., (2020), Metode Adsorpsi dilakukan dengan melibatkan penggunaan adsorben seperti karbon aktif, zeolit, atau bahan lainnya yang dapat menyerap logam kromium dari air limbah atau air tanah. Adsorben akan menyerap logam kromium pada permukaannya sehingga air limbah atau air tanah yang telah diolah dapat dilepaskan (Zaqiyatul dkk., 2021).

Menurut penelitian Marianto dkk., (2009), Salah satu substansi yang memiliki potensi sebagai agen penyerap polutan logam berat adalah Kangkung Air (*Ipomoea aquatica forsk*). Kangkung air adalah tanaman yang ekonomis, mudah dijumpai, dan memiliki siklus pertumbuhan yang relatif singkat. Tanaman ini mengandung protein yang mengandung gugus asam amino dan gugus hidroksil dalam struktur selulosa yang mampu menyerap logam berat dalam air limbah (Ni'mah, dkk., 2007). Adsorben kangkung air dapat digunakan sebagai penghilang kadar logam berat dalam air limbah maupun air siap pakai dikarenakan bentuk bubuk maupun fiber adsorben ini mudah untuk diaplikasikan.

Pada penelitian Elewati (2018), kandungan yang terdapat pada kangkung air terbukti mampu untuk menurunkan kandungan logam berat pada Tembaga (Cu). Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Wulandari (2014), kangkung air juga terbukti efektif dalam penurunan logam berat Kadmium pada air. Dari berbagai permasalahan diatas, Berdasarkan keefektivitasan kangkung air dalam menyerap logam berat, dan terbatasnya penelitian terkait penggunaan kangkung air untuk mengurangi logam kromium heksavalen, sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik batang kangkung air yang dimodifikasi dengan Karbon Nanotubes dan efektivitasnya sebagai adsorben dalam mengurangi konsentrasi logam kromium heksavalen dalam air.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijabarkan pada latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik batang kangkung air sebelum dan setelah dimodifikasi dengan karbon nanotube dalam menjadi adsorben?
2. Bagaimana efektifitas batang kangkung air dalam menyerap logam kromium heksavalen dengan variasi pH, massa, waktu dan konsentrasi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis karakteristik batang kangkung air yang ditambahkan dengan senyawa karbon nanotube menjadi adsorben.
2. Menganalisis efektivitas batang kangkung sebagai fiber adsorben dengan variasi waktu, pH, massa dan konsentrasi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai kemampuan penyerapan logam Cr (VI) dalam air menggunakan batang kangkung air yang dimodifikasi menjadi bentuk *fiber adsorbent*.
2. Memberikan informasi mengenai model isoterm adsorpsi penyerapan logam Cr (VI).
3. Sebagai referensi untuk penelitian lanjutan yang dapat memudahkan pengaplikasian batang kangkung air dalam kasus pencemaran air.

### **1.5 Asumsi Penelitian**

Kangkung air merupakan tanaman yang memiliki kandungan selulosa dan protein tinggi pada batangnya yang dapat digunakan dalam mengikat senyawa logam berat. Gugus Hidroksil (-OH) pada adsorben kangkung air dapat berikatan dengan ion logam Cr di dalam air pada suasana asam. Modifikasi dilakukan pada kangkung air yang telah dijadikan serbuk adsorben dan dienkapsulasi menggunakan Na alginat 2% dengan karbon nanotubes bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kangkung air dalam mengikat logam berat kromium.

### **1.6 Ruang Lingkup**

1. Penelitian ini berlangsung di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2. Air sampel merupakan air buatan (sintetis) dari padatan  $K_2Cr_2O_7$  dengan metode uji mengacu pada SNI 6989.71:2009 tentang Cara Uji Krom Heksavalen (Cr-VI) Secara Spektrofotometri pada Air dan Air Limbah.
3. Adsorben dienkapsulasi menggunakan Na-Alginat dan dimodifikasi dengan karbon nanotube sehingga berbentuk fiber
4. Uji kemampuan penyerapan logam Cr (VI) dengan batang kangkung air yang diberi penambahan karbon nanotube sebagai adsorben menggunakan metode batch dengan variasi pH, massa, waktu dan konsentrasi
5. Pengujian karakteristik gugus fungsi adsorben menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)
6. Analisa tampak permukaan adsorben menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Adsorpsi**

Adsorpsi adalah suatu mekanisme dimana molekul atau ion tertentu dari lingkungan sekitarnya diserap atau melekat pada permukaan suatu bahan atau materi yang disebut sebagai adsorben. Fenomena adsorpsi ini berlangsung saat molekul-molekul zat dalam fluida atau gas terperangkap oleh padatan, membentuk lapisan tipis atau film di atas permukaan padatan tersebut. Proses adsorpsi umumnya dimanfaatkan dalam pengolahan air, terutama dalam menghilangkan zat-zat terlarut seperti logam berat, senyawa organik, dan pigmen dari air.

Adsorpsi sendiri memiliki dua bentuk, yaitu adsorpsi fisika (fisorpsi) dan adsorpsi kimia (kimisorpsi). Adsorpsi fisika muncul ketika molekul-molekul suatu zat menempel pada permukaan bahan atau materi adsorben melalui gaya-gaya van der Waals, yang merupakan gaya tarik-menarik antara molekul-molekul tersebut dan permukaan adsorben. Proses adsorpsi fisika berlangsung pada suhu dan tekanan standar, dan tidak melibatkan reaksi kimia antara adsorben dan zat yang diadsorpsi. Adsorpsi fisika dapat dibalikkan, yang berarti molekul zat yang teradsorpsi dapat dilepaskan dari permukaan adsorben melalui tindakan pemanasan atau pengurangan tekanan (Lestari, 2019).

Pada sisi lain, dalam konteks adsorpsi kimia, terjadi penyerapan zat-zat tertentu pada permukaan adsorben melalui interaksi kimia yang terbentuk antara permukaan adsorben dan molekul-molekul zat yang diadsorpsi. Jenis interaksi kimia ini mencakup pembentukan ikatan kovalen, ikatan ionik, atau ikatan hidrogen antara molekul-molekul tersebut dan permukaan adsorben.

Dalam konteks kimisorpsi, molekul yang teradsorpsi di permukaan adsorben akan mengalami reaksi kimia karena terjadi interaksi antara molekul adsorbat dan adsorben, yang menghasilkan pembentukan ikatan kovalen atau ikatan ionik. Ini mengakibatkan pemutusan dan pembentukan ikatan di antara molekul-molekul tersebut. Jika proses adsorpsi melibatkan pertukaran ion, ini

akan dipengaruhi oleh jumlah proton dalam larutan yang membentuk kompleks dengan ion logam di permukaan adsorben. Oleh karena itu, pada pH yang lebih rendah, konsentrasi proton tinggi, sehingga peluang pengikatan logam oleh adsorben menjadi lebih tinggi, dan sebaliknya (Apriliani, 2010).

## **2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi Adsorpsi**

Daya serap adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah jenis adsorbat dan sifat adsorben yang dijelaskan lebih detail sebagai berikut:

### **1. Jenis Adsorbat**

a. Ukuran molekul adsorbat Hal yang perlu diperhatikan agar adsorpsi terjadi adalah ukuran molekul adsorbat. Molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul yang diameternya sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben.

b. Polaritas molekul adsorbat jika diameter molekul sama, maka molekul yang polar lebih mudah diserap daripada molekul yang kurang polar, kemudian molekul lebih polar dapat menggantikan molekul kurang polar yang telah diserap (Apriliani, 2010).

### **2. Sifat Adsorben**

a. Kemurnian adsorben, adsorben yang tingkat kemurniannya tinggi memiliki daya serap yang lebih baik (Apriliani, 2010). Kemudian perlakuan fisik seperti perebusan atau pengeringan dapat dilakukan untuk mengurangi kontaminasi yang dapat menghambat proses adsorpsi .

b. Luas permukaan berpengaruh pada penyerapan polutan. Apabila permukaan adsorben semakin luas, maka polutan ataupun zat yang diserap akan semakin banyak

c. Temperatur dapat mempengaruhi efektivitas dalam penyerapan. Apabila temperatur terlalu tinggi, dapat merusak protein yang berdampak pada penyerapan polutan (Derco, 2018).

d. Pada keadaan pH yang lebih dari 10, logam umumnya akan mengendap dalam larutan. Pada pH yang tinggi ini, pertukaran ion tidak akan berlangsung secara signifikan karena sebagian besar logam akan membentuk



kompleks netral atau hidroksida anionik. Sebaliknya, pada kondisi pH yang asam atau netral, pertukaran ion akan menjadi lebih efektif. (Utama, 2015).

e. Partikel-partikel terlarut, kehadiran partikel-partikel dalam larutan akan menghambat kecepatan penyerapan karena dapat menyebabkan penyumbatan pada media penyerap, yang disebut clogging, dalam menyerap ion-ion logam. Proses penyaringan diperlukan untuk mencegah terjadinya penyumbatan. Penyaringan dapat dilakukan sebelum proses penyerapan dilakukan.

### **2.3 Karbon Nanotube**

Karbon nanotube (CNT) merupakan material berbentuk nano yang memiliki ukuran antara 1 – 100 nanometer. Nanomaterial CNT berbentuk silinder dan terbuat dari karbon dengan struktur serupa grafit. Dikarenakan bentuknya yang sangat kecil, material karbon nanotubes memiliki sifat-sifat yang unik, seperti energi yang tinggi, konduktivitas listrik dan panas yang baik, dan luas permukaan yang besar, sehingga material ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknologi seperti elektronik, bahan komposit, katalis, dan adsorben (Nurdiansah, dkk., 2020).

Struktur karbon nanotube (CNT) sendiri dapat digambarkan dalam bentuk tabung silinder berdiameter 1 – 100 nanometer atau 100 ribu kali lebih kecil dari rambut halus dengan ukuran yang sangat panjang. CNT dibangun dari lembaran grafit yang dilipat menjadi silinder. CNT memiliki dua jenis struktur, yaitu single-walled carbon nanotube (SWCNT) dan multi-walled carbon nanotube (MWCNT). SWCNT adalah CNT yang hanya memiliki satu lapisan lembaran grafit, sedangkan MWCNT memiliki beberapa lapisan grafit yang ditumpuk satu sama lain. Struktur CNT memiliki ikatan karbon sp<sup>2</sup> yang menghasilkan kekuatan yang sangat tinggi. Karbon sp<sup>2</sup> ini juga mempengaruhi sifat konduktivitas listrik dan panas yang baik pada CNT.

### **2.4 Fiber Adsorben**

Fiber adsorben dibentuk melalui proses enkapsulasi antara zat penyerap dengan natrium alginat. Natrium alginat merupakan jenis polisakarida alami yang terdiri dari unit-unit  $\beta$ -D-M (asam manuronat) dan  $\alpha$ -L-G (asam guluronat), serta memiliki banyak gugus karboksil bebas (-COO-). Dalam penggunaannya,

natrium alginat memiliki aplikasi dalam bidang biomedis dan bahan fungsional lainnya. Peningkatan penelitian yang menggunakan natrium alginat telah mendorong eksplorasi pemanfaatannya dalam penyerapan atau adsorpsi logam. Natrium alginat memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan berbagai ion seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , dan logam berat seperti  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Cu}^{2+}$  (Zhuang et al., 2016; Ren et al., 2016). Karena mudahnya pengaplikasian dan harga yang murah, natrium alginat dapat menjadi bahan untuk proses modifikasi adsorben.

Menurut penelitian Badarinath, dkk., (2010) Melakukan modifikasi flurbiprofen menjadi mikrobola menggunakan pendekatan gelas ionik. Proses modifikasi penyerap menjadi serat dengan metode gelas ionik melibatkan natrium alginat dan kalsium klorida untuk membentuk ikatan elektrostatik yang stabil pada kompleks partikel yang terbentuk. Pendekatan gelas ionik juga dapat digunakan untuk membentuk serat dengan memasukkan campuran penyerap dan natrium alginat ke dalam larutan kalsium klorida, melibatkan penggunaan jarum suntik.

## **2.5 Kromium heksavalen**

Kromium (Cr) merupakan logam transisi yang dapat teroksidasi dalam tiga bentuk yaitu, divalen (Cr(II)), trivalen (Cr(III)) atau heksavalen (Cr (VI)). Ini adalah unsur yang memiliki peranan penting dalam sektor industri, termasuk dalam produksi stainless steel, pembuatan pigmen warna, dan pembuatan baterai. Namun, perlu diingat bahwa kromium heksavalen adalah substansi yang sangat beracun dan memiliki potensi bahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Paparan terhadap kromium heksavalen dapat menyebabkan kerusakan pada kulit, paru-paru, hati, ginjal, serta sistem saraf pusat. Organisasi International Agency for Research on Cancer (IARC) juga mengklasifikasikan kromium heksavalen sebagai agen penyebab kanker pada manusia (Dehghani, dkk., 2016).

Menurut Wibowo, N. (2017), Kromium memiliki potensi untuk memasuki ekosistem melalui berbagai jalur, termasuk pembuangan sisa industri, kebocoran saluran, dan penggunaan pupuk yang mengandung kromium. Zat ini dapat terakumulasi dalam ekosistem seperti tanah dan air, kemudian menyebar melalui jaringan makanan. Untuk mengurangi risiko paparan terhadap kromium heksavalen dan meminimalkan keberadaan kromium dalam lingkungan, telah

banyak penelitian yang dilakukan untuk menemukan metode yang efisien dan efektif. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah proses adsorpsi menggunakan bahan adsorben, seperti karbon aktif, zeolit, dan nanotuba karbon.

## **2.6 Kangkung Air dan Kegunaannya**

Kangkung air (*Ipomoea aquatica Forsk*) adalah tanaman air yang biasanya tumbuh di rawa-rawa, sungai, atau kanal-kanal air. Tanaman ini memiliki daun berwarna hijau gelap dan batang yang berair. Kangkung air memiliki kandungan gizi yang tinggi, seperti vitamin A, vitamin C, kalsium, dan zat besi. Selain itu, kangkung air juga mengandung senyawa-senyawa bioaktif, seperti flavonoid, fenolik, dan karotenoid, yang memiliki efek antioksidan dan antiinflamasi.

Kangkung air sering digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan dan minuman, seperti dalam pembuatan mi, sambal, dan jus. Selain itu, kangkung air juga dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional dan suplemen kesehatan karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kangkung air memiliki efek farmakologis yang dapat digunakan dalam pengobatan penyakit, seperti antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antihipertensi (Suhardi, dkk., 2018).

## **2.7 Isoterm Adsorpsi**

Isoterm adsorpsi adalah metode yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana jumlah zat yang teradsorpsi per satuan berat karbon aktif berhubungan dengan konsentrasi zat tersebut dalam larutan pada suhu tertentu atau suhu yang konstan (Hasrianti, 2012). Konsentrasi dalam larutan memiliki pengaruh terhadap penyerapan ion logam secara spesifik, dan jika konsentrasinya bervariasi, kita dapat menggunakan adsorpsi isotermal untuk menentukan kapasitas adsorpsi. Ini memberikan cara untuk mengidentifikasi laju penyerapan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Isoterm adsorpsi juga menggambarkan bagaimana distribusi kesetimbangan ion logam tergantung pada konsentrasi antara larutan dan fase padat pada suhu yang konstan. Untuk mengumpulkan data kesetimbangan, kita mengubah konsentrasi awal sambil menjaga massa adsorben tetap untuk setiap

sampel. Dalam hal ini, model-model adsorpsi isothermal seperti model Langmuir dan Freundlich digunakan untuk menguji hubungan antara adsorben dengan konsentrasi larutan pada saat mencapai kesetimbangan (Nomanbhay & Palanisamy, 2005).

## **2.8 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)**

Instrumen FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) digunakan untuk menganalisis sampel bahan kimia dan material. Instrumen ini dapat mengukur spektrum inframerah suatu sampel, yaitu pola vibrasi molekul yang dapat memberikan informasi tentang identitas, struktur, dan konsentrasi suatu senyawa dalam sampel (Kusuma, dkk., 2021).

FTIR dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi, seperti identifikasi senyawa organik dan anorganik, analisis struktur biomolekul seperti protein dan DNA, analisis bahan material seperti polimer, karet, dan logam, serta identifikasi adanya kontaminan atau pengotor dalam suatu sampel. Instrumen FTIR juga sering digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, makanan, dan bahan kimia untuk memastikan kualitas dan keamanan produk.



Gambar 2. 1 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

(Sumber: Center for Advanced Life Cycle Engineering)

## **2.9 Scanning Electron Microscope (SEM)**

Instrumen SEM (*Scanning Electron Microscopy*) digunakan untuk menghasilkan gambar permukaan sampel dengan resolusi yang sangat tinggi. Teknik SEM memanfaatkan elektron yang dipancarkan dari sumber elektron dan

kemudian diarahkan ke sampel, di mana elektron akan berinteraksi dengan permukaan sampel dan menghasilkan sinyal yang dapat digunakan untuk membuat gambar permukaan sampel. Penggunaan SEM meliputi banyak aplikasi, seperti studi morfologi dan topografi permukaan material, analisis partikel dan struktur mikroskopis, identifikasi material, analisis keausan dan korosi, dan studi interaksi permukaan (Dharmaraj, 2020).



Gambar 2. 2 *Scanning Electron Microscope Pro X*  
(Sumber: TUE Research Portal)

### **2.10 Spectrophotometer *UV-Visible***

Spektrofotometer merupakan perangkat instrumen yang digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu larutan menyerap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Alat ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu spektrometer yang menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu dari spektrum, dan fotometer yang mengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi atau ditransmisikan melalui larutan tersebut (Khopkar, 2010). Jenis-jenis spektrofotometer bervariasi, termasuk spektrofotometer ultraviolet, spektrofotometer sinar tampak, spektroskopi inframerah dengan transformasi Fourier (FTIR), flam fotometer, serta spektrofotometer *UV-Visible*, dan lain sebagainya.

Di lingkungan laboratorium analisis kimia, metode spektrofotometri *UV-Visible* umumnya dimanfaatkan untuk melakukan analisis baik dalam skala kuantitatif maupun kualitatif. Karena kemudahannya dalam penerapan serta

potensi analisis yang kompleks, metode spektrofotometri *UV-Visible* sering menjadi pilihan utama dalam laboratorium. Sebagian besar laboratorium yang melakukan pengujian bahan kimia biasanya dilengkapi dengan perangkat ini (Rohman, 2014).

Spektrofotometri *UV-Visible* merupakan penggabungan antara spektrofotometri UV dan Visible yang menggunakan dua jenis sumber cahaya berbeda, yaitu cahaya Visible dan cahaya UV (Nazar, 2018). Cara kerja spektrofotometer *UV-Visible* dimuali dengan cahaya polikromatis dari lampu melewati lensa, kemudian diarahkan ke monokromator untuk diubah menjadi cahaya tunggal (monokromatis). Cahaya tunggal ini kemudian menuju sel absorpsi atau kuvet yang berisi zat dengan konsentrasi tertentu. Cahaya yang mencapai kuvet terbagi menjadi dua bagian, yaitu yang diserap oleh zat dalam kuvet dan yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan akan dideteksi oleh perangkat pendeteksi sebagai spektrum. Pendeteksi akan mengukur intensitas cahaya yang diterima, sehingga jumlah cahaya yang diserap oleh sampel dapat dihitung. Kuantitas cahaya yang diserap oleh sampel sebanding dengan konsentrasi zat tertentu yang ada dalam sampel.



Gambar 2. 3 Spektrofotometer *UV-Visible* Shimadzu 1700

(Sumber: Scientific Equipment Source)

## 2.11 Penelitian terdahulu

Referensi dari penelitian sebelumnya dimanfaatkan sebagai panduan selama penyelidikan, mengacu pada teori yang diadopsi oleh peneliti sebelumnya, serta sebagai materi untuk perbandingan berisi beberapa penelitian terdahulu yang telah memfokuskan pada penelitian adsorpsi dan dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan perbandingan bagi penelitian ini pada Tabel berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Referensi	Jenis Adsorben	Ringkasan penelitian
<i>Bioadsorbent based on water hyacinth modified with citric acid for adsorption of methylene blue in water (Siswoyo, 2018)</i>	Eceng Gondok	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Metode batch</li> <li>b. Aktivasi dengan asam sitrat 1,3 M</li> <li>c. Variasi massa 10, 25, 50, 75 dan 100 mg</li> <li>d. Variasi pH 2-8</li> <li>e. Variasi waktu pengadukan 30-1440 menit</li> <li>f. Variasi konsentrasi 100- 600 ppm</li> <li>g. Hasil penelitian: Diperoleh kapastitas adsorben sebelum dan sesudah aktivasi sebesar 261 mg/g dan 320 mg/g, waktu pengadukan optimum 120 menit, massa 60 gram dan konsentrasi optimum 500 ppm dengan pH 5.</li> </ul>
<i>Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb Dalam Air Limbah (Apriliani, 2010)</i>	Arang ampas tebu	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Variasi massa arang ampas tebu dengan partikel berukuran 212 <math>\mu\text{m}</math> adalah 0,5 ; 1 dan 1,5 gram.</li> <li>b. Variasi pH 3 – 7</li> <li>c. Variasi konsentrasi larutan ion logam (Cd, Cr, Cu, dan Pb) adalah 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L.</li> <li>d. Variasi pengaruh pemanasan arang ampas tebu pada suhu 250°C adalah 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, dan 3 jam.</li> <li>e. Adsorpsi mengikuti model isotherm Langmuir</li> <li>f. Hasil Penelitian : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massa optimum untuk penyisihan ion Cd, Cr, Cu, dan Pb adalah 1,5 gram.</li> <li>- Pada ion logam Cd, Cr, dan Pb pH optimum berada di angka 5 sedangkan untuk Cu pH optimum berada pada angka 5.</li> <li>- Lama pemanasan optimum</li> </ul> </li> </ul>

Referensi	Jenis Adsorben	Ringkasan penelitian
		<p>untuk ion logam Cd dan Pb selama 2,5 jam sedangkan untuk ion logam Cr dan Cu selama 1,5 jam.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nilai efisiensi penyerapan tertinggi yaitu pada Pb sebesar 95,92% dan kapasitas penyerapan sebesar 0,3941 mg/g</li> <li>- Adsorpsi terhadap Cd, Cr, Cu, dan Pb berlangsung secara kemisorpsi maupun fisisorpsi dengan linieritas diatas 60%.</li> </ul>
<p><i>Pemanfaatan Limbah Cangkang Siput Gonggong (Strombus Turturella) Sebagai Adsorben Untuk Menyerap Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Batik (Damayanti, 2016).</i></p>	<p>Cangkang Siput Gonggong</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menggunakan limbah batik</li> <li>b. Variasi konsentrasi larutan kromium 10, 25, 50, 75, 100, dan 300 ppm</li> <li>c. Variasi massa 50, 100, 200, 400 dan 500 mg</li> <li>d. Variasi pH 2 – 4</li> <li>e. Variasi Waktu Pengadukan 15, 30, 60, 90, 120 menit</li> <li>f. Variasi konsentrasi 100- 600 ppm</li> <li>g. Hasil penelitian: Diperoleh daya adsorpsi optimum aktivasi maupun non aktivasi ada pada massa 200 mg dengan pH optimum pada pH 4 dan Waktu Pengadukan optimum pada 120 menit</li> </ul>
<p><i>Kemampuan Batu Apung Fe-Coated Sebagai Adsorben Penyisihan Logam Berat Cr (Vi) Pada Air (Rizqia, 2021).</i></p>	<p>Batu Apung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menggunakan limbah batik</li> <li>b. Variasi konsentrasi larutan kromium 10, 25, 50, 75, 100 ppm</li> <li>c. Variasi massa 10, 25, 50, 75 dan 100 mg</li> <li>d. Variasi pH 2, 4, 6, 7, 8</li> <li>e. Variasi Waktu Pengadukan 30, 60, 90, 120, dan 180 menit</li> <li>f. Hasil penelitian: Kondisi optimum untuk proses adsorpsi dengan batu apung Fe-Coated yaitu pada kondisi massa adsorben 100mg, dalam pH adsorbat 2, dan Waktu Pengadukan adsorben selama 180 menit.</li> </ul>



Referensi	Jenis Adsorben	Ringkasan penelitian
<i>Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Fiber Adsorben Terenkapsulasi Na-Alginat Penyerap Logam Berat Pb(II) Dalam Air (Sedyanto, 2018).</i>	Kulit Singkong	<p>a. Metode adsorpsi dilakukan secara batch</p> <p>b. Kulit singkong dienkapsulasi menjadi fiber menggunakan Na alginat 1%</p> <p>c. variasi massa adsorben 50, 100, 150, 200, 300, 400 mg</p> <p>d. variasi pH 3-9</p> <p>e. variasi Waktu Pengadukan 15, 30, 60, 90 dan 120 menit</p> <p>f. variasi konsentrasi adsorbat 10, 50, 100, 200, 250 mg/l</p> <p>g. Hasil penelitian: FACP atau adsorben dengan tipe fiber yang dienkapsulasi dengan alginate gel dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap presentase (%) removal ion logam Pb(II) dalam air.</p>
<i>Adsorpsi Ion Kadmium(II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forks) (Suhud, 2012)</i>	Akar dan Batang Kangkung Air	<p>a. Metode adsorpsi dilakukan secara batch</p> <p>b. Adsorbat yang digunakan Cadmium (II)</p> <p>c. massa adsorben 100 mg</p> <p>d. variasi pH 1-8</p> <p>e. Waktu Pengadukan 60 menit</p> <p>f. variasi konsentrasi adsorbat 100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 mg/l</p>

Dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa jenis adsorben yang sudah pernah digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam air termasuk kangkung air. Namun, belum ada penelitian yang meneliti kemampuan kangkung air dalam menyerap kandungan kromium heksavalen dalam air. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kangkung air dalam mengurangi kandungan kromium heksavalen dalam air. Untuk membuat cakupan penelitian lebih luas, penulis mencoba memodifikasi adsorben kangkung air menggunakan Na alginat dan karbon nanotubes.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilakukan selama 3 bulan mulai dari 15 Mei 2023 sampai dengan 15 Agustus 2023.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### 1. Alat

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| a. Oven listrik     | m. Corong kaca          |
| b. Neraca Analitik  | n. Gelas beaker 100 mL  |
| c. Magnetic stirrer | o. Gelas beaker 1000 mL |
| d. Orbital Shaker   | p. Erlenmeyer 100 mL    |
| e. Blender          | q. Erlenmeyer 250 mL    |
| f. Ayakan 100 mesh  | r. Labu ukur 10 mL      |
| g. Saringan 0,07 mm | s. Labu ukur 100 mL     |
| h. Kertas saring    | t. Labu ukur 1000 mL    |
| i. pH meter         | u. Pipet ukur 1 mL      |
| j. Cawan porselen   | v. Pipet ukur 5 mL      |
| k. Kaca Arloji      | w. Pipet ukur 10 mL     |
| l. Spatula          |                         |

#### 2. Bahan

- |   |                        |
|---|------------------------|
| a. Batang kangkung air                          | g. HCl 0,1 M           |
| b. Larutan induk Cr 1000 mL                     | h. Aquades             |
| c. CaCl <sub>2</sub> 5%                         | i. HNO <sub>3</sub> 1% |
| d. C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> | j. Karbon nanotube     |
| e. NaOH 0,1 M                                   |                        |

- f. Na-alginat 2%

### 3. Instrumen

- a. *Spectrophotometer UV-Visible*
- b. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*
- c. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

### 3.3 Variabel Penelitian

Terdapat 2 variabel penelitian yang berkaitan, yakni variabel bebas dan variabel terikat. Pada penelitian ini rincian 2 variabel tersebut yaitu:

1. Variabel bebas, meliputi:
  - a. Massa adsorben: 25 mg, 50 mg, 75 mg, dan 100 mg
  - b. Waktu Pengadukan selama 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 24 jam
  - c. pH rentang nilai 3 sampai 8
  - d. Konsentrasi 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm
2. Variabel terikat, meliputi:
  - a. Adsorben dari kangkung air
  - b. Pembuatan fiber Adsorben dengan Na-Alginat
  - c. Modifikasi dengan karbon nanotubes

Nilai variabel yang tertulis menyesuaikan pada hasil uji untuk mendapatkan nilai optimum.

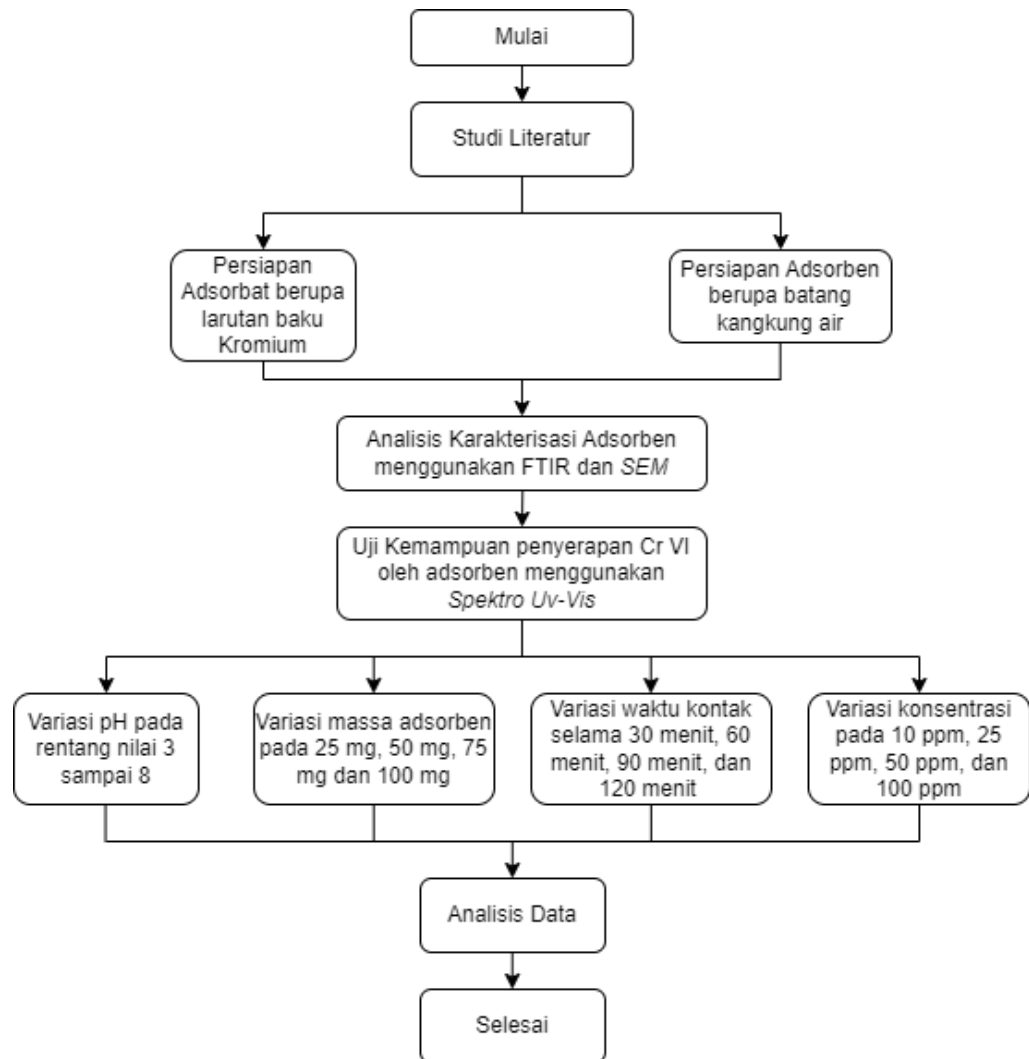
### 3.4 Parameter Penelitian dan Metode Uji

Parameter yang akan diuji pada penelitian ini adalah Kromium heksavalen (Cr (VI)) di dalam air. Acuan yang digunakan untuk prosedur kerja penelitian ini yaitu SNI 6989.71:2009 tentang Cara Uji Krom Heksavalen (Cr-VI) Secara Spektrofotometri pada Air dan Air Limbah.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Secara garis besar, tahapan pada penelitian efektivitas adsorpsi logam Cr (VI) menggunakan adsorben batang kangkung air terdiri dari pembuatan

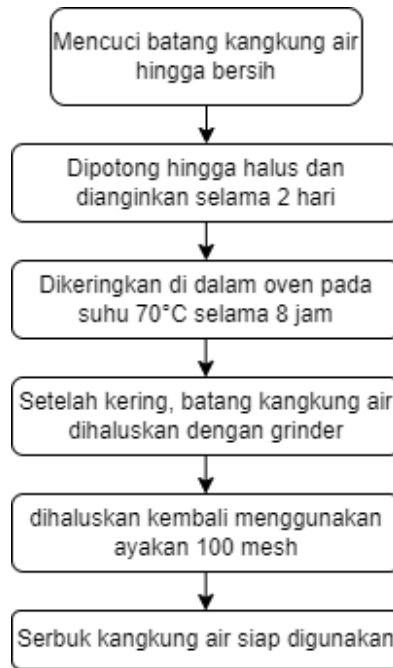
adsorben, modifikasi adsorben dan proses adsorpsi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5.1 Pembuatan Adsorben Batang Kangkung Air

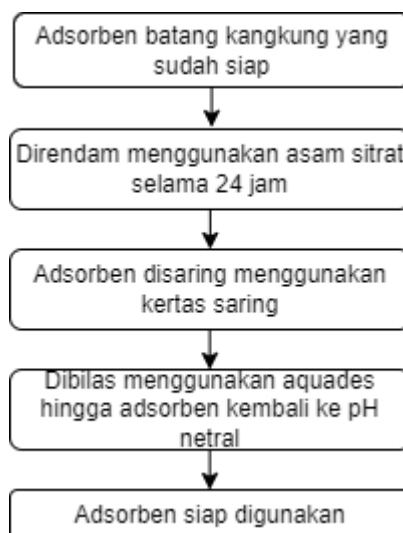
Tujuan dari pembuatan batang kangkung air menjadi bentuk serbuk adalah untuk mempermudah penyerapan adsorbat dalam air. Alur pembuatan adsorben serbuk batang kangkung air dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Pembuatan Bubuk Kangkung Air

### 3.5.2 Aktivasi Adsorben Kangkung Air

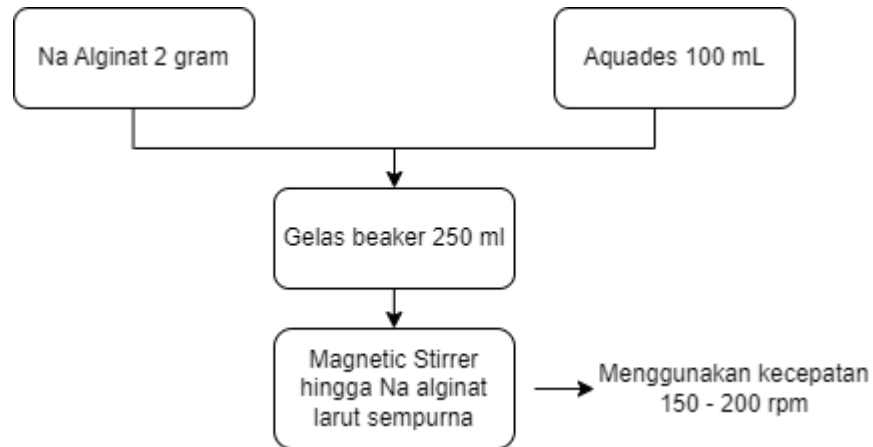
Aktivasi adsorben kangkung air dilakukan untuk membersihkan permukaan adsorben kangkung air dan memperkuat kemampuan kangkung air dalam proses adsorpsi logam berat. Langkah-langkah aktivasi adsorben batang kangkung air dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Proses Aktivasi Adsorben Kangkung Air

### 3.5.3 Pembuatan Na-Alginat 2%

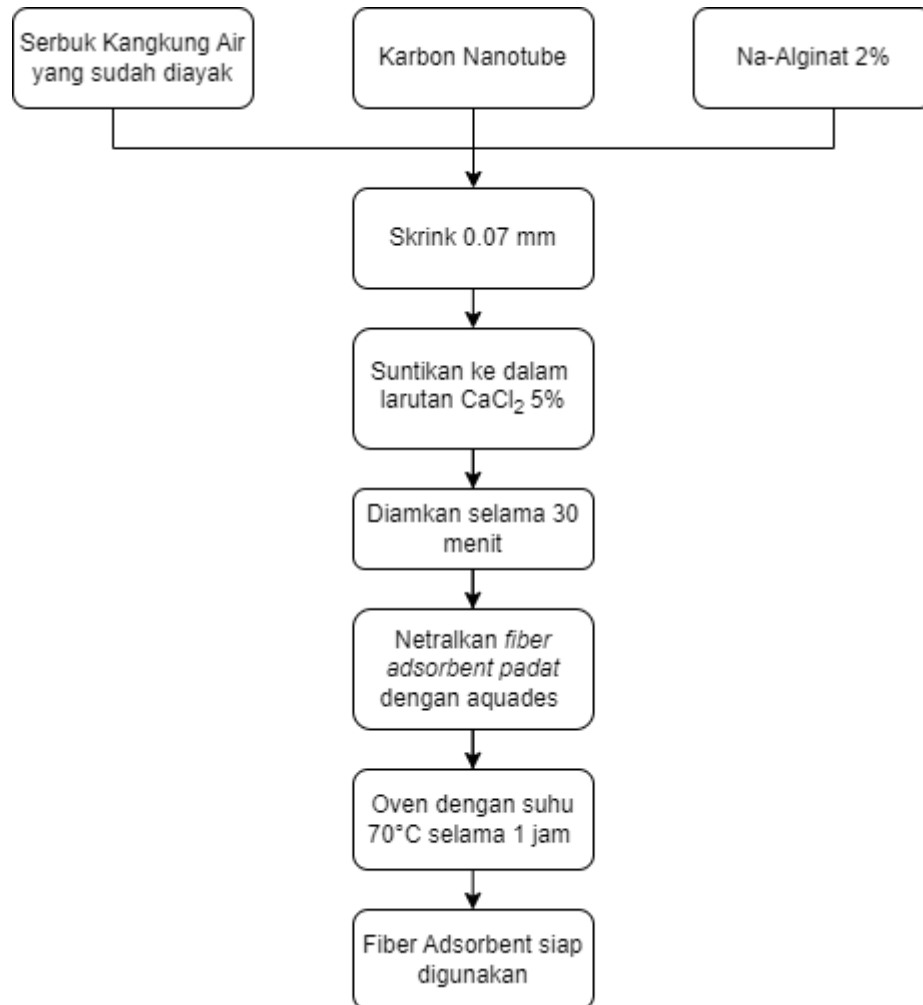
Pembuatan Na-Alginat 2% ini mengacu pada penelitian Sedyanto (2018). Pembuatan Na-Alginat digunakan agar serbuk kangkung air dapat terenkapsulasi ke dalam bentuk fiber. Proses pembuatan Na-Alginat dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Pembuatan Na-Alginat 2%

### 3.5.4 Pembuatan Fiber Adsorbent

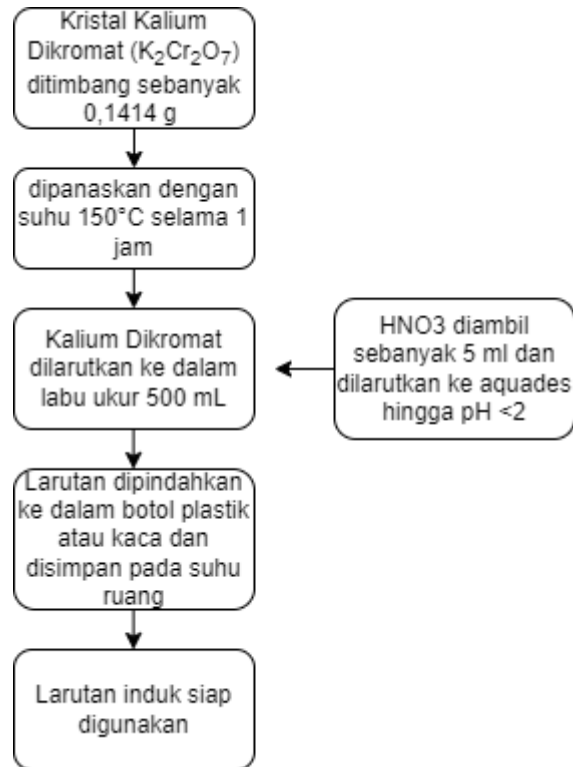
Pembuatan fiber adsorbent dari batang kangkung air menggunakan campuran Na-Alginat yang sudah dilarutkan dengan aquades 100 ml. Bentuk *fiber* pada *adsorbent* memudahkan pengaplikasian adsorbent di dalam air. Langkah pembuatan fiber adsorbent dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Pembuatan Fiber Adsorbent

### 3.5.5 Pembuatan Larutan Induk Kromium heksavalen 100 mg/L

Dalam pembuatan larutan induk kromium yang akan digunakan sebagai sampel, acuan yang dipakai yaitu SNI 6989.71-2009, Air dan air limbah – Bagian 17: Cara Uji Kromi heksavalen (Cr (VI)) secara Spektrofotometri. alur pembuatan larutan induk adalah sebagai berikut pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Pembuatan Larutan Induk Kromium heksvalen 100 mg/l

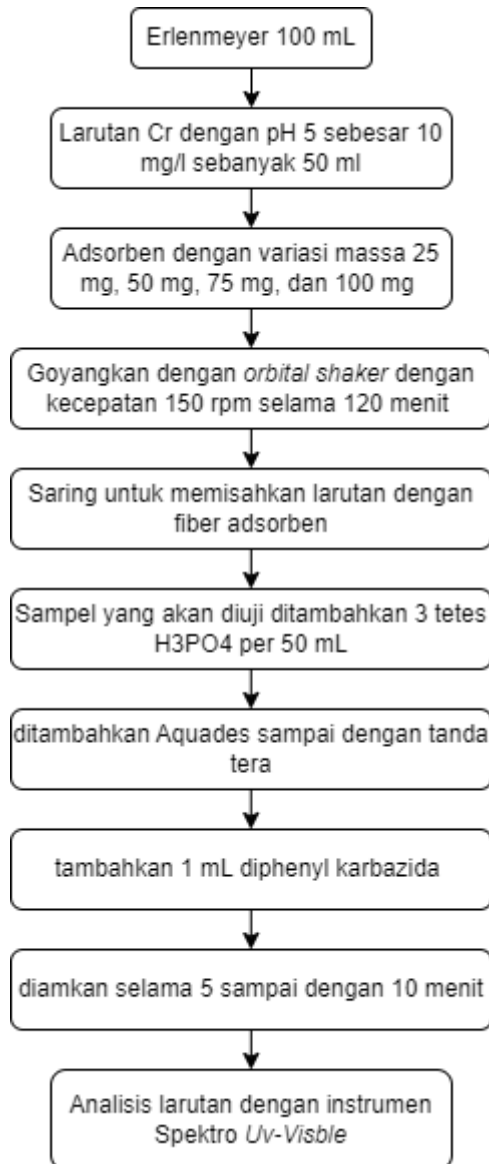
### 3.5.6 Pengujian Sampel

Uji sampel dilakukan dengan membaca tiap sampel yang telah divariasikan menggunakan instrumen Spectrophotometer *UV-Visible* untuk mengetahui efisiensi suatu adsorben dalam menyerap ion dikromat yang ada dalam air. Langkah pengujian sampel mengacu pada SNI 6989.71:2009 tentang Cara Uji Krom Heksavalen (Cr VI) Secara Spektrofotometri pada Air dan Air Limbah.

### 3.5.7 Uji Variasi Massa

Uji variasi massa dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan dari setiap massa yang diuji, serta mengetahui massa optimum untuk penyerapan logam Cr. Langkah pengujian variasi massa dapat dilihat pada Gambar 3.7.

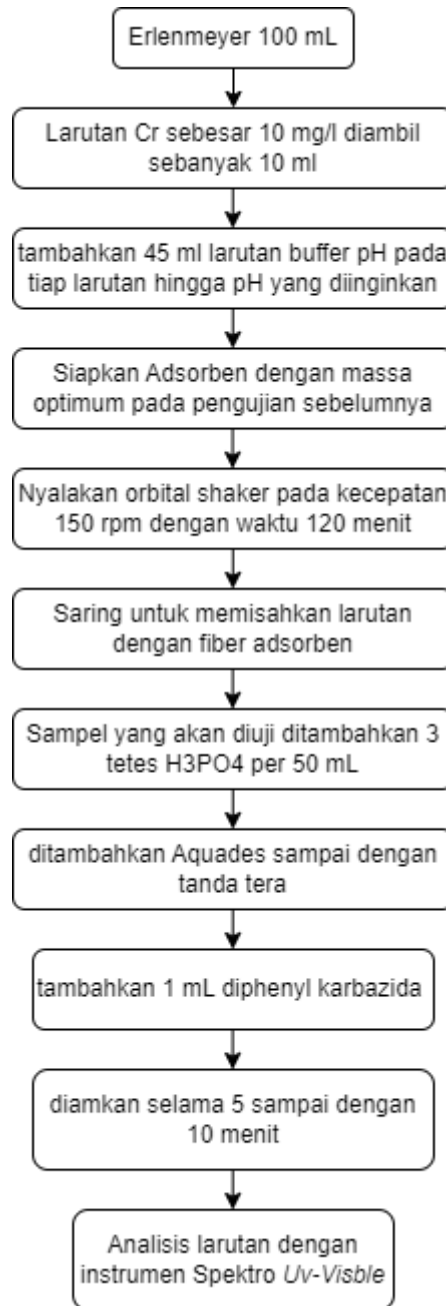




Gambar 3. 7 Diagram Alir Uji Variasi Massa

### 3.5.8 Uji Variasi Derajat Keasaman (pH)

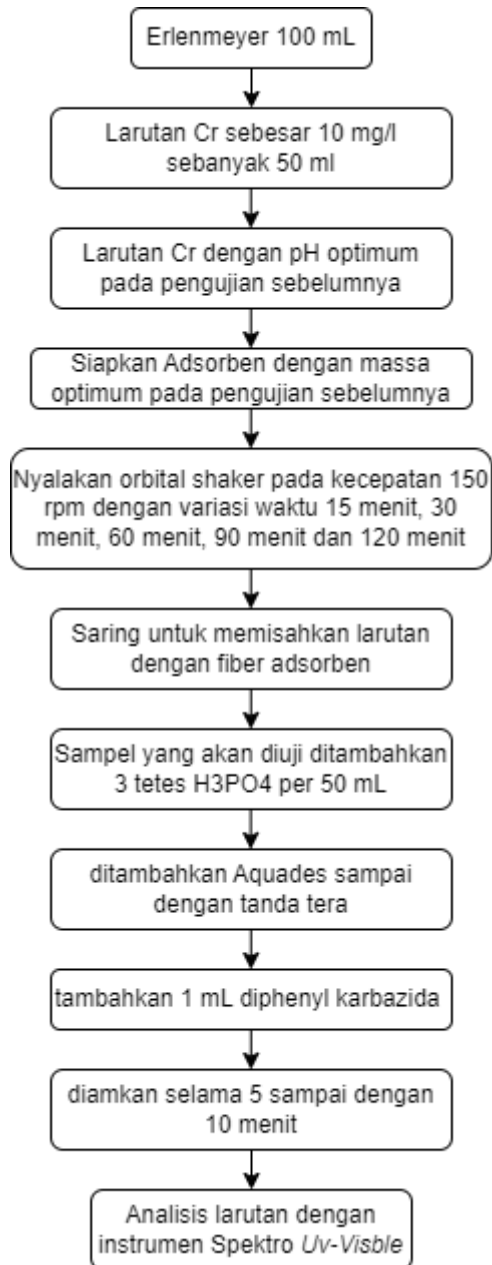
Uji variasi pH larutan dilakukan untuk mengetahui pada pH berapa adsorben optimum melakukan penyerapan dan pengaruh pH pada penyerapan adsorben. Langkah pengujian variasi pH dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Uji Variasi pH

### 3.5.9 Uji Variasi Waktu Pengadukan

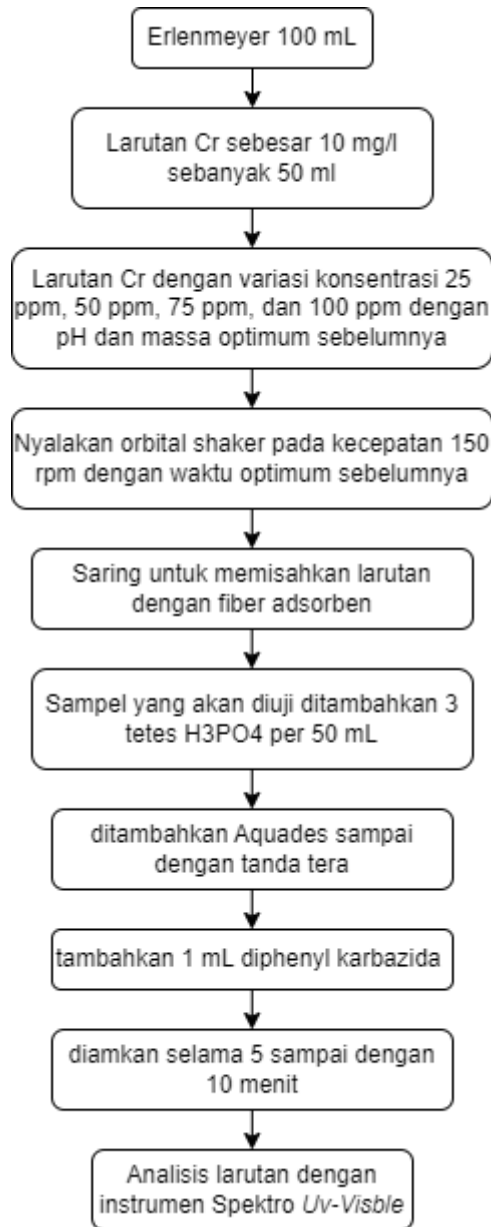
Uji variasi waktu pada adsorben dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu pada pengujian adsorben dan mengetahui waktu optimum untuk pengujian adsorben terhadap logam Cr. Langkah pengujian variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Diagram Alir Uji Variasi Waktu Pengadukan

### 3.5.10 Uji Variasi Konsentrasi Larutan

Pengujian variasi konsentrasi larutan bertujuan untuk mengetahui titik optimum antara konsentrasi adsorbat dan kemampuan adsorben dalam menyerap ion logam pada air. Langkah pengujian variasi konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Diagram Alir Uji Variasi Konsentrasi Larutan

### 3.6 Analisis Data

Analisis yang dilakukan yaitu menghitung efektivitas adsorben dan model kinetika adsorpsi dari logam Cr. Untuk efektivitas adsorben dapat melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$Ef = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100\%$$

Dimana :

$Ef$  = Efektivitas penurunan (%)

$C_i$  = Jumlah Cr Awal

$C_f$  = Jumlah Cr Akhir

Model kinetika adsorpsi Cr dianalisis menggunakan pendekatan orde 0, orde 1, dan orde 2 dengan penerapan metode regresi linier. Proses regresi linier dinyatakan melalui persamaan  $Y = bX + a$ . Nilai a mencerminkan sebuah konstanta, dan akan memiliki nilai negatif kecuali b memiliki nilai 0. Seleksi orde kinetika yang paling tepat dilakukan berdasarkan nilai regresi linier yang paling tinggi. Semakin besar nilai regresi linier, semakin mudah kurva linieritas sesuai dengan persamaan regresi linier masing-masing orde dapat tercapai (Pratama, 2017).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakterisasi Adsorben

#### 4.1.1 Hasil Analisa Fourir Transform Infrared (FTIR)

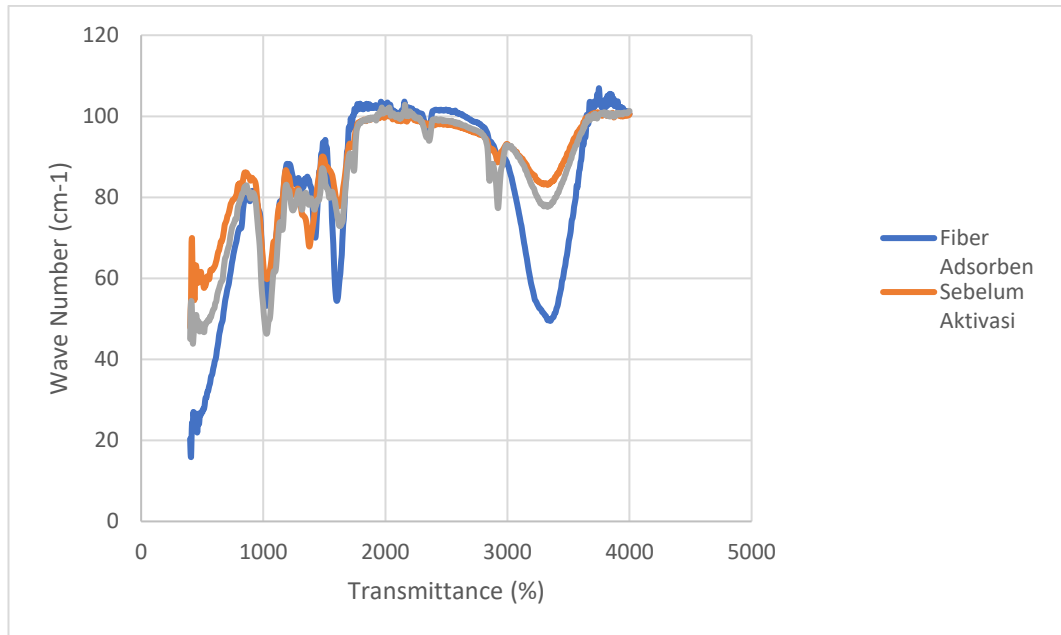
Pada pengujian secara adsorpsi, perlu dilakukan analisis karakteristik adsorben menggunakan instrumen FTIR untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang dimiliki oleh suatu adsorben.

Proses analisis data dari pembacaan FTIR dilaksanakan dengan mengenali titik puncak yang khas pada panjang gelombang tertentu. Masing-masing titik puncak yang spesifik mewakili jenis gugus fungsi tertentu dalam molekul yang diserap. Panjang gelombang dan intensitas pada tiap jenis adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Gugus Fungsi Tiga Jenis Adsorben

Rentang Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )					Intensitas	Gugus Fungsi	Senyawa
	Non Activated	Intensitas	Activated	Intensitas	Fiber			
3200 - 3570	3329,14	83,04	3329,14	77,64	3329,14	49,65	O - H	Asam Karboksilat
2850 - 2970	2920,23	88,61	2924,09	77,34	-	-	C - H	Alkana
1690 - 1760	-	-	1743,65	86,54	-	-	C ==== O	Asam Karboksilat, Ester
1610 - 1680	1620,21	77,79	1624,06	72,91	1600,92	54,46	C ==== C	Alkena
1340 - 1470	1377,17	67,84	-	-	-	-	C - H	Alkana
1025 - 1200	1029,99	59,79	1026,13	46,34	1026,13	53,18	C - O	Amida

Eksperimen FTIR menghasilkan sebuah grafik yang memperlihatkan hubungan antara panjang gelombang (dalam satuan cm<sup>-1</sup>) pada sumbu x dengan persentase transmitansi (%) pada sumbu y. Hasil pembacaan FTIR dapat ditemukan dalam Gambar 4.1 di bawah ini.



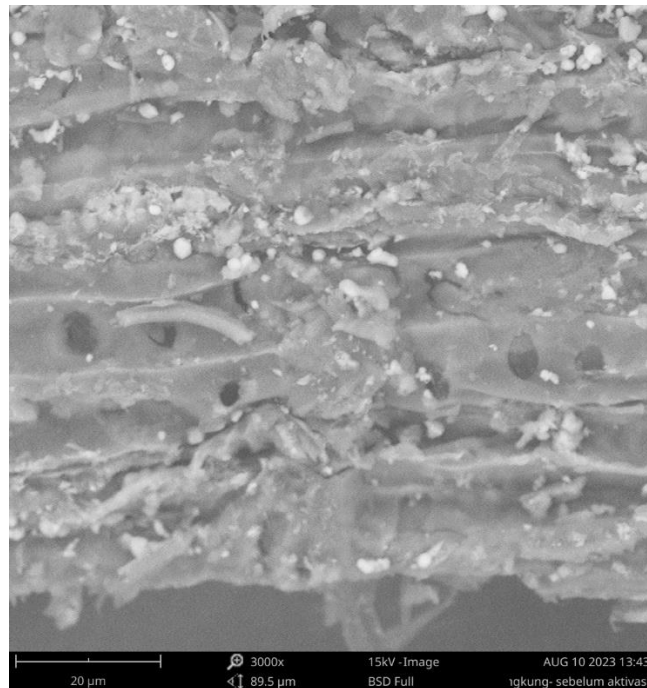
Gambar 4. 1 Perbandingan Grafik Panjang Gelombang Tiga Jenis Adsorben

Hasil uji FTIR pada batang kangkung air yang tidak diaktivasi, diaktivasi menggunakan asam sitrat dan fiber terenkapsulasi dengan Na alginate menunjukkan keberadaan gugus fungsi -OH terdeteksi pada rentang panjang gelombang 3200 – 3600  $\text{cm}^{-1}$ . Mekanisme penyerapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam bermuatan positif mengindikasikan adanya pertukaran ion. Selain itu, terdapat gugus fungsi C – O yang memiliki intensitas kuat pada panjang gelombang 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  pada ketiga jenis adsorben, dan gugus fungsi C=C pada adsorben terenkapsulasi memiliki intensitas sangat kuat pada panjang gelombang 1600 - 1680  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa pergeseran panjang gelombang tidak terlalu signifikan. Gugus -OH ini diperkirakan berperan sebagai pengikat logam dalam adsorben kangkung air.

Selain itu, pergeseran panjang gelombang antara adsorben kangkung air tidak teraktivasi dan sudah teraktivasi dengan asam sitrat tidak terlalu signifikan, menunjukkan bahwa keduanya berpotensi menjadi adsorben logam berat yang baik.

#### 4.1.2 Hasil Analisa Scanning Electron Microscope (SEM)

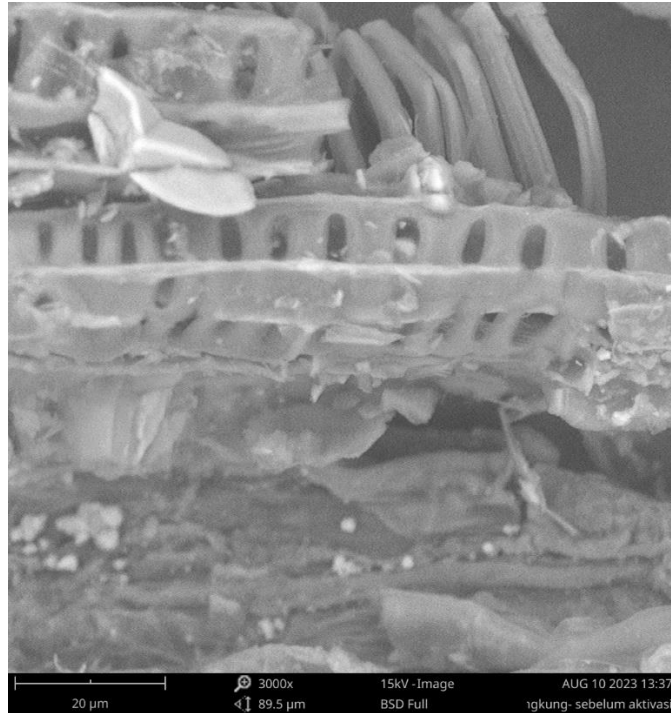
Pengujian dengan instrumen SEM bertujuan untuk mengetahui bentuk atau morfologi suatu permukaan adsorben. Morfologi adsorben ini menjadi faktor penting pada adsorben yang mengindikasikan kemampuan adsorben dalam menjerap logam berat. Pada penelitian ini dilakukan pengujian adsorben oleh SEM dengan pembesaran 3.000 kali. Hasil pengujian adsorben yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Morfologi Batang Kangkung Air Sebelum Aktifasi

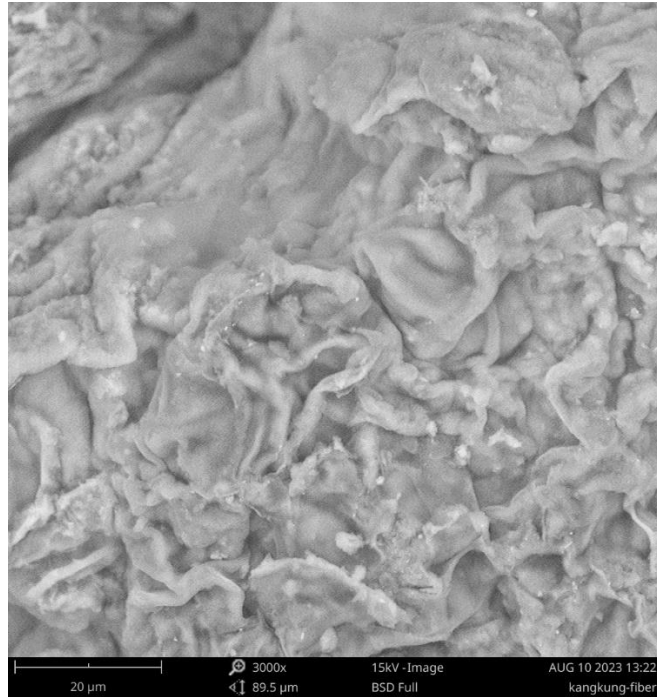
Pada batang kangkung air yang belum diaktivasi, permukaan tampak tertutup oleh partikel-partikel padat dan pori-pori pada batang adsorben batang kangkung air pun menjadi tertutup sehingga mempersulit kemampuan adsorben dalam menjerap ion logam. Sedangkan pada gambar kedua, setelah diaktivasi menggunakan asam sitrat, permukaan adsorben menjadi lebih bersih dan pori-pori pada adsorben tampak jelas sehingga meningkatkan kemampuan adsorben dalam menjerap ion logam ketika terjadinya proses adsorpsi.





Gambar 4. 3 Morfologi Batang Kangkung Air Teraktivasi

Sedangkan pada Gambar 4.4 terbentuk morfologi baru diakibatkan oleh campuran Natrium Alginat pada adsorben, pori-pori adsorben tidak terlihat seperti gambar sebelumnya, akan tetapi permukaan pada adsorben berubah menjadi bentuk lapisan-lapisan yang lebih padat, dan pori menjadi lebih sempit. Hal ini mengindikasikan penurunan kemampuan adsorben dalam menjerap ion logam berat yang menempel pada permukaan.



Gambar 4. 4 Morfologi Batang Kangkung Air Terenkapsulasi

#### 4.2 Variasi Massa Adsorben

Pengujian variasi massa adsorben dilakukan untuk mengetahui jumlah massa optimum adsorben dalam menyerap ion logam kromium. Massa yang akan digunakan yaitu 25 mg, 50 mg, 75 mg, dan 100 mg kemudian ditimbang dan dimasukkan masing-masing ke dalam *erlenmeyer* berisi 50 ml larutan kromium pada kondisi pH 5. Seluruh sampel kemudian diaduk menggunakan orbital shaker selama 120 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setelah selesai pengadukan dilakukan pembacaan menggunakan Spektro *UV-Visible* dengan metode yang mengacu pada SNI dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2.

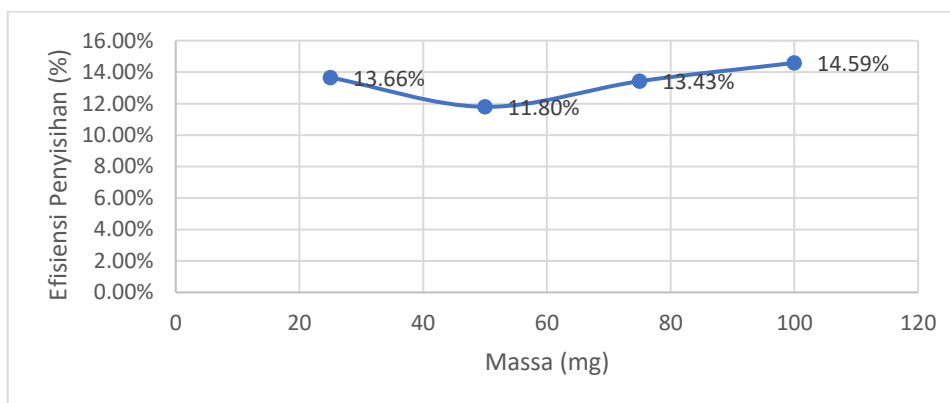
Tabel 4. 2 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Massa Dengan Pengujian Secara Duplo

Massa (mg)	Conc. (µg/mL)	Konsentrasi awal (Co)	Faktor Pengenceran	Konsentrasi Akhir (Ca)	Efisiensi Penyisihan	pH awal	pH akhir
Konsentrasi awal	0.365	9.13	25	9.13	0.05%	5	5
Kontrol	0.518	9.13	16.7	8.65	5.25%	5	5
25	0.472	9.13	16.7	7.88	13.66%	5	5
50	0.482	9.13	16.7	8.05	11.84%	5	5
75	0.473	9.13	16.7	7.90	13.48%	5	5

100	0.467	9.13	16.7	7.80	14.58%	5	5
-----	-------	------	------	------	--------	---	---

Variasi massa dilakukan pada pH awal larutan, yaitu pH 5 dengan Waktu Pengadukan selama 120 menit. Penyisihan logam berat maksimal terdapat pada massa 100 mg dengan perbedaan pada massa lainnya yang tidak begitu signifikan. Hal ini dikarenakan massa 25 – 100 mg memiliki kemampuan yang sama dalam menyerap logam berat pada air dengan konsentrasi 10 ppm.

Grafik variasi massa yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4. 5 Grafiik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Massa

Terdapat kenaikan pada grafik yang menandakan semakin besar massa adsorben pada suatu larutan mengakibatkan peningkatan penyerapan ion logam kromium heksavalen oleh adsorben. Pada variasi massa adsorben ini, dapat ditentukan bahwa massa optimum yang akan digunakan pada variasi selanjutnya adalah massa 100 mg dikarenakan kemampuan penyerapan yang didapatkan lebih baik dibandingkan dengan massa lainnya yaitu sebesar 14.59% pada larutan kromium heksavalen dengan konsentrasi 10 ppm.

### 4.3 Variasi Derajat Keasaman (pH) Larutan

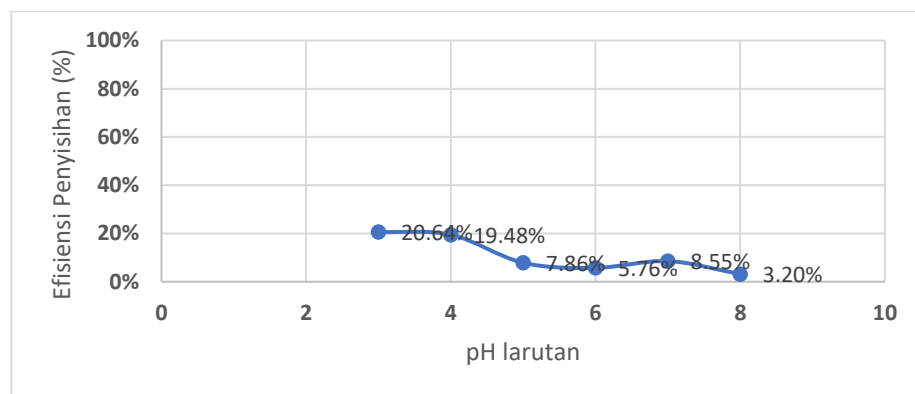
Pengujian variasi pH dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum adsorben dalam menyerap logam kromium heksavalen pada air. Uji variasi pH dilakukan dengan mengondisikan pH larutan uji pada pH 3 sampai dengan 8 dengan menggunakan NaOH 5N. Pada uji variasi pH digunakan massa optimum adsorben yaitu 100 mg dengan Waktu Pengadukan 120 menit.

Pada uji yang telah dilakukan, didapatkan bahwa penyisihan ion logam kromium heksavalen paling efektif pada pH 3 seperti pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi pH Dengan Pengujian Secara Duplo

pH	Conc. (µg/mL)	Konsentrasi awal (Co)	Faktor Pengenceran	Konsentrasi Akhir (Ca)	Efisiensi Penyisihan	pH awal	pH akhir
3	0.43	9.13	16.7	7.25	20.64%	3	3
4	0.44	9.13	16.7	7.35	19.48%	4	4
5	0.50	9.13	16.7	8.41	7.86%	5	5
6	0.52	9.13	16.7	8.60	5.76%	6	6
7	0.50	9.13	16.7	8.35	8.55%	7	6
8	0.53	9.13	16.7	8.84	3.20%	8	7

Pada pengujian pH larutan, kondisi ideal untuk adsorpsi adalah pada pH asam, dikarenakan pada pH rendah ion H<sup>+</sup> pada permukaan adsorben meningkat sehingga membentuk ikatan elektrostatik bermuatan positif yang kuat antara permukaan adsorben dengan ion dikromat (Utama, 2016).



Gambar 4. 6 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi pH

Pada grafik diatas, data yang diperoleh adalah bahwa ikatan senyawa pada adsorben kangkung air terenkapsulasi dapat bekerja optimum dalam menyerap logam kromium VI pada suasana asam, yaitu pada pH 3 dan 4 sebesar 20.64% dan 19.48% secara berturut-turut. Sedangkan mulai pada pH 5 kekuatan adsorpsi fiber adsorben kangkung air mulai berkurang, hingga mencapai titik terendahnya pada keadaan basa dengan efisiensi penyisihan sebesar 3.20%.

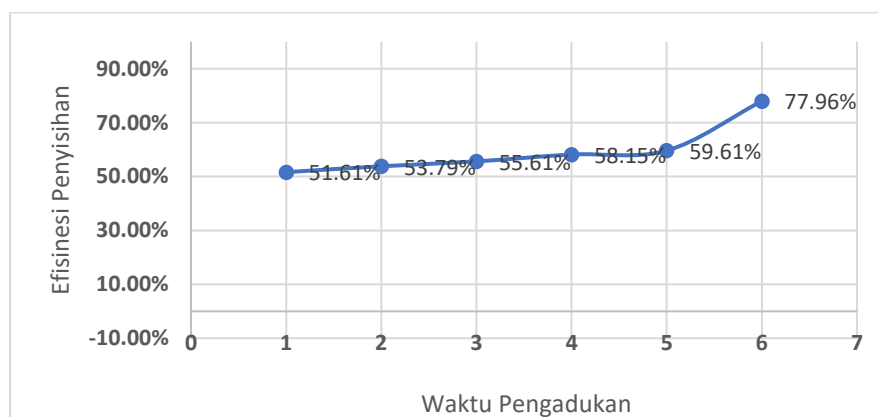
#### 4.4 Variasi Waktu Pengadukan

Pada variasi Waktu Pengadukan dilakukan dengan menggunakan massa dan pH optimum yang sudah didapatkan pada percobaan sebelumnya untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan untuk menyerap ion kromium heksavalen dengan dosis 100 mg fiber adsorben. Hasil Percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah.

Tabel 4. 4 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Waktu Pengadukan Dengan Pengujian Secara Duplo

Waktu Pengadukan (menit)	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Konsentrasi awal ( $C_0$ )	Faktor Pengenceran	Konsentrasi Akhir ( $C_a$ )	Efisiensi Penyisihan	pH awal	pH akhir
15	0.34	17.49	25	8.463	51.61%	3	3
30	0.32			8.082	53.79%	3	3
60	0.31			7.764	55.61%	3	3
90	0.29			7.319	58.15%	3	3
120	0.28			7.065	59.61%	3	3
24 jam	0.15			3.855	77.96%	3	3

Pada Tabel diatas, diperoleh data pengaruh waktu pengadukan yang dibutuhkan dalam mengetahui penyerapan Cr (VI) pada tiap waktu. Data yang diperoleh kemudian diterjemahkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Waktu Pengadukan

Terjadi peningkatan penyerapan terus menerus pada dimulai dari waktu pengadukan 15 menit hingga 120 menit, kemudian dilakukan percobaan waktu pengadukan dengan waktu 24 jam untuk mengetahui kemampuan adsorben pada durasi waktu yang lebih lama. Pada waktu 24 jam terjadi lompatan kemampuan penyerapan dari 59.61% ke 77.96% yaitu sebesar 18.35%.

Dari informasi yang telah disajikan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama interaksi antara adsorben dan adsorbatnya, akan semakin tinggi kemampuan adsorben untuk menyerap larutan Cr (VI) dalam air. Meskipun demikian, perlu diperhatikan bahwa pada suatu titik, Waktu Pengadukan akan mencapai kejenuhan atau mengalami penurunan kemampuan (Khopkar, 2010).

#### 4.5 Variasi Konsentrasi Larutan

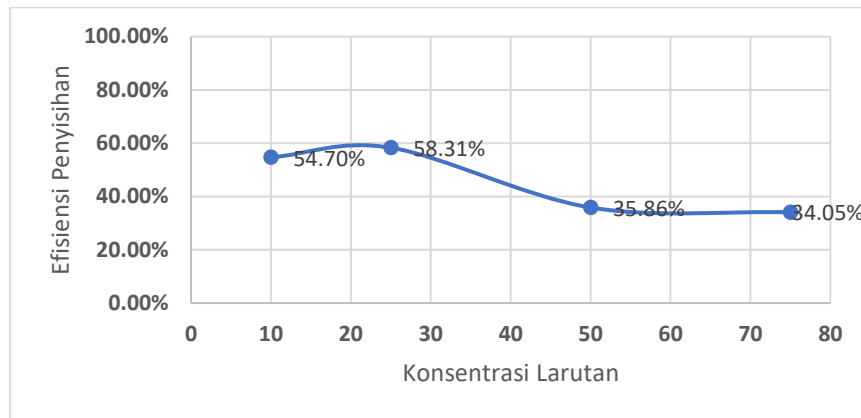
Percobaan variasi konsentrasi larutan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar adsorpsi maksimum adsorben saat menyerap logam berat Cr (VI) dalam larutan. Pengujian ini menggunakan variasi konsentrasi 10 mg/L, 25 mg/l, 50 mg/l, dan 75 mg/L ke dalam 50 ml larutan adsorbat kromium heksavalen pada suasana pH 3. Waktu pengadukan yang dipilih yaitu 120 menit. Data dari pengujian variasi konsentrasi untuk adsorpsi larutan Cr (VI) dengan fiber adsorben kangkung air bisa dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Konsentrasi Larutan Dengan Pengujian Secara Duplo

Konsentra si (mg/l)	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Konsentra si awal (Co)	Faktor Pengencer an	Konsentra si Akhir (Ca)	Efisiensi Penyisih an	Kapasitas Adsorpsi (Jumlah ion logam teradsorp si) (mg/g)
10	0.317	17.49	25	7.92	54.70%	5
25	0.350	20.99	25	8.75	58.31%	6
50	0.750	58.50	50	37.52	35.86%	10
75	0.805	81.49	66.75	53.74	34.05%	14

Dari informasi yang terdapat dalam Tabel 4.5, kemudian data tersebut dikonversikan ke dalam bentuk grafik untuk menggambarkan hubungan antara konsentrasi variasi dan tingkat penyisihan dalam persentase (%). Hasil analisis menunjukkan bahwa ketika konsentrasi larutan Cr (VI) meningkat, tingkat

penyerapannya juga meningkat (dalam ppm), tetapi persentase penghilangan menjadi lebih rendah. Grafik ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Grafik Efisiensi Penyisihan Kromium Heksavalen Pada Variasi Konsentrasi Larutan

#### 4.6 Isoterm Adsorpsi

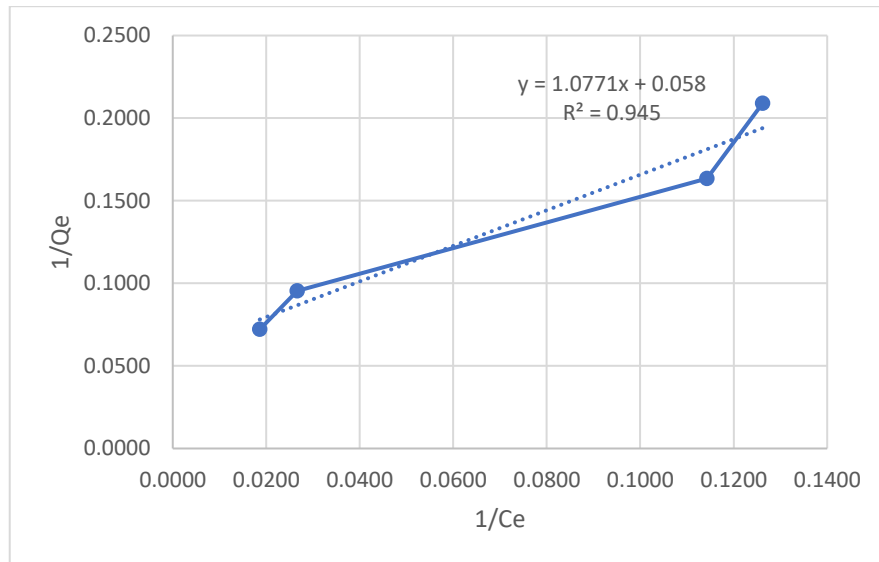
Kesetimbangan isoterm adsorpsi merujuk pada suatu metode yang berguna untuk menggambarkan mekanisme dari interaksi antara larutan Cr (VI) dan adsorben. Dalam hal ini, terdapat dua model utama yang sering digunakan: model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich. Kedua model ini memiliki peran penting dalam menganalisis bagaimana proses adsorpsi berlangsung. Model Langmuir untuk adsorpsi mengartikan bahwa pada permukaan adsorben terdapat lapisan tunggal (monolayer) tempat molekul-molekul Cr (VI) dapat teradsorpsi. Sebaliknya, isoterm Freundlich mengasumsikan bahwa lapisan-lapisan permukaan yang lebih dari satu (multilayer) ada dan situs adsorpsi memiliki karakteristik heterogen, dengan variasi energi penjerapan antara situs-situs tersebut (Phuengprasop, dkk., 2011).

##### 4.6.1 Isoterm Langmuir

Menurut Siswoyo, dkk., (2014), persamaan isoterm Langmuir adalah sebagai berikut.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m} C_e + \frac{1}{KL q_m} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $C_e$  mewakili konsentrasi pada titik keseimbangan (mg/l),  $q_e$  adalah jumlah ion Cr (VI) yang terperangkap pada titik keseimbangan (mg/l), sementara  $q_m$  dan  $KL$  adalah nilai tetap dari model Langmuir (l/mg) dan  $q_m$  menggambarkan kapasitas penyerapan (mg/g). Adapun Kurva yang didapatkan dari plot data Langmuir ada pada Gambar berikut.



Gambar 4. 9 Kurva Isoterm Langmuir

#### 4.6.2 Isoterm Freundlich

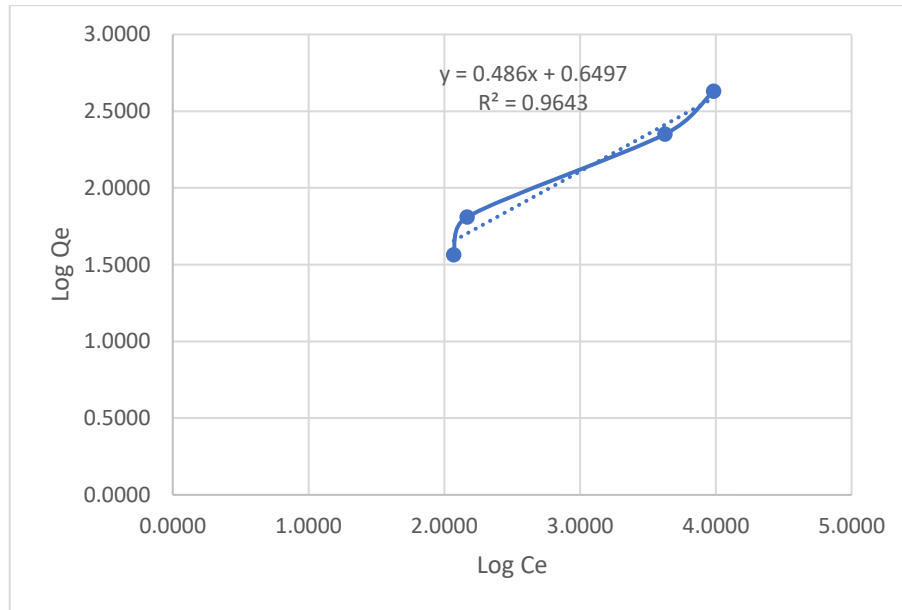
Selain menggunakan isoterm Langmuir, model isoterm Freundlich juga digunakan. Persamaan yang mewakili isoterm Freundlich adalah sebagai berikut:

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana  $q_e$  mewakili jumlah bahan yang terserap (mg/g),  $C_e$  adalah konsentrasi saat mencapai keseimbangan (mg/l),  $K_f$  merupakan konstanta dari model Freundlich, dan  $n$  adalah parameter konstanta. Apabila nilai  $n = 1$ , maka terjadi adsorpsi linear. Ketika nilai  $n < 1$ , proses yang berlangsung adalah adsorpsi yang bersifat kimia. Di sisi lain, jika nilai  $n > 1$ , maka adsorpsi yang terjadi bersifat fisika (Ozcan, dkk., 2005).

Dengan menggunakan model Freundlich, didapatkan kurva seperti pada Gambar berikut.





Gambar 4. 10 Kurva Isoterm Freundlich

Dengan merujuk pada persamaan linear, nilai  $R^2$  pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 menunjukkan hasil 0,945 dan 0.9643. Nilai kemiringan yang didapat dari hasil perhitungan menunjukkan sensitivitas suatu metode, yang mana semakin sensitif metode tersebut maka nilai koefisien korelasinya akan semakin mendekati angka 1 karena sensitivitas menunjukkan perubahan respon dari penerapan alat ukur dengan adanya perubahan tersebut. konsentrasi analit yang diukur ditentukan oleh kemiringan kurva.

Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa semua jenis adsorben fiber kangkung air dapat mengikuti model isoterm Freundlich karena lebih mendekati angka 1. Hal ini mengasumsikan bahwa proses adsorpsi terjadi dalam bentuk lapisan beberapa permukaan (multilayer) dengan beberapa jumlah energi pengikatan yang berbeda pada tiap *site* di permukaan adsorben.

#### 4.7 Perbandingan Keadaan Optimum Pada Tiap Adsorben

Percobaan perbandingan antara adsorben yang non-aktivasi, teraktivasi, dan terenkapsulasi dengan Na alginat pada keadaan massa optimum 100 mg, pH 3, dan waktu 120 menit, dengan konsentrasi larutan 10 ppm dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4. 6 Tabel Perbandingan Efisiensi Penyisihan Ketiga Jenis Adsorben

Konsentrasi (mg/l)	Conc. ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Konsentrasi awal (Co)	Faktor Pengenceran	Konsentrasi Akhir (Ca)	Efisiensi Penyisihan	Kapasitas Adsorpsi (Jumlah ion logam teradsorpsi) (mg/g)	pH Awal	pH Akhir
Kontrol	0.282	8.97	25	8.65	3.54%	0	3	3
Activated Adsorbent	0.168	8.97	25	5.03	43.93%	2	3	4
Non activated Adsorbent	0.192	8.97	25	5.79	35.43%	2	3	3
Fiber Adsorbent	0.237	8.97	25	7.22	19.48%	1	3	3

Dari informasi yang terdapat dalam Tabel 4.6, dapat diidentifikasi bahwa kapasitas penyisihan untuk tiga jenis adsorben, yaitu Adsorben Non aktivasi, Teraktivasi, dan terenkapsulasi dalam bentuk fiber adalah secara berurutan 35.43%, 43.93%, dan 19.48%. Berdasarkan perbandingan kemampuan penyisihan ini, kita dapat menyimpulkan bahwa pembuatan fiber adsorbent tidak berpengaruh pada peningkatan nilai kapasitas adsorpsi. Sebaliknya, Pembuatan fiber adsorben mempersulit adsorbat untuk terserap pada permukaan adsorben.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Damayanti (2016), bahwa adsorben cangkang siput gonggong teraktivasi memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menjerap ion logam di dalam air dibandingkan dengan adsorben tidak teraktivasi. Begitu juga pada penelitian Ahdiyati (2020), Adsorben eceng gondok memiliki kemampuan yang lebih baik pada saat teraktivasi asam sitrat dibandingkan dengan kemampuan tanpa aktivasi.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4.6. Adsorben dengan kapasitas terbaik adalah adsorben teraktivasi dengan asam sitrat. Sehingga adsorben ini dapat digunakan untuk mengadsorpsi air limbah maupun air siap pakai. Hal ini juga dikarenakan adsorben ini memiliki keunggulan dalam

kemudahan pembuatan adsorben tanpa perlu memprosesnya menjadi fiber, yang pada akhirnya mempercepat proses penyerapan adsorbat. Oleh karena itu, diharapkan bahwa adsorben kangkung air teraktivasi akan lebih mudah dalam penerapannya di lapangan.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

1. Karakteristik adsorben batang kangkung air setelah dilakukan uji FTIR dan SEM ditemukan adsorben batang kangkung air memiliki kandungan selulosa dan asam karboksilat yang tinggi pada gugus hidroksil dan karboksil. Adsorben batang kangkung teraktivasi memiliki permukaan yang lebih bersih sehingga lebih muda dalam menjeram ion logam kromium heksavalen dibandingkan dengan adsorben tidak teraktivasi dan terenkapsulasi Na alginat.
2. Kemampuan fiber adsorben kangkung air dalam menjerap logam berat kromium heksavalen mencapai 14.59% pada massa 100 mg dan 20.64% pada pH 3, dengan Waktu Pengadukan 120 menit dan konsentrasi larutan 10 mg/l, kemudian 19.48% pada kondisi variasi optimum.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar:

1. Menambah rentang variasi untuk mengetahui kemampuan maksimal penyerapan fiber adsorben dan titik jenuh yang tercapai.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai keefektifan fiber adsorben kangkung air yang dimodifikasi dengan karbon nanotube.
3. Menerapkan model enkapsulasi dengan modifikasi karbon nanotube pada material selain kangkung air untuk memperluas rentang penelitian.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiyati, W. N. (2020). Modifikasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Adsorben Limbah Logam Cr dan Cd Pada Limbah Cair Laboratorium Kimia. *Repository UIN*, 1 - 82.
- Apriliani, A. (2012). Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam air limbah. *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi*, 1 - 78.
- Asmadi, Endro S., W. Oktiawan. (2009). Pengurangan Chrom Dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *JAI Vol. 5 No. 1*, 41 - 52.
- Damayanti, H. R. (2016). Pemanfaatan Limbah Cangkang Siput Gonggong (*Strombus Turturella*) Sebagai Adsorben Untuk Menyerap Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Batik. *Dspace Journal UII*.
- Dehghani, M. H., Sanaei, D., Ali, I., & Bhatnagar, A. (2016). Removal of Chromium(VI) From Aqueous Solution Using Treated Waste Newspaper As a Low-cost Adsorbent: Kinetic Modeling And Isotherm Studies. *Journal of Molecular Liquids*, 671 - 679.
- Elewati, Novri Y. Kandowanko. Djuna Lamondo. (2018). Efisiensi Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) Dengan Waktu Kontak Yang Berbeda. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 162 - 166.
- Hasrianti. (2012). Adsorpsi Ion  $\text{Cd}^{2+}$  Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Jurnal Dinamika*, 59-76.
- Intan Lestari, Mahra Mahraja, Faizar Farid, Diah Riski Gusti, Edwin Permana. (2020). Penyerapan Ion  $\text{Pb}(\text{II})$  Menggunakan Adsorben Dari Limbah Padat Lumpur Aktif Pengolahan Air Minum. *Chem. Prog. Vol. 1 No. 2*, 68 - 76.
- Khopkar, S. (2010). Konsep Dasar Kimia Analitik. *Terjemahan Oleh Saptoharardjo. Jakarta: Universitas Indonesia*.

- Liu, T., Wang, Z.-L., Yan, X., & Zhang, B. (2014). Removal of mercury (II) and chromium (VI) from wastewater using a new and effective composite: pumice-supported nanoscale zero-valent iron. *Chemical Engineering Journal*.
- Nomanbhay, S. M., & Palanisamy, K. (2005). Removal of heavy metal from industrial wastewater using chitosan coated oil palm shell charcoal . *Electronic Journal of Biotechnology*, 43-53.
- Nurdiansah, H., Dhipakusuma, W. R., & Susanti, D. (2020). Pengaruh Variasi Temperatur Hidrotermal terhadap Struktur dan Sifat Kapasitif Carbon Nanotube (CNT) dengan Prekursor Ferrocene untuk Aplikasi Superkapasitor. *Jurnal Teknik ITS*, B140 - B145.
- Ozcan, S., Erdem, B., & Ozcan, A. (2004). Adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions onto Na-bentonite and DTMA-bentonite. *Colloid and Interface Science*, 44 - 53.
- Reddy, Badarinath, A., Reddy, Alagusundram, Gnanaprakash, K., & Chetty, C. (2010). Formulation and Characterization of alginate microbeads of flurbiprofen by ionotropic gelation technique. *International Journal of ChemTech Research*, 2 (1), 361 - 367.
- Sedyanto, A. P. (2018). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Fiber Adsorben Terenkapsulasi Na-Alginat Penyerap Logam Berat Pb(II) Dalam Air. 1 - 17.
- Siswoyo, E., Adrian, A. R., & Tanaka, S. (2018). Bioadsorbent Based On Water Hyacinth Modified With Citric Acid For Adsorption of Methylene Blue In Water. *MATEC Web of Conferences*, 1 - 4.
- Siswoyo, E., Mihara, Y., & Tanaka, S. (2014). Determination of key components and adsorption capacity of a low cost adsorbent based on sludge of drinking water treatment plant to adsorb cadmium ion in water. *Applied Clay Science*, 147 - 151.
- Suci Rizki Nurul Aeni, F. B. (n.d.). Pemanfaatan ampas daun teh pada proses biosorpsi logam berat Cr(VI) pada air sungai Citarum. *Jurnal Penelitian Saintek Vol. 27 No. 2*, 103 - 111.

- Suhud, I., Tiwow, V. M., & Baharuddin. (2012). Adsorpsi Ion Kadmium(II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar dan Batang Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forks). *Jurnal Akademika Kimia*, 153 - 158.
- Suhud, I., Tiwow, V. M., & Hamzah, B. (2012). Adsorpsi Ion Kadmium(II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica* Forsk). *Jurnal Akademi Kimia*, 153-158.
- Ulfa Meila Anggriani, A. H. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika Vol. 12, No. 02*, 29 - 37.
- Utama , S., Kristianto, H., & Andreas, A. (2016). Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr (Vi)) Menggunakan Karbon Aktif Dari Bahan Baku Kulit Salak. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Perjuangan'*, 10.
- Wulandari, R., Purnomo, T., & Winarsih. (2014). Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda. *LenteraBio Vol. 3 No. 1*, 83 - 89.
- Zaqiyatul, E., Malis, E., & Ridho, R. (2021). Pemanfaatan Biomasa Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica* Forsk) Untuk Adsorpsi Pewarna Tekstil. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 40-51.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Perhitungan

Lampiran 1. 1 Pembuatan Larutan Induk Kromium Heksavalen 100 mg/L

$$\begin{aligned} \text{Ba Cr} & : 51.996 \text{ g/mol} \\ \text{Bm K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 & : 294.19 \text{ g/mol} \\ \text{Cr (VI)} & : 100 \text{ mg/L} \\ 100 \text{ mg/L Cr (VI)} & : \frac{x \text{ mg}}{1 \text{ L}} \\ x & : 50 \text{ mg} \\ \text{Berat Cr} & : \frac{\text{BA Cr}}{\text{BM K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} * \text{Berat K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \\ 50 \text{ mg} & : \frac{2 x 51.996 \text{ g/mol}}{294.19 \text{ g/mol}} * \text{Berat K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \\ \text{Berat K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 & : \frac{50 \text{ mg} x 294.19 \text{ g/mol}}{2 x 51.996 \text{ g/mol}} \\ \text{Berat K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 & : 141.14 \text{ mg} \approx 0.1414 \text{ g} \end{aligned}$$

Lampiran 1. 2 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 10 mg/L

$$\begin{aligned} m^1 \cdot v^1 & = m^2 \cdot v^2 \\ 100 \text{ mg/L} \cdot v^1 & = 10 \text{ mg/L} \cdot 500 \text{ ml} \\ v^1 & = \frac{5000}{100 \text{ mg/L}} \\ v^1 & = 50 \text{ ml} \end{aligned}$$

diambil 50 ml dari larutan induk 100 ppm untuk diencerkan ke dalam labu ukur 500 ml hingga tanda tera.

Lampiran 1. 3 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 25 mg/L

$$\begin{aligned} m^1 \cdot v^1 & = m^2 \cdot v^2 \\ 100 \text{ mg/L} \cdot v^1 & = 25 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml} \\ v^1 & = \frac{1250}{100 \text{ mg/L}} \\ v^1 & = 12.5 \text{ ml} \end{aligned}$$

diambil 12.5 ml dari larutan induk 100 ppm untuk diencerkan ke dalam labu ukur 50 ml hingga tanda tera.

Lampiran 1. 4 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 50 mg/L

$$m^1 \cdot v^1 = m^2 \cdot v^2$$

$$100 \text{ mg/L} \cdot v^1 = 50 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$v^1 = \frac{2500}{100 \text{ mg/L}}$$

$$v^1 = 25 \text{ ml}$$

diambil 25 ml dari larutan induk 100 ppm untuk diencerkan ke dalam labu ukur 50 ml hingga tanda tera.

#### Lampiran 1. 5 Pembuatan Larutan Uji Kromium Heksavalen 75 mg/L

$$m^1 \cdot v^1 = m^2 \cdot v^2$$

$$100 \text{ mg/L} \cdot v^1 = 75 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ ml}$$

$$v^1 = \frac{3750}{100 \text{ mg/L}}$$

$$v^1 = 37.5 \text{ ml}$$

diambil 37.5 ml dari larutan induk 100 ppm untuk diencerkan ke dalam labu ukur 50 ml hingga tanda tera.

#### Lampiran 1. 6 Pembuatan Larutan C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> 1M untuk aktivasi adsorben

$$\text{Ba C} : 12$$

$$\text{Ba H} : 1$$

$$\text{Ba O} : 16$$

$$\text{Bm C}_6\text{H}_8\text{O}_7 : (12 \times 6) + (1 \times 8) + (16 \times 7)$$

$$: 192.059 \text{ g/mol}$$

$$\text{Massa C}_6\text{H}_8\text{O}_7 : \frac{\text{massa}}{\text{Bm C}_6\text{H}_8\text{O}_7} \times \frac{1000}{v}$$

$$: \frac{\text{massa}}{192} \times \frac{1000}{500}$$

$$: 96 \text{ g}$$

Dibutuhkan 96 gram bubuk C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> untuk membuat 1 M C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> pada volume 500 ml.

#### Lampiran 1. 7 Pembuatan Larutan NaOH 1M

$$\text{Ba Na} : 23$$

$$\text{Ba O} : 16$$

$$\text{Ba H} : 1$$

$$\text{Bm NaOH} : 23 + 16 + 1$$

$$: 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

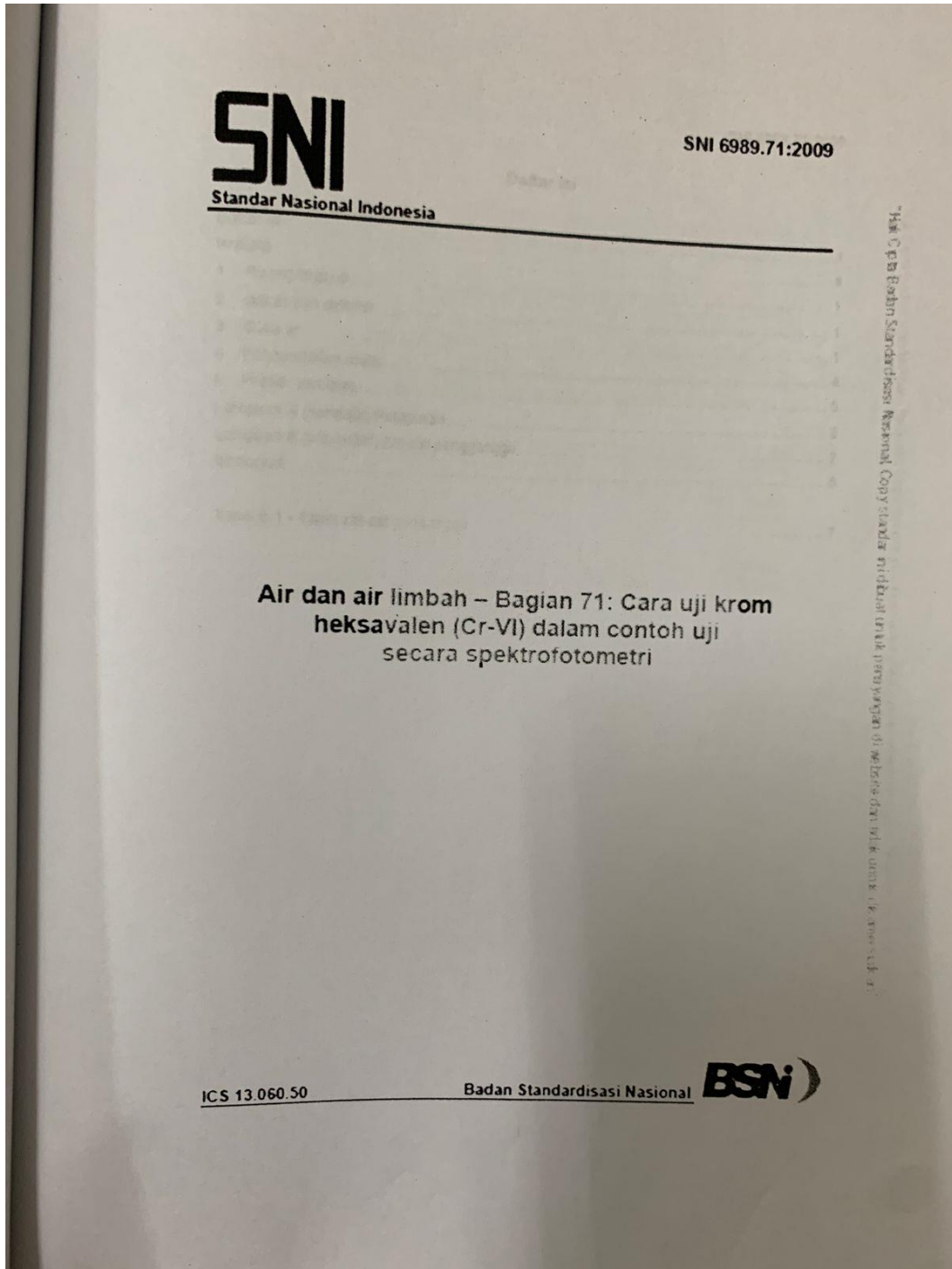
$$\text{M} : \frac{\text{mol}}{v}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol} &: M \cdot V \\ &: 0.1 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} \\ &: 0.01 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa} &: \text{mol} \cdot B_m \\ &: 0.01 \times 40 \\ &: 0.4 \text{ gram} \end{aligned}$$

Dibutuhkan 0.4 gram bubuk NaOH untuk membuat 0.1 M NaOH pada volume 100 ml.

Lampiran 2 SNI Pengujian Krom Heksavalen Secara Spektrofotometri



Daftar isi

Daftar isi .....	I
Prakata .....	II
1 Ruang lingkup .....	1
2 Istilah dan definisi .....	1
3 Cara uji .....	1
4 Pengendalian mutu .....	4
5 Presisi dan bias .....	5
Lampiran A (normatif) Pelaporan .....	6
Lampiran B (informatif) Zat-zat pengganggu .....	7
Bibliografi .....	8
Tabel B.1 - Tabel zat-zat pengganggu .....	7

Hak Cipta Rakhin Sarandirnasari Berminat Copy sendiri di Ukhra untuk penunjang di website dan blog www.rahin.com

Prakata

Dalam upaya mendukung pelaksanaan perundang-undangan dan peraturan pemerintah di bidang pengelolaan lingkungan hidup, maka disusunlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas air.

SNI ini merupakan hasil SNI baru dengan judul *Air dan air limbah – Bagian 71: Cara uji krom heksavalen (Cr-VI) dalam contoh uji secara spektrofotometri*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 21 th Edition*, editor L.S. Ciesceri, A.E. Greenberg, A.D. Eaton, APHA, AWWA and WPCF, Washington DC (2005). SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, Kualitas Air dari Panitia Teknis 13-03, Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan dengan para pihak terkait.

SNI ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis dan pemerintah terkait pada tanggal 11 September 2007 di Serpong. Selanjutnya SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 11 Juni 2008 samapai dengan 11 Agustus 2008. Kemudian SNI ini telah melalui tahap pemungutan suara pada tanggal 18 Maret 2009 samapai dengan 18 Juni 2009, dengan hasil akhir RASNI.

Dengan dirumuskannya SNI ini maka penerapan SNI 06-2515-1991 dinyatakan tidak berlaku lagi. Pemakai SNI agar dapat meneliti validasi SNI yang terkait dengan metode ini, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.

Halaman 1 dari 1 Standar Nasional Indonesia Copy berhak untuk peninjauan terhadap isi dari dokumen ini secara berkala

## Air dan air limbah – Bagian 71: Cara uji krom heksavalen (Cr-VI) dalam contoh uji secara spektrofotometri

### 1 Ruang lingkup

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan logam krom heksavalen (Cr-VI) terlarut dalam air dan air limbah secara spektrofotometri dengan kisaran 0,1 mg/L sampai 1,0 mg/L pada panjang gelombang 530 nm atau 540 nm.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1

##### air bebas mineral

air yang diperoleh dengan cara penyulingan ataupun proses demineralisasi sehingga diperoleh air dengan konduktivitas lebih kecil dari 2  $\mu\text{S/cm}$

#### 2.2

##### kurva kalibrasi

kurva yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan serapan yang merupakan garis lurus

#### 2.3

##### larutan induk logam krom (Cr-VI)

larutan yang mempunyai kadar logam krom heksavalen 500 mg Cr/L yang digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang rendah

#### 2.4

##### larutan baku logam krom (Cr-VI)

larutan induk logam krom heksavalen yang diencerkan dengan air bebas mineral sampai kadar tertentu

#### 2.5

##### larutan kerja logam krom (Cr-VI)

larutan baku logam krom heksavalen yang diencerkan dan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi

#### 2.6

##### larutan blanko

air bebas mineral yang diasamkan atau pertakuannya sama dengan contoh uji

#### 2.7

##### spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

### 3 Cara uji

#### 3.1 Prinsip

Ion krom heksavalen bereaksi dengan difenilkarbazida dalam suasana asam membentuk senyawa kompleks berwarna merah-ungu yang menyerap cahaya tampak pada panjang

Halaman Standar Nasional Indonesia. Copying is prohibited. Untuk informasi lebih lanjut, hubungi Badan Standardisasi Nasional.

SNI 6969.71:2005

gelombang 530 nm atau 540 nm. Serapannya yang diukur pada panjang gelombang tersebut sebanding dengan kadar ion krom heksavalen.

### 3.2 Bahan

Bahan kimia yang digunakan terdiri atas:

- air bebas mineral;
- serbuk kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ );
- asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 0,2N;  
Larutkan 2,8 mL  $H_2SO_4$  pekat p.a (36 N) ke dalam 500 mL air bebas mineral dalam gelas piala.
- asam orto fosfat ( $H_3PO_4$ ) pekat p.a;
- larutan difenilkarbazida ( $C_{12}H_{14}N_4O$ , CAS No. 140-22-7).  
Larutkan 250 mg difenilkarbazida (1,5-difenilkarbazida) ke dalam 50 mL aseton. Simpan dalam botol gelas amber.

**CATATAN** Larutan ini dapat disimpan hingga satu minggu, bila warna belum berubah.

- natrium hidroksida (NaOH) 1N.  
Larutkan 40 g NaOH ke dalam 1 L air bebas mineral dalam gelas piala. Simpan dalam botol plastik.

### 3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- Spektrofotometer sinar tampak.
- pH meter;
- labu ukur bertutup asah atau teflon 100,0 mL;
- gelas piala 100 mL dan 250 mL;
- gelas ukur 100 mL;
- pipet volumetrik 1,0 mL; 2,0 mL; 5,0 mL; 10,0 mL; 20,0 mL dan 50,0 mL;
- pipet ukur 10,0 mL;
- botol gelas 200 mL;
- seperangkat alat saring vakum;
- saringan membran dengan ukuran pori 0,45  $\mu$ m;
- timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g;
- labu semprot;
- desikator; dan
- oven

### 3.4 Pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji disaring dan diawetkan sesuai petunjuk di bawah ini:

Wadah	: Botol plastik (polyethylene)
Pengawet	: Atur pH hingga 9 dengan penambahan NaOH
Lama penyimpanan	: 30 hari
Kondisi penyimpanan	: 4°C ± 2°C

**CATATAN** Contoh uji yang tidak diawetkan, lama penyimpanan maksimum 24 jam pada suhu 4°C ± 2°C.



### 3.5 Persiapan pengujian

#### 3.5.1 Persiapan contoh uji krom heksavalen

Siapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori  $0,45 \mu\text{m}$  dan diawetkan. Contoh uji siap diukur.

#### 3.5.2 Pembuatan larutan induk logam krom heksavalen 500 mg (Cr-VI)/L

- larutkan  $\pm 141,4 \text{ mg}$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  kering oven dengan air bebas mineral dalam labu ukur 100,0 mL;
- hitung kadar krom heksavalen berdasarkan hasil penimbangan.

CATATAN Larutan ini dapat dibuat dari larutan standar 1000 mg (Cr-VI)/L siap pakai.

#### 3.5.3 Pembuatan larutan baku logam krom heksavalen 50 mg (Cr-VI)/L

- pipet 10,0 mL larutan induk krom heksavalen 500 mg (Cr-VI)/L, masukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL;
- tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral, 1,0 mL larutan ini mengandung 50,0  $\mu\text{g}$  Cr-VI.

#### 3.5.4 Pembuatan larutan baku logam krom heksavalen 5 mg (Cr-VI)/L

- pipet 10,0 mL larutan induk krom heksavalen 50 mg (Cr-VI)/L, masukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL;
- tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral, 1,0 mL larutan ini mengandung 5,0  $\mu\text{g}$  Cr-VI.

#### 3.5.5 Pembuatan larutan kerja logam krom heksavalen (Cr-VI)

- buat deret larutan kerja dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional yang berada pada rentang pengukuran;
- masukkan ke dalam gelas piala 100 mL, kemudian tambahkan 0,25 mL (5 tetes)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ke dalam masing-masing larutan kerja;
- atur pH larutan kerja hingga  $\text{pH } 2,0 \pm 0,5$  dengan penambahan asam sulfat 0,2 N;
- pindahkan larutan kerja ke dalam labu ukur 100,0 mL, tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral;
- tambahkan 2,0 mL larutan disenitkarbazida, kocok dan diamkan 5 hingga 10 menit;
- larutan kerja siap diukur serapannya.

### 3.6 Pembuatan kurva kalibrasi dan pengukuran contoh uji

#### 3.6.1 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- operasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran krom heksavalen. Atur panjang gelombangnya pada 530 nm atau 540 nm;
- ukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar logam krom heksavalen;
- buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.6.1.b) di atas, dan tentukan persamaan garis lurusnya;
- jika koefisien korelasi regresi linier ( $r$ )  $< 0,995$ , periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.6.1.a) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien  $r \geq 0,995$ .

## 3.6.2 Pengukuran contoh uji

- pipet sejumlah volume (V) contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL, tambahkan 0,25 mL (5 tetes)  $H_2PO_4$ , atur hingga pH  $2,0 \pm 0,5$  dengan penambahan asam sulfat 0,2 N;
- pindahkan larutan contoh uji tersebut ke dalam labu ukur 100,0 mL, tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral, kemudian tambahkan 2,0 mL larutan difenilkarbazida, kocok dan diamkan 5 hingga 10 menit;
- ukur serapannya pada panjang gelombang 530 nm atau 540 nm;
- catat hasil pengukuran

## 3.7 Perhitungan

Kadar logam krom heksavalen (Cr-VI) dihitung sebagai berikut:

$$Cr - VI \text{ (mg/L)} = C - \frac{102}{V} \times fp \quad (1)$$

## Keterangan:

- C adalah kadar krom heksavalen yang didapat hasil pengukuran, dinyatakan dalam miligram per liter (mg/L);  
 102 adalah volume akhir, dinyatakan dalam mililiter (mL);  
 V adalah volume contoh uji, dinyatakan dalam mililiter (mL);  
 fp adalah faktor pengenceran (bisa diabaikan).

## 4 Pengendalian mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisis (pa);
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi;
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi;
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten;
- Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum;
- Pemilihan koefisien korelasi regresi linier (r) lebih besar atau sama dengan 0,995 dengan intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi;
- Lakukan analisis blanko dengan frekuensi 5% - 10% per batch (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol kontaminasi;
- Lakukan analisis duplo dengan frekuensi 5% - 10% per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol ketelitian analisis. Jika Perbedaan Persen Relatif (*Relative Percent Difference, RPD*) sama dengan 10% maka dilakukan pengukuran ketiga.

Persen RPD

$$\%RPD = \left| \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right| \cdot 100\% \quad (2)$$

- Lakukan kontrol akurasi dengan spike matrix atau salah satu standar kerja dengan frekuensi 5% - 10% per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10. Kisaran persen temu baik untuk spike matrix adalah 85% - 115% dan untuk standar kerja 90% - 110%.

Persen temu balik (% recovery, %R)

$$\%R = \left( \frac{A - B}{C} \right) \times 100\%$$

(3)

Keterangan:

- A adalah kadar contoh uji yang dipertaya (spike) (mg/L);
- B adalah kadar contoh uji (mg/L);
- C adalah kadar standar yang ditambahkan (target value) (mg/L).

CATATAN 1 Volume spike matrix yang ditambahkan maksimal 5% dari volume contoh uji.

CATATAN 2 Hasil akhir kadar contoh uji yang dipertaya (spike matrix) berkisar 2 kali kadar contoh uji. Kadar contoh uji yang sudah di-spike berada pada kisaran rentang pengukuran.

Tahap Badan Standarisasi Nasional Copy standar ini dibuat untuk penyesuaian di kawasan dan wilayah di seluruh Indonesia

Lampiran A  
(normatif)  
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman hasil pengukuran duplo.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi.
- 6) Nomor contoh uji.
- 7) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 8) Rekaman hasil perhitungan.
- 9) Hasil pengukuran persen spike matrix atau standar kerja dan CRM (bila dilakukan).
- 10) Kadar analit dalam contoh uji.

Table 1 - Tabel uji uji pengulangan

Level kadar	Hasil pengulangan
300 mg/L	Memenuhi syarat dengan standar tertentu
> 100 mg/kadar Cr VI	

Hak Cipta Badan Standarisasi Nasional Copy standar ini adalah milik persatuan dan seluruh masyarakat Indonesia

Lampiran B  
(Informatif)  
Zat-zat pengganggu

Tabel B.1 - Tabel zat-zat pengganggu

Nama zat	Level kadar	Keterangan
Molibdenum heksavalen	> 200 mg/L	Membentuk warna dengan diteliti karbazida
Vanadium	> 10 kali kadar Cr VI	
Besi	> 1 mg/L	Membentuk warna kuning

Sumber: Standard Methods for the Examination of water and wastewater 21<sup>st</sup> edition, 2005 Method 3500-Cr B.

Halaman Standar Nasional Indonesia untuk penyediaan di website dari Badan Teknik dan Standar

SNI 6989.71:2005

### Bibliografi

Standard Methods for the Examination of water and wastewater 21<sup>st</sup> edition, 2005 Method 3500-Cr B.

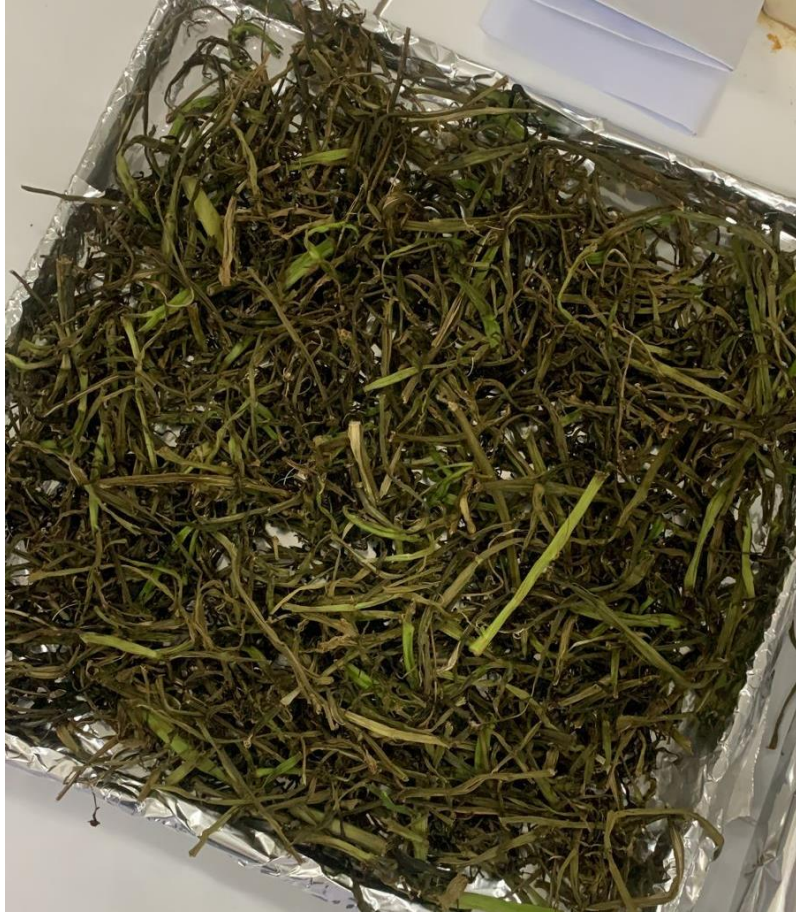
Komite Akreditasi Nasional, SR 02 Persyaratan tambahan untuk akreditasi laboratorium pengujian kimia dan biologi, 2004

Halaman Standar Nasional Copy standar ini dibuat untuk persyarafan di website dan tidak boleh dipertukarkan

### Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian



Gambar L. 1 Pengeringan Batang Kangkung Air

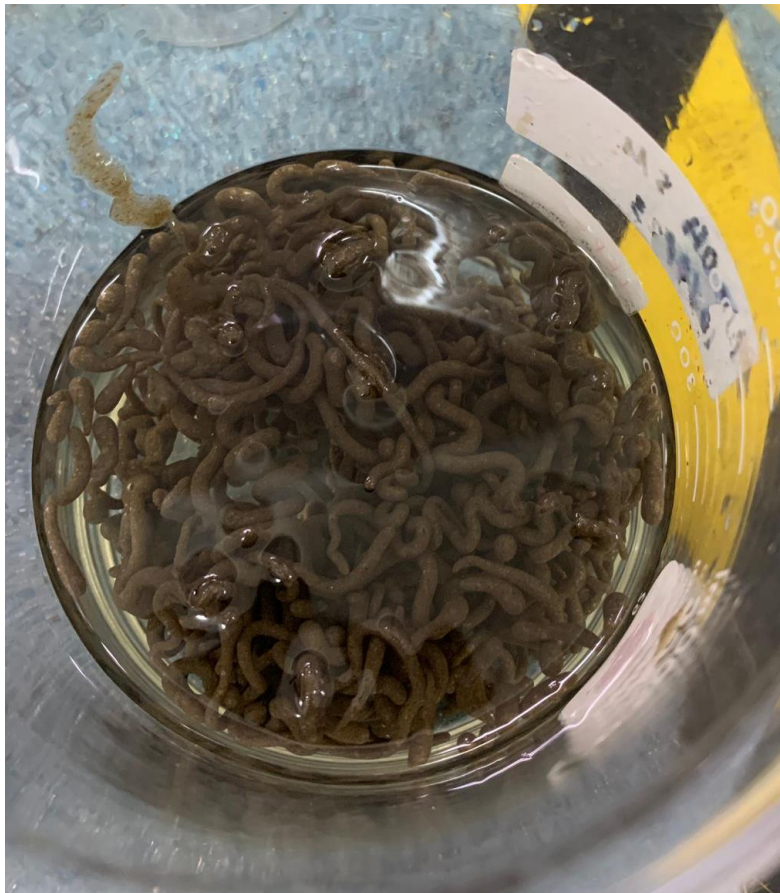


Gambar L. 2 Batang Kangkung Air setelah dioven

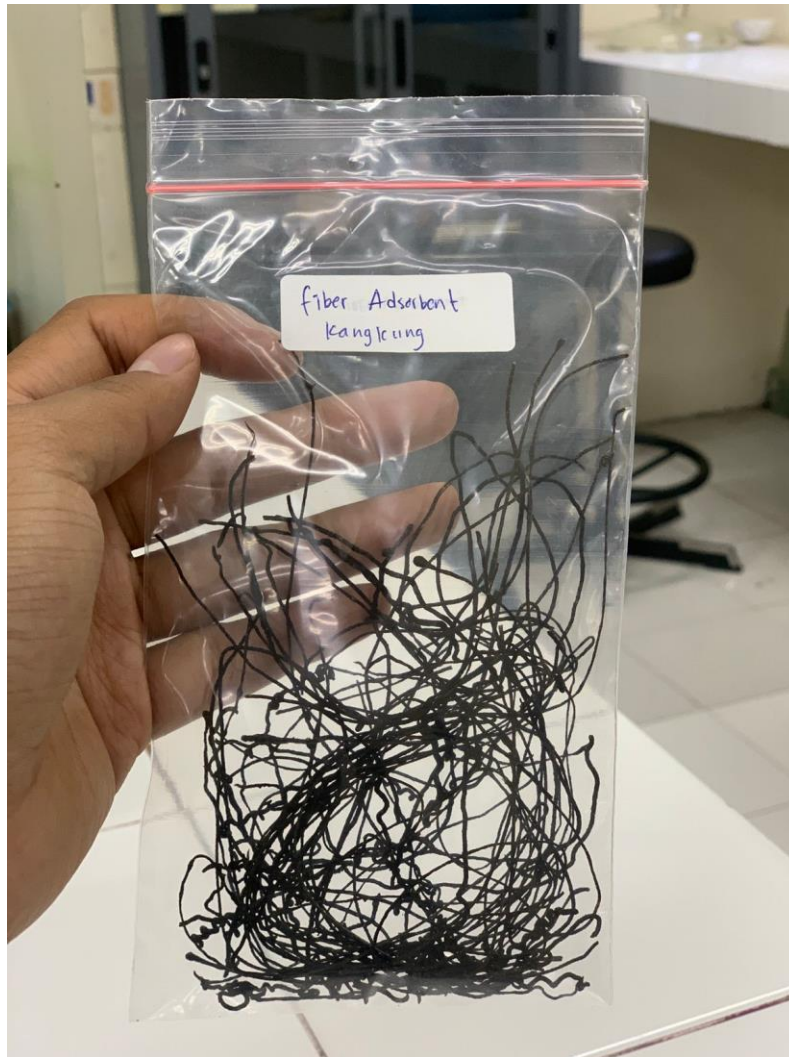




Gambar L. 3 Proses Grinder

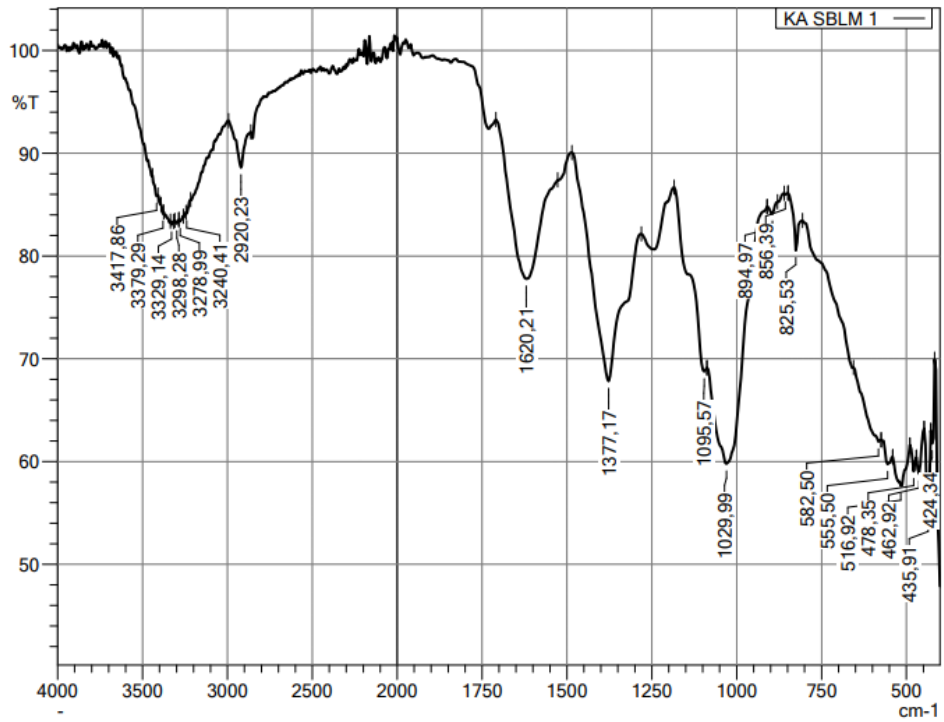


Gambar L. 4 Enkapsulasi dengan Na Alginat

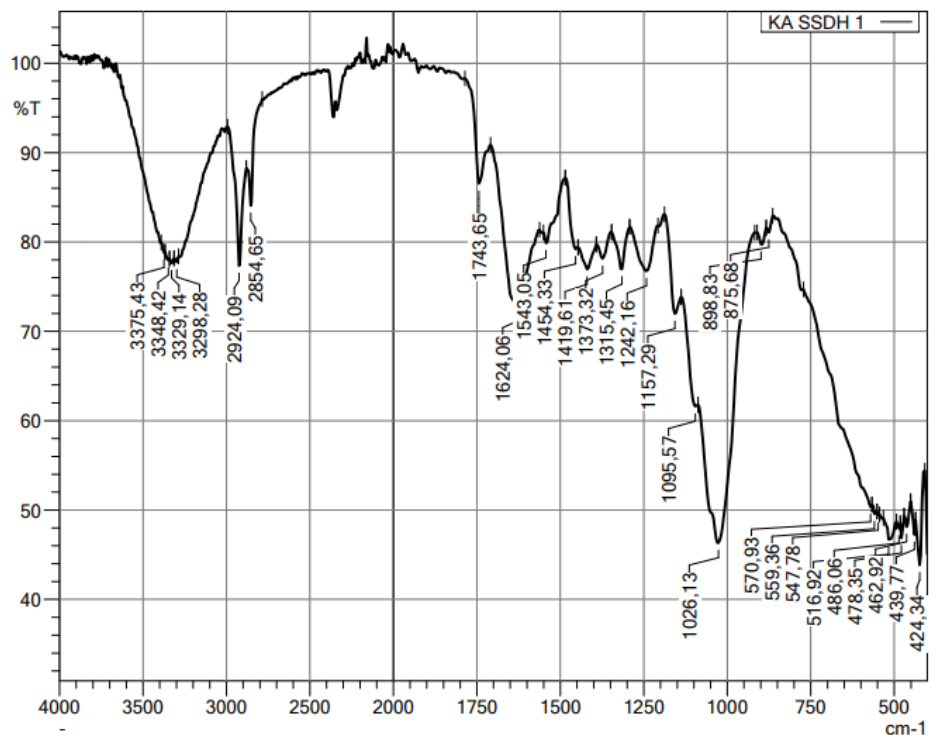


Gambar L. 5 Fiber Adsorbent Siap Pakai

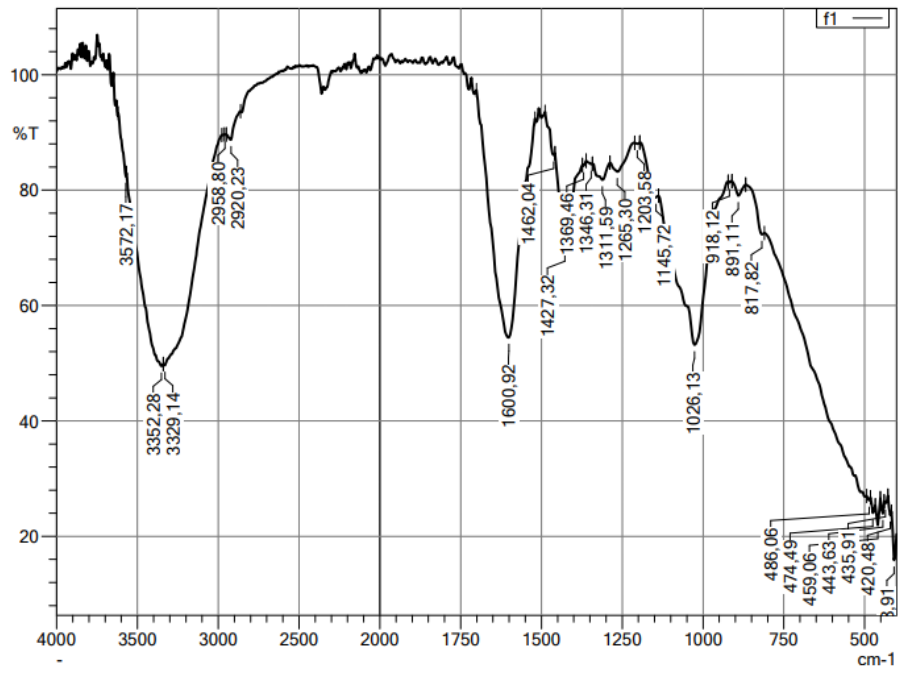
## Lampiran 4 Grafik FTIR



Gambar L. 6 Grafik Adsorben Non Aktivasi



Gambar L. 7 Grafik FTIR Adsorben Teraktivasi



Gambar L. 8 Grafik FTIR Adsorbent Terenkapsulasi

## RIWAYAT HIDUP

Penulis tugas akhir ini ialah Muhammad Naufal Fajri, seorang putera dari Bapak M. Syukri dan Ibu Tengku Azlina yang lahir di Pekanbaru, pada tanggal 26 Maret tahun 1999. Ia merupakan anak putera kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh sekolah menengahnya di Pondok Modern Darussalam Gontor mulai dari tahun 2012 sampai dengan lulus pada tahun 2017. Setelah lulus sekolah menengah atas di Pondok Modern Darussalam Gontor, penulis menjalani pengabdian sebagai guru di Pondok Gontor Kampus 5 Magelang selama 1 tahun. Pada tahun 2019, penulis masuk sebagai mahasiswa baru di Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dengan jalur beasiswa *full study* Penelusuran Santri Unggulan. Selama kuliah penulis aktif di berbagai kegiatan seperti organisasi El-Markazi *English Speech* dan Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) Regional 3, kepanitiaan Lintas Lingkungan, Moslem Youth Competition (MYC) dan Pekan ta'aruf santri. Beberapa kali mengikuti lomba *paper* dan fotografi, penulis juga pernah menjalani magang di PT United Tractors Tbk selama satu semester pada semester tujuh dan menjadi asisten praktikum Teknik Lingkungan 1 dan Kimia Lingkungan pada semester delapan.