



**ADSORPSI ION LOGAM Cr (TOTAL) DALAM LIMBAH CAIR  
INDUSTRI PELAPISAN LOGAM MENGGUNAKAN BULU AYAM**

**TUGAS AKHIR II**

**Disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata I  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**Oleh**

**Rizkamala**

**4350406508**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2011**

## **PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir II ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir II Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Desember 2010

Pembimbing I

Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si  
NIP.196904041994021001

Pembimbing II

M. Alauhdin, S.Si., M.Si  
NIP.198101082005011002



## PENGESAHAN

Tugas Akhir II yang berjudul

Adsorpsi ion logam Cr (Total) dalam limbah cair industri pelapisan logam  
menggunakan bulu ayam.

disusun oleh

Nama : Rizkamala

NIM : 4350406508

telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir FMIPA  
Universitas Negeri Semarang pada tanggal 8 Februari 2011

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi I.S., M.S

NIP.195111151979031001

Ketua Penguji

Drs.Sigit Priatmoko,M. Si

NIP.196504291991031001

Dra. Woro Sumarni M.Si

NIP.196507231993032001

Anggota Penguji/

Pembimbing Utama

Anggota Penguji/

Pembimbing Pendamping

Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si

M.Si

NIP.196904041994021001

M. Alauhdin, S.Si.,

NIP.198101082005011002

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Tugas Akhir II ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Tugas Akhir II ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Februari 2011

Penyusun

Rizkamala  
NIM. 4350406508

PERPUSTAKAAN  
UNNES

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto :**

tidak ada jaminan kesuksesan, namun tidak mencobanya adalah jaminan kegagalan (Bill Clinton)

standar terbaik untuk mengukur keberhasilan anda dalam kehidupan adalah dengan menghitung jumlah orang yang telah anda buat bahagia (Robert J.Lunsden)

bekerja lebih keras tidak lebih efektif dari bekerja lebih pintar (Jack Trout)

### **Persembahan :**

Karya kecil ini kupersembahkan pada:

- Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa, dan semangat saat diri ini rapuh, serta kasih sayang yang tiada henti.
- Keluarga besarku yang selalu mendukung setiap langkahku.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir II yang berjudul “**Adsorpsi Ion Logam Cr (Total) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Bulu Ayam**” ini dengan baik.

Dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir II. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang,
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
4. Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
5. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir
6. M. Alauhdin, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir
7. Dra. Woro Sumarni, M.Si, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan, arahan, dan saran kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir
8. Seluruh dosen jurusan Kimia yang telah menyampaikan ilmunya kepada penulis.

9. Teknisi dan laboran Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
10. Bapak ibu dan keluarga yang selalu menjadi motivasiku
11. Sahabat-sahabat Kimia '06 dan semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Teman-teman 'Griya Monev'

Demikian ucapan terima kasih dari penulis, mudah-mudahan Tugas Akhir II ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang,

Penulis





## ABSTRAK

Rizkamala, 2010. “**Adsorpsi Ion Logam Cr (Total) Dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Bulu Ayam**”. Tugas Akhir II. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si. dan M. Alauhdin, S.Si., M.Si.

Kata kunci: kromium, bulu ayam, adsorpsi, desorpsi

Salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan dalam perairan adalah logam kromium (Cr). Logam ini banyak digunakan dalam industri pelapisan logam, penyamakan kulit, industri cat dan industri tekstil. Ion logam kromium dalam perairan bersifat karsinogenik sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah adsorben bulu ayam dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam kromium, mengetahui kapasitas adsorpsinya dan mengetahui pengaruh pH, konsentrasi kromium, massa adsorben dan waktu kontak terhadap konsentrasi kromium yang terserap. Bulu ayam digunakan sebagai adsorben karena mengandung suatu protein yaitu sistein yang mempunyai gugus tiol atau gugus sulfhidril yang dapat mengikat ion logam. Ion logam kromium yang bermuatan positif akan berikatan dengan gugus tiol yang bermuatan negatif. Variasi pH, massa adsorben, konsentrasi larutan kromium dan waktu kontak dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap proses penyerapan ion logam kromium dengan bulu ayam. Variasi pH dilakukan pada pH 1, 2, 3, 5, 7, 9 dan keadaan optimum diperoleh pada pH 3 dengan massa adsorben 0,3 gram yang divariasikan dari 0,1; 0,3; 0,5 dan 0,7 gram dengan waktu kontak 60 menit. Kapasitas adsorpsi bulu ayam dalam menyerap ion logam kromium adalah 14,49 mg/g. Dalam penelitian ini, 30 mg bulu ayam digunakan untuk menyerap 50 ml sampel limbah yang mengandung kadar kromium sebesar 560 µgram. Setelah diadsorpsi sampel dianalisis dengan SSA dan menunjukkan hasil bahwa logam kromium yang terdapat pada sampel tidak terdeteksi lagi. Bulu ayam yang telah digunakan untuk menyerap ion logam kromium kemudian didesorpsi dengan melarutkannya dalam larutan HCl. Persentase kromium hasil desorpsi sebesar 99 %.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Umum Logam Cr (kromium) .....	6
2.2 Adsorpsi Cr yang Pernah Dilakukan .....	8
2.3 Adsorpsi .....	10
2.4 Penggunaan Bulu Ayam Sebagai Adsorben .....	12
2.5 Spektrofotometri Serapan Atom .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi Penelitian .....	17
3.2 Populasi dan Sampel .....	17
3.3 Variabel Penelitian .....	17
3.4 Prosedur Penelitian .....	18

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Pembuatan Adsorben Bulu Ayam	24
4.2	Kapasitas Adsorpsi Bulu Ayam	25
4.3	Pengaruh pH Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium	25
4.4	Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium.	28
4.5	Pengaruh Konsentrasi Kromium Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium.	30
4.6	Pengaruh Waktu Kontak Larutan Terhadap Ion Logam kromium.	31
4.7	Hasil Penyerapan Kromium dari Sampel oleh Adsorben Bulu Ayam	32
4.8	Hasil Analisis Desorpsi Kromium	33
BAB V PENUTUP		
5.1	Simpulan	35
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-LAMPIRAN		
		40

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Struktur Sistein .....	14
2.2 Skema Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	16
4.1 Bulu Ayam yang Sudah dipotong .....	25
4.2 Grafik Hubungan pH dan Konsentrasi Cr yang Terserap .....	26
4.3 Mekanisme Reaksi Antara Sistein dan Ion Cr .....	27
4.4 Grafik Hubungan Antara Massa Adsorben dan Kapasitas Adsorpsinya.....	28
4.5 Grafik Hubungan Konsentrasi Awal dan Konsentrasi Cr yang Terserap .....	30
4.6 Grafik Hubungan Waktu Kontak dan Konsentrasi Cr yang Terserap .....	31



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram alir penelitian.....	40
2. Analisis Data.....	46
3. Dokumentasi Penelitian.....	54



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri.....	2
4.1 Karakteristik cair kromium yang digunakan dalam penelitian ini.....	23
4.2 Hasil adsorpsi kromium dalam sampel limbah oleh bulu ayam. ....	33
4.3 Hasil Analisis Desorpsi Kromium.....	34



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini, air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian serius. Karena kondisi air yang bersih sudah semakin sedikit. Air yang sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal, karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari berbagai hasil kegiatan manusia. Sumber daya air secara kualitas telah mengalami penurunan. Demikian pula secara kuantitas, ketersediaan air sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan manusia yang terus meningkat.

Ada beberapa penyebab terjadinya pencemaran air antara lain adalah apabila air terkontaminasi dengan bahan pencemar seperti sampah rumah tangga, limbah industri, sisa-sisa pupuk atau pestisida dari daerah pertanian, limbah rumah sakit, limbah kotoran ternak, partikulat-partikulat padat hasil kebakaran hutan dan gunung berapi yang meletus atau endapan hasil erosi di tempat-tempat yang dilaluinya.

Contoh pencemaran air yang sering terjadi sekarang ini adalah pencemaran air oleh logam berat. Beberapa jenis polutan logam berat yang bersifat toksik bagi kesehatan manusia dan hewan adalah tembaga (Cu), kobalt (Co), timbal (Pb), kadmium (Cd), perak (Ag), nikel (Ni), kromium (Cr), merkuri (Hg), arsen (As), seng (Zn), besi (Fe) dan mangan (Mn). Apabila logam-logam berat tersebut mencemari air yang dikonsumsi oleh manusia maupun makhluk

hidup yang lain dan terakumulasi dalam waktu yang lama dapat bersifat sebagai racun dan tidak dapat diurai oleh organ tubuh (Anonim, 2006 dalam Wagini dan Sukaryono, 2008)

Salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan dalam perairan adalah logam kromium (Cr). Logam ini banyak digunakan dalam industri pelapisan logam, penyamakan kulit, industri cat dan industri tekstil. Berdasarkan keputusan menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor :KEP-03/MENLH/2010 menyatakan bahwa baku mutu air limbah bagi kawasan industri untuk parameter kromium total maksimal adalah 1 mg/L.

Tabel 1.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri

No.	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1.	pH	-	6-9
2.	TSS	mg/L	150
3.	BOD	mg/L	50
4.	COD	mg/L	100
5.	Sulfida	mg/L	1
6.	Amonia	mg/L	20
7.	Fenol	mg/L	1
8.	Minyak & Lemak	mg/L	15
9.	MBAS	mg/L	10
10.	Cadmium	mg/L	0,1
11.	Krom heksavalen	mg/L	0,5
12.	Krom total	mg/L	1
13.	Tembaga	mg/L	2
14.	Timbal	mg/L	1
15.	Nikel	mg/L	0,5
16.	Seng	mg/L	10
17.	Kuantitas Air Limbah Maksimum	0,8 L perdetik per Ha Lahan kawasan Terpakai	



Oleh karena itu, kandungan logam berat khususnya kromium dalam limbah industri yang melebihi ambang batas harus dikurangi sebelum dibuang ke lingkungan (Diantariani N.P dkk , 2008).

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dalam perairan. Salah satunya adalah dengan cara adsorpsi, seperti yang telah dilakukan oleh Diantariani dkk (2008), Giyatmi dkk (2008), Haryani (2007), dan Kartohardjono dkk (2008). Sekarang ini telah banyak dikembangkan teknologi aplikasi adsorpsi, yaitu menggunakan biomaterial untuk menurunkan kadar logam berat dari air (biosorpsi), salah satunya dengan menggunakan bulu ayam yang mengandung keratin (Ni'mah, 2007). Keratin ini kaya akan sulfur dan sistein. Sistein merupakan asam amino yang mengandung gugus fungsional berupa karboksilat, amina, dan rantai samping sulfhidril.

Adsorpsi ion logam oleh bahan-bahan berserat keratin dapat ditingkatkan dengan mengolah bahan-bahan tersebut dengan suatu bahan-bahan kimia tertentu. Dengan demikian, bulu ayam memiliki potensi sebagai adsorben karena mengandung keratin sehingga dapat digunakan untuk mengatasi penurunan kualitas lingkungan akibat adanya ion-ion logam berat dalam limbah (Ni'mah, 2007).

Pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam kromium dengan bulu ayam untuk menurunkan kadar Cr dalam limbah cair industri. Penentuan kadar Cr dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Pada penelitian ini dicari juga pengaruh variasi pH larutan kromium,

konsentrasi larutan kromium, massa adsorben, dan waktu kontakya terhadap kapasitas adsorpsinya.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah adsorben bulu ayam dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam kromium dalam perairan?
2. Berapakah kapasitas adsorpsi optimal bulu ayam terhadap ion logam kromium ?
3. Bagaimana pengaruh variasi pH larutan kromium, konsentrasi larutan kromium, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi kromium yang terserap pada proses adsorpsi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

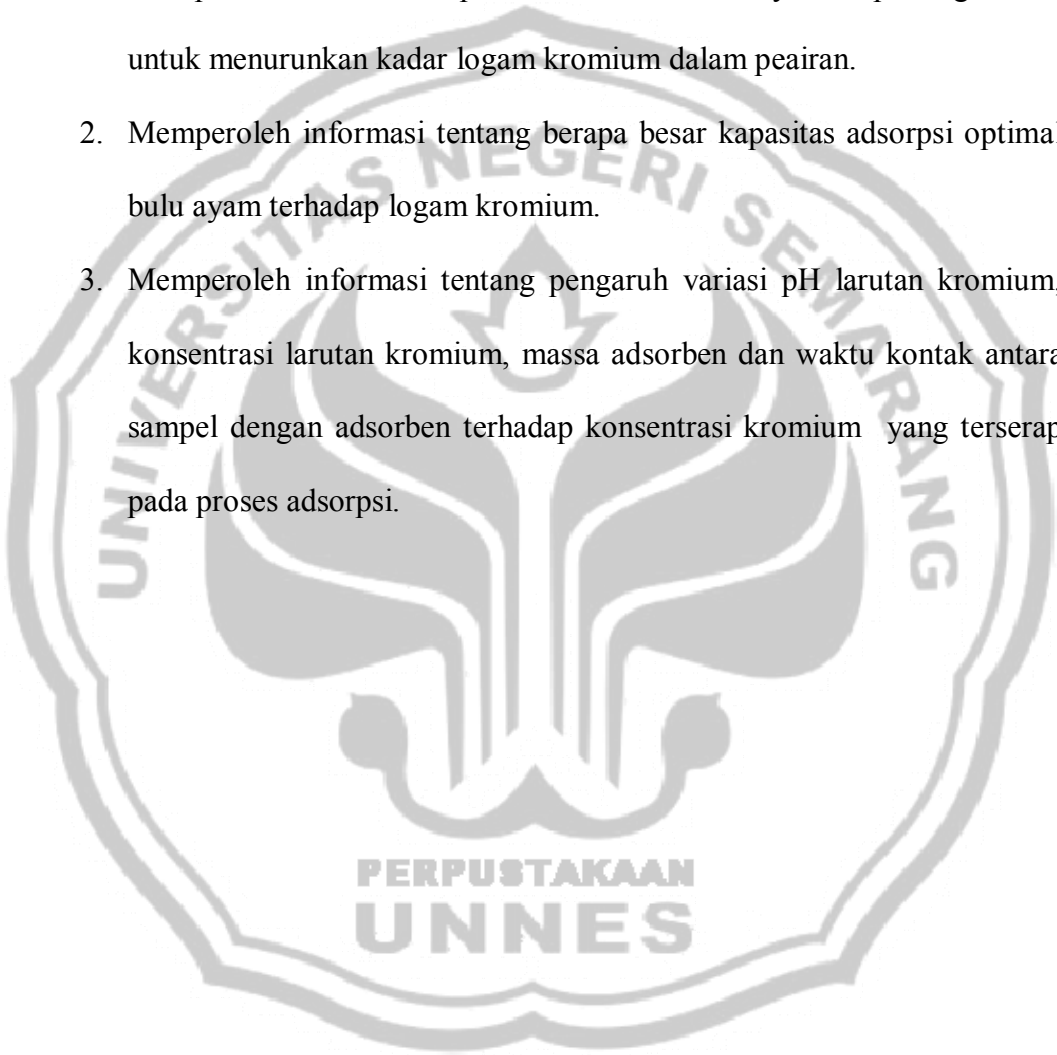
1. Mengetahui apakah adsorben bulu ayam dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam kromium dalam perairan.
2. Mengetahui kapasitas adsorpsi optimal bulu ayam terhadap ion logam kromium.
3. Mengetahui pengaruh variasi pH larutan kromium, konsentrasi larutan kromium, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan

adsorben terhadap konsentrasi kromium yang terserap pada proses adsorpsi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi apakah adsorben bulu ayam dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam kromium dalam peairan.
2. Memperoleh informasi tentang berapa besar kapasitas adsorpsi optimal bulu ayam terhadap logam kromium.
3. Memperoleh informasi tentang pengaruh variasi pH larutan kromium, konsentrasi larutan kromium, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi kromium yang terserap pada proses adsorpsi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum Logam Cr (kromium)

Kromium adalah logam putih keabu-abuan yang berkilauan, keras dan tidak suram jika dibiarkan di udara terbuka. Logam bereaksi dengan asam sulfat encer, asam klorida dan basa, namun tahan terhadap asam nitrat. Biasanya dikombinasikan dengan baja tahan karat (*stainless steel*) dan baja kromium atau untuk keperluan pelapisan sebagai penyempurnaan hasil akhir. (Cook T.M dan Cullen D.J, 1986)

Logam kromium dengan simbol Cr (Chromium) mempunyai nomor atom 24. Dalam tabel periodik unsur termasuk dalam logam transisi periode 4 golongan VI B. Kromium mempunyai konfigurasi elektron  $[Ar] 4s^1 3d^5$ , berat atom 51.996 sma, jari-jari atom 124.9 pm, titik leleh  $1907^{\circ}C$ , titik didih  $2671^{\circ}C$ , massa jenisnya pada suhu  $28^{\circ}C$  adalah 7.2 g/L, dan mulai terbakar pada suhu  $400^{\circ}C$ , bilangan oksidasinya ada tiga yaitu 2, 3, dan 6. Kromium berwarna putih perak keabu-abuan, berkilau, dan sangat keras dengan kilapan tinggi. Logam ini pertama kali ditemukan pada tahun 1797 oleh seorang bernama Vauquelin. Kromium berasal dari kata *Chroma* yang artinya warna. (Vogel, 1990).

Limbah merupakan suatu hasil samping dari proses yang dianggap tidak dapat digunakan lagi. Dalam dunia industri pada khususnya, limbah merupakan suatu hal yang tidak dapat dikesampingkan keberadaannya. Limbah yang dihasilkan pada sebuah industri berpotensi besar memiliki

sifat beracun misalnya ion kromium. Limbah kromium berasal dari limbah industri penyamakan kulit, pelapisan logam, industri cat, industri zat warna, dan industri tekstil. Ion kromium dalam bentuk ion Cr (III) dan ion Cr (VI) merupakan bilangan oksidasi logam Cr yang banyak terdapat di lingkungan. Bentuk heksavalen mendapatkan perhatian yang lebih dikarenakan sifatnya yang beracun. Ion Cr (VI) merupakan ion logam yang sangat beracun yang dihubungkan dengan kanker pada manusia. Logam ini juga bersifat toksik untuk kehidupan akuatik pada konsentrasi yang relatif sangat rendah (Kartohardjono dkk, 2008).

Tingkat toksisitas Cr (VI) sangat tinggi sehingga bersifat racun terhadap semua organisme untuk konsentrasi lebih dari 0,05 ppm. Cr (VI) bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia. Sementara itu, toksisitas Cr (III) jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan Cr (VI), yaitu sekitar 1/100 kalinya, sehingga untuk mengolah limbah kromium maka Cr (VI) harus direduksi terlebih dahulu menjadi Cr (III). Di samping itu, Cr (III) mudah diendapkan atau diabsorpsi oleh senyawa-senyawa organik dan anorganik pada pH netral atau alkali. (Slamet dkk, 2005).

Walaupun hanya terdapat dalam jumlah kecil, kromium bersifat stabil dan terakumulasi dalam tubuh, sehingga lama-kelamaan dapat memicu sel-sel kanker (karsinogenik) yang dapat membahayakan kesehatan. Selain itu bahaya logam kromium dapat mengakibatkan anemia, depresi, kelelahan, lemahnya daya ingat, insomnia, sakit kepala, iritasi bahkan kematian (Haryani dkk, 2007).

## 2.2 Adsorpsi Cr (Kromium) Yang Pernah Dilakukan

Telah dilakukan penelitian biosorpsi dan desorpsi kromium (VI) pada biosorben rumput laut *Eucheuma spinosum* oleh Diantariani dkk, pada tahun 2008. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keasaman total dari biosorben rumput laut adalah  $4,1545 \pm 0,3290$  mmol/g, pH optimum biosorpsi adalah pH 5 dan waktu kontakanya 120 menit. Kapasitas biosorpsi rumput laut *Eucheuma spinosum* terhadap ion logam Cr (VI) yaitu 13,4992 mg/g. Jumlah ion logam Cr (VI) yang terdesorpsi paling banyak oleh akuades yaitu sebesar 40,69% sedangkan yang terdesorpsi oleh HCl 1M dan Na<sub>2</sub>EDTA 0,05 M relatif kecil yaitu masing-masing sebesar 4,84% dan 0,20%.

Giyatmi dkk (2008) telah melakukan penelitian penurunan kadar Cu, Cr dan Ag dalam limbah cair industri perak di Kota Gede setelah diadsorpsi dengan tanah liat dari daerah Godean. Dalam metode adsorpsi, tanah liat sebagai adsorben dicampur dengan limbah sebagai adsorbat dalam suatu wadah. Variabel bebas yang digunakan adalah variasi kedalaman tanah liat, waktu kontak, dan cara pengadukan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan SSA didapatkan bahwa cara yang paling baik adalah dengan pengadukan cepat, menggunakan tanah liat bagian bawah dan dengan waktu kontak 15 menit. Bila waktu yang digunakan terlalu singkat akan terjadi pencampuran yang tidak merata dan bila waktu yang digunakan terlalu lama maka kapasitas penyerap dari adsorben akan mencapai titik maksimum.

Haryani dkk (2007) telah melakukan penelitian pembuatan kitosan dari kulit udang untuk mengadsorpsi logam kromium (VI) dan tembaga. Pada proses adsorpsi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah adsorben, pH, waktu, kecepatan pengadukan dan suhu. Percobaan dibagi dalam dua tahap, tahap pertama adalah pembuatan kitosan dari kulit udang, dengan variasi konsentrasi NaOH 20 sampai 60% (% berat). Tahap kedua adalah proses adsorpsi limbah kromium dan tembaga menggunakan kitosan dengan derajat deasetilasi yang paling besar. Limbah kromium dan tembaga kemudian dianalisis dengan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimum untuk proses adsorpsi limbah kromium 30 menit dengan kadar kromium sebesar 13,96 ppm sedangkan untuk adsorpsi Cu optimum pada pH 3 dengan kadar 0,24 ppm dan efisien untuk waktu 30 menit.

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi tiga jenis batu pasir (galian, laut warna hitam dan laut warna putih) tanpa dan dengan aktivasi  $H_2SO_4$  tersulut  $Fe_2O_3$  terhadap anion logam Cr (VI) dalam air yang dilakukan oleh Widihati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu pasir laut putih teraktivasi  $H_2SO_4$  4 N tersulut  $Fe_2O_3$  (AA<sub>2</sub>) memiliki nilai keasaman permukaan paling tinggi (0,4741 mmol/g). Luas permukaan spesifik paling tinggi untuk batu pasir galian dimiliki oleh batu pasir control (A) (30,8969 m<sup>2</sup>/g), sedangkan batu pasir laut putih (AA<sub>2</sub>) (30,1203 m<sup>2</sup>/g). Kapasitas adsorpsi batu pasir dalam menyerap Cr (VI) meningkat dengan adanya aktivasi  $H_2SO_4$  tersulut  $Fe_2O_3$ , dengan kapasitas adsorpsi terbesar untuk batu pasir laut putih (AA<sub>2</sub>) sebesar 1.0601 mg/g.

### 2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah gejala pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain sebagai akibat ketidakseimbangan gaya pada permukaan tersebut (Atkin, 1994). Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya elektrostatis atau gaya tarik antar molekul pada permukaan zat padat. Penyerapan zat dari larutan, mirip dengan penyerapan gas oleh zat padat. Penyerapan bersifat selektif, yang dijerap hanya zat terlarut atau pelarut. Jika dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan dijerap lebih kuat dari yang lain. Molekul yang teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan terakumulasi pada permukaan (Alberty dan Daniel, 1983).

Adsorpsi dibedakan menjadi adsorpsi fisik dan kimia. Pada adsorpsi fisik bekerja gaya van der Waals yang bekerja pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul lain sebagai adsorbat. Interaksi van der Waals berjangkauan cukup jauh sehingga ikatan antar keduanya cukup lemah. Ketika gaya tarik-menarik antara molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari gaya tarik-menarik zat terlarut dengan pelarut, maka zat terlarut akan teradsorpsi di atas permukaan adsorben. Pada adsorpsi kimia molekul adsorbat melekat pada adsorben, akibatnya terjadi ikatan kimiawi, biasanya adalah ikatan kovalen (Alberty dan Daniel, 1983).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Konsentrasi logam



Konsentrasi logam sangat berpengaruh terhadap penyerapan logam oleh adsorben. Pada permukaan penyerap, dalam hal ini biomassa bulu ayam terdapat sejumlah sisi aktif dengan luas permukaan penyerap. Jadi dengan memperbesar konsentrasi larutan serapan logam akan meningkat secara linier hingga konsentrasi tertentu.

2. Luas permukaan adsorben

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatnya luas permukaan. Jadi, semakin besar luas permukaan adsorben maka penyerapan yang terjadi semakin merata.

3. Tumbukan antar partikel

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan antar partikel ini dapat dipercepat dengan adanya kenaikan suhu.

4. pH

pH mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi. pH lingkungan sangat mempengaruhi sifat gugus aktif dari adsorben dan adsorbatnya.

5. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Waktu kontak untuk mencapai keadaan setimbang pada proses

serapan logam oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam (Bernasconi, 1995).

#### **2.4 Penggunaan Bulu Ayam Sebagai Adsorben**

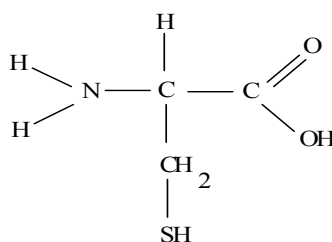
Penggunaan biomassa bulu ayam sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam berat dalam larutan telah dipelajari. Telah dilakukan penelitian oleh de la Rossa dkk (2008) tentang adsorpsi Pb dengan bulu ayam. Dalam penelitian ini dipelajari juga kinetika dan kesetimbangannya pada beberapa jumlah konsentrasi Pb, pH dan suhu. Penelitian yang lain dilakukan oleh Ni'mah (2007), penelitiannya bertujuan untuk menurunkan kadar tembaga dalam larutan dengan menggunakan biomassa bulu ayam dan analisisnya dilakukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Pada penelitian ini ditentukan juga pH optimum, waktu optimum, dan konsentrasi optimum pada penyerapan logam tembaga oleh bulu ayam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa serapan maksimum terjadi pada waktu kontak 80 menit, pH larutan 7, dan konsentrasi awal tembaga 400 mg/L. Luas permukaan biomassa bulu ayam yang digunakan sebagai adsorben adalah  $71,5 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Para ahli telah lama mengetahui bahwa bahan-bahan yang berserat seperti wool, bulu ayam, dan rambut dapat mengadsorpsi ion-ion logam dalam larutan. Adsorpsi ion logam oleh bahan-bahan berserat keratin dapat ditingkatkan dengan mengolah bahan-bahan tersebut dengan suatu bahan kimia tertentu. Tan (1985) melaporkan bahwa rambut manusia dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam tembaga (II).

Adanya sifat adsorpsi rambut manusia tersebut mendorong banyak kajian yang menyelidiki kemungkinan penggunaan bahan-bahan berserat keratin sebagai adsorben yang murah dan sederhana dari pada adsorben lainnya yang biasanya mahal (Ni'mah, 2007).

Selain rambut manusia, bulu ayam juga dapat digunakan sebagai adsorben. Pada penelitian ini bulu ayam digunakan sebagai adsorben karena bulu ayam tersusun dari 80% protein kasar dan  $\alpha$ -keratin yang mengandung protein serat. Protein serat ini kaya akan sulfur dan sistein. Sistein merupakan asam amino yang mengandung gugus fungsional berupa karboksilat, amina dan rantai samping sulfhidril yang diyakini dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap logam berat dari perairan (Nazzarudin dalam Ni'mah, 2007).

$\alpha$ -Keratin adalah protein serat utama yang memberikan perlindungan eksternal bagi vertebrata. Protein ini menyusun hampir seluruh berat kering dari rambut, wol, sayap, kuku, cakar, duri, sisik, tanduk, kuku kuda, dan kulit penyu.  $\alpha$ -keratin adalah suatu keluarga protein. Biasanya komposisi asam aminonya sama, dan secara khas mengandung residu sistein, dan semua protein ini mempunyai susunan ruang yang sama pada rantai polipeptidanya (Lehninger, 1982).



Gambar 2.1 Struktur sistein

Gugus-gugus sulfhidril (-SH) dan disulfida sistin (-S-S-) dalam rambut mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut (Pettrucci, 1987). Gugus sulfhidril ini juga ada dalam bulu ayam.

## 2.5 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom merupakan salah satu metode analisis yang didasarkan pada pengukuran banyaknya intensitas sinar yang diserap oleh atom-atom bebas dari logam yang dianalisis. Penyerapan energi oleh atom-atom bebas menyebabkan terjadinya loncatan elektron dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi atau keadaan tereksitasi. Intensitas sinar yang digunakan untuk eksitasi adalah sebanding dengan jumlah atom pada tingkat dasar yang menyerap energi sinar tersebut. Dengan demikian, konsentrasi unsur dalam sampel dapat ditentukan dengan mengukur intensitas sinar yang diserap (absorbansi) atau mengukur intensitas sinar yang diteruskan (transmitansi) (Pecsok dkk, 1976).

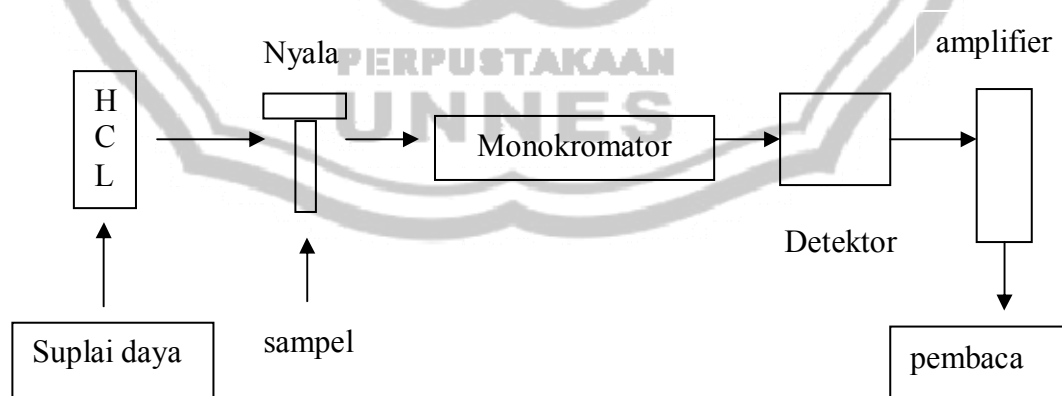
Ada enam komponen utama dalam setiap peralatan spektrofotometer serapan atom yaitu:

1. Sumber sinar atau sinar emisi, untuk menghasilkan sinar dengan energi tertentu dan energi yang sesuai. Sumber sinar radiasi yang digunakan dalam pengukuran dengan metode SSA adalah lampu katoda cekung (*Hallow Cathode lamp*) yang terdiri atas anoda tungsten bermuatan positif dan katoda silindris bermuatan negatif. Sumber sinar radiasi diperlukan untuk menghasilkan sinar dengan

energi yang dapat diserap oleh atom-atom netral dalam keadaan dasar.

2. Sistem pengatoman untuk menghasilkan atom-atom bebas sebagai media absorpsi atau sel serapan.
3. Monokromator berfungsi untuk menyeleksi berkas sinar atau spektrum atau misahkan antara berkas sinar yang dikehendaki dengan yang tidak dikehendaki.
4. Detektor merupakan sistem fotometri untuk mengukur intensitas sinar sebelum dan sesudah melalui medium serapan yang berupa atom bebas.
5. Amplifier (penguat sinyal) berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.
6. Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca.

(Sugiharto, 1992).



Gambar 2.2 Diagram SSA

Pada analisis kuantitatif secara spektrofotometri serapan atom hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi dapat dinyatakan dengan persamaan Bouguer-Lambert-Beer berikut :

$$A = \log (1/T) = \epsilon.b.c \quad \text{.....(1)}$$

A adalah absorbansi,  $\epsilon$  adalah absorpsivitas molar ( $1\text{cm}^{-1} \text{mol}^{-1}$ ), b adalah tebal medium serapan (cm) dan c adalah konsentrasi (mol/liter). Kelebihan analisis dengan SSA antara lain analisis dapat dilakukan dengan cepat, ketelitian tinggi sampai tingkat runut dan tidak memerlukan pemisahan (Khopkar, 1984).



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dan Kimia Instrumen, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

#### **3.2 Populasi Dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah bulu ayam yang dihasilkan dari limbah pemotongan ayam dan limbah cair ion logam kromium dari proses pembilasan dari bak plating pelapisan logam di kawasan industri rumah tangga di daerah Tegal.

Sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan bulu ayam yang diambil secara acak dari tempat pemotongan ayam dan limbah cair yang mengandung ion logam kromium dari proses bak plating pelapisan logam di kawasan industri rumah tangga di daerah Tegal.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **1. Variabel bebas**

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis yaitu pH larutan dalam proses adsorpsi dengan variasi pH 1 sampai 7, konsentrasi larutan Cr dari konsentrasi 30 ppm sampai 120 ppm, massa adsorben dengan variasi 0,1 ; 0,3 ; 0,5 dan 0,7 g dan waktu kontak dari 15, 30, 60, 90 dan 120 menit.

## 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas, yaitu konsentrasi Cr dalam sampel air limbah pelapisan logam.

## 3. Variabel terkendali

Variabel terkendali adalah faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi analisis Cr, akan tetapi dijaga agar tetap konstan. Variabel yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah jenis bulu ayam, suhu, cara kerja, alat dan kondisi analisis.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 1. Bahan dan alat

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kualitas analitik (*analytical reagent grade*). Bahan-bahan tersebut antara lain:

- 1) NaOH kadar 96% , berat molekul 39,99717 g/mol buatan E Merck
- 2) HCl 37%, rapatannya  $1,19 \text{ g/cm}^3$  , berat molekul 36,453 g/mol, titik didih  $109^\circ\text{C}$ , buatan E Merck.
- 3) Aquademineralata
- 4)  $\text{HNO}_3$  65%, berat molekul 80,05 g/mol, titik didih  $210^\circ\text{C}$ , buatan E Merck.
- 5) Dietil eter, berat molekul 74,12 g/mol, titik didih  $34,6^\circ\text{C}$ , buatan E Merck
- 6) Kalium kromat, berat molekul 194,20 g/mol buatan E Merck.
- 7) Hidrogen peroksida



Alat-alat yang digunakan antara lain:

- 1) Spektrofotometer serapan atom (SSA) model Analyst 100 buatan Perkin Elmer
- 2) Timbangan elektrik (merk Voyager dengan ketelitian 0,1 mg)
- 3) corong
- 4) Kertas saring
- 5) Magnetic stirrer
- 6) Penangas
- 7) Oven
- 8) pH-meter, merk eutech

## **2. Langkah kerja**

- 1) Pembuatan larutan standar kromium 1000 ppm dan kurva kalibrasinya.

Melarutkan 3,7349 gram  $K_2CrO_4$  ke dalam labu takar 1000 ml dengan sedikit demin water dan menambahkan  $HNO_3$  1% kemudian diencerkan hingga tanda batas. Untuk penentuan kurva kalibrasi dibuat larutan kromium dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm dari larutan standar kromium 10 ppm yang diencerkan dari larutan kromium 100 ppm.

- 2) Pembuatan Adsorben Biomassa Bulu Ayam

Bulu ayam broiler dicuci dengan air dan deterjen beberapa kali, kemudian dijemur sampai kering dan hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam tersebut dipotong kecil-kecil sampai halus.

Adsorben yang sudah halus direndam dengan dietil eter selama 1 hari kemudian disaring dengan menggunakan corong Buchner. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 40 °C sampai berat konstan sehingga adsorben siap digunakan.

### 3) Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Biomassa bulu ayam ditimbang 0,3 gram kemudian dimasukkan dalam 50 ml larutan krom dengan variasi konsentrasi 100, 110 dan 120 ppm, diaduk dan didiamkan selama 1 malam, larutan disaring dan dianalisis dengan SSA. Kemudian dihitung kapasitas adsorpsinya.

### 4) Optimasi Penyerapan Ion Logam Kromium oleh Biomassa Bulu Ayam.

#### 1) Variasi pH

Lima puluh ml larutan krom 100 ppm diatur keasamannya pada pH 1, 2, 3, 5, 7, 9 dengan menambahkan larutan HCl atau NaOH kemudian masukkan 0,5 gram bulu ayam dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 30 menit. Larutan disaring dan tepatkan dalam labu ukur 50 ml, kemudian dianalisis dengan SSA.

#### 2) Variasi Massa Adsorben

Biomassa bulu ayam ditimbang 0,1 ; 0,3 ; 0,5 ; dan 0,7 gram kemudian dimasukkan dalam 50 ml larutan krom 100 ppm pada pH optimum dan diaduk dengan pengaduk magnet selama

30 menit. Larutan disaring dan tepatkan dalam labu ukur 50 ml kemudian dianalisis dengan SSA.

3) Variasi Konsentrasi Kromium

Menyiapkan 50 ml larutan krom dengan variasi konsentrasi 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 dan 120 ppm, pH diatur pada pH yang memberikan serapan optimum, dan masukkan biomassa bulu ayam sebesar massa optimum ke dalam masing-masing larutan kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 30 menit. Larutan disaring dan tepatkan dalam labu ukur 50 ml, kemudian dianalisis dengan SSA.

4) Variasi Waktu Kontak

Biomassa bulu ayam ditimbang sesuai massa optimumnya kemudian dimasukkan ke dalam 50 ml larutan krom dengan konsentrasi optimum, pada pH optimum kemudian diaduk dengan pengaduk magnet dengan variasi waktu 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Larutan disaring dan tepatkan dalam labu ukur 50 ml, kemudian dianalisis dengan SSA.

5) Penentuan Konsentrasi Cr dalam Sampel Air Limbah

1) Preparasi Sampel Air Limbah

Sampel air limbah disaring kemudian diawetkan dengan menambahkan  $\text{HNO}_3$  pekat sampai pH kurang dari 2. Memasukkan 100 ml sampel air limbah yang sudah dikocok sampai homogen ke dalam gelas piala ditambah 5 ml asam

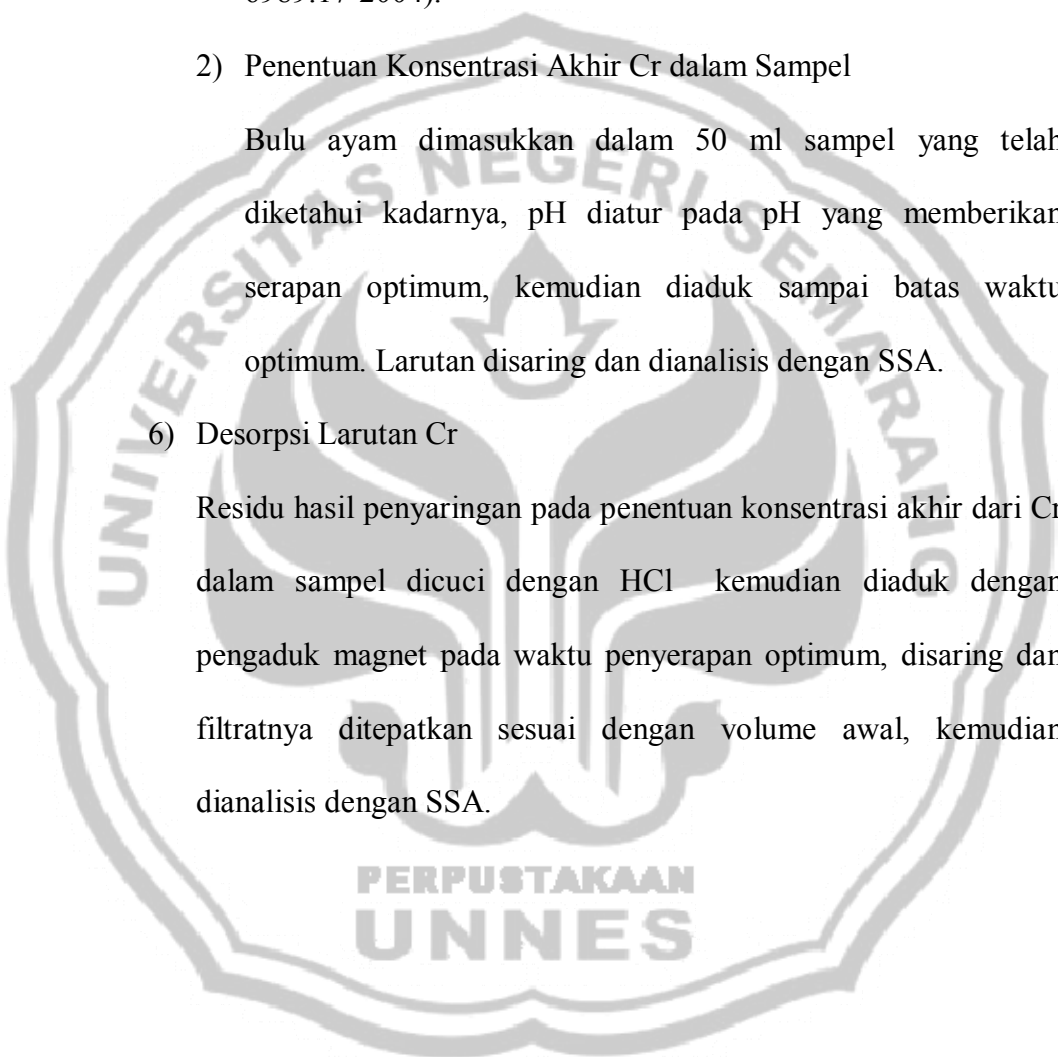
nitrat dan dipanaskan di pemanas listrik sampai larutan hampir kering. Kemudian ditambah 50 ml aquademin, masukkan ke dalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditepatkan 100 ml dengan aquademin dan dianalisis dengan SSA (SNI 06-6989.17-2004).

## 2) Penentuan Konsentrasi Akhir Cr dalam Sampel

Bulu ayam dimasukkan dalam 50 ml sampel yang telah diketahui kadarnya, pH diatur pada pH yang memberikan serapan optimum, kemudian diaduk sampai batas waktu optimum. Larutan disaring dan dianalisis dengan SSA.

## 6) Desorpsi Larutan Cr

Residu hasil penyaringan pada penentuan konsentrasi akhir dari Cr dalam sampel dicuci dengan HCl kemudian diaduk dengan pengaduk magnet pada waktu penyerapan optimum, disaring dan filtratnya ditepatkan sesuai dengan volume awal, kemudian dianalisis dengan SSA.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas tentang hasil adsorpsi ion logam Cr (total) dalam sampel limbah cair dari industri pelapisan logam dengan menggunakan bulu ayam. Penelitian ini meliputi preparasi adsorben, mencari pengaruh variasi pH larutan kromium, konsentrasi larutan kromium, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi kromium yang terserap pada proses adsorpsi, adsorpsi ion logam kromium (Cr) dalam sampel air limbah dengan adsorben bulu ayam serta proses desorpsinya. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pelapisan logam yang mengandung kromium. Berikut adalah karakteristik limbah cair pada industri pelapisan logam.

Tabel 4.1 Karakteristik cair kromium yang digunakan dalam penelitian ini

No.	Karakteristik	Pengamatan
1.	Fisik	
	a. Warna	Kuning jernih
	b. Bau	Memiliki bau yang khas
	c. Fase	Cair tanpa endapan
2.	Kimia	
	a. pH	2
	b. konsentrasi Cr total	11,2 ppm

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa penyerapan molekul-molekul dari suatu senyawa oleh permukaan zat padat. Molekul-molekul pada zat padat atau zat cair memiliki gaya yang tidak setimbang. Ketidaksetimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan zat padat atau zat cair tersebut cenderung menarik zat-zat lain atau gas yang bersentuhan pada permukaannya. Zat yang ada pada permukaan

padatan atau cairan disebut fasa teradsorpsi atau adsorbat sedangkan zat yang menyerap atau menariknya disebut adsorben.

Dalam penelitian ini digunakan adsorben bulu ayam karena dalam bulu ayam terdapat suatu protein yaitu sistein yang mengandung gugus tiol atau gugus sulfhidril (-SH) yang dapat mengikat ion logam. Ion logam kromium yang bermuatan positif akan berikatan dengan gugus tiol yang bermuatan negatif.

#### **4.1. Pembuatan Adsorben Bulu Ayam**

Sebelum digunakan sebagai adsorben, bulu ayam dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat. Bulu ayam dipotong kecil-kecil untuk memperbesar luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan adsorben semakin besar juga penyerapannya. Bulu ayam yang sudah halus direndam dengan dietil eter untuk menghilangkan lapisan lilin yang melekat pada permukaan bulu ayam. Adanya lapisan lilin ini dapat menghalangi penyerapan ion logam kromium pada bulu ayam. Bulu ayam yang sudah direndam dengan dietil eter disaring dan dikeringkan. Bulu ayam yang sudah kering dapat langsung digunakan untuk proses adsorpsi.



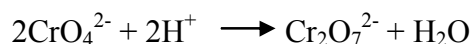
Gambar 4.1. Bulu ayam yang sudah dipotong

#### 4.2. Kapasitas adsorpsi bulu ayam

Kapasitas adsorpsi adalah kemampuan suatu adsorben dalam menyerap adsorbat dengan jumlah tertentu. Kapasitas adsorpsi bulu ayam terhadap ion logam kromium sebesar 14,49 mg/g dengan massa adsorben 0,3 g dan volume larutan 50 ml, konsentrasi yang digunakan sebesar 100, 110 dan 120 ppm. Dalam proses ini larutan kromium dikontakkan dengan adsorben dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 30 menit. Sebelum dianalisis larutan didiamkan selama 1 malam agar penyerapannya lebih maksimal. Data perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.

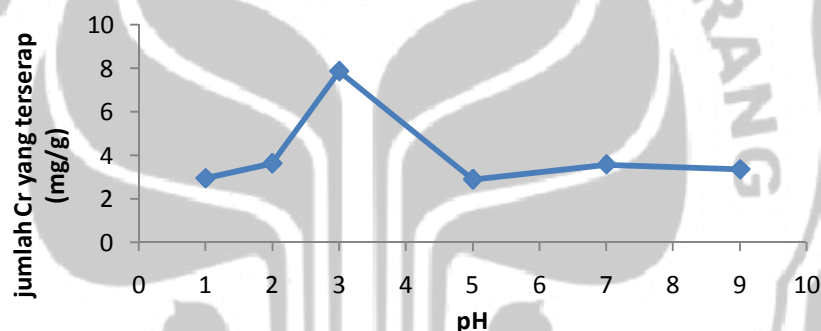
#### 4.3. Pengaruh pH Larutan Terhadap Hasil Adsorpsi Ion Logam Kromium

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh pH. Pada penelitian ini dilakukan variasi pH dari pH 1, 2, 3, 5, 7 dan 9. Kondisi awal dari larutan kromium yang akan digunakan berada pada pH 3. Untuk menurunkan nilai pH maka larutan kromium ditambah dengan asam dan untuk menaikkan pH harus ditambah dengan basa. Pada penelitian ini, pH 3 sebagai pH yang memberikan hasil penyerapan optimum yaitu sebesar 78 %. Pada kondisi ini ion  $\text{CrO}_4^{2-}$  berubah menjadi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dan sebagian tereduksi menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  akibat penambahan asam mineral encer saat pembuatan larutan. Ion  $\text{Cr}^{3+}$  kemudian akan bereaksi dengan gugus (-S).



.....(2)

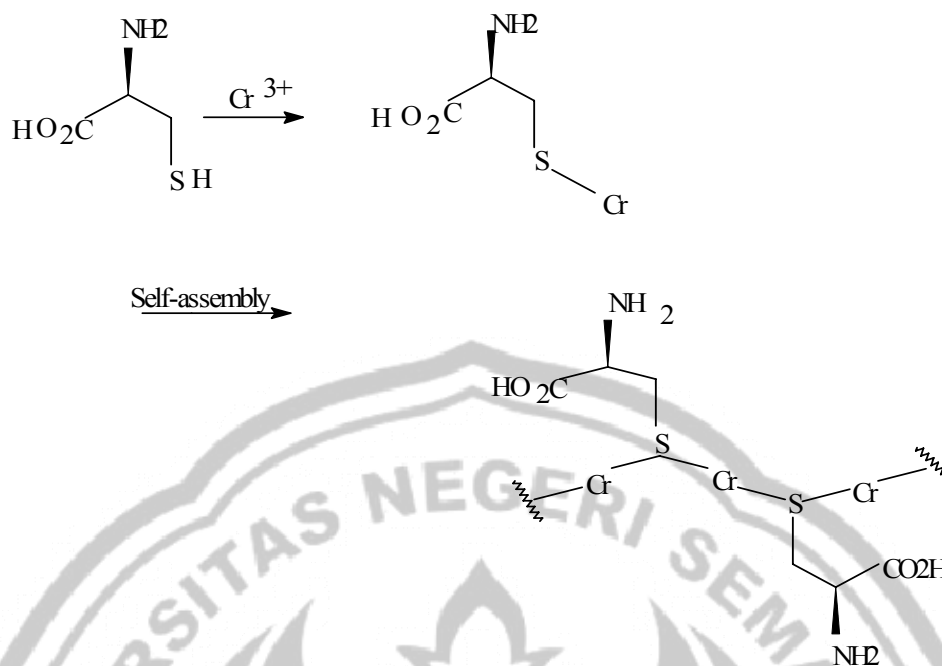
Sedangkan pada pH 2 penyerapannya hanya 36 %. Pada pH di bawah 3 jumlah proton melimpah akibat penambahan asam berlebih, peluang terjadinya pengikatan logam oleh adsorben relatif kecil. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi  $H^+$  yang terlalu tinggi akibat penambahan asam sehingga gugus fungsi negatif bereaksi dengan  $H^+$  dan menghalangi terikatnya ion logam pada gugus fungsi material tersebut (Delgado, 1998). Pada pH 5 ion kromium yang terserap sebesar 29 %. Hal ini dikarenakan penambahan NaOH untuk menaikkan pH menyebabkan penyerapan ion kromium berkurang karena sebagian ion  $Cr^{3+}$  bereaksi dengan  $OH^-$ .



Gambar 4.2 Grafik hubungan pH dan jumlah Cr yang terserap

Pada Gambar 4.3 ditunjukkan hubungan antara pH dan jumlah ion kromium yang terserap oleh bulu ayam. Data hasil perhitungan optimasi pH dapat dilihat pada Lampiran 3.





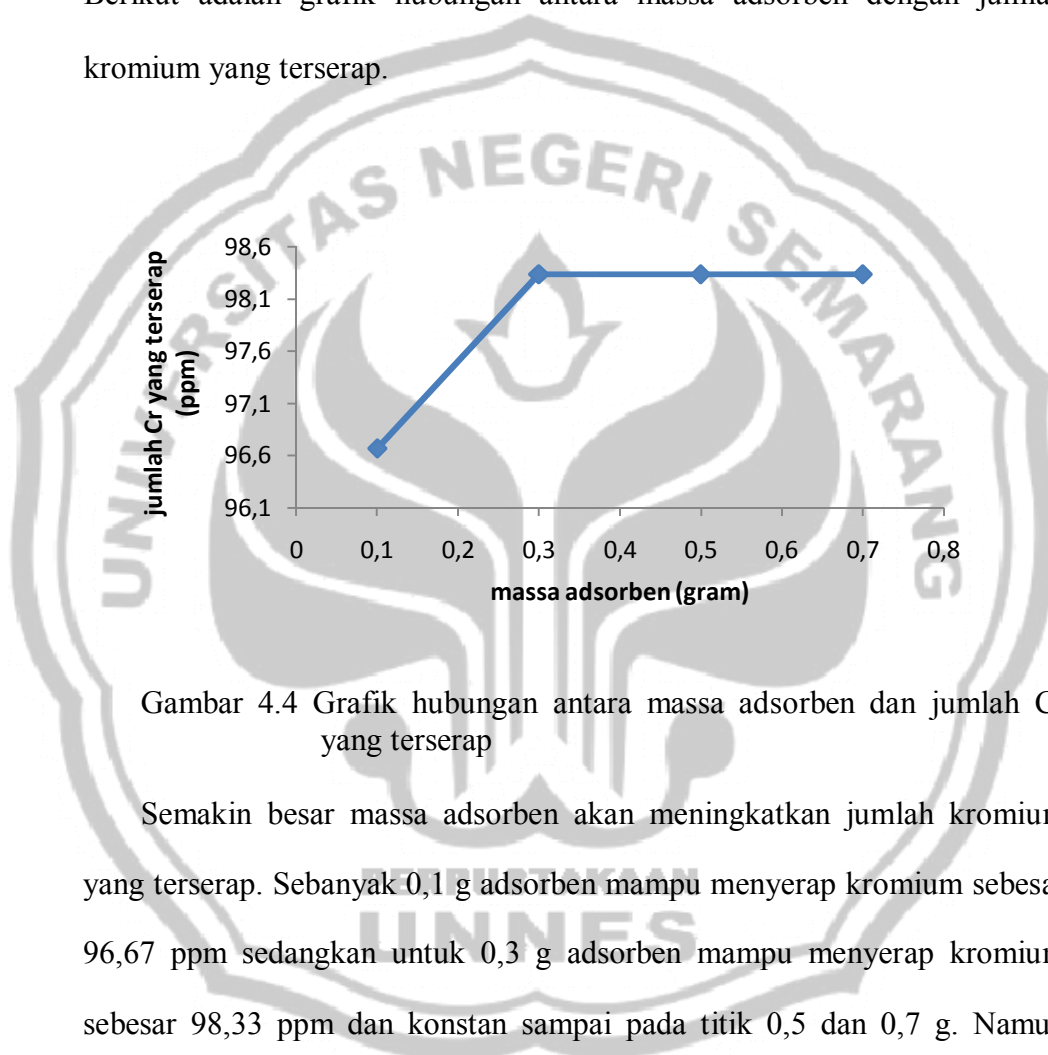
Gambar 4.3 Mekanisme reaksi antara sistein dan ion  $\text{Cr}^{3+}$   
<http://pubs.acs.org/search/advanced>

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan berat jenis lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$ , terletak di sudut kanan bawah daftar berkala, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari periode sampai 7 (Miettinen, 1977). Afinitas yang tinggi terhadap unsur S mendorong terjadinya ikatan logam berat dengan S pada setiap kesempatan.

#### 4.4. Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium.

Pada tahap ini dibuat variasi massa adsorben bulu ayam sebesar 0,1 g, 0,3 g, 0,5 g dan 0,7 g, dengan konsentrasi Cr 100 ppm pada kondisi pH 3. Bertambahnya massa atau jumlah adsorben akan memperluas luas permukaan. Pada proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan

yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatnya luas permukaan. Jika permukaan gugus aktif dari adsorben menjadi lebih luas maka jumlah ion logam Cr yang terserap pada bulu ayam semakin banyak. Berikut adalah grafik hubungan antara massa adsorben dengan jumlah kromium yang terserap.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara massa adsorben dan jumlah Cr yang terserap

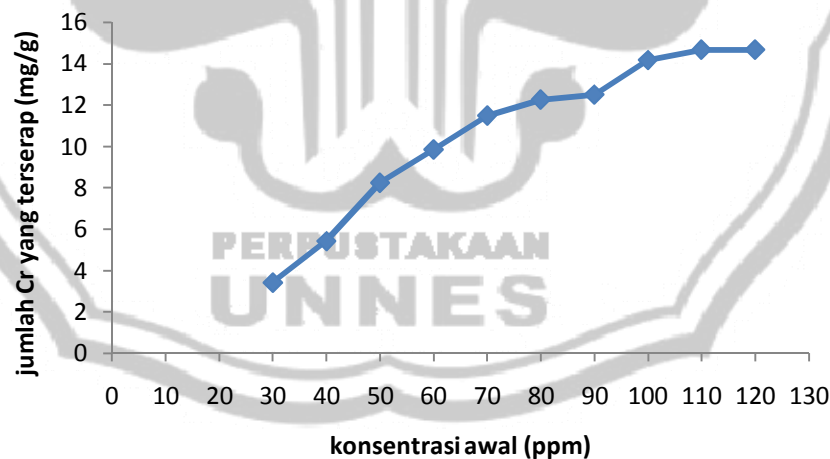
Semakin besar massa adsorben akan meningkatkan jumlah kromium yang terserap. Sebanyak 0,1 g adsorben mampu menyerap kromium sebesar 96,67 ppm sedangkan untuk 0,3 g adsorben mampu menyerap kromium sebesar 98,33 ppm dan konstan sampai pada titik 0,5 dan 0,7 g. Namun semakin besar massa adsorben kapasitas adsorpsinya akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan konsentrasi kromium yang digunakan sama yaitu 100 ppm sedangkan massa adsorben yang digunakan semakin besar.

#### 4.5. Pengaruh Konsentrasi Kromium Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium.

Konsentrasi ion logam yang diserap berhubungan dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan adsorben, jika jumlah sisi aktif pada adsorben lebih besar dari jumlah ion logam yang akan diserap maka efisiensi penyerapan akan tinggi. Namun pada kondisi tertentu efisiensi penyerapan akan konstan karena telah terjadi kejenuhan pada adsorben.

Pada tahap ini, dibuat variasi konsentrasi kromium sebesar 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 dan 120 ppm dalam kondisi pH optimum. Larutan kromium dikontakan dengan 0,3 gram adsorben bulu ayam selama 30 menit, kemudian disaring dan filtratnya dianalisis dengan AAS.

Berdasarkan data variasi konsentrasi ini diperoleh hasil hubungan antara konsentrasi awal larutan kromium dengan jumlah kromium yang terserap.



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara konsentrasi awal dan jumlah Cr yang terserap.

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi larutan kromium maka konsentrasi kromium yang terserap

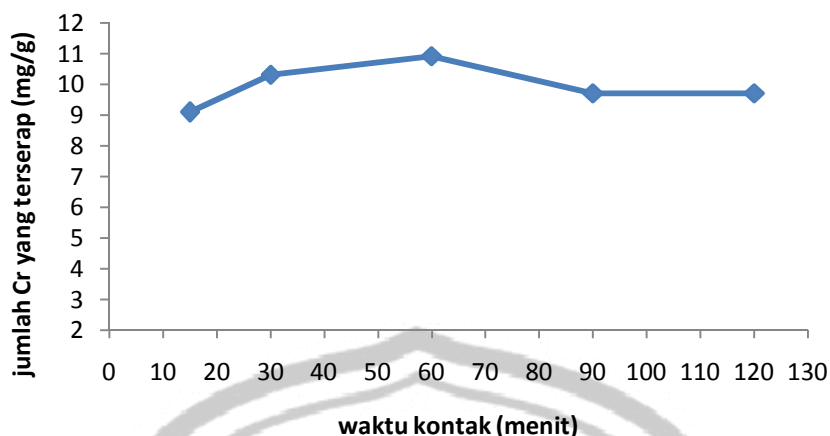
semakin besar. Namun pada konsentrasi 100 sampai 120 ppm, jumlah kromium yang terserap cenderung stabil.

#### **4.6. Pengaruh Waktu Kontak Larutan Terhadap Adsorpsi Ion Logam Kromium.**

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Waktu kontak untuk mencapai keadaan setimbang pada proses serapan logam oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam (Bernasconi, 1995).

Optimasi waktu kontak larutan kromium dengan adsorben bulu ayam dilakukan dengan variasi waktu kontak 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Larutan kromium yang digunakan dalam optimasi ini adalah 100 ppm pada kondisi pH optimum dan massa adsorben optimum. Larutan kromium 100 ppm dikontakan dengan 0,3 gram adsorben bulu ayam di atas pengaduk magnet sesuai dengan variasi waktu kontak. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan AAS.

Dari percobaan di atas diperoleh hasil absorbansi yang menunjukkan besarnya konsentrasi kromium yang terserap pada tiap optimasi waktu. Data hasil percobaan dibuat grafik seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara waktu kontak dan konsentrasi Cr yang terserap.

Pada waktu kontak 15 menit konsentrasi kromium yang terserap sebesar 54,5455 ppm. Pada menit ke-30 konsentrasi kromium yang terserap naik menjadi 61,8182 ppm dan pada menit ke-60 naik lagi menjadi 65,4545 ppm. Sedangkan pada waktu kontak 90 menit konsentrasi kromium justru menurun menjadi 58,1818 ppm dan konstan sampai menit ke-120. Menurunnya konsentrasi ini dikarenakan permukaan adsorben sudah terlalu jenuh dan ada kemungkinan terjadi desorpsi.

Semakin lama waktu kontak antara ion logam kromium dan adsorben bulu ayam memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan ion logam, namun jika terlalu lama dapat menurunkan tingkat penyerapan. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak dapat mengakibatkan desorpsi, yaitu lepasnya ion logam kromium yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben.

#### 4.7. Hasil Penyerapan Kromium dari Sampel Limbah oleh Adsorben Bulu Ayam.

Adsorben bulu ayam yang telah diketahui kondisi optimumnya akan digunakan untuk menurunkan kadar ion logam kromium dalam limbah industri pelapisan logam. Sampel limbah kromium ini didapatkan di kawasan industri rumah tangga di daerah Tegal Jawa Tengah. Karakteristik limbah yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Sebelum limbah yang mengandung kromium ini diserap, dilakukan preparasi terlebih dahulu. Pertama sampel diawetkan dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat sampai pH kurang dari 2. Sampel yang sudah dikocok sampai homogen kemudian diambil 100 ml dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan 5 ml  $\text{HNO}_3$  untuk melarutkan logam-logamnya. Sampel dipanaskan sampai hampir kering, kemudian ditambah 50 ml air suling disaring dan ditepatkan di labu ukur 100 ml. Sampel kemudian dianalisis dengan SSA (SNI 06-6989.17-2004).

Kadar logam kromium dalam sampel sebelum dilakukan proses adsorpsi adalah sebesar 11,2 ppm. Pada penyerapan sampel limbah ini digunakan 30 mg bulu ayam untuk mengadsorpsi logam kromium yang ada dalam sampel. Sampel kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 60 menit. Setelah diaduk sampel disaring dan filtratnya dianalisis dengan SSA. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa logam kromium yang terdapat pada sampel sudah tidak dapat terdeteksi oleh SSA. Berikut adalah tabel hasil adsorpsi kromium dalam sampel limbah oleh bulu ayam.

Tabel 4.2 hasil adsorpsi kromium dalam sampel limbah oleh bulu ayam.

Konsentrasi awal	Konsentrasi akhir
11,2 ppm	ttd*

\*ttd : tidak terdeteksi oleh SSA model Analyst 100 Perkin Elmer.

#### 4.8. Hasil Analisis Desorpsi Kromium.

Salah satu keuntungan menggunakan biomaterial sebagai adsorben adalah mudah diregenerasi. Regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* logam-logam yang telah disisihkan (Indah dkk, 2007). Desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan yang dikenal dengan agen desorpsi. Dalam penelitian ini digunakan HCl sebagai agen desorpsi. Adsorben bulu ayam yang telah digunakan untuk menyerap limbah kromium dikontakkan dengan HCl, kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 60 menit. Setelah 60 menit larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan AAS untuk mengetahui banyaknya ion logam yang terdesorpsi. Pencucian dengan HCl ini dilakukan sebanyak dua kali.

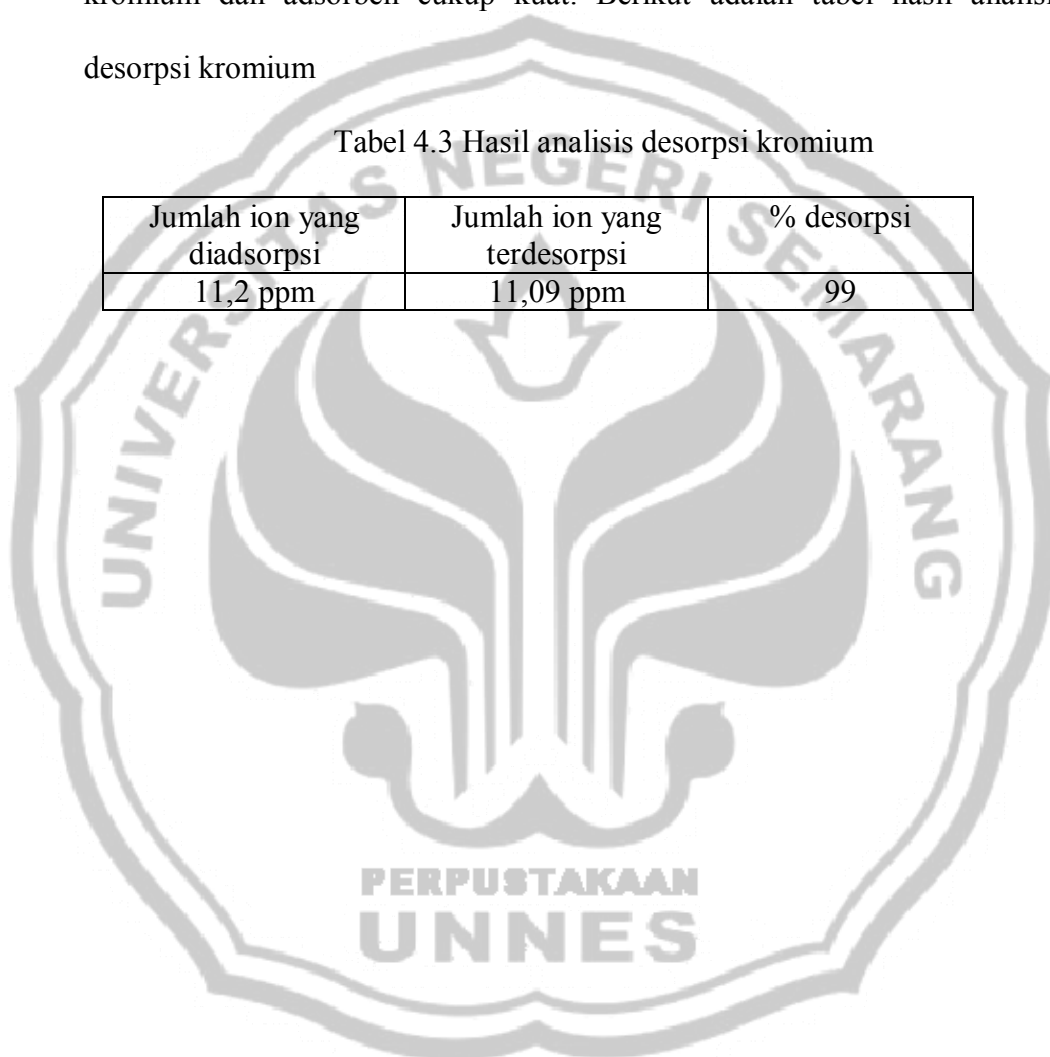
Larutan HCl digunakan sebagai agen desorpsi karena pada medium asam, gugus sulfhidril pada adsorben terprotonasi dan tidak menarik ion logam yang bermuatan positif, sehingga terjadi pelepasan ion-ion logam ke dalam larutan atau agen desorpsi. Persen desorpsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ desorpsi} = \frac{\text{jumlah ion yang didesorpsi}}{\text{jumlah ion yang diadsorpsi}} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Berdasarkan hasil analisis didapatkan kromium sebesar 11,09 ppm atau sebesar 99 %. Dalam desorpsi ini tidak semua ion logam kromium yang terserap dapat dilepaskan dari adsorben, masih ada ion logam kromium yang terikat pada adsorben. Ini mungkin disebabkan karena ikatan antara logam kromium dan adsorben cukup kuat. Berikut adalah tabel hasil analisis desorpsi kromium

Tabel 4.3 Hasil analisis desorpsi kromium

Jumlah ion yang diadsorpsi	Jumlah ion yang terdesorpsi	% desorpsi
11,2 ppm	11,09 ppm	99





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.2 SIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Adsorben bulu ayam dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam kromium dalam limbah pelapisan logam. Dengan 30 mg adsorben mampu menyerap limbah kromium sebanyak 50 ml dengan kadar awal kromium 560  $\mu$ gram.
2. Kapasitas adsorpsi optimal dari bulu ayam dalam menyerap ion logam kromium sebesar 14,49 mg/g.
3. Semakin tinggi nilai pH kemampuan adsorben dalam menyerap kromium semakin menurun, namun jika pH terlalu rendah konsentrasi kromium yang terserap semakin berkurang. Bertambahnya massa adsorben dan konsentrasi awal kromium akan meningkatkan konsentrasi kromium yang terserap. Namun pada konsentrasi yang berlebih, jumlah kromium yang terserap cenderung stabil karena adsorben sudah jenuh. Semakin lama waktu kontak memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan. Namun jika terlalu lama dapat mengakibatkan desorpsi.

#### **5.2 SARAN**

1. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai mekanisme maupun kinetika reaksi pada proses adsorpsi ion logam oleh bulu ayam.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai komparasi efektifitas bulu ayam sebagai adsorben terhadap logam Cr (III) dan Cr (VI).
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aplikasi adsorben bulu ayam terhadap limbah industri yang lain.



## DAFTAR PUSTAKA

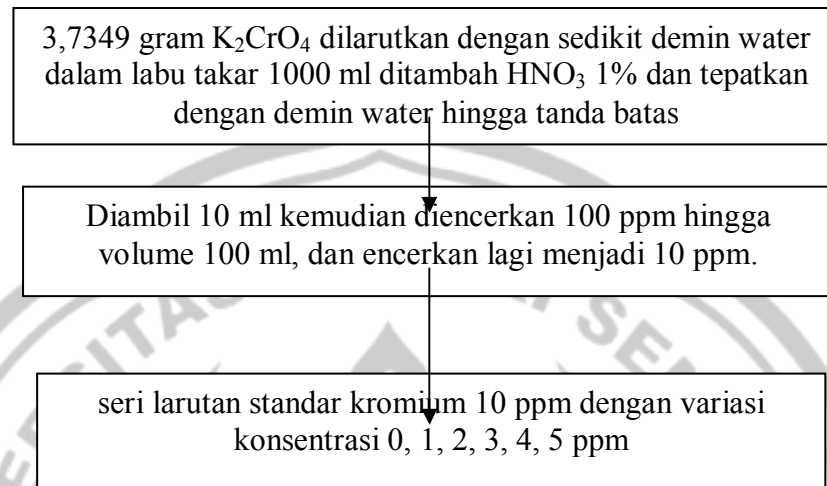
- Alberty, R.A dan Daniel, F. 1983. *Kimia Fisika* (Alih bahasa: DR. N.M Surdia). Jakarta: Erlangga.
- Atkins, P.W. 1997. *Kimia Fisika* (Alih bahasa: Dra. Irma I.K). Jakarta: Erlangga.
- Bernasconi, G., H. Gerster, H. Hawster, H. Stauble dan E. Schneiter. 1995. *Teknologi Kimia bagian 2*. (Alih bahasa: Lienda Handojo). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Cook, T.M dan D.J. Cullen. 1986. *Industri Kimia Operasi Aspek-aspek Keamanan dan Kesehatan* (Alih bahasa: Ir. Theresia Sri Utami). Jakarta: PT Gramedia.
- Diantariani, N.P, I W. Sudiarta dan N.K Elantiani. 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr (VI) pada Biosorben Rumput laut. *Jurnal Kimia*. 2 (1): 45-52.
- De la Rossa, G, H.E., Reynel-Avila, A. Bonilla-Petriciolet, I. Cano-Rodriguez, C. Velasco-Santos, dan A.I. Martinez-hernandez. 2008. Recycling Poultry Feathers for Pb Removal from Wastewater: Kinetic and Equilibrium Studies. *Engineering and Technology journal*: 394-402.
- Delgado, A. L., A.M. Anserlmo, J.M. Novais. 1998. Heavy Metal Biosorption by Dried Powdered Mycelium of *Fusarium falciparum*. *J. Water Res.* 70 (3): 370-374.
- Giyatmi, Zaenal Kamal dan Damajati Melati, 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah cair Industri perak di Kota Gede Setelah diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. [http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/5\\_Giyatmi99-106.pdf](http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/5_Giyatmi99-106.pdf) ( akses tanggal 19 oktober 2009)
- Haryani, K. 2007. pembuatan Khitosan dari Kulit Udang Untuk Mengadsorpsi Logam Krom (Cr<sup>6+</sup>) dan Tembaga (Cu). *Reaktor*. 11 (2) : 86-90.
- Hermawanti, Galuh Rizki. 2009. *Analisis Tembaga melalui Proses Kopresipitasi menggunakan Nikel Dibatiliditiokarbamat Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi. Semarang: UNNES.
- <http://pubs.acs.org/search/advanced>
- Indah, Shinta dan Rohaniah. 2007. *Penyisihan Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah dengan Menggunakan Kulit Jagung (Zea mays L.) sebagai Adsorben*, Laporan Penelitian, Dana DIPA Universitas Andalas Tahun Anggaran 2007.

- Kartohardjono, Sutrasno. M. Ali Lukman dan G.P. manik. 2008. *Penentuan Kulit Batang Jambu Biji (Psidium guajava) Untuk adsorpsi Cr (VI) dari Larutan*. Tersedia pada <http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/11/92eb8f9ca6cc7f96543eec13c680c68b6d9d85aa.pdf> (akses tanggal 23 oktober 2009)
- Khopkar, S.M, 1984. *Konsep Dasar Kimia Analitik (terjemahan)*. Jakarta : UI Press.
- Lehninger, Albert L.1982.*Dasar-dasar Biokimia* (Alih bahasa: DR. IR. Maggy Thenawidjaja) .Jakarta:Erlangga
- Meini, Kurniyati Dwi. 2003. *Pengurangan Kadar ion Pb (II) dan Co (II) dari Dalam Air dengan Proses Koagulasi*. Skripsi. Semarang: UNNES.
- Miettinen, J. K. 1977. Inorganic Trace Element as Water Pollution to Health Man and Aquatic Biota dalam F. Coulation dan E. Mrak, Ed., Water Quality Process of an Int. *Forum Academics Press. New York* :133-136.
- Nazzarudin. 1995. *Studi Pendahuluan Penurunan Kadar Ion Cu(II) dalam Air dengan Menggunakan Adsorben Rambut Manusia*. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Kimia FMIPA. Surabaya: ITS.
- Ni'mah, Yatim Lailun dan Ita Ulfin. 2007. Penurunan Kadar Tembaga dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. *Akta Kimindo*. 2, (1): 57-66.
- Pecsok, R.L.,Shields, L.D., Cairns, T., dan McWilliam, I.G., 1976, *Modern of Chemical Analysis*, 2<sup>rd</sup>ed, NewYork: John Wiley and Sons.
- Pettruci dan Ralph, H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*. Terjemahan Suminar Achmad, edisi ke empat, jilid 3. Jakarta: Erlangga.
- Slamet. 2005. Pengolahan Limbah Organik (Fenol) dan Logam Berat (Cr<sup>6+</sup> atau Pt<sup>4+</sup>) Secara Simultan dengan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>,ZnO-TiO<sub>2</sub>, dan CdS-TiO<sub>2</sub>, Universitas Indonesia. Jakarta. *Makara, Teknologi*. 9, (2): 66-71.
- Sugiharto, Eko.1992. *Atomic Absorption Spectrometry*. Yogyakarta: UGM
- Vogel. 1990. *Buku teks analisis anorganik kualitatif makro dan semi mikro*. (Alih bahasa: Setiono A dan Pujaatmaka). Jakarta: PT. Kalman media pustaka.
- Wagini, R dan Sukaryono I.D.2008. Studi Penentuan Efektivitas Penyaringan Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) pada Sistem Penyaring Elektromagnetik. *BSS*. 241, (1):1-15.
- Widihati, Gede I.A. 2008. Adsorpsi Anion Cr (VI) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.*Jurnal Kimia*. 2(1) :25-30.

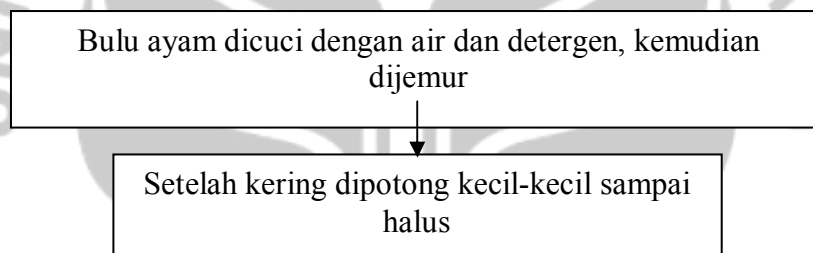
## LAMPIRAN I.

### DIAGRAM ALIR PENELITIAN

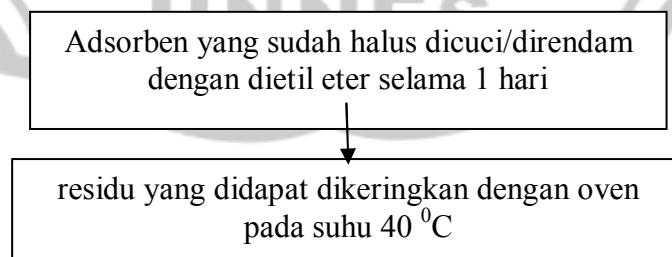
- a. Pembuatan larutan standar kromium 1000 ppm dan kurva kalibrasinya.



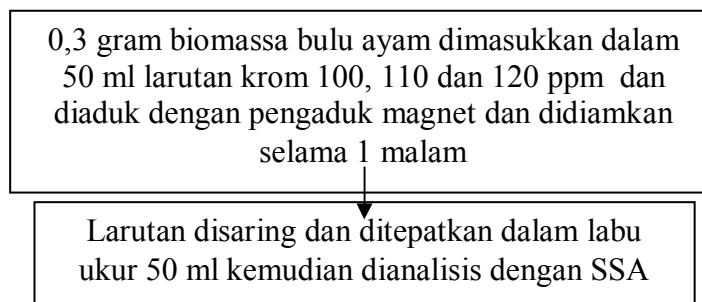
- b. Pembuatan adsorben biomassa bulu ayam



- c. Pencucian adsorben dengan pelarut organik

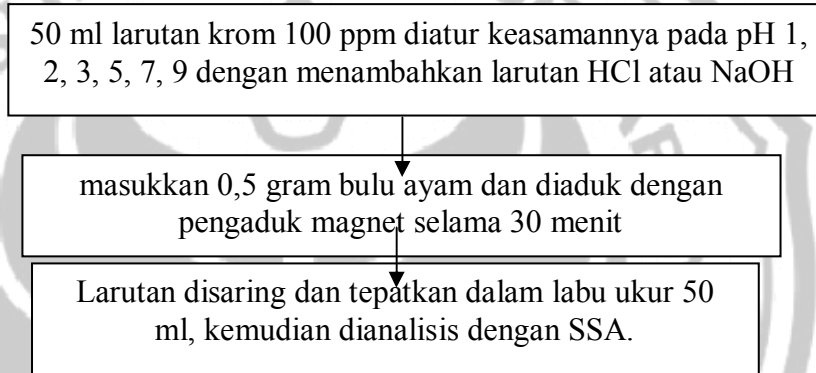


## d. Penentuan kapasitas adsorpsi

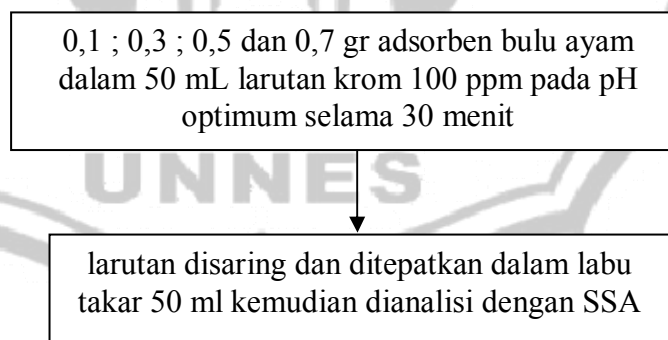


## e. Optimasi penyerapan ion logam krom oleh biomassa bulu ayam

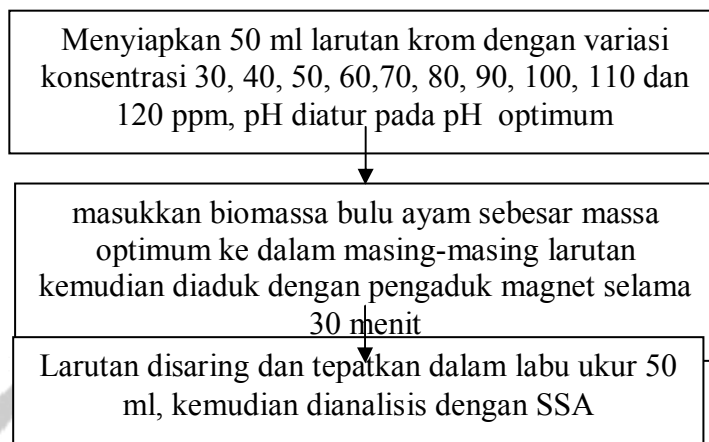
## 1 Optimasi pH



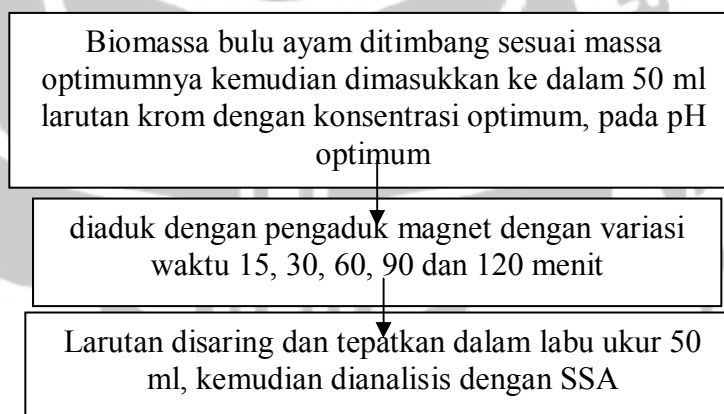
## 2 Optimasi massa



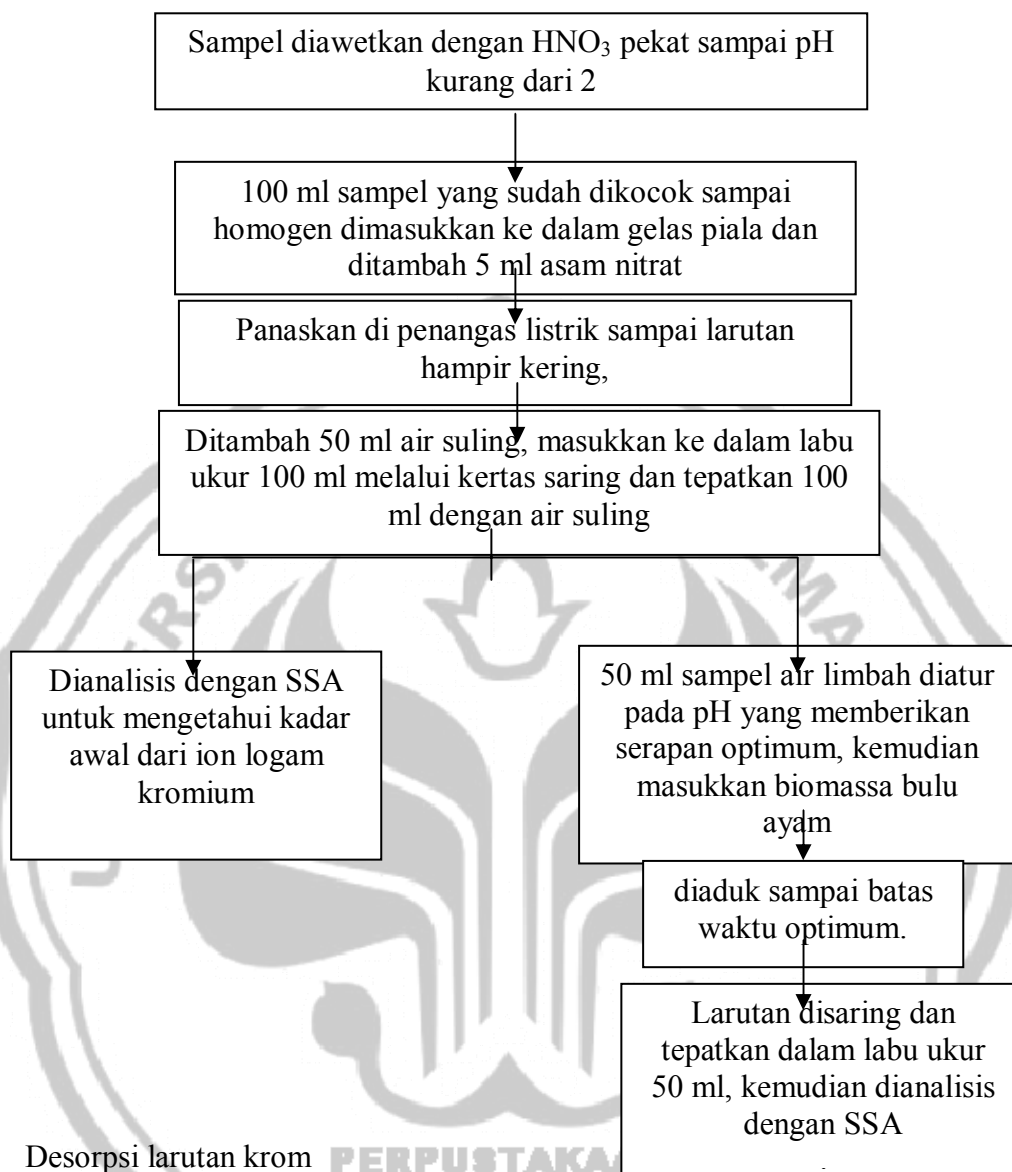
### 3 Optimasi konsentrasi krom



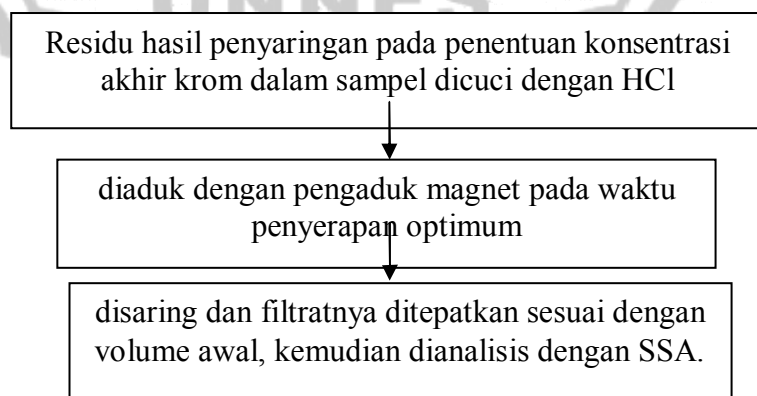
### 4 Optimasi waktu kontak



## f. Preparasi sampel air limbah yang mengandung ion logam kromium



## g. Desorpsi larutan krom





## LAMPIRAN 2.

## ANALISIS DATA

- a. Pembuatan larutan standar kromium 1000 ppm.

$$\frac{Ar Cr}{Mr K_2CrO_4} = \frac{mg Cr}{mgK_2CrO_4}$$

$$\frac{51,996}{194,20} = \frac{1000}{mgK_2CrO_4}$$

$$\begin{aligned} 0,2677 mg &= 1000 \\ mg &= 3734,9 \\ &= 3,7349 g \end{aligned}$$

3,7349 gram  $K_2CrO_4$  dilarutkan dalam 1000 ml aquademin.

Pembuatan larutan kalibrasi

1 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 10 &= 10 \times 1 \\ V_1 &= 1 \text{ ml} \end{aligned}$$

2 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 10 &= 10 \times 2 \\ V_1 &= 2 \text{ ml} \end{aligned}$$

3 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 10 &= 10 \times 3 \\ V_1 &= 3 \text{ ml} \end{aligned}$$

4 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 = 10 \times 4$$

$$V_1 = 4 \text{ ml}$$

5 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

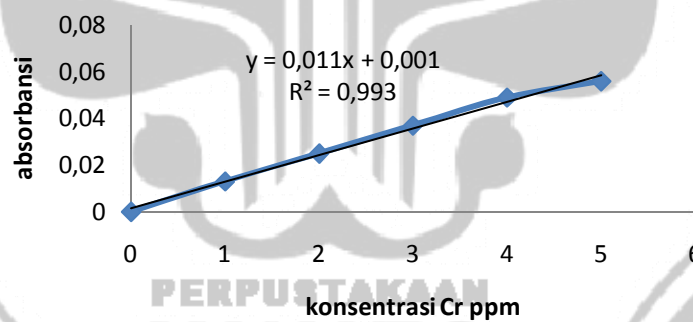
$$V_1 \times 10 = 10 \times 5$$

$$V_1 = 5 \text{ ml}$$

b. Data Absorbansi Kalibrasi Standar Cr.

Konsentrasi (ppm)	absorbansi
0	0
1	0,013
2	0,025
3	0,037
4	0,049
5	0,056

**kurva kalibrasi**



c. Penentuan kapasitas adsorpsi

Harga kapasitas adsorpsi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

Untuk konsentrasi awal 100 ppm

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_o - C_t)V}{w}$$

$$\frac{x}{m} = \frac{(85)0,05}{0,3} = 14,16 \text{ mg/g}$$

Untuk konsentrasi awal 110 ppm

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_o - C_t)V}{w}$$

$$\frac{x}{m} = \frac{(88)0,05}{0,3} = 14,66 \text{ mg/g}$$

Untuk konsentrasi awal 120 ppm

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_o - C_t)V}{w}$$

$$\frac{x}{m} = \frac{(88)0,05}{0,3} = 14,66 \text{ mg/g}$$

Rata-rata kapasitas adsorpsi: 14,49 mg/g

d. Penentuan kondisi optimum

**Optimasi pH**

Dengan menggunakan persamaan kurva kalibrasi dapat ditentukan nilai pH optimum. Pada optimasi ini diperoleh pH 3 sebagai pH optimum.

$$y = 0,011x + 0,001$$

$$0,048 = 0,0011x + 0,001$$

$$0,048 - 0,001 = 0,011x$$

$$x = 4,2727 \text{ ( 5x pengenceran)}$$

$$= 21,3635 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap: } C_0 - C_t = 100 - 21,3635 = 78,6365 \text{ ppm}$$

Dengan massa 0,5 gram dan volume larutan 50 ml, maka diperoleh:

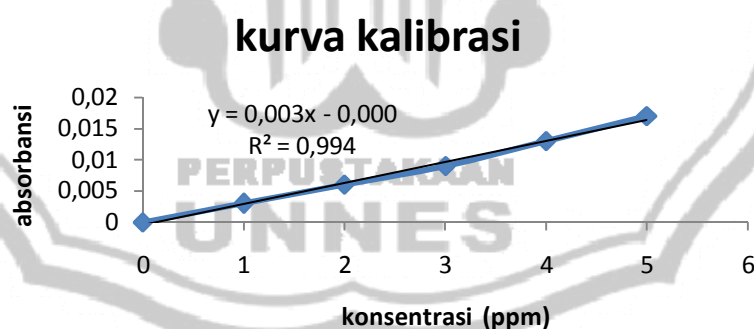
$$x/m \text{ (mg/g)} = \frac{(C_0 - C_t) \text{ mg/L} \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{massa Adsorben (gram)}}$$

$$= \frac{78,6365 \times 0,05}{0,5}$$

$$= 7,86365 \text{ mg/g}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh data sebagai berikut:

No.	Adsorben (gr)	Waktu kontak (menit)	pH	$C_0$ (konsentrasi awal) ppm	$C_0 - C_t$ (konsentrasi yang terserap) ppm	$x/m$ (mg/g)
1.	0,5	30	1	100	29,5455	2,9545
2.	0,5	30	2	100	36,363	3,6363
3.	<b>0,5</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>78,6365</b>	<b>7,86365</b>
4.	0,5	30	5	100	29,091	2,9091
5.	0,5	30	7	100	35,9091	3,59091
6.	0,5	30	9	100	33,6365	3,36365



### Optimasi massa

Dengan menggunakan rumus yang sama dapat ditentukan massa optimum dan nilai kapasitasnya sebagai berikut :

$$y = 0,003x - 0,000$$

$$0,001 = 0,003x - 0,000$$

$$0,003x = 0,001$$

$$x = 0,333 \text{ (5x pengenceran)}$$

$$= 1,6667 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap :  $100 - 1,6667 = 98,333 \text{ ppm}$

Dengan massa 0,3 gram dan volume larutan 50 ml, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} x/m \text{ (mg/g)} &= \frac{(C_o - C_t) \text{ mg/L} \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{massa Adsorben (gram)}} \\ &= \frac{98,333 \times 0,05}{0,3} \\ &= 16,3889 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh data sebagai berikut:

No.	Adsorben (gr)	Waktu kontak (menit)	pH	C <sub>o</sub> (konsentrasi awal) ppm	C <sub>o</sub> -C <sub>t</sub> (konsentrasi yang terserap) ppm	x/m (mg/g)
1.	0,1	30	3	100	96,67	48,335
<b>2.</b>	<b>0,3</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>98,33</b>	<b>16,388</b>
3.	0,5	30	3	100	98,33	9,833
4.	0,7	30	3	100	98,33	7,023

### Optimasi konsentrasi

Dengan menggunakan rumus yang sama konsentrasi optimum dan kapasitasnya juga dapat ditentukan.

$$y = 0,010x - 0,002$$

$$0,0055 + 0,002 = 0,010x$$

$$0,010 \times = 0,0075$$

$$x = 0,75 \text{ (20x pengenceran)}$$

$$= 15 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap : } 100 - 15 = 85 \text{ ppm}$$

Dengan massa 0,3 gram dan volume larutan 50 ml, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} x/m \text{ (mg/g)} &= \frac{(C_0 - C_t) \text{ mg/L} \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{massa Adsorben (gram)}} \\ &= \frac{85 \times 0,05}{0,3} \\ &= 14,166 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh data sebagai berikut:

No.	Adsorben (gr)	Waktu kontak (menit)	pH	C <sub>0</sub> (konsentrasi awal) ppm	C <sub>0</sub> -C <sub>t</sub> (konsentrasi yang terserap) ppm	x/m (mg/g)
1.	0,3	30	3	30	20,546	3,4243
2.	0,3	30	3	40	32,546	5,4243
3.	0,3	30	3	50	49,454	8,2424
4.	0,3	30	3	60	59,090	9,8484
5.	0,3	30	3	70	68,909	11,4848
6.	0,3	30	3	80	73,545	12,2575
7.	0,3	30	3	90	75	12,500
8.	<b>0,3</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>14,166</b>
9.	0,3	30	3	110	88	14,666
10.	0,3	30	3	120	88	14,666

### Optimasi waktu

Dengan menggunakan rumus yang sama waktu optimum juga dapat ditentukan

$$y = 0,011x + 0,001$$

$$0,020 - 0,001 = 0,011x$$

$$0,019 = 0,011x$$

$$x = 1,72727 \text{ (20x pengenceran)}$$

$$= 34,54545 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi terserap} : 100 - 34,54545 = 65,45455 \text{ ppm}$$

Dengan massa 0,3 gram dan volume larutan 50 ml, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} x/m \text{ (mg/g)} &= \frac{(C_0 - C_t) \text{ mg/L} \times \text{Volume larutan (L)}}{\text{massa Adsorben (gram)}} \\ &= \frac{65,4545 \times 0,05}{0,3} \\ &= 10,9090 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh data sebagai berikut:

No.	Adsorben (gr)	Waktu kontak (menit)	pH	C <sub>0</sub> (konsentrasi awal) ppm	C <sub>0</sub> -C <sub>t</sub> (konsentrasi yang terserap) ppm	x/m (mg/g)
1.	0,3	15	3	100	54,545	9,0909
2.	0,3	30	3	100	61,818	10,3030
3.	<b>0,3</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>65,454</b>	<b>10,9090</b>
4.	0,3	90	3	100	58,181	9,6969
5.	0,3	120	3	100	58,181	9,6969

e. Hasil analisis desorpsi kromium

$$\% \text{ desorpsi} = \frac{\text{jumlah ion yang didesorpsi}}{\text{jumlah ion yang diadsorpsi}} \times 100$$

$$= \frac{11,09}{11,2} \times 100$$

$$= 99 \%$$

**LAMPIRAN 3.****DOKUMENTASI PENELITIAN**

Larutan standar



Larutan untuk optimasi massa





Larutan untuk optimasi pH  
sebelum diadsorpsi



Pengadukan dengan stirrer

Larutan untuk optimasi pH setelah  
diadsorpsi



Analisis sampel dengan SSA

