

TUGAS AKHIR
KEMAMPUAN BATU APUNG *Fe-COATED* SEBAGAI
ADSORBEN PENYISIHAN LOGAM BERAT Cr (VI)
PADA AIR

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



RIZQIA VIONITA INDIRA PUTRI
17513065

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

TUGAS AKHIR

KEMAMPUAN BATU APUNG *Fe-COATED* SEBAGAI ADSORBEN PENYISIHAN LOGAM BERAT Cr (VI) PADA AIR

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



RIZQIA VIONITA INDIRA PUTRI
17513065

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

NIK. 025100406

Tanggal: 15 Desember 2021

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

NIK. 025100406

Tanggal: 15 Desember 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**KEMAMPUAN BATU APUNG *Fe-COATED* SEBAGAI
ADSORBEN PENYISIHAN LOGAM BERAT Cr (VI)
PADA AIR**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Jum'at

Tanggal: 5 November 2021

Disusun Oleh:

RIZQIA VIONITA INDIRA PUTRI


17513065

Tim Penguji:

Eko Siswovo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

()

Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.

( 11/11/2021)

Elita Nurfitriyani Sulistyvo, S.T., M.Sc.

()

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, 15 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Rizqia Vionita Indira Putri

NIM: 17513065



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

PRAKATA

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan maret ini ialah **Kemampuan Batu Apung *Fe-Coated* Sebagai Adsorben Penyisihan Logam Berat Cr(VI) pada Air.**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kekuatan serta kemudahan sehingga dapat menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Pembimbing tugas akhir, Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., Ph.D. yang dengan sabar telah banyak memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan proposal sampai laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. dan Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. selaku penguji yang telah banyak memberi saran, arahan, dan masukan sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan.
4. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan wawasan dan ilmu pengetahuan kepada penulis.
5. Laboran laboratorium teknik lingkungan yang telah membantu memberikan arahan saat pengujian berlangsung.
6. Kedua orangtua dan adik yang telah berperan besar dalam proses studi S-1 saya di Teknik Lingkungan, serta selalu memberi doa dan dukungan baik moril maupun materil.
7. Saudari Zella Vinandella, Rezia Asmiati Syifa, Ayu Anisha Rini selaku partner Tugas Akhir yang selalu suportif dan kooperatif dalam bekerja sama.
8. Saudari Rahmalina Nur Zahra, Fika Nur Amaliah, Alvita Yulianita, Ajeng Ainina Salsabila, dan Muhammad Iqbal Firdaus yang telah banyak membantu dan memotivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

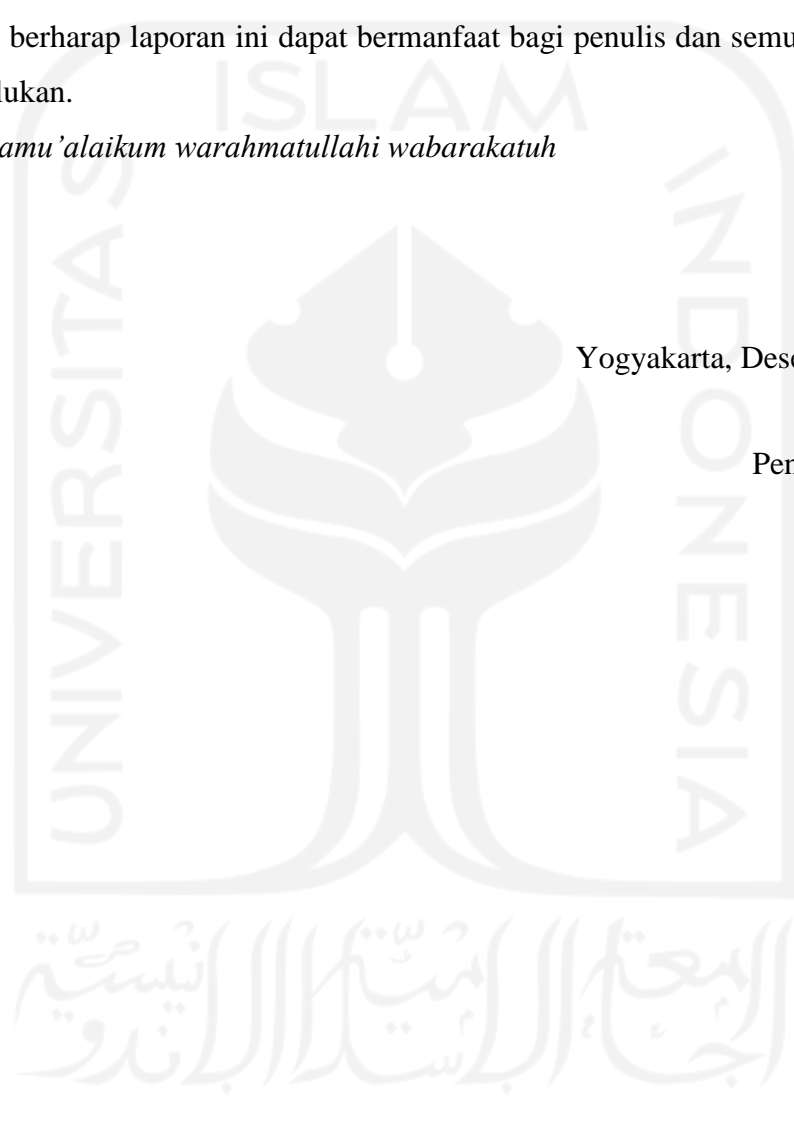
9. Teman-teman kelompok belajar Atika Nur Hidayati, Diffa Shahira, Ega, Lesi Trian Efanna yang sudah banyak membantu dalam proses studi S-1 di Teknik Lingkungan.
10. Rekan-rekan yang tidak dapat saya sebut namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan prosposal hingga tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Desember 2021

Penulis





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

ABSTRAK

RIZQIA VIONITA INDIRA PUTRI. Kemampuan Batu Apung *Fe-Coated* Sebagai Adsorben Penyisihan Logam Berat Cr (VI) pada Air. Dibimbing oleh EKO SISWOYO, S.T., M.Sc.ES. Ph.D.

Kromium merupakan salah satu jenis logam berat yang penting bagi tubuh, namun meskipun begitu dapat bersifat toksik apabila kadarnya sangat tinggi. Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat salah satunya adsorpsi menggunakan batu apung. Batu apung sering kali dijadikan adsorben dan diuji dalam banyak penelitian, tetapi masih sedikit yang meneliti batu apung yang telah diaktivasi melalui pelapis kimia. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian efektivitas batu apung yang telah dilapisi dengan bahan kimia berupa besi guna mengurangi kadar kromium heksavalen (Cr VI) pada air. Penelitian dilakukan secara batch dengan variasi massa adsorben 0;25;50;75;100 mg, pH adsorbat 2;4;6; 7; dan 8, waktu kontak 30;60;90;120; dan 180 menit, konsentrasi 5;10;25;50;75; dan 100 mg/L. Kapun konsentrasi akhir logam kromium heksavalen setelah proses adsorpsi diukur dengan *Spektrofotometri UV-Vis*, dan batu apung dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa batu apung yang teraktivasi Fe memiliki efisiensi removal lebih tinggi dibandingkan dengan batu apung tanpa aktivasi. Batu apung teraktivasi dapat menyerap logam berat Cr(VI) sebesar 76%, sedangkan batu apung tanpa aktivasi hanya menyerap logam Cr(VI) sebanyak 57%.

Kata kunci: Adsorpsi, Batu Apung, Logam Cr(VI)

ABSTRACT

RIZQIA VIONITA INDIRA PUTRI. *Ability of Fe-Coated Pumice as Adsorbent for Removal of Heavy Metal Cr (VI) in Water.* Supervised by EKO SISWOYO , S.T., M.Sc.ES. Ph.D.

Chromium is a type of heavy metal that is essential for the body, but can be toxic in very high amounts. There are several techniques that can be used to reduce heavy metal levels, one of which is adsorption using pumice. The ability of pumice as an adsorbent has often been tested in several studies, but there are still few studies of pumice that have been activated through chemical coatings. Therefore, in this study, we tested the effectiveness of pumice that had been coated with chemicals in the form of iron in order to reduce the levels of hexavalent chromium (Cr VI) in water. The research was carried out in batches with variations in adsorbent mass 0;25;50;75;100 mg, adsorbate pH 2;4;6; 7; and 8, contact times 30; 60; 90; 120; and 180 minutes, concentrations of 5; 10; 25; 50; 75; and 100 mg/L. The final concentration of hexavalent chromium after the adsorption process was measured by UV-Vis Spectrophotometry, and pumice was characterized by Fourier Transform Infra Red (FTIR). The results of this study indicate that Fe-activated pumice has a higher removal efficiency than unactivated pumice. Activated pumice can absorb heavy metal Cr(VI) by 76%, while pumice without activation only absorbs metal Cr(VI) as much as 57%

Keywords: Adsorption, Metal Cr (VI), Pumice

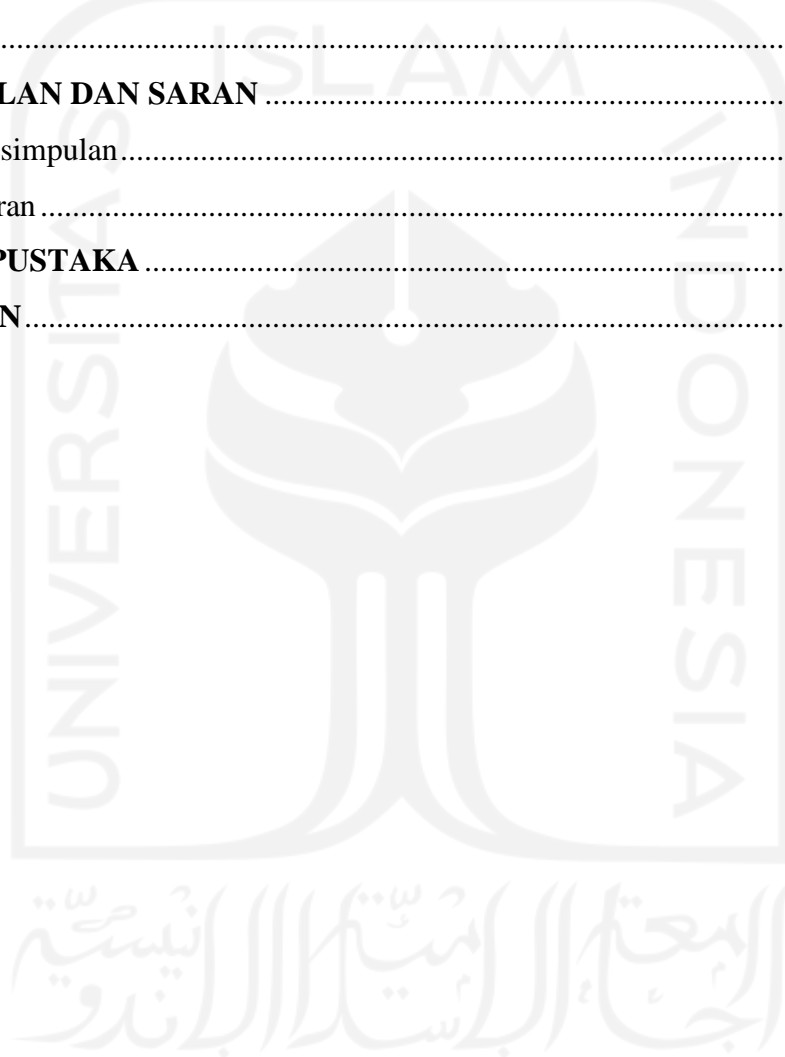


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	1
PRAKATA	3
ABSTRAK	6
DAFTAR ISI	9
DAFTAR TABEL	12
DAFTAR GAMBAR	14
BAB I	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Perumusan Masalah.....	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	18
1.4 Manfaat Penelitian.....	18
1.5 Asumsi Penelitian.....	18
1.6 Ruang Lingkup.....	19
BAB II	20
TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Air Bersih.....	20
2.2 Logam Berat Kromium.....	21
2.3 Pencemaran Air.....	22
2.4 Batu Apung.....	23
2.5 Adsorpsi.....	24
2.6 Spektrofotometri <i>UV-Visible</i>	25
1.7 Fourier Transform Infra Red (FTIR).....	26
1.8 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III	28
METODE PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan.....	28
3.3 Prosedur Analisis Data.....	29
BAB IV	35

HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Karakterisasi Adsorben	35
4.2 Larutan Standar Cr (VI).....	36
4.3 Penentuan Kondisi Optimum	38
4.3.1 Variasi Massa Adsorben	38
4.3.2 Variasi Nilai Derajat Keasaman (pH)	39
4.3.3 Variasi Waktu Kontak	41
4.3.4 Variasi Konsentrasi	42
BAB V	44
KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Penentuan Linearitas Kurva Kalibrasi Standar37
Tabel 4.2 Data Variasi Massa Adsorben Batu Apung.....	.38
Tabel 4.3 Data Variasi pH Adsorben....B.a.t.u... 40 p u n g	
Tabel 4.4 Data Variasi Waktu Kontak Adsorben Ba	
Tabel 4.5 Data Variasi Konsentrasi Adsorben Batu Apung <i>Fe-Coated</i>	43





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Spektrofotometer UV-Visible.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Penentuan Massa Optimum.....	31
Gambar 3.3 Diagram Alir Penentuan pH Optimum.....	32
Gambar 3.4 Diagram Alir Penentuan pH Optimum Waktu.....	34
Gambar 3.5 Diagram Alir Penentuan Konsentrasi Optimum.....	34
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pembacaan FTIR pada Batu Apung yang belum terpakai..	35
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pembacaan FTIR pada Batu Apung yang telah diadsorpsi	42
Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi Larutan Stadar	37
Gambar 4.4 Hubungan Penambahan Massa Adsorben Batu Apung <i>Fe-Coated</i> dengan Presentase Removal.....	39
Gambar 4.5 Hubungan Penambahan pH Adsorben Batu Apung dengan Presentase Removal	40
Gambar 4.6 Hubungan Penambahan Waktu Kontak Adsorben Batu Apung dengan Presentase Removal.....	42
Gambar 4.7 Hubungan Penambahan Konsentrasi Adsorben Batu Apung dengan Presentase Removal.....	43



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu zat terpenting dalam kehidupan makhluk hidup, mulai dari manusia, hewan, hingga tanaman membutuhkan air. Secara umum, air yang bersih digunakan untuk memenuhi keperluan hidup sehari-hari masyarakat seperti memasak, mencuci, air minum, dan lainnya. Mengingat pentingnya air bagi kehidupan, maka kualitas air harus diperhatikan agar terhindar dari pencemaran.

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 dikatakan bahwa air bersih, sehat, dan bermanfaat bagi tubuh tidak merupakan air yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan. (Serunting, 2014). Logam berat merupakan salah satu zat pencemar air yang berbahaya, sehingga pengawasan kadar logam berat dalam lingkungan merupakan hal yang cukup penting dalam banyak penelitian.

Ada banyak jenis logam berat yang bersifat berbahaya, salah satunya yaitu kromium (Cr). Kromium adalah salah satu jenis logam berat yang cukup penting bagi tubuh. Kromium juga dibutuhkan tubuh untuk kesehatan seperti pengaturan gula darah. Akan tetapi kromium juga dapat bersifat toksik apabila kadarnya terlalu tinggi. Selain bersifat toksik kromium juga bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker (Widowati dkk, 2008). Ada beberapa tingkat oksidasi dalam kromium, namun Cr (III) dan Cr(VI) merupakan logam yang paling banyak ditemukan di alam. Cr(VI) dinilai memiliki sifat yang lebih beracun dan karsinogenik dibanding Cr(III) sehingga keberadaan Cr(VI) menentukan kualitas air.

Logam kromium (Cr) sering digunakan di berbagai industri-industri seperti industri besi baja, fotografi, Pelapisan logam (*electroplating*), serta industri pigmen. Industri yang memakai sistem uap air panas (*boiler*) biasanya menggunakan Cr(VI) sebagai bahan anti korosif pada bagian dalam dinding *boiler* (Sumarni, 2009). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 mengenai bahan anorganik yang mempunyai pengaruh langsung pada kesehatan, kadar Cr(VI) maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,05ppm.

Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat, seperti oksidasi, koagulasi, adsorpsi, dan lainnya. Namun adsorpsi

menawarkan penanganan yang mudah, lebih fleksibel, dan teknik yang efektif dengan biaya yang relatif rendah, dibandingkan teknik lainnya (Leila dkk, 2012).

Indonesia merupakan negara yang sebagian daerahnya dilalui oleh gunung berapi sehingga terdapat banyak batuan alam, salah satunya yaitu batu apung. Batu apung mempunyai fisik yang berpori dan mengandung banyak sekali kapiler-kapiler yang halus sehingga mudah teradsorpsi (Endahwati, 2011). Batu apung sering kali diuji dalam beberapa penelitian sebagai adsorben alami, salah satunya yaitu pada penyisihan arsenik dari sumber air minum yang menghasilkan data efisiensi *removal sebesar 98%* (Heidari dkk, 2011). Meskipun batu apung banyak ditemukan di Indonesia dan memiliki efektivitas yang baik sebagai adsorben, namun di Indonesia masih jarang yang menggunakan batu apung yang telah diaktivasi dengan pelapisan (*coating*) bahan kimia.

Coating dan *impregnation* dari adsorben dengan beberapa bahan kimia anorganik mampu meningkatkan kualitas penyerapan. Penelitian baru-baru ini menunjukkan bahwa sebgai besar logam seperti Co, Cr, Cd, Pb mampu diserap oleh batu apung dengan komposisi yang mengandung SiO₂ (Cicek dkk, 2008). Selain itu, besi valen berskala nano yang didukung batu apung akan jauh lebih efektif untuk menghilangkan logam berat dari air (Liu dkk, 2014) Misalnya, pada batu apung yang dilapisi besi atau mangan mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi As (V) (Heidari dkk, 2012).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian efektivitas batu apung yang telah dilapisi dengan bahan kimia berupa besi guna mengurangi kadar kromium heksavalen (Cr VI) pada air. Nantinya air yang telah diadsorpsi dengan batu apung biasa akan dibandingkan dengan air yang sudah diadsorpsi dengan batu apung dan dilapisi oleh lapisan logam berat Fe, sehingga mendapatkan kesimpulan teknik mana yang lebih efektif untuk menyisihkan logam berat Cr(VI).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah penggunaan batu apung *Fe-Coated* lebih efektif untuk menurunkan kadar Cr(VI) dibandingkan batu apung biasa pada air?

2. Bagaimana kondisi optimum batu apung *Fe-Coated* dalam menurunkan kadar Cr(VI) pada air?
3. Berapakah presentase penyisihan Cr(VI) menggunakan batu apung *Fe-Coated* dalam air?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ialah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung efektivitas batu apung *Fe-Coated* dan batu apung murni dalam menurunkan kadar Cr(VI) pada air.
2. Untuk menganalisis kondisi optimum batu apung *Fe-Coated* sebagai adsorben dalam mengurangi kadar Cr(VI) pada air.
3. Untuk menghitung besarnya presentase penyisihan Cr (VI) menggunakan batu apung murni dan batu apung yang telah dilapisi Fe.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari adanya penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung efektivitas batu apung dan *Fe-Coated Pumice* sebagai adsorben.
2. Menganalisis kondisi optimum batu apung *Fe-Coated* sebagai adsorben dalam mengurangi kadar Cr(VI) pada air.
3. Menghitung besarnya presentase penyisihan Cr (VI) menggunakan batu apung murni dan batu apung yang telah dilapisi Fe.
4. Memberikan informasi terkait penggunaan batu apung sehingga bisa menjadi pilihan alternatif adsorben alami.
5. Memberikan informasi mengenai hasil penelitian sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi yang diberlakukan adalah sebagai berikut:

1. Batu apung dapat menjadi adsorben yang baik.
2. Batu apung yang telah diaktivasi dengan pelapisan Fe dapat mengadsorpsi Cr(VI) lebih efektif dibanding batu apung murni.

3. Jumlah adsorben, pH, waktu kontak, dan konsentrasi Cr(VI) mempengaruhi kemampuan adsorben untuk mengurangi Cr(VI) pada air.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan mulai bulan april 2021 di laboratorium kualitas lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Penelitian ini menggunakan *shaker* 150rpm dan dilakukan pada suhu ruang.
3. Adsorben yang digunakan yaitu batu apung murni, batu apung yang telah dilapisi HCl dan batu apung *Fe-coated*.
4. Penelitian didasari oleh dua beberapa variabel, yaitu; variabel bebas dan variabel terikat sebagai berikut
 - a. Variabel bebas
 - Waktu kontak : 30, 60, 90, 120, 180 (menit)
 - pH : 2, 4, 6, 7, dan 8
 - Konsentrasi : 0.5, 1, 5, 10 (mg/L)
 - Dosis Adsorben: 0, 25, 50, 75 100 (mg/L)
 - b. Variabel Terikat
 - Efisiensi dan persentase removal Cr(VI) berdasarkan variasi dosis adsorben
 - Efisiensi dan persentase removal Cr(VI) berdasarkan variasi pH
 - Efisiensi dan persentase removal Cr(VI) berdasarkan variasi waktu kontak
 - Efisiensi dan persentase removal Cr(VI) berdasarkan variasi konsentrasi
5. Metode yang digunakan dalam pengujian Cr(VI) yaitu pengujian logam Cr(VI) berdasarkan SNI 6989.71:2009 secara *Spektrofotometri UV-Vis*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air merupakan kebutuhan manusia yang sangat penting. Manusia memiliki rata-rata jumlah air dari total berat badannya sebesar 65%. Setiap orang membutuhkan air yang bervariasi mulai dari 2,1 liter hingga 2,8 liter perhari, tergantung pada berat badan dan aktivitasnya. Sehari-hari manusia membutuhkan air untuk memasak, mencuci, minum, mandi dan sebagainya (Bambang dkk, 2014). Banyaknya air yang diperlukan untuk kehidupan sehari-hari pada tiap tempat dan tiap tingkatan kehidupan juga berbeda-beda jumlahnya. Semakin tinggi taraf kehidupan, maka semakin banyak jumlah air yang diperlukan (Widiyanti dkk, 2004).

Kodoatie (2003) mengatakan, air bersih adalah air yang dipakai sehari-hari untuk keperluan mandi, mencuci, dan bisa diminum setelah proses memasak. Sedangkan menurut Suripin (2002), pengertian dari air bersih yaitu air yang baik dan aman (sehat) untuk diminum, tidak berbau, tidak berwarna, dengan rasa yang segar.

Adapun beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk syarat air bersih, yaitu kualitas kimia, biologi, fisik, serta radiologi sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. Syarat fisik yang dimaksud seperti tidak berwarna, tidak berbau, tidak keruh, serta tidak meninggalkan endapan. Sedangkan syarat kimiawi yang dimaksud seperti tidak mengandung zat-zat kimia yang berlebihan, mengandung bahan kimiawi yang beracun, dan cukup yodium (Adipura, 2015).

Prasyarat mengenai kualitas air juga tertera pada Peraturan Menteri Kesehatan No.416/PerMenKes/IX/1990, yaitu:

1. Syarat fisik: air harus bersih dan tidak keruh, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berbau, suhu antara 10°-25 °C (sejuk).
2. Syarat kimiawi: tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, cukup yodium, dan tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, serta pH 6,5-9,2.
3. Syarat bakteriologi: tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.

Di Indonesia peraturan tentang standar kualitas air bersih berpacu pada Peraturan Menteri Kesehatan no.416/PerMenKes/IX/1990 yang membahas syarat-

syarat dan kontrol kualitas air. Kualitas air bersih masyarakat Indonesia saat ini dapat dikatakan belum semuanya memenuhi syarat yang ditentukan sehingga sangat diperlukan pengontrolan dan pengawasan (Rofil,2018).

2.2 Logam Berat Kromium

Logam berat adalah salah satu polutan lingkungan yang paling sering dijumpai dalam perairan. Logam berat juga dapat menimbulkan dampak negatif pada manusia yang menggunakan air tersebut serta organisme yang berada ada di dalam sungai. Terdapatnya kandungan logam berat dalam organisme mengindikasikan adanya sumber logam berat yang berasal dari aktivitas manusia ataupun alam (Mohiuddin dkk., 2011).

Logam kromium sendiri banyak digunakan di industri-industri, misalnya industri baja, fotografi, pelapisan logam (*electroplating*), dan industri pigmen. Cr(VI) berguna sebagai bahan anti korosif di bagian dalam dinding *boiler* pada industri yang menggunakan sistem uap air panas (*boiler*) (Sumarni, 2009).

Kromium (Cr) adalah jenis logam berat yang esensial bagi tubuh. Kromium dibutuhkan tubuh guna pengaturan kadar gula darah dan metabolisme hormon insulin. Meskipun begitu, kromium dapat bersifat toksik dalam jumlah yang sangat tinggi. Selain bersifat toksik kromium juga bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker (Widowari, 2008). Salah satu jalur masuknya logam kromium ke lingkungan salah satunya adalah akibat adanya limbah perindustrian atau sisa kegiatan (Palar, 2004).

Dalam tabel periodic, kromium (Cr) merupakan unsur dengan nomor massa 51,996 dan nomor atom 24. Letak atom tersebut yaitu pada periode 4 dan golongan IVB. Sifat fisik logam kromium yaitu memiliki bentuk kristal keras, berwarna putih, bersifat tahan korosi, dan mampu melebur pada suhu 1093°C sehingga sering digunakan sebagai lapisan pelindung atau logam paduan (Koesnarpadi, 2007). Umumnya logam kromium sering ditemukan dalam bentuk *chromite* (FeO.Cr₂O₃). Logam kromium dapat terlarut dalam asam klorida encer maupun pekat. Apabila tidak terkena udara, akan membentuk ion-ion kromium.



Kromium mempunyai beberapa tingkat oksidasi, namun yang paling stabil berada di alam adalah Cr(III) dan Cr(VI). Cr(VI) dianggap paling toksik karena

Cr(VI) lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan Cr(III). Kromium merupakan bahan kimia yang bioakumulatif, persisten, dan toksik yang tinggi serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan, sulit diuraikan dan akhirnya diakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Keracunan krom dapat menyebabkan iritasi terhadap gangguan pencernaan, kulit dan mata, ginjal, hati, dan sistem pembekuan darah. Cr(VI) memiliki tingkat toksisitas yang sangat tinggi sehingga bersifat racun pada semua organisme untuk konsentrasi lebih dari 0,05ppm.

2.3 Pencemaran Air

Pada Peraturan Pemerintah No. 28 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air telah dijabarkan mengenai definisi pencemaran air. Pada pasal 1 ayat 11 yang berbunyi: “Merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat

Harmayani (2007) menjelaskan bahwa pencemar air dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan. Pencemar air dapat dikelompokkan sebagai berikut:

2.3.1 Bahan buangan organik

Bahan buangan organik dapat berupa limbah yang dapat membusuk atau terurai oleh mikroorganisme, sehingga dapat menyebabkan semakin berkembangnya mikroorganisme. Mikroba patogen pun juga dapat ikut berkembang biak dimana hal ini dapat menyebabkan berbagai macam penyakit.

2.3.2 Bahan buangan anorganik

Pada umumnya bahan buangan anorganik berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Bahan buangan anorganik yang masuk ke air lingkungan dapat menyebabkan terjadi peningkatan jumlah ion logam di dalam air, sehingga hal ini dapat mengakibatkan air menjadi bersifat sadah karena mengandung berbagai ion seperti ion magnesium (Mg) dan ion calcium (Ca). Selain itu ion-ion tersebut dapat bersifat racun seperti Arsen (As), Timbal (Pb) dan air raksa (Hg) yang memiliki sifat sangat berbahaya bagi tubuh manusia.

2.3.3 Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan zat kimia memiliki banyak macam seperti bahan pencemar air yang berupa sabun, zat warna kimia, bahan pemberantas hama larutan penyamak kulit dan zat radioaktif. Zat-zat kimia yang terkandung dalam air tersebut merupakan racun yang mengganggu dan dapat mematikan hewan air, tanaman air dan mungkin juga manusia.

Umumnya sesudah hujan kandungan logam berat akan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu sebelum hujan, hal yang sama juga ditemukan pada penelitian Marzieh(2010). Pada pH asam, logam berat akan mudah larut dalam air tanah, sehingga konsentrasi logam dalam air tanah dapat meningkat (Farmawinir, 2015). Apabila jumlah dari logam berat masuk ke dalam tubuh manusia dengan jumlah berlebih, maka akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh (Palar, 2004).

Pencemaran air akibat logam berat sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Tidak terkecuali dengan pencemaran air akibat logam kromium. Air yang tercemar logam kromium dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui air yang dikonsumsi, kromium akan menghambat kerja *enzim binzopiren hidrokilase* yang menyebabkan lambatnya pertumbuhan sel. Lambatnya pertumbuhan sel dapat menyebabkan kanker, sehingga kromium digolongkan ke dalam logam yang bersifat toksik (Palar, 2012). Tyas dan Affandi (2016) mengatakan dalam jurnalnya apabila kromium dalam tubuh melebihi baku mutu dan kadarnya cukup besar dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan seperti nyeri perut, ulkus lambung, pendarahan, muntah, dan nekrosis serta diare berdarah.

2.4 Batu Apung

Batu apung merupakan jenis batuan yang memiliki warna terang yang mengandung buih dan terbuat dari gelembung dan memiliki fisik seperti gelas. Biasanya gelombang tersebut disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batu apung mempunyai bentuk yang berpori dan mengandung banyak kapiler-kapiler yang halus, sehingga adsorbat akan teradsorpsi pada kapiler tersebut (Endahwati, 2011). Batu apung umumnya dikenal sebagai adsorben yang baik untuk menghilangkan bahan organik dan logam berat (Deniz, 2017).

Adanya perbedaan luas permukaan dan konsentrasi adsorben tidak hanya berpengaruh pada kecepatan adsorpsi, namun juga pada tekanan (untuk gas), suhu,

ukuran partikel komposisi kimia dan porositas adsorben. Selain itu juga tergantung pada ukuran molekul yang akan diadsorpsi dan pada kekentalan campuran yang akan dipisahkan (Handojo, 2019).

Kemampuan batu apung sebagai adsorben telah diuji dalam penyisihan arsenik dari sumber air minum dengan efisiensi penyisihan sebesar 98% (Heidari dkk, 2011) dan banyak lagi logam-logam lain. Penelitian baru-baru ini menunjukkan bahwa sebagian besar logam seperti Co, Cr, Cd, Pb mampu di-*adsorp* oleh batu apung dengan komposisi yang mengandung SiO₂ (Cicek dkk, 2008).

2.5 Adsorpsi

Teknik adsorpsi kerap kali digunakan untuk menghilangkan atau menurunkan konsentrasi organik yang terlarut pada polutan anorganik dalam limbah (Okeola, 2010). Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana komponen tertentu dari fase cair dipindahkan ke permukaan dari adsorben yang berbentuk padat. Ketika permukaan padat terkena fase cair, molekul akan cenderung terkonsentrasi pada permukaan benda padat. Proses zat kimia pada permukaan padatan disebut adsorpsi. Semua proses adsorpsi bergantung pada kesetimbangan padat-cair dan kecepatan transfer massa (Hui, 2009). Sedangkan perpindahan massa yang berlawanan arah maka itu disebut desorpsi.

Umumnya adsorben memiliki bahan yang memiliki fisik berpori, cocok dengan adsorpsi yang biasanya terjadi pada dinding pori-pori atau di situs di dalam partikel spesifik. Pemisahan dapat terjadi karena adanya perbedaan bentuk, berat molekul, atau polaritas yang menyebabkan beberapa molekul terikat lebih kuat pada permukaan daripada yang lain atau karena terlalu kecilnya pori-pori untuk menampung molekul yang lebih besar.

Menurut Asip dkk (2008), adsorpsi terjadi dikarenakan molekul-molekul zat padat atau cair memiliki gaya tarik pada permukaan dalam keadaan tidak setimbang yang cenderung tertarik ke arah dalam. Kesetimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat dan cair yang digunakan sebagai adsorben dan cenderung menarik zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya.

Aisyahlika dkk (2018) menyebutkan bahwa ada beberapa kondisi yang dapat mempengaruhi besarnya kapasitas suatu adsorben dalam menyerap adsorbat, yaitu waktu kontak, pH larutan, massa adsorben, serta suhu. pH pada larutan akan

mempengaruhi aktivitas gugus fungsi pada adsorben. Sedangkan variasi waktu kontak perlu dilakukan untuk melihat seberapa banyaknya adsorben yang diburuhkan untuk menyerap zat pencemar secara optimal. Massa pada adsorben akan mempengaruhi gugus aktif dari adsorben itu sendiri, dan yang memengaruhi daya serap adsorben terhadap adsorbat yaitu suhu. Kapasitas adsorpsi akan menyatakan seberapa banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi.

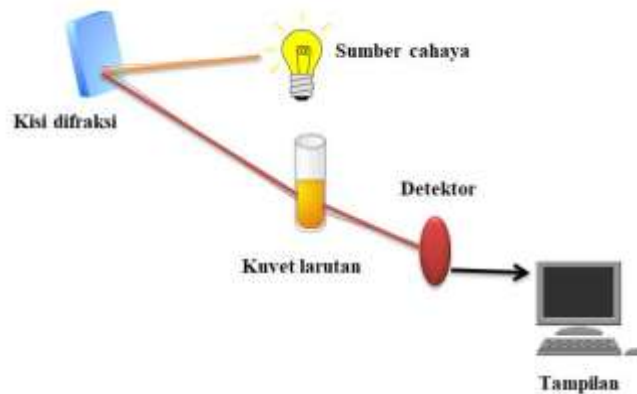
2.6 Spektrofotometri *UV-Visible*

Spektrofotometer adalah alat instrumen yang digunakan untuk mengukur besarnya serapan suatu larutan melalui panjang gelombang yang terdiri dari spektrometer sebagai penghasil sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer sebagai pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Khopkar, 2010). Pada umumnya instrumen spektrofotometer memiliki beragam jenis, seperti spektrofotometer ultraviolet, spektrofotometer *visible*, *fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR), *flam fotometer*, spektrofotometer *UV-Visible* dan sebagainya.

Pada laboratorium analisis kimia, biasanya teknik spektrofotometri *UV-Visible* bertujuan untuk menganalisis kuantitatif maupun kualitatif. Penggunaan teknik spektrofotometri *UV-Visible* yang tergolong mudah dan analisisnya yang tidak mudah menjadikan instrument ini sering digunakan di laboratorium. Rata-rata laboratorium yang menguji bahan kimia memiliki instrument ini (Rohman, 2014).

Spektrofotometri *UV-Visible* adalah gabungan dari spektrofotometri UV dan *Visible* yang menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda yaitu sumber cahaya *Visible* dan sumber cahaya UV (Nazar, 2018). Prinsip kerja spektrofotometer *UV-Visible* dapat dilihat pada gambar dibawah, cahaya yang berasal dari lampu yang bersifat polikromatis akan melewati lensa menuju monokromator dan diubah menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya akan menuju sel absorbs atau kuvet yang mengandung suatu zat dengan konsentrasi tertentu. Cahaya yang menuju kuvet dibagi menjadi dua, ada yang diserap dan ada juga yang diteruskan. Cahaya yang diteruskan akan diterima oleh detector sebagai spectra. Lalu detector akan menghitung cahaya yang diterima, sehingga cahaya yang diserap oleh sampel akan diketahui. Cahaya yang diserap

oleh sampel sebanding dengan konsentrasi suatu zat yang terkandung dalam sampel (Khopkar, 1990).



Gambar 2.1 Prinsip Spektrofotometer UV-Visible

(Sumber: Nazar, 2018)

2.7 Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Fourier Transform Infra Red (FTIR) merupakan salah satu jenis spektrofotometri yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya. Spektrum inframerah yang dihasilkan dari transmisi cahaya melewati sampel akan diukur intensitas cahayanya dengan adanya detector dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang (Anam, 2007).

Spektrofotometri inframerah biasanya digunakan untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks dan terdiri dari banyak puncak-puncak/*peak* (Chusnul, 2011). Teknik spektrometri inframerah dapat digunakan dalam dua jenis yaitu transmisi dan reflektansi. Transmisi memiliki tujuan untuk menguji efek dari penyerapan radiasi inframerah cair dan gas dengan menggunakan prosedur yang tepat. Sampel yang berbentuk gas atau cairan ditempatkan ke dalam kuvet khusus dengan jendela yang transparan untuk radiasi inframerah (Ferraro dan Krishnan, 1990).

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut penelitian terdahulu yang dapat menjadi referensi dalam penelitian tugas akhir ini:

Kemal, 2017	<i>Removal of Chromium (VI) from Aqueous Solution Using Iron Coated Pumice</i>	Batu apung yang dilapisi oleh besi dapat mengurangi kadar kromium dalam air.
Liu dkk, 2014	<i>Removal of Mercury (II) and Chromium (VI) from Wastewater using a new and effective composite: Pumice-Supported nanoscale zero valent iron</i>	Besi valen berskala nano yang didukung batu apung akan jauh lebih efektif untuk menghilangkan logam berat dari air
Cicek dkk, 2008	<i>Response surface methodology for cobalt removal from aqueous solutions using Isparta pumice and zeolite 4A adsorbents</i>	Sebagian besar logam seperti Co, Cr, Cd, Pb mampu di-adsorp oleh batu apung dengan komposisi yang mengandung SiO ₂
Asgari dkk, 2012	<i>Catalytic Ozonation of Phenol Using Copper Coated Pumice and Zeolite as Catalysts</i>	Batu apung serta zeolit yang telah dimodifikasi tembaga terbukti memiliki kinerja yang baik dalam menghilangkan fenol dengan metode ozonisaskatalitik.
Nasseri dan Heidari, 2012	<i>Evaluation and comparison of aluminium coated pumice and zeolite in arsenic removal from water resources</i>	Batu apung yang telah dimodifikasi dengan larutan alum dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu berada di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan selama 4 (empat) bulan, terhitung dari bulan April 2021 sampai dengan bulan Agustus 2021.

3.2 Alat dan Bahan

Berikut alat, instrumen, dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian:

3.2.1 Alat:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a. Oven listrik | j. Kaca arloji |
| b. Desikator | k. Pipet tetes |
| c. Ayakan ukuran 100 mesh | l. Pipet volume |
| d. pH meter/pH universal | m. <i>Magnetic stirrer</i> |
| e. <i>Filter paper</i> whatman no 1 | n. <i>Hotplate magnetic stirrer</i> |
| f. Neraca analitik | o. <i>Grinder Mill</i> |
| g. Gelas beaker | p. Erlenmeyer |
| h. Labu ukur | q. Corong kaca |
| i. Kuvet | |

3.2.2 Instrumen:

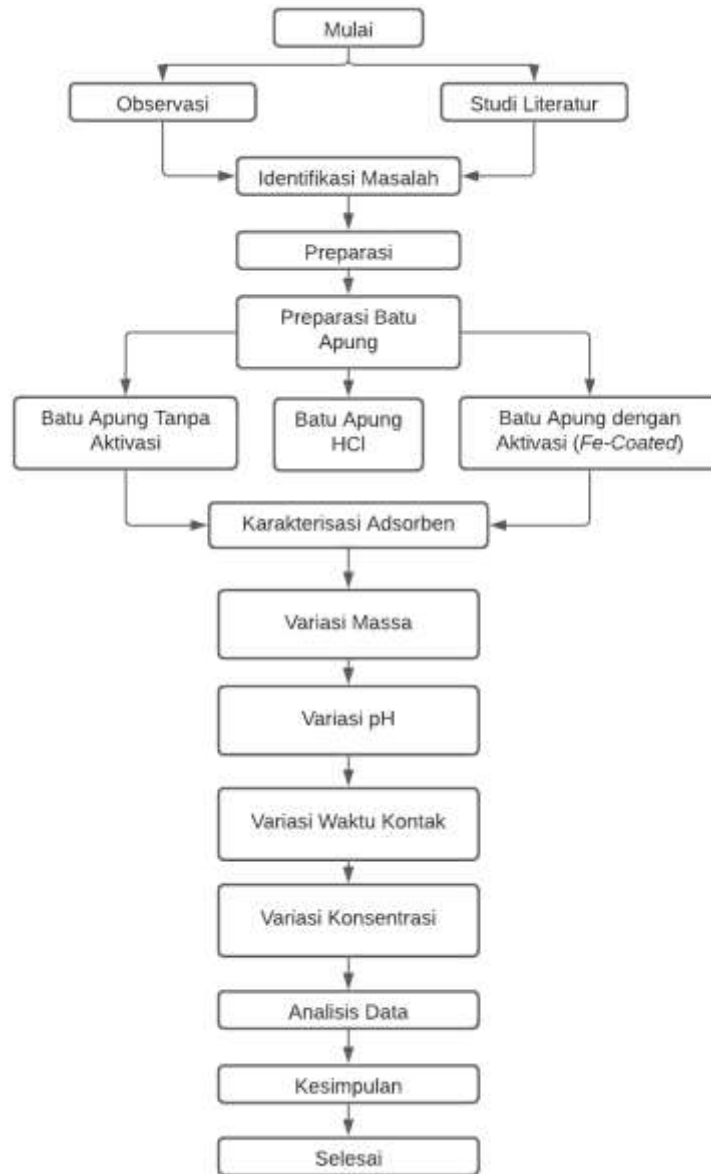
- a. *Spectrophotometer Uv-Vis*
- b. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

3.2.3 Bahan:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| a. Batu apung | e. Larutan HCl 37% |
| b. Akuades | f. Larutan difenilkarbazida |
| c. Serbuk kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) | g. Asam orto fosfat (H_3PO_4) |
| d. Larutan $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ | h. Asam sulfat (H_2SO_4) |
| e. Larutan NaOH | |

3.3 Prosedur Analisis Data

Alur prosedur penelitian Kemampuan Batu Apung *Fe-Coated* sebagai adsorben logam berat Cr (VI) pada air dilakukan seperti Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Preparasi Adsorben

Batu apung akan dihaluskan lalu diayak dengan ayakan dalam 100 mesh, kemudian dicuci menggunakan aquades. Setelah dicuci, batu apung tersebut dikeringkan dengan oven selama 14 jam dengan suhu 105° C. Selanjutnya batu apung yang telah dikeringkan sudah siap untuk diaktivasi dan dikarakterisasi.

3.3.2 Aktivasi Adsorben

Batu apung yang telah melewati tahap preparasi direndam dengan larutan HCl 37% selama 24 jam, lalu dibilas dengan aquades beberapa kali. Setelah dibilas, batu apung tersebut direndam dalam aquades selama 14 jam dan dikeringkan dengan oven bersuhu 105° C selama 14 jam. Batu apung yang sudah kering kemudian dimasukkan kedalam beaker masing-masing seberat 50 gram lalu ditambahkan direndam dengan 150 mL larutan Fe (NO₃)₃.9H₂O. Gelas beaker tersebut diaduk dengan stirrer selama 2 menit. Setelah diaduk, beaker disimpan pada suhu ruangan (25° C) selama 72 jam.

3.3.3 Karakterisasi Adsorben

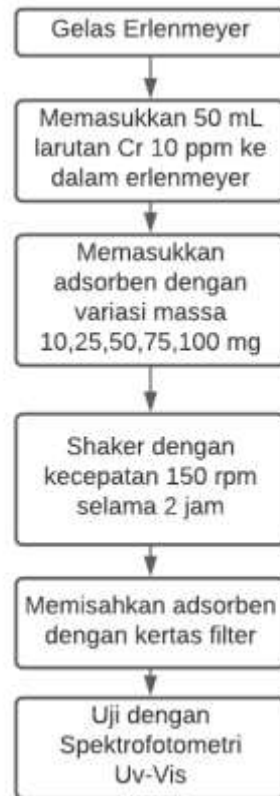
Karakterisasi adsorben dilakukan dengan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*. Alat tersebut digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dalam partikel adsorben.

3.3.4 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dilakukan dengan langkah-langkah umum yang meliputi penimbangan massa adsorben, pengaturan pH, penyisihan adsorben dengan air, pengenceran larutan, dan pengujian dengan instrument *Spectro Uv-Vis*.

A. Penentuan Massa Optimum

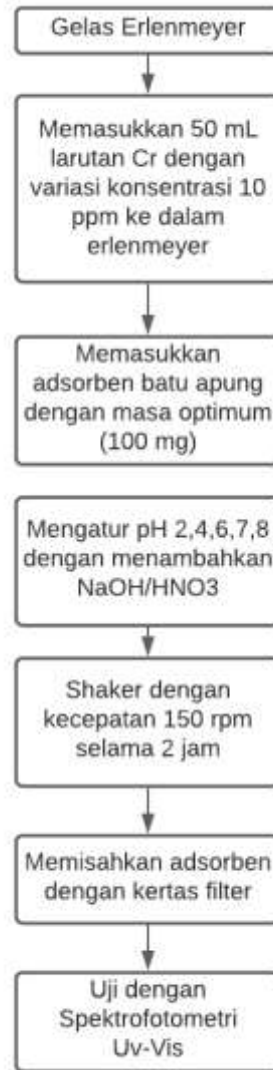
Dosis optimum fiber adsorben dilakukan dengan menggunakan air yang mengandung Krom (Cr) dalam kondisi setimbang, dan waktu kontak 120 menit. Langkah-langkah pengujiannya dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penentuan Massa Optimum

B. Penentuan pH Optimum

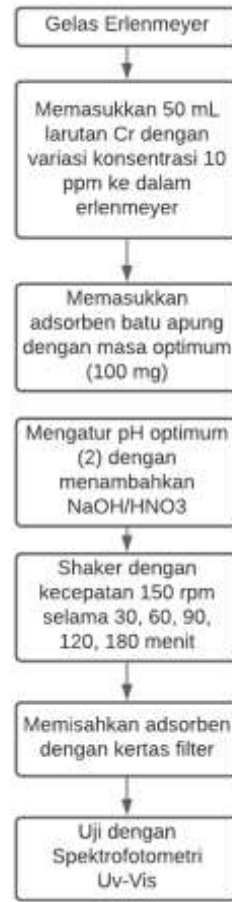
Apabila sudah mendapatkan data massa optimum, dilakukan penentuan pH optimum. Uji penentuan pH optimum memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi pH optimum reaksi Cr(VI) dengan adsorben melalui langkah-langkah sesuai dengan Gambar 3.3:



Gambar 3.3 Diagram Alir Penentuan pH Optimum

C. Penentuan Waktu Kontak Optimum

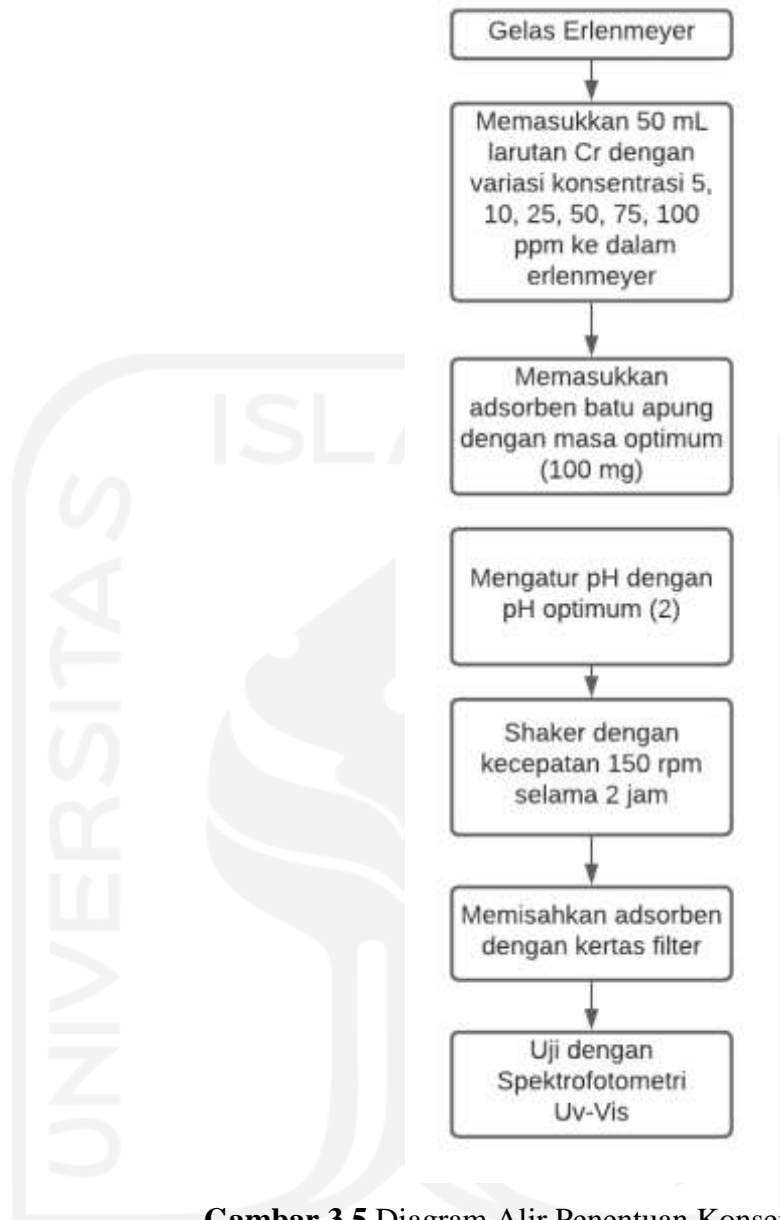
Langkah-langkah untuk menentuakn waktu kontak optimum dapat dilihat pada Gambar 3.4:



Gambar 3.4 Diagram Alir Penentuan pH Optimum Waktu Kontak Optimum

D. Penentuan Konsentrasi Optimum

Selanjutnya menentukan konsentrasi minimal/maksimal saat dilakukannya penyisihan. Langkah-langkahnya seperti pada Gambar 3.5:



Gambar 3.5 Diagram Alir Penentuan Konsentrasi Optimum

3.3.5 Penentuan Efisiensi Penyisihan

Setelah semua data didapatkan, selanjutnya menghitung efisiensi penyisihan untuk mengetahui seberapa besar penyerapan Cr(VI) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{C_o - C_a}{C_o} \times 100 \dots\dots\dots ($$

Keterangan:

C_o = konsentrasi awal logam (mg/L)

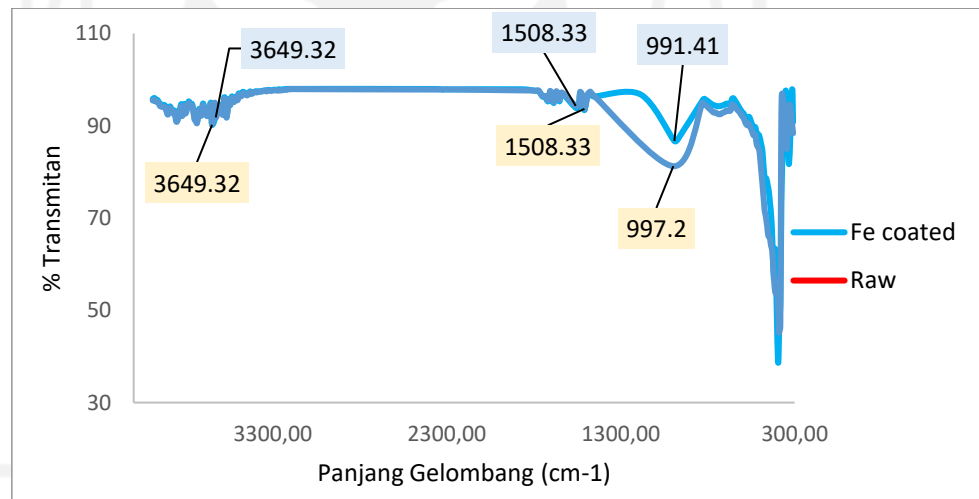
C_a = konsentrasi akhir logam (mg/L)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

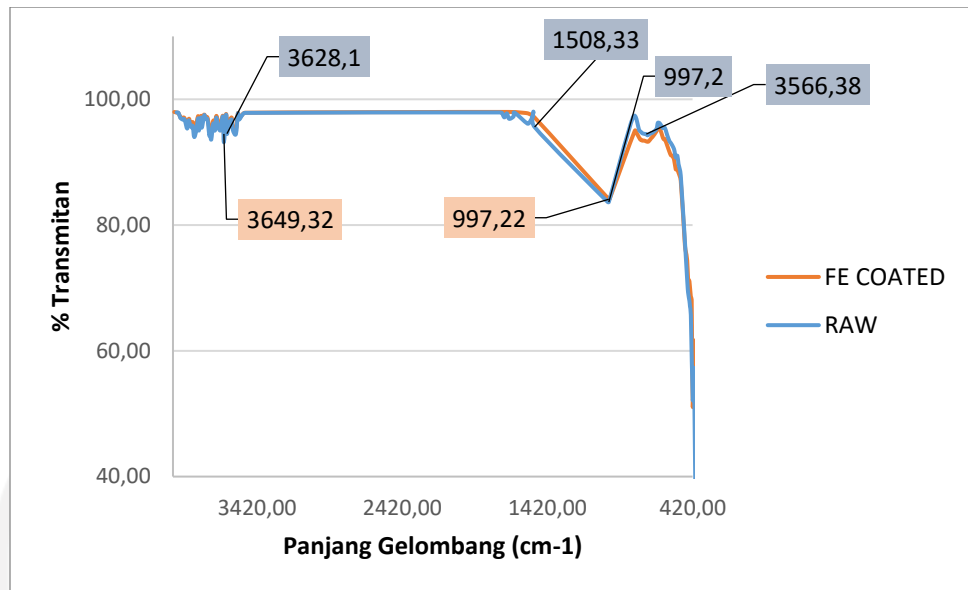
4.1 Karakterisasi Adsorben

Adanya karakterisasi adsorben memiliki fungsi untuk mengetahui karakteristik pada adsorben seperti kandungan gugus fungsi pada adsorben batu apung. Karakterisasi adsorben pada penelitian ini dilakukan melalui instrument FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) yang dilakukan pada pembacaan kisaran gelombang 40-400 cm^{-1} . Hasil uji FTIR dapat berupa grafik yang membentuk panjang gelombang pada sumbu x dan jumlah cahaya yang terpantulkan atau presentase (%) transitan pada sumbu y. Hasil akhirnya akan menunjukkan jumlah adsorpsi puncak (*peak*), dan menunjukkan jenis fungsional dalam senyawa adsorben sebelum dilapisi Fe dan sesudah dilapisi Fe, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pembacaan FTIR pada Batu Apung sebelum diadsorpsi

Sedangkan jenis fungsional yang terdapat dalam batu apung yang telah dilakukan proses dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pembacaan FTIR pada Batu Apung yang telah diadsorpsi

Gambar diatas menunjukkan panjang gelombang yang dihasilkan oleh batu apung yang murni dan yang telah dilapisi oleh Fe setelah adsorpsi tidak jauh berbeda. Berdasarkan gambar *peak* atau puncak pada grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat gugus fungsi NO₂ pada batu apung *Fe-Coated* pada bilangan 1550-1300cm⁻¹. Pada bilangan 1100-800 cm⁻¹ terdapat gugus fungsi Si-O dan P-O dalam batu apung murni & *Fe-Coated*. Selain itu terdapat gugus fungsi (-OH) dan (-NH) dalam batu apung murni & *Fe-Coated* pada bilangan 3700-3100cm⁻¹.

Berdasarkan data grafik diatas, dapat dilihat perbedaan batu apung yang belum digunakan dan telah digunakan bahwa gugus fungsi setelah dilakukan adsorpsi semakin banyak.

4.2 Larutan Standar Cr (VI)

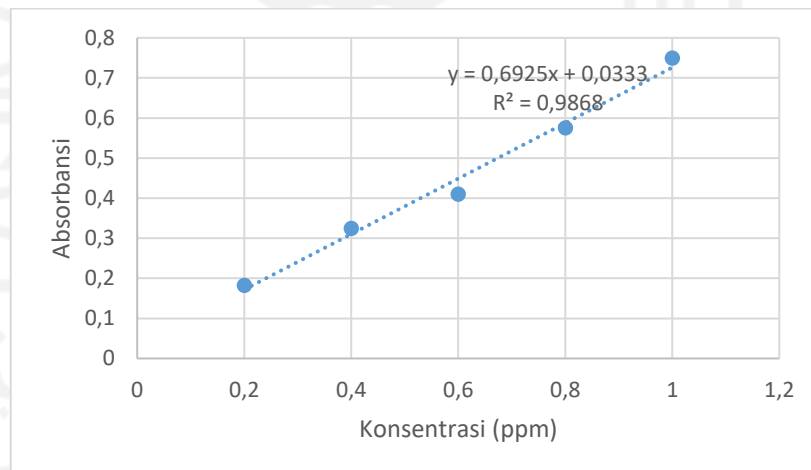
Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan larutan standar yaitu dengan melarutkan bubuk K₂CrO₇ sebanyak 0,02827 g kedalam air aquades lalu ditambahkan asam nitrat pekat (HNO₃) hingga pH larutan menjadi 2-3.

Menurut prosedur standar SNI 6989.71:2009 penentuan linearitas memerlukan sedikitnya 3 konsentrasi standar yang berbeda-beda. Pada pengujian ini digunakan 5 deret larutan standar Cr(VI) dengan konsentrasi yaitu 0,2; 0,4 0,6 0,8 dan 1 mg/L.

Tabel 4.1 Hasil Penentuan Linearitas Kurva Kalibrasi Standar

Konsentrasi Cr(VI)	Absorbansi
0,2 mg/L	0,183
0.4 mg/L	0,325
0.6 mg/L	0,41
0.8 mg/L	0,576
1 mg/L	0,75

Untuk menguji larutan menggunakan *spektrofotometri uv-vis*, diperlukan reagen sebelum diuji dengan instrumen. Reagen terdiri dari 10 mL sampel pada labu ukur 100 mL, ditambahkan dengan 0,25 mL atau 5 tetes H_3PO_4 , lalu mengatur pH hingga asam dengan menambahkan asam sulfat 0,2 N, menambahkan aquades hingga tanda tetra, terakhir menambahkan 2 mL difenilkabazida lalu kocok. Data pengujian larutan standar Cr(VI) dilakukan pada panjang gelombang 540nm seperti pada Tabel berikut.



Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi Larutan Stadar

Menurut prosedur standar dari *The International Electrotechnical Commission (2008)* syarat diterimanya nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar ± 1 dan hasil pengujian diperoleh nilai R^2 sebesar 0,9868 yang dimana hal ini menunjukkan tingkat linearitas baik pada rentang konsentrasi 0,2-1 mg/L. Nilai slope yang diperoleh dari hasil kurva kalibrasi tersebut adalah 0,6925 sedangkan nilai intersepnya adaah 0,0333. Nilai *slope* yang diperoleh dari hasil perhitungan

menunjukkan sensitivitas dari suatu metode, dimana semakin sensitive suatu metode maka nilai dari koefisien korelasi akan mendekati 1 karena sensitivitas menunjukkan antara perubahan respon alat ukur dengan perubahan konsentrasi analit yang terukur yang ditentukan oleh kemiringan kurva (Kuntari, 2017).

4.3 Penentuan Kondisi Optimum

Daya serap adsorben yang optimum memerlukan beberapa kondisi optimum dibebepara variabel, maka dari itu dilakukan penentuan kondisi optimum. Baktor penentu dalam variabel yaitu variasi massa adsorben, variasi pH adsorben, variasi waktu kontak, dan variasi konsentrasi adsorbat.

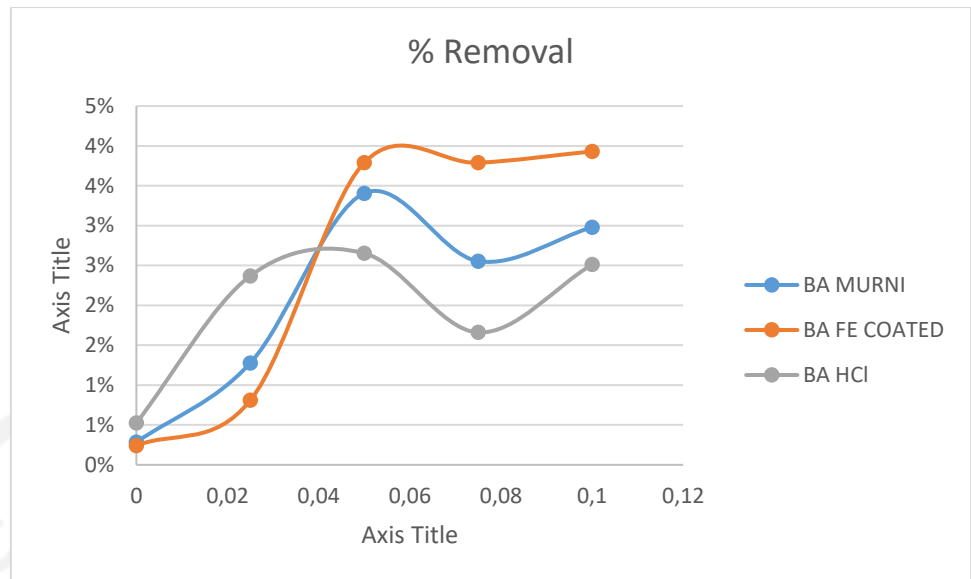
4.3.1 Variasi Massa Adsorben

Untuk mengetahui jumlah massa adsorben yang terbaik untuk menyerap senyawa Cr(VI) maka dilakukan pengujian variasi massa. Konsentrasi awal pada larutan Cr(VI) yang dipakai yaitu sebesar 10 ppm, dengan kondisi pH 2. Untuk menjaga pH agar tidak berubah maka dilakukan pengecekan setiap 30 menit sekali. Larutan Cr(VI) yang dipakai yaitu sebanyak 50 ml dan *stirrer* sampai 2 jam menggunakan alat *orbital shaker*. *Sample* yang digunakan yaitu batu apung murni, batu apung yang telah dilapisi Fe, dan batu apung yang telah diaktivasi dengan HCl. Data percobaan variasi masa adsorben akan adsorpsi larutan Cr(VI) menggunakan *spektrofotometri uv-vis* dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data Variasi Massa Adsorben Batu Apung

Massa (g)	BA MURNI	BA FE COATED	BA HCl
0	0%	0%	1%
0,025	1%	1%	2%
0,05	3%	4%	3%
0,075	3%	4%	2%
0,1	3%	4%	3%

Untuk menunjukkan antara %removal dengan variasi massa adsorben dilakukan *plotting* seperti Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.4 Hubungan Penambahan Massa Adsorben Batu Apung dengan presentase removal

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwasannya presentase (%) *removal* larutan Cr(VI) di tiap batu apung terus meningkat hingga 4%. Peningkatan dapat terjadi beriringan dengan peningkatan massa dari 0 mg hingga 100 mg. Pada pengujian kali ini massa adsorben optimum yakni 100 mg dikarenakan itu adalah massa dengan tingkat penyerapan paling baik.

Batu apung yang telah diaktivasi dengan *Fe-Coated* menjadi adsorben yang paling efektif dibanding adsorben batu apung murni dan batu apung yang telah diaktivasi dengan HCl. Efektifnya pelapisan Fe pada batu apung ini didukung dengan penelitian-penelitian yang sudah ada karena menyatakan hal yang sama.

4.3.2 Variasi Nilai Derajat Keasaman (pH)

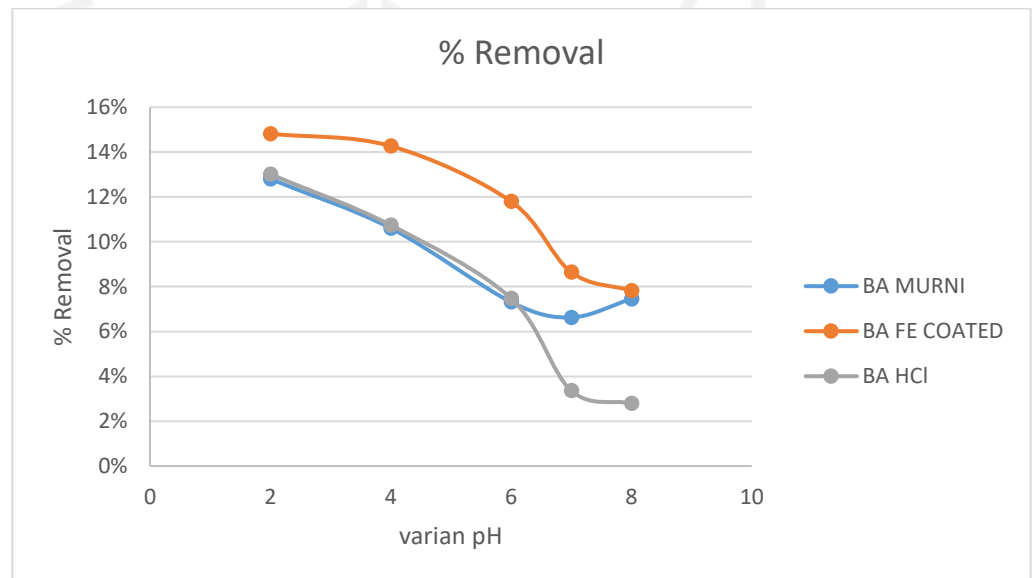
Untuk mengetahui nilai derajat keasaman terbaik agar mencapai adsorbansi larutan Cr(VI) yang optimal, maka dilakukan pengujian variasi nilai derajat keasaman. Pengujian derajat keasaman (pH) dilakukan dengan cara menambahkan larutan NaOH 0,1 N apabila kondisinya terlalu asam supaya bisa menjadi lebih basa dan larutan HNO₃ 0,1 N agar kondisinya menjadi asam. Setiap 30 menit sekali dilakukan pengecekan pH. Pengujian kali ini adsorben yang digunakan yaitu sebesar 100 mg sesuai dengan hasil percobaan pada variasi massa

sebelumnya. Data dari percobaan variasi nilai derajat keasaman (pH) akan larutan Cr(VI) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Data Variasi pH Adsorben Batu Apung

ph	BA MURNI	BA FE COATED	BA HCl
2	13%	15%	13%
4	11%	14%	11%
6	7%	12%	7%
7	7%	9%	3%
8	7%	8%	3%

Untuk menunjukkan antara %removal dengan variasi pH adsorben dilakukan *plotting* seperti Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Hubungan Penambahan pH Adsorben Batu Apung dengan presentase removal

Berdasarkan Gambar 4.5 diatas dapat dilihat bahwa adsorben batu apung mampu bekerja dengan cakupan pH yang luas, dimulai dari pH 2 hingga pH 8. Dengan penyerapan paling tinggi yaitu di angka 15%. Batu apung yang telah diaktivasi dengan *Fe-Coated* menjadi adsorben yang paling efektif dibanding adsorben batu apung murni dan batu apung yang telah diaktivasi dengan HCl.

Data diatas selaras dengan penelitian yang dilakukan Kemal (2017) yang menjelaskan bahwa pH terbaik dalam penyerapan Cr(VI) adalah asam. Hal ini dikarenakan pada pH asam gugus fungsi nya saling mengikat sehingga mampu melakukan adsorpsi dengan baik. Pada pH

di atas 2 penyerapan paling tertinggi sehingga pH optimum yang diambil adalah pH 2.

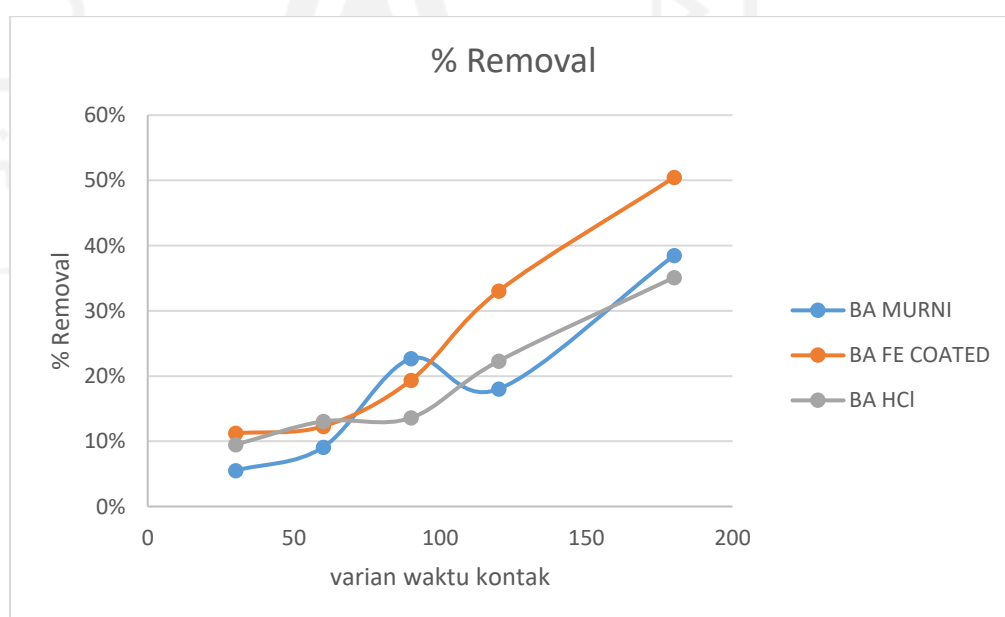
4.3.3 Variasi Waktu Kontak

Untuk mengetahui waktu kontak yang terbaik guna mencapai adsorpsi yang optimum maka dilakukan pengujian variasi kontak. Pada percobaan kali ini massa sebanyak 100 mg dimasukan kedalam 50 ml larutan Cr(VI) hingga pH 2. *Sample* yang akan digunakan pada variasi waktu kontak ada dua, yakni adsorben batu apung murni dan juga batu apung *Fe-Coated*. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah selama 30, 60, 90 120, dan 180 menit. Data dari pengujian variasi waktu kontak akan adsorpsi larutan Cr(VI) dengan adsorben batu apung bisa dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Variasi Waktu Kontak Adsorben Batu Apung

WAKTU KONTAK	BA MURNI	BA FE COATED	BA HCl
30	6%	11%	9%
60	9%	12%	13%
90	23%	19%	14%
120	18%	33%	22%
180	38%	50%	35%

Berdasarkan data pada Tabel 4.4, lalu untuk menunjukkan antara %removal dengan variasi waktu kontak adsorben dilakukan *plotting* seperti Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hubungan Penambahan Waktu Kontak Adsorben Batu Apung dengan Presentase Removal

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa adsorben batu apung mampu bekerja dengan rentang waktu kontak yang luas yang dimulai dari 30 menit hingga 180 menit. Dengan adsorpsi tertinggi yang berada di angka 50%. Batu apung yang telah diaktivasi dengan *Fe-Coated* menjadi adsorben yang paling efektif dibanding adsorben batu apung murni dan batu apung yang telah diaktivasi dengan HCl.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula batu apung dalam mengadsorpsi larutan Cr(VI) dalam air, meskipun begitu ada saatnya waktu kontak jenuh atau mengalami penurunan (Nur, 2010). Presentase (%) removal terbaik dalam pengujian ini mencapai 50 % dengan lama waktu kontak 180 menit.

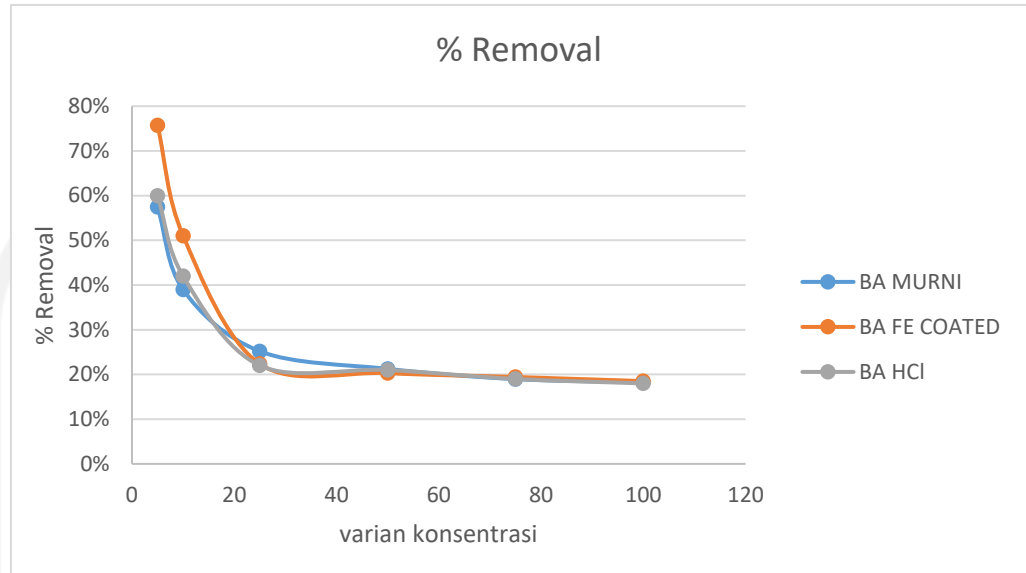
4.3.4 Variasi Konsentrasi

Percobaan variasi konsentrasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar adsorpsi maksimum adsorben saat meng-adsorp logam berat Cr(VI) dalam larutan. Pengujian ini menggunakan variasi konsentrasi 5 mg/L, 10 mg/l, 50 mg/l, 75 mg/L, dan 100 mg/l, kedalam 50 ml pada pH 2. Waktu pengadukan batu apung yaitu 180 menit. Pengujian konsentrasi juga menggunakan 2 sampel yakni batu apung murni dan batu apung *Fe-Coated*. Data dari pengujian variasi konsentrasi untuk adsorpsi larutan Cr(VI) dengan adsorben batu apung bisa dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Data Variasi Konsentrasi Adsorben Batu Apung

KONSENTRASI	BA MURNI	BA FE COATED	BA HCl
5	57%	76%	60%
10	39%	51%	42%
25	25%	22%	22%
50	21%	20%	21%
75	19%	19%	19%
100	18%	19%	18%

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, lalu untuk menunjukkan antara %removal dengan variasi konsentrasi adsorben dilakukan *plotting* seperti Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Hubungan Penambahan Konsentrasi Adsorben Batu Apung dengan presentase removal

Pada Gambar 4.7 diketahui bahwasannya presentase (%) removal untuk adsorben batu apung pada larutan Cr(VI) berada pada konsentrasi terendah yaitu 5ppm. Pada grafik diketahui bahwa seiring bertambahnya konsentrasi, maka semakin menurunnya %removal. Hal ini dapat terjadi karena adanya terlalu besarnya konsentrasi tidak mencukupi pori pada adsorben yang massanya hanya sedikit sehingga Cr(VI) tidak dapat terserap dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi optimum untuk proses adsorpsi dengan batu apung *Fe-Coated* yaitu pada kondisi massa adsorben 100mg, dalam pH adsorbat 2, dan waktu kontak adsorben selama 180 menit.
2. Batu apung yang telah diaktivasi menunjukkan perbedaan nilai presentase removal yang tidak begitu signifikan dibandingkan batu apung tanpa aktivasi. Meskipun begitu, kemampuan adsorpsi batu apung yang teraktivasi lebih unggul dibanding batu apung yang tidak diaktivasi.
3. Berdasarkan nilai efisiensi removal yang didapat, maka dapat disimpulkan bahwa batu apung *Fe-Coated* lebih efektif untuk digunakan sebagai adsorben penyerapan logam berat Cr(VI) dibandingkan dengan batu apung tanpa aktivasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar:

1. Mengubah rentang variabel untuk mengetahui kemampuan efisiensi batu apung yang lebih luas.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai keefektifan kemampuan pelapisan kimia pada adsorben.
3. Menerapkan teknik aktivasi adsorben dengan pelapisan Fe pada material lain selain batu apung untuk memperluas cakupan penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipura S. 2015. *Tugas Akhir Pengaruh TPA Tamangapa Terhadap Kualitas Air Baku di Wilayah Pemukiman Sekitarnya (Besi dan Mangan)*. Makassar: Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin.
- Aisyahlika, S. Z., Firdaus M L, Elvia R. 2018. *Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (Cerbera odollam) Terhadap Zat Warna Sintesis Reactive Red-120 dan Reactive Blue-198*. Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia Vol 2 : 148-155
- Alemayehu, E., Lennartz, B. 2010. *Adsorptive Removal of Nickel from Water Using Volcanic Rocks*. Jurnal Appl Geochem. Vol.10: 1596–1602
- Anam, C., Sirojudin. 2007. *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektrofotometri FT-IR*. Berkala Fisika Vol 10(1) : 79 – 85
- Arifiani, Fajri N., Hadiwidodo, Mochtar. 2007. *Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air PDAM Ibu Kota Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten*. Jurnal Presipitasi. Vol. 3 No. 2 : 78 – 85
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna. 2008. *Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch*. Jurnal Teknik Kimia Vol 2: 15
- Bambang, A. G., Fatmawali, Novel, Kojong S. 2014. *Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan Identifikasi Escherichia coli pada Air Isi Ulang Depot di Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Farmasi. Vol 3: 325-332
- Chusnul. 2011. Spektrofotometri IR. www. Scribd.com diakses tanggal 12 Agustus 2021
- Deniz. 2017. *Manganese Adsorption by Iron Impregnated Pumice Composite*. Corlu: Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Namik Kemal University
- Cicek, E., Cojocar, C., Grazyna, Z., dkk. 2008. *Response Surface Methodology for Cobalt Removal from Aqueous Solutions Using Isparta Pumice and Zeolite 4A Adsorbents*. Jurnal Nukleonika. Vol 53: 121-128
- Endahwati, L. 2011. *Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan*. Jawa Timur : Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran
- Fatmawinir, Hamzar, S., Amin, A. 2015. *Analisis Sebaran Logam Berat Pada Aliran Air Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Air Dingin*. Riau: FMIPA, Universitas Andalas.
- Handojo, L. 2019. *Teknologi Kimia. Bagian 2*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita

- Harmayani, K., Konsukartha, I. 2007. *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh*. Jurnal Permukiman Natah. Bali: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Udayana
- Heidari, M., Moattar, F., Naseri, S., Samadi, M. T., dan Khorasani, N. 2011. *Evaluation of Aluminium Coated Pumice As A Potensial Arsenic (v) Adsorbent From Water Resources*. Iran: Faculty Of Environment And Energy, Islamic Azad University. Tehran.
- Hui, Q. L., Bing-cai, P., Qing-jian, Z., Wei-ming, Quan-xing. 2009. *A review on Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solution*. Jurnal Universitas Zhejiang: 16-724
- Ferraro, J., Krishnan, K. 1990. *Practical Fourier Transform Infrared Spectroscopy: Industrial and Laboratory Chemical Analysis*. Academic Press : San Diego
- Kodoatie, Robert. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*. Yogyakarta: ANDI
- Koesnarpadi, S. 2007. *Biotransformasi kromium (VI) oleh bakteri Pseudomonas putida*. Jurnal Kimia Mulawarman. Volume 5 No 1
- Leila, B., Souri, B., Heidari, M., Khoshnavazi, R. 2012. *Evaluation of iron and manganese-coated pumice application for the removal of as (v) from aqueous solutions*. Iranian journal of environmental health science & engineering, Volume 9 No 1
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Terjemahan oleh Saptoharhardjo. 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*. Jurnal Chemical Engineering. Volume 137: 453-461
- Mohiuddin, K. M., Ogawa, Y., Zakir, H. M., Otomo, K., Shikazono, N. 2011. *Heavy metals contamination in the water and sediments of an urban river in a developing country*. International Journal of Environmental Science and Technology. Volume 8:723-736
- Nazar, M. 2018. *Spektroskopi Molekul*. Aceh: Syiah Kuala University Press
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Pedoman Kualitas Air. 1990. Retrieved from web.ipb.ac.id/~tml_atsp/test/PerMenKes_416_90.pdf

- Rofil. 2018. *Pendekatan Water Point Mapping (WPM) dalam Monitoring Program Penyediaan Air Bersih Penduduk di Kabupaten Agam*. Tesis. Semarang: Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang
- Rohman, A. 2014. *Validasi dan Penjaminan Mutu Metode Analisis Kimia*. Yogyakarta: UGM Press
- Ryadi, S. 2008. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Said, N I. 2003). *Metoda Penghilangan Logam Merkuri di Dalam Air Limbah Industri*. Jurnal Volume 6 No 1
- Salifu, A., Petrusovski, B., Ghebremichael dkk. 2013. *Aluminum(hydr)oxide coated pumice for fluoride removal from drinking water: synthesis, equilibrium, kinetics and mechanism*. Jurnal Chemical Eng
- Serunting, M. A., Firdaus, L., Menda, G. S. 2014. *Perbandingan Metode Citra dengan Spektrofotometri UV-Vis untuk Analisis Kuantitatif Besi (Fe) dan Kromium (Cr)*. Thesis. Bengkulu: Universitas Bengkulu
- Sigit, A. 2015. *Pengaruh TPA Tamangapa Terhadap Kualiras Air Baku di Wilayah Pemukiman Sekitarnya*. Skripsi. Makassar:Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
- Sudarmono, H. 2010. *Penentuan Setting Level Optimal Media Penjernih Air Terhadap Tingkat Kekeruhan dan Kandungan Fe Dengan Metode Full Factorial dan Principal Component Analysis*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sudarja, Novi, C. 2012. *Studi Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. Volume 14 No 1:51
- Sumarni. 2009. *Uji Krom Heksavalen (Cr(VI)) Secara Ekstraksi dan Penentuannya dengan Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi. Depok: Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta:ANDI
- Tyas, N. M., Batu, D. T. F. L., Affandi, R. 2017. *Uji toksisitas letal Cr6+ terhadap ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, Vol 21(2) : 128-132
- Widiyanti, N. L., Ristiati, N. P. 2004. *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali*. Jurnal Ekologi Kesehatan : 64-73

Widowati, W., Sastiono, A., Jusuf, R. R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Penerbit Andi.



LAMPIRAN

TABEL KOLERASI FTIR

Gugus	Senyawa	Frekuensi (cm ⁻¹)	Lingkungan spektral cm ⁻¹ (μ)	Nama lingkungannya		
OH	Alkohol	3580-3650	3333-3704 (2,7-3,0μ)	Lingkungan vibrasi ulur hidrogen		
	Asam	2500-2700				
NH	Amina primer dan sekunder	3310-3500	2857-3333 (3,0-3,5 μ)			
	Amida	3140-3320				
CH	Alkana	3300	2500-2857 (4,0-4,5 μ)			
	Alkena	3010-3095				
	Aromatik	3030				
	Alkana	2853-2962				
	Aldehida	2700-2900				
SH	Sulfur	2500-2700	2222-2500 (4,5-5,0 μ)		Lingkungan ikatan ganda tiga	
C=C	Alkana	2190-2260				
C≡N	Alkilnitril	2240-2260				
	Iosimat	2240-2275				
-N=C=N	Aminitril	2220-2240		2000-2222 (5,0-5,5 μ)		
	Diamida	2130-2155				
	Azida	2120-2160				
>CO	Aldehid	1720-1740		1667-1818 (6,0-6,5 μ)		Lingkungan ikatan ganda dua
	Keton	1675-1725				
	Asam karboksilat	1700-1725				
	Ester	2000-2300				
	Asilhalida	1755-1850				
CN	Amida	1670-1700	1538-1667 (6,5-7,5 μ)		Daerah sidik jari	
CO	Oksim	1640-1690				
C=O	β-diketone	1540-1640				
C=C	Ester	1650				
N-H(b)	Alkena	1620-1680				
-N=N-	Amina	1575-1650				
-C-NO ₂	Azo	1575-1630				
-C-NO ₂	Nitro	1550-1570				
C-O-C	Nitro aromatik	1300-1570				
	Eter	1230-1270				
-(CH ₂)n	Senyawaan lain	~722	1053-1333 (7,5-9,5 μ) 666-900 (11-15,0 μ)			

Sumber : Handout Spektrofotometri Infra Merah oleh Susila Kristianingrum

TABLE 7-3 A Numerical Listing of Wavenumber Ranges in Which Some Functional Groups and Classes of Compounds Absorb in the Infrared

Range (cm ⁻¹) and Intensity ^a	Group and Class	Assignment and Remarks
3700-3600 (s)	-OH in alcohols and phenols	OH stretch (dil soln)
3520-3320 (m-s)	-NH ₂ in aromatic amines, primary amines and amides	NH stretch (dil soln)
3420-3250 (s)	-OH in alcohols and phenols	OH stretch (solids & liquids)
3360-3340 (m)	-NH ₂ in primary amides	NH ₂ antisym stretch (solids)
3320-3250 (m)	-OH in oximes	O-H stretch
3300-3250 (m-s)	≡CH in acetylenes	≡CH-H stretch
3300-3280 (s)	-NH in secondary amides	NH stretch (solids); also in polypeptides and proteins
3200-3180 (s)	-NH ₂ in primary amides	NH ₂ sym stretch (solids)
3200-3000 (v br)	-NH ₃ ⁺ in amino acids	NH ₃ ⁺ antisym stretch
3100-2400 (v br)	-OH in carboxylic acids	H-bonded OH stretch
3100-3000 (m)	=CH in aromatic and unsaturated hydrocarbons	=C-H stretch
2990-2850 (m-s)	-CH ₃ and -CH ₂ - in aliphatic compounds	CH antisym and sym stretching
2850-2700 (m)	-CH ₃ attached to O or N	CH stretching modes
2750-2650 (w-m)	-CHO in aldehydes	overtone of CH bending (Fermi resonance)
2750-2350 (br)	-NH ₃ ⁺ in amine hydrohalides	NH stretching modes
2720-2560 (m)	-OH in phosphorus oxyacids	associated OH stretching
2600-2540 (w)	-SH in alkyl mercaptans	S-H stretch; strong in Raman
2410-2280 (m)	-PH in phosphines	P-H stretch; sharp peak
2300-2230 (m)	N≡N in diazonium salts	N≡N stretch, aq soln
2285-2250 (s)	N=C=O in isocyanates	N=C=O antisym stretch
2260-2200 (m-s)	C≡N in nitriles	C≡N stretch
2260-2190 (w-m)	C≡C in alkynes (disubst)	C≡C stretch; strong in Raman
2190-2130 (m)	C≡N in thiocyanates	C≡N stretch
2175-2115 (s)	N≡C in isonitriles	N≡C stretch
2160-2080 (m)	N=N=N in azides	N=N=N antisym stretch
2140-2100 (w-m)	C≡C in alkynes (monosubst)	C≡C stretch
2000-1650 (w)	substituted benzene rings	several bands from overtone and combination bands
1980-1950 (s)	C=C=C in allenes	C=C=C antisym stretch
1870-1650 (vs)	C=O in carbonyl compounds	C=O stretch
1870-1830 (s)	C=O in β-lactones	C=O stretch
1870-1790 (vs)	C=O in anhydrides	C=O antisym stretch; part of doublet
1820-1800 (s)	C=O in acid halides	C=O stretch; lower for aromatic acid halides
1780-1760 (s)	C=O in γ-lactones	C=O stretch
1765-1725 (vs)	C=O in anhydrides	C=O sym stretch; part of doublet
1760-1740 (vs)	C=O in α-keto esters	C=O stretch; enol form
1750-1730 (s)	C=O in δ-lactones	C=O stretch
1750-1740 (vs)	C=O in esters	C=O stretch; 20 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1740-1720 (s)	C=O in aldehydes	C=O stretch; 30 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1720-1700 (s)	C=O in ketones	C=O stretch; 20 cm ⁻¹ lower if unsaturated
1710-1690 (s)	C=O in carboxylic acids	C=O stretch; fairly broad
1690-1640 (s)	C=N in oximes	C=N stretch; also imines
1680-1620 (s)	C=O and NH ₂ in primary amides	two bands from C=O stretch and NH ₂ deformation
1680-1635 (s)	C=O in ureas	C=O stretch; broad band
1680-1630 (m-s)	C=C in alkenes, etc.	C=C stretch
1680-1630 (vs)	C=O in secondary amides	C=O stretch (Amide I band)

^av = very, s = strong, m = medium, w = weak, br = broad.



TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm ⁻¹) and Intensity ^a	Group and Class	Assignment and Remarks
1670-1640 (s-vs)	C=O in benzophenones	C=O stretch
1670-1650 (vs)	C=O in primary amides	C=O stretch (Amide I band)
1670-1630 (vs)	C=O in tertiary amides	C=O stretch
1655-1635 (vs)	C=O in β -ketone esters	C=O stretch; enol form
1650-1620 (w-m)	N-H in primary amides	NH deformation (Amide II band)
1650-1580 (m-s)	NH ₂ in primary amines	NH ₂ deformation
1640-1580 (s)	NH ₃ ⁺ in amino acids	NH ₃ deformation
1640-1580 (vs)	C=O in β -diketones	C=O stretch; enol form
1620-1610 (s)	C=C in vinyl ethers	C=C stretch; doublet due to rotational isomerism
1615-1590 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch; sharp peak
1615-1565 (s)	pyridine derivatives	ring stretch; doublet
1610-1580 (s)	NH ₂ in amino acids	NH ₂ deformation; broad band
1610-1560 (vs)	COO ⁻ in carboxylic acid salts	 antisym stretch
1590-1580 (m)	NH ₂ primary alkyl amide	NH ₂ deformation (Amide II band)
1575-1545 (vs)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ antisym stretch
1565-1475 (vs)	NH in secondary amides	NH deformation (Amide II band)
1560-1510 (s)	triazine compounds	ring stretch; sharp band
1550-1490 (s)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ antisym stretch
1530-1490 (s)	NH ₃ ⁺ in amino acids or hydrochlorides	NH ₃ ⁺ deformation
1530-1450 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O antisym stretch
1515-1485 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch, sharp band
1475-1450 (vs)	CH ₂ in aliphatic compounds	CH ₂ scissors vibration
1465-1440 (vs)	CH ₃ in aliphatic compounds	CH ₃ antisym deformation
1440-1400 (m)	OH in carboxylic acids	in-plane OH bending
1420-1400 (m)	C-N in primary amides	C-N stretch (Amide III band)
1400-1370 (m)	<i>t</i> -butyl group	CH ₃ deformations (two bands)
1400-1310 (s)	COO ⁻ group in carboxylic acid salts	 sym stretch; broad band
1390-1360 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ antisym stretch
1380-1370 (s)	CH ₃ in aliphatic compounds	CH ₃ sym deformation
1380-1360 (m)	isopropyl group	CH ₃ deformations (two bands)
1375-1350 (s)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ sym stretch
1360-1335 (vs)	SO ₂ in sulfonamides	SO ₂ antisym stretch
1360-1320 (vs)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ sym stretch
1350-1280 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O sym stretch
1335-1295 (vs)	SO ₂ in sulfones	SO ₂ antisym stretch
1330-1310 (m-s)	CF ₃ attached to a benzene ring	CF ₃ antisym stretch
1300-1200 (vs)	N-O in pyridine <i>N</i> -oxides	N-O stretch
1300-1175 (vs)	P=O in phosphorus oxyacids and phosphates	P=O stretch
1300-1000 (vs)	C-F in aliphatic fluoro compounds	C-F stretch
1285-1240 (vs)	Ar-O in alkyl aryl ethers	C-O stretch
1280-1250 (vs)	Si-CH ₃ in silanes	CH ₃ sym deformation
1280-1240 (m-s)	C-C in epoxides	C-O stretch
1280-1180 (s)	C-N in aromatic amines	C-N stretch
1280-1150 (vs)	C-O-C in esters, lactones	C-O-C antisym stretch

TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm ⁻¹) and Intensity*	Group and Class	Assignment and Remarks
1255-1240 (m)	<i>t</i> -butyl in hydrocarbons	skeletal vibration; second band near 1200 cm ⁻¹
1245-1155 (vs)	SO ₂ H in sulfonic acids	S=O stretch
1240-1070 (s-vs)	C—O—C in ethers	C—O—C stretch; also in esters
1230-1100 (s)	C—C—N in amines	C—C—N bending
1225-1200 (s)	C—O—C in vinyl ethers	C—O—C antisym stretch
1200-1165 (s)	SO ₂ Cl in sulfonyl chlorides	SO ₂ sym stretch
1200-1015 (vs)	C—OH in alcohols	C—O stretch
1170-1145 (s)	SO ₂ NH ₂ in sulfonamides	SO ₂ sym stretch
1170-1140 (s)	SO ₂ — in sulfones	SO ₂ sym stretch
1160-1100 (m)	C=S in thiocarbonyl compounds	C=S stretch; strong in Raman
1150-1070 (vs)	C—O—C in aliphatic ethers	C—O—C antisym stretch
1120-1080 (s)	C—O—H in secondary or tertiary alcohols	C—O stretch
1120-1030 (s)	C—NH ₂ in primary aliphatic amines	C—N stretch
1100-1000 (vs)	Si—O—Si in siloxanes	Si—O—Si antisym stretch
1080-1040 (s)	SO ₂ H in sulfonic acids	SO ₂ sym stretch
1065-1015 (s)	CH—O—H in cyclic alcohols	C—O stretch
1060-1025 (vs)	CH ₂ —O—H in primary alcohols	C—O stretch
1060-1045 (vs)	S=O in alkyl sulfoxides	S=O stretch
1055-915 (vs)	P—O—C in organophosphorus compounds	P—O—C antisym stretch
1030-950 (w)	carbon ring in cyclic compounds	ring breathing mode; strong in Raman
1000-950 (s)	CH=CH ₂ in vinyl compounds	=CH out-of-plane deformation
980-960 (vs)	CH=CH— in trans disubstituted alkenes	=CH out-of-plane deformation
950-900 (vs)	CH=CH ₂ in vinyl compounds	CH ₂ out-of-plane wag
900-865 (vs)	CH ₂ =C $\begin{matrix} R \\ \\ R' \end{matrix}$ in vinylidenes	CH ₂ out-of-plane wag
890-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
860-760 (vs, br)	R—NH ₂ primary amines	NH ₂ wag
860-720 (vs)	Si—C in organosilicon compounds	Si—C stretch
850-830 (vs)	1,3,5-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
850-810 (vs)	Si—CH ₃ in silanes	Si—CH ₃ rocking
850-790 (m)	CH=C $\begin{matrix} R \\ \\ R' \end{matrix}$ in trisubst alkenes	CH out-of-plane deformation
850-550 (m)	C—Cl in chloro compounds	C—Cl stretch
830-810 (vs)	<i>p</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
825-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
820-800 (s)	triazines	CH out-of-plane deformation
815-810 (s)	CH=CH ₂ in vinyl ethers	CH ₂ out-of-plane wag
810-790 (vs)	1,2,3,4-tetrasubst benzenes	CH out-of-plane deformation
800-690 (vs)	<i>m</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
785-680 (vs)	1,2,3-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
775-650 (m)	C—S in sulfonyl chlorides	C—S stretch; strong in Raman
770-690 (vs)	monosubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
760-740 (s)	<i>o</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
760-510 (s)	C—Cl alkyl chlorides	C—Cl stretch
740-720 (w-m)	—(CH ₂) _n — in hydrocarbons	CH ₂ rocking in methylene chains; intensity depends on chain length
730-665 (s)	CH=CH in cis disubst alkenes	CH out-of-plane deformation
720-600 (s, br)	Ar—OH in phenols	OH out-of-plane deformation

TABLE 7-3 (Continued)

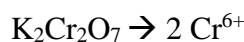
Range (cm ⁻¹) and Intensity ^a	Group and Class	Assignment and Remarks
710-570 (m)	C-S in sulfides	C-S stretch; strong in Raman
700-590 (s)	O=C=O in carboxylic acids	O=C=O bending
695-635 (s)	C-C-CHO in aldehydes	C-C-CHO bending
680-620 (s)	C-OH in alcohols	C-O-H bending
680-580 (s)	C≡C-H in alkynes	C≡C-H bending
650-600 (w)	S-C≡N in thiocyanates	S-C stretch; strong in Raman
650-600 (s)	NO ₂ in aliphatic nitro compounds	NO ₂ deformation
650-500 (s)	Ar-CF ₃ in aromatic trifluoro-methyl compounds	CF ₃ deformation (two or three bands)
650-500 (s)	C-Br in bromo compounds	C-Br stretch
645-615 (m-s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
645-575 (s)	O-C-O in esters	O-C-O bend
640-630 (s)	=CH ₂ in vinyl compounds	=CH ₂ twisting
635-605 (m-s)	pyridines	in-plane ring deformation
630-570 (s)	N-C=O in amides	N-C=O bend
630-565 (s)	C-CO-C in ketones	C-CO-C bend
615-535 (s)	C=O in amides	C=O out-of-plane bend
610-565 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ deformation
610-545 (m-s)	SO ₂ in sulfones	SO ₂ scissoring
600-465 (s)	C-I in iodo compounds	C-I stretch
580-530 (m-s)	C-C-CN in nitriles	C-C-CN bend
580-520 (m)	NO ₂ in aromatic nitro compounds	NO ₂ deformation
580-430 (s)	ring in cycloalkanes	ring deformation
580-420 (m-s)	ring in benzene derivatives	in-plane and out-of-plane ring deformations (two bands)
570-530 (vs)	SO ₂ in sulfonyl chlorides	SO ₂ rocking
565-520 (s)	C-C=O in aldehydes	C-C=O bend
565-440 (w-m)	C _n H _{2n+1} in alkyl groups	chain deformation modes (two bands)
560-510 (s)	C-C=O in ketones	C-C=O bend
560-500 (s)	 in amino acids	 - rocking
555-545 (s)	=CH ₂ in vinyl compounds	=CH ₂ twisting
550-465 (s)	C-C=O in carboxylic acids	C-C=O bend
545-520 (s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
530-470 (m-s)	NO ₂ in nitro compounds	NO ₂ rocking
520-430 (m-s)	C-O-C in ethers	C-O-C bend
510-400 (s)	C-N-C in amines	C-N-C bend
490-465 (variable)	naphthalenes	out-of-plane ring bending
440-420 (s)	Cl-C=O in acid chlorides	Cl-C=O in-plane deformation
405-400 (s)	S-C≡N in thiocyanates	S-C≡N bend

Sumber : I n f r a r e d a n d R a m a n C h a r a c t e r i s t i c C h a r t s . 3 r d e d B y G e o r g e S o c r a t e

PERHITUNGAN

1. Pembuatan Larutan Induk Cr⁶⁺ 100 ppm

$$\frac{100 \text{ mg Cr6} +}{1L} = \frac{mCr}{0,1 L}$$



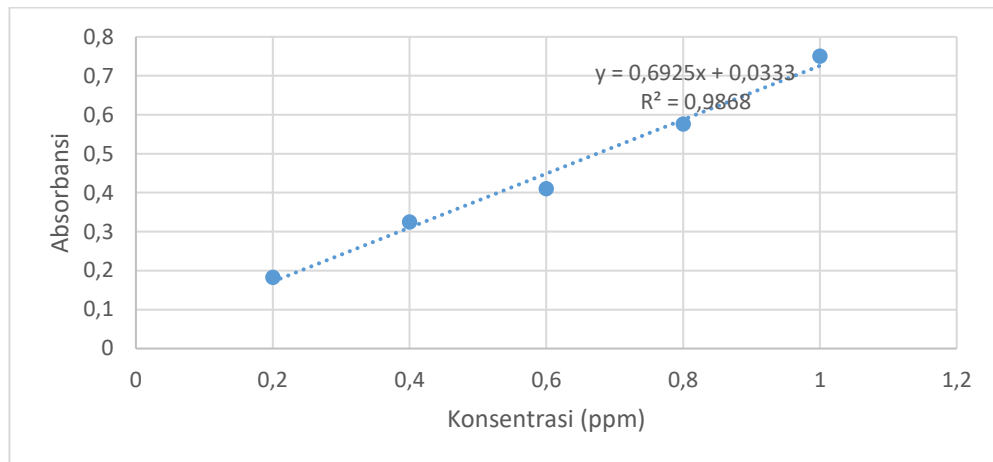
$$\text{Mol } K_2Cr_2O_7 = \frac{1}{2} \text{ mol } Cr^{6+}$$

$$\frac{\text{mol } K_2Cr_2O_7}{Ar \text{ } K_2Cr_2O_7} = \frac{1 \times m \text{ } Cr^{6+}}{2 \times Mr \text{ } Cr^{6+}}$$

$$\frac{\text{mol } K_2Cr_2O_7}{294 \text{ g/mol}} = \frac{1 \times 0,01g}{2 \times 52g/mol}$$

$$M \text{ } K_2Cr_2O_7 = 0,02827 \text{ g}$$

2. Kurva Kalibrasi Penentuan Linieritas



Persamaan linear yang diperoleh:

Konsentrasi Cr(VI)	Absorbansi
0.2 ppm	0,183
0.4 ppm	0,325
0.6 ppm	0,41
0.8 ppm	0,576
1 ppm	0,75

$$y = ax + b$$

$$y = 0,6925x + 0,0333$$

$$\text{Koefisien determinasi } (R^2) = 0,9868$$

3. Pengenceran Larutan Standar

a. Larutan 75 ppm

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 = \frac{V2 \times M2}{M1}$$

$$V1 = \frac{100 \text{ mL} \times 75 \text{ ppm}}{100}$$

$$V1 = 75 \text{ ml}$$

b. Larutan 50 mL

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 = \frac{V2 \times M2}{M1}$$

$$V1 = \frac{100 \text{ mL} \times 50 \text{ ppm}}{100}$$

$$V1 = 50 \text{ ml}$$

c. Larutan 25 mL

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 = \frac{V2 \times M2}{M1}$$

$$V1 = \frac{100 \text{ mL} \times 25 \text{ ppm}}{100}$$

$$V1 = 25 \text{ ml}$$

d. Larutan 10 mL

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = 10 \text{ mL}$$

e. Larutan 5 mL

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

$$V1 = \frac{V2 \times M2}{M1}$$

$$V1 = \frac{100 \text{ mL} \times 5 \text{ ppm}}{100}$$

$$V1 = 5 \text{ ml}$$

4. Perhitungan Presentase Removal

a. Variasi Massa

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BA Murni} &= \frac{Co - Ca}{Co} \times 100 \% \\ &= \frac{10,176 - 9,873}{10,176} \times 100 \% \\ &= 3 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BA Fe-Coated} &= \frac{Co - Ca}{Co} \times 100 \% \\ &= \frac{10,176 - 9,776}{10,176} \times 100 \% \\ &= 4 \% \end{aligned}$$

b. Variasi pH

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BA Murni} &= \frac{Co - Ca}{Co} \times 100 \% \\ &= \frac{10,527 - 9,180}{10,527} \times 100 \% \\ &= 13 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal BA Fe-Coated} &= \frac{Co - Ca}{Co} \times 100 \% \\ &= \frac{10,527 - 8,968}{10,527} \times 100 \% \end{aligned}$$

$$= 15\%$$

c. Variasi Waku Kontak

$$\% \text{ Removal BA Murni} = \frac{C_o - C_a}{C_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{10,861 - 6,682}{10,861} \times 100\%$$

$$= 38\%$$

$$\% \text{ Removal BA Fe-Coated} = \frac{C_o - C_a}{C_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{10,861 - 5,832}{10,861} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

DOKUMENTASI



Proses Pengadukan Menggunakan Alat Orbital Shaker



Proses Pemisahan Batu Apung dengan Larutan



Sampel Siap Uji



Pengecekan pH akhir



Sampel yang Telah dicampur Reagen

RIWAYAT HIDUP



Rizqia Vionita Indira Putri, atau akrab disapa Rizqia, lahir di Mataram 22 November 1999. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Drs. Slamet dan Ibu Dra. Moes Satyasari. Menempuh pendidikan di SDN 41 Mataram tahun 2005-2011, SMPN 6 Mataram tahun 2011-2014, SMAN 2 Mataram tahun 2014-2017, dan melanjutkan pendidikannya di jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Inoonesia (2017-2021).

Selain kuliah peneliti juga mengikuti organisasi seperti Lembaga Dakwah Fakultas Al-Mustanir sebagai *staff* humas media, Organiasai Zero Waste FTSP sebagai *team research*, serta berbagai kepanitian seperti Enviro Champion 2018, Lintas Lingkungan 2018, dan Tabligh Akbar Al Mustanir.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir Apung dengan *Fe-Coated Pumice* sebagai Adsorben Penyisihan Logam Berat Mn pada Air. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi lingkungan dan menjadi referensi peneliti lain.