



**SINTESIS BIOMASSA BULU AYAM TERAKTIVASI
NaOH/Na₂SO₃ SEBAGAI PENURUN KADAR LOGAM
TEMBAGA DALAM LARUTAN**

Skripsi

**disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

Program Studi Kimia

oleh

Fahrizal Nor

4311409049

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

2013

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam Skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.



PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 30 Juli 2013

Pembimbing I,

Drs. Wisnu Sunarto, M.Si
NIP. 195207291984031001

Pembimbing II,

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



PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

”Sintesis Biomassa Bulu Ayam Teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ Sebagai Penurun
Kadar Logam Tembaga Dalam Larutan”

disusun oleh

Nama : Fahrizal Nor

NIM : 4311409049

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas
Negeri Semarang pada tanggal

Panitia:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si
NIP. 196310121988031001

Dra. Woro Sumarni, M.Si
NIP.196507231993032001

Ketua Penguji

Drs. Subiyanto HS, M.Si
NIP. 195104211975011002

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama,

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping,

Drs. Wisnu Sunarto, M.Si
NIP. 195207291984031001

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

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

*Pintu kebahagiaan terbesar adalah do'a kedua orang tua.
Berusahalah mendapatkan do'a itu dengan berbakti kepada
mereka berdua agar do'a mereka menjadi benteng yang kuat
yang menjagamu dari semua hal yang tidak disukai.*

Ya Allah ya Tuhanku...

*Pasrahkanlah aku dengan takdirMu
Sesungguhnya apa yang telah engkau takdirkan adalah yang
terbaik untukku karena engkau Maha mengetahui segala yang
terbaik untuk hambamu.*

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang

Bapak dan Ibu tersayang

Adikku Muhammad Khanif tersayang

Teman-teman Go_Kill tersayang

Teman-teman seperjuangan Kimia Angkatan 2009

Semua orang yang aku sayangi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Sintesis Biomassa Bulu Ayam Teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ Sebagai Penurun Kadar Logam Tembaga Dalam Larutan". Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan, kerjasama, dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Wisnu Sunarto, M.Si sebagai Pembimbing I yang telah memberikan petunjuk, arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Drs. Subiyanto HS, M.Si sebagai Penguji yang telah memberi saran kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan bekal dalam penyusunan skripsi ini.
8. Kedua orang tua tersayang, Bapak Maftukhin dan Ibu Zumrotun atas doa, kasih sayang, nasihat, pengertian, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

9. Adikku tersayang, Mukhammad Khanif atas doa dan dukungan kepada penulis.
10. Mas Huda, Mbak Dian, Bu Martin, Mbak Fitri dan seluruh laboran serta teknisi laboratorium Kimia UNNES atas bantuan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.
11. Sahabat-sahabat terbaikku Go_Kill (Nova, Devita, Dyah, Ina, Uswa, Harits, Aziz, Natan, Tania, Ulil) atas dukungannya.
12. Ulfa Syarofina atas doa, motivasi, nasihat, keceriaan, serta kasih sayang yang diberikan kepada penulis.
13. Teman-teman seperjuangan Kimia 2009 atas motivasi dan kebersamaannya selama ini. *We are agent of change, success for all.*
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, 30 Juli 2013

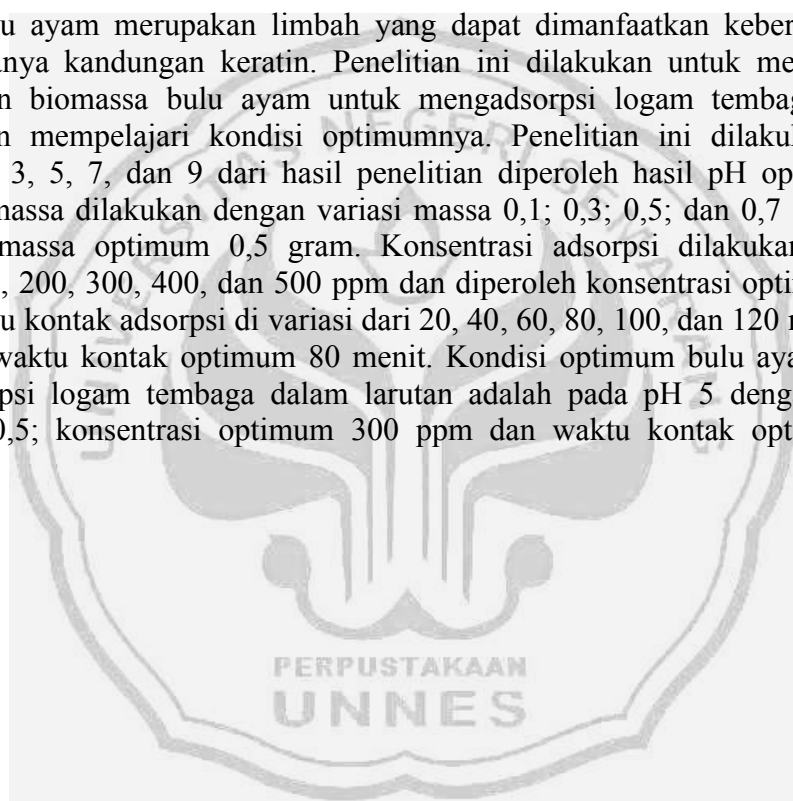
Penulis

ABSTRAK

Nor Fahrizal, 2013. **“Sintesis Biomassa Bulu Ayam Teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ Sebagai Penurun Kadar Logam Tembaga Dalam Larutan”**. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Drs. Wisnu Sunarto, M.Si dan Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si.

Kata kunci: tembaga, bulu ayam, adsorpsi, desorpsi

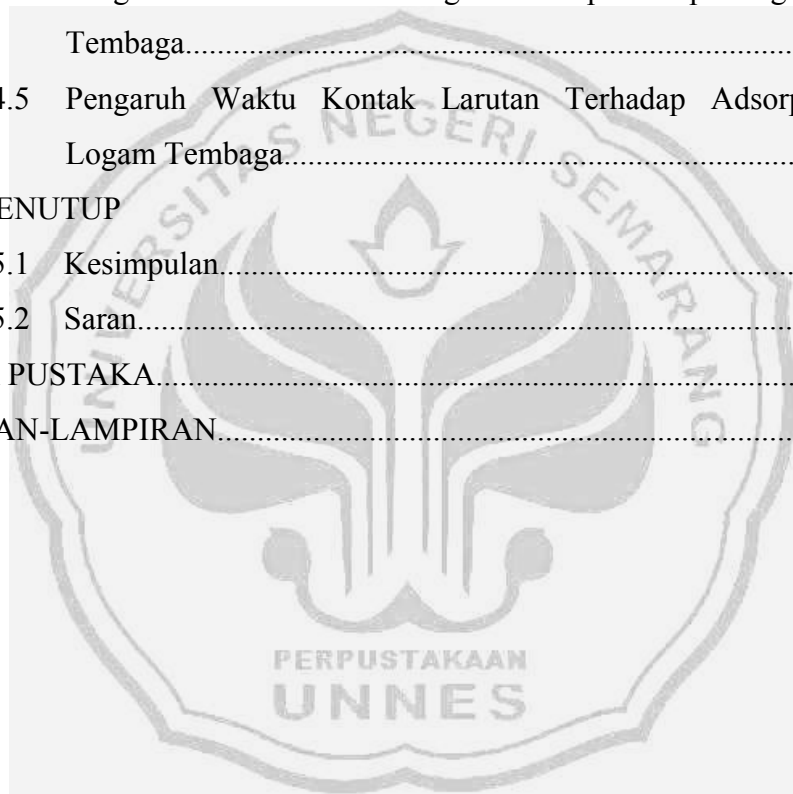
Bulu ayam merupakan limbah yang dapat dimanfaatkan keberadaannya karena adanya kandungan keratin. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari penggunaan biomassa bulu ayam untuk mengadsorpsi logam tembaga dalam larutan dan mempelajari kondisi optimumnya. Penelitian ini dilakukan pada variasi pH 3, 5, 7, dan 9 dari hasil penelitian diperoleh hasil pH optimum 5. Optimasi massa dilakukan dengan variasi massa 0,1; 0,3; 0,5; dan 0,7 gram dan diperoleh massa optimum 0,5 gram. Konsentrasi adsorpsi dilakukan dengan variasi 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm dan diperoleh konsentrasi optimum 300 ppm. Waktu kontak adsorpsi di variasi dari 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit dan diperoleh waktu kontak optimum 80 menit. Kondisi optimum bulu ayam dalam mengadsorpsi logam tembaga dalam larutan adalah pada pH 5 dengan massa optimum 0,5; konsentrasi optimum 300 ppm dan waktu kontak optimum 80 menit.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Berat.....	6
2.2 Logam Cu (tembaga).....	7
2.3 Adsorpsi.....	9
2.4 Penggunaan Bulu Ayam Sebagai Adsorben.....	11
2.5 Hasil Penelitian Adsorpsi yang Pernah Dilakukan.....	13
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom.....	15
2.7 Spektrofotometer Inframerah Transformasi Fourier.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Populasi dan Sampel.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22

3.4	Prosedur Penelitian.....	23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pembuatan Adsorben Bulu Ayam.....	29
4.2	Pengaruh pH Larutan Terhadap Hasil Adsorpsi Logam Tembaga.....	31
4.3	Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga.....	33
4.4	Pengaruh Konsentrasi Tembaga Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga.....	35
4.5	Pengaruh Waktu Kontak Larutan Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga.....	36
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		44



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Gugus Fungsi Keratin.....	31
4.2 Hubungan pH dan Jumlah Tembaga yang Terserap.....	32
4.3 Hubungan Massa Adsorben dan Jumlah Tembaga yang Terserap.....	34
4.4 Hubungan Konsentrasi Awal dan Jumlah Tembaga yang Terserap.....	35
4.5 Hubungan Waktu Kontak dan Konsentrasi Tembaga yang Terserap.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian.....	44
2. Analisis Data.....	48
3. Hasil Spektra FT-IR Bulu Ayam.....	56
4. Dokumentasi Penelitian.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi asam amino (g asam-asam amino/100 g protein) keratin bulu ayam.....	13
4.1 Karakteristik larutan tembaga yang digunakan dalam penelitian.....	28



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius seiring dengan penggunaan logam berat dalam bidang industri yang semakin meningkat. Logam berat banyak digunakan karena sifatnya yang dapat menghantarkan listrik dan panas serta dapat membentuk logam paduan dengan logam lain (Raya, 1998). Efek logam berat dapat berpengaruh langsung hingga terakumulasi pada rantai makanan walaupun pada konsentrasi yang sangat rendah. Logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh sehingga akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang cukup lama dan jauh dari sumber pencemar.

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 (Wagini dan sukaryono, 2008)

Logam berat merupakan istilah yang digunakan untuk unsur-unsur transisi yang mempunyai massa jenis atom lebih besar dari 5 g/cm^3 (Widaningrum dkk., 2007). Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk ke dalam tubuh organisme. Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada organisme, misalnya dapat menimbulkan efek racun bagi organisme (Maramis dkk., 2006). Logam berat tersebut dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup serta dapat menyebabkan kematian apabila kadar dalam tubuh melebihi ambang batas (Indrawati, 2009).

Salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan dalam perairan adalah logam tembaga (Cu). 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 tembaga maksimal adalah 2 mg/L.

Adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam larutan yang mengandung logam berat karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal, mudah pengerjaannya dan dapat di daur ulang (Erdawati, 2008). Metode adsorpsi umumnya berdasar interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya gugus fungsional seperti –

OH, -NH, -SH dan -COOH (Stum dan Morgan, 1996). Dewasa ini telah banyak pula dikembangkan teknologi aplikasi adsorpsi menggunakan biomaterial untuk menurunkan kadar logam berat dari perairan (biosorpsi). Biosorpsi logam terjadi karena kompleksitas ion logam yang bermuatan positif dengan pusat aktif yang bermuatan negatif pada permukaan dinding sel atau dalam polimer-polimer ekstraseluler, seperti protein dan polisakarida sebagai sumber gugus fungsi yang berperan penting dalam mengikat ion logam (Volesky, 2000). Belakangan ini para peneliti mengembangkan biosorben dari tanaman dan hewan maupun buangan hasil pengolahan keduanya. Para ahli telah lama mengetahui bahwa bahan-bahan berserat seperti wool, bulu ayam dan rambut dapat mengadsorpsi ion-ion logam dalam larutannya.

Adsorpsi ion logam oleh bahan berserat misalnya keratin dapat ditingkatkan dengan mengolah bahan-bahan tersebut dengan suatu bahan kimia tertentu, misal aktivasi kimia menggunakan larutan alkali (Kulkarni dan Rane, 1980). Kemungkinan penggunaan bahan-bahan berserat seperti keratin sebagai biosorben baru yang murah dan sederhana pembuatannya dapat kita temukan dalam bulu ayam. Limbah yang selama ini menjadi permasalahan lingkungan dan mewakili sekitar 6,0% dari total berat ayam telah diketahui memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar logam dalam limbah, seperti adsorpsi Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} (Al-Asheh, dkk., 2002). Bulu ayam merupakan bahan alami dengan kandungan protein keratin tinggi lebih dari 750 g/kg protein kasar (Dalev, 1994). Bulu ayam yang diaktivasi dengan NaOH 0,95 N mampu menurunkan kadar kalsium hingga

93,38%, magnesium 72,55%, besi 97,13% dan mangan 95,66% (Sayed dkk., 2005).

Pada penelitian ini dilakukan adsorpsi logam tembaga dengan bulu ayam yang diaktivasi dengan menggunakan NaOH/Na₂SO₃ untuk mengaktifkan gugus protein pada bulu ayam, yaitu α -keratin yang mengandung sistein sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsinya selain itu juga murah dan sederhana dari pada adsorben lainnya yang biasanya mahal. Penentuan kadar Cu dilakukan dengan metode spektrofotometri serapan atom. Pada penelitian ini dicari juga pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, massa adsorben, dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsinya.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan hal-hal yang diungkapkan diatas, dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah biomassa bulu ayam teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ dapat digunakan sebagai penurun kadar ion logam tembaga dalam larutan?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi tembaga yang terserap pada proses adsorpsi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain:

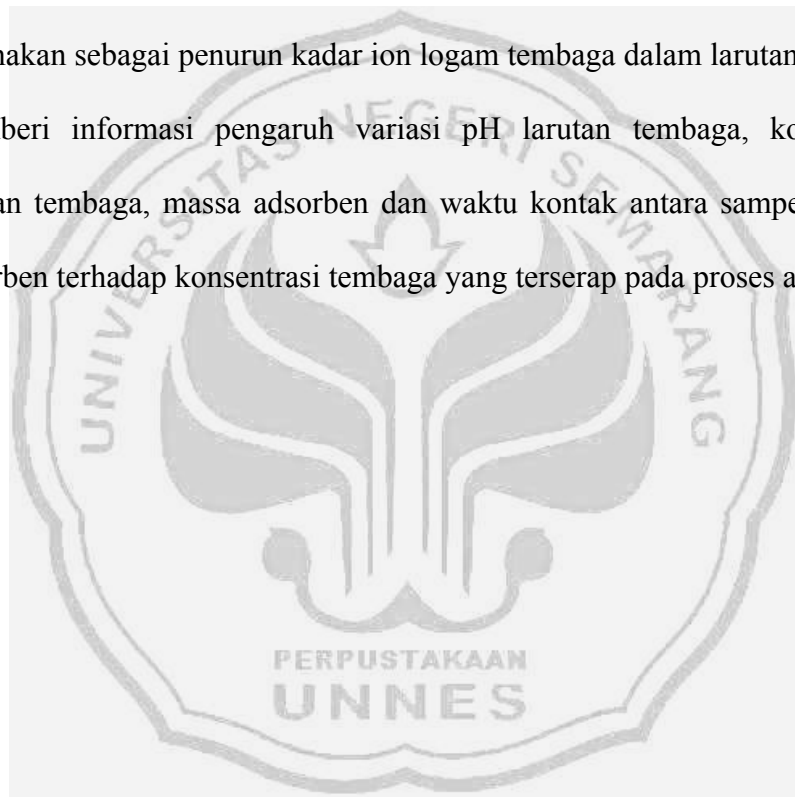
1. Mengetahui biomassa bulu ayam teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ dapat digunakan sebagai penurun kadar ion logam tembaga dalam larutan.

2. Mengetahui pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi tembaga yang terserap pada proses adsorpsi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Memberi informasi biomassa bulu ayam teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ dapat digunakan sebagai penurun kadar ion logam tembaga dalam larutan.
2. Memberi informasi pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi tembaga yang terserap pada proses adsorpsi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah golongan logam yang memiliki pengaruh bila logam ini masuk dalam tubuh organisme hidup. Logam berat umumnya menimbulkan efek khusus pada makhluk hidup, dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh logam berat adalah raksa (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb), dan tembaga (Cu). Namun demikian meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan racun atas makhluk hidup, sebagian besar dari logam-logam tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi bila kebutuhan yang jumlahnya sangat kecil tersebut tidak terpenuhi, maka akan berakibat fatal terhadap kelangsungan kehidupan, karena tingkat kebutuhan sangat dipentingkan, maka logam-logam tersebut juga dinamakan dengan logam-logam atau mineral-mineral esensial tubuh (Palar, 1994).

Logam atau mineral-mineral esensial adalah suatu logam atau mineral yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh, mineral itu dapat masuk ke dalam tubuh melalui bahan makanan atau minuman yang dikonsumsi. Sebagai contoh dari logam berat esensial adalah tembaga (Cu), seng (Zn), dan nikel (Ni). Bila

logam-logam essential ini masuk kedalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan maka akan berfungsi menjadi racun bagi tubuh (Palar, 1994).

Organisme yang pertama terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme yang tumbuh dan tanaman yang tumbuh di tanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi yaitu manusia. Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997).

2.2 Logam Cu (tembaga)

Tembaga (Cu) adalah salah satu logam dari golongan IB dengan nomor atom 29; berat atom 63,546; titik lebur 1083 °C; titik didih 2310 °C; jari-jari atom 1,173 Å; sedangkan jari-jari ion 0,96 Å. Cu merupakan logam transisi yang berwarna jingga kemerahan tidak reaktif terhadap asam-asam encer seperti HCl dan H₂SO₄ encer kecuali HNO₃ dan H₂SO₄ pekat yang dipanaskan. Senyawa Cu(II) lebih stabil dalam larutan dibandingkan ion logam Cu yang lain (Arsyad, 2001).

Logam tembaga merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya dalam lingkungan dapat berasal dari pembuangan air limbah industri kimia yang berasal dari industri penyamakan kulit, pelapisan logam, tekstil, maupun industri cat. Dalam air limbah tembaga dapat ditemukan sebagai Cu(I), Cu(II), dan Cu(III)

yang berbentuk padat, namun keberadaan tembaga (III) sangat jarang ditemukan. Tembaga merupakan mikronutrien esensial bagi tanaman, namun pada permukaan air tembaga meracuni tumbuhan air pada konsentrasi dibawah 1 ppm dan dapat meracuni beberapa ikan (Barber & Barber, 1980).

Logam tembaga (II) mempunyai sifat racun terhadap semua jenis tumbuhan dengan konsentrasi lebih dari 0,1 ppm. Dalam tanah konsentrasi komponen ini \pm 20 ppm, dengan mobilitas sangat lambat di sebabkan oleh adanya ikatan yang sangat kuat dengan material organik dan bertindak sebagai produk hidrofilik. Pada beberapa industri menghasilkan sejumlah senyawa logam sebagai limbahnya, salah satunya adalah tembaga (Cu). Mineral Cu yang terkandung dalam tubuh diperkirakan sekitar 1,5 sampai 2,5 mg per kg/berat badan bebas lemak. Pada jaringan tubuh baik dalam hati, otak, jantung, dan ginjal mengandung Cu yang tinggi dibanding dengan jaringan lain.

Meskipun bersifat racun namun logam tembaga (II) juga mempunyai beberapa fungsi didalam tubuh yaitu merupakan elemen esensial yang sangat penting bagi protein, metalo enzim, beberapa pigmen yang ada di alam dan untuk sintesis hemoglobin serta pembentukan tulang. Tembaga dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh untuk pertumbuhan sel-sel darah merah.

Akibat dari sifat racun yang dimilikinya, maka logam tembaga (II) juga berdampak buruk bagi tubuh, yaitu dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak pada lidah. Kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,05-1,5 ppm. Keracunan sistemik dapat meluas terhadap kerusakan serabut-serabut darah (kapiler), kerusakan ginjal, saraf sentral, dan diikuti pula dengan depresi. Apabila

keracunan dalam jumlah kecil terus-menerus dapat menimbulkan *pigmentary cirrhosis* hati (hati mengeras).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain sebagai akibat ketidakseimbangan gaya pada permukaan tersebut (Atkin, 1997). 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 diserap hanya zat terlarut atau pelarut. Jika dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan diserap lebih kuat dari yang lain. Molekul yang teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan terakumulasi pada permukaan (Alberty dan Daniel, 1983).

Menurut Atkins (1997) adsorpsi dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi ini terdapat antaraksi Van der Waals antara adsorbat dan substrat dengan jarak jauh, lemah, dan energi yang dilepaskan jika partikel terfisisorpsi mempunyai orde besaran yang sama dengan entalpi kondensasi. Entalpi yang kecil ini tidak cukup untuk menghasilkan pemutusan ikatan, sehingga molekul yang terfisisorpsi tetap mempertahankan identitasnya, walaupun molekul itu dapat terdistorsi. Adsorpsi fisika umumnya terjadi pada temperatur rendah dan dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok. Panas adsorpsi yang menyertai adsorpsi fisika adalah rendah yaitu kurang dari $20,92 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

2. Adsorpsi Kimia

Dalam hal ini partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (kovalen), dan cenderung mencari tempat yang memaksimumkan bilangan koordinasinya dengan substrat. Molekul yang teradsorpsi, dapat terpisah karena tuntutan valensi atom permukaan, sebagai hasil kimisorpsi. Pada adsorpsi kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia. Karena terjadi pemutusan ikatan, maka panas adsorpsinya mempunyai kisaran yang sama seperti reaksi kimia, yaitu di atas $20,92 \text{ kJ.mol}^{-1}$.

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 antaran 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 antar beberapa menit hingga beberapa jam (Bernasconi dkk, 1995).

2.4 Penggunaan Bulu Ayam Sebagai Adsorben

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 α -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 (Ni'mah, 2007).

Keratin adalah produk pengerasan jaringan epidermal tubuh tersusun dari protein serat yang kaya akan sulfur. Keratin banyak ditemukan pada rambut,

kuku, bulu, dan semua produk epidermal. Rantai keratin dikemas dengan kuat dalam bentuk α -heliks (α -keratin) atau β -sheet (β -keratin) menjadi rantai polipeptida superkoil (Parry & North, 1998). Banyaknya ikatan disulfida (S-S), ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik pada struktur keratin menyebabkan protein keratin sangat stabil, kaku, dan tidak dapat didegradasi oleh enzim proteolitik yang umum seperti tripsin, pepsin, dan papain (Riffel dkk, 2003). Kandungan sistein pada keratin berkisar 8% dan tidak dimiliki oleh jenis protein lainnya. Jembatan sistein adalah struktur penting keratin dan merupakan penghambat kerja enzim proteolitik dalam memecah keratin (Presland dkk, 1989).

Bulu ayam mengandung protein keratin dengan struktur α -helik, material lain yang kaya akan protein α -keratin adalah rambut, wool, sayap, kuku, cakar, duri, sisik, tanduk, kulit penyu, dan lapisan kulit sebelah luar, sedangkan material yang kaya dengan protein β -keratin adalah sutera, bulu, dan jaring laba-laba (Lehninger, 1990). Berdasarkan tingkat kemudahan hidrolisis, keratin digolongkan menjadi *soft* keratin dan *hard* keratin. Kuku, sisik, bulu, atau wool lebih mudah dihidrolisis dibanding rambut manusia, kemudahan tersebut berkaitan dengan kandungan sisteinnya (Kunert, 2000).

Komposisi kimia bulu ayam adalah 81% protein, 1.2% lemak, 86% bahan kering, dan 1.3% abu (Zerdani dkk, 2004), selain itu bulu ayam mengandung mineral kalsium 0.19%, fosfor 0.04%, kalium 0.15%, dan sodium 0.15% (Kim & Patterson, 2000). Kandungan asam amino utama pada bulu ayam adalah serin, prolin, glisin, sistein, asam glutamat, leusin, dan valin namun bulu ayam rendah kandungan asam amino histidin, lisin dan metionin. (Bertsch and Coello, 2005)

Tepung bulu ayam yang telah difermentasi oleh *Kocuria rosea* mengalami peningkatan kadar asam amino lisin, histidin dan metionin bila dibandingkan tepung bulu ayam komersial. Di dalam deret asam amino keratin bulu ayam, terdapat sembilan asam amino sistein dari total 98 residu asam amino dan residu sistein ini akan membentuk jembatan disulfida dan memberi kekuatan mekanik pada bulu.

Tabel 2.1 Komposisi asam amino (g asam-asam amino/100 g protein) keratin bulu ayam

Asam Amino		Asam Amino	
Serin	9.31	Asam aspartat	4.73
Glysin	6.18	Asam glutamat	7.65
Prolin	8.77	Histidin	0.43
Arginin	5.36	Leusin	7.04
Theonin	3.50	Tirosin	1.96
Alanin	3.56	Valin	6.94
Metionin	1.30	Sistelin	7.63
Isoleusin	4.28	Lisin	0.53
Fenilalanin	4.20		

Sumber : (Moore, dkk. 2006)

2.5 Hasil Penelitian Adsorpsi Yang Pernah Dilakukan

Telah dilakukan penelitian oleh Rossa dkk (2008) tentang adsorpsi Pb dengan bulu ayam. 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 dkk (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).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Anggraini (2006), diketahui bahwa bulu ayam memiliki kemampuan mengadsorp logam krom dalam larutan hingga 97,29% pada pH 7. Kemampuan adsorpsi biomassa bulu ayam terhadap logam krom mengalami peningkatan hingga 0,34% dengan melakukan aktivasi pada biomassa bulu ayam tersebut dengan larutan alkali yaitu campuran NaOH/Na₂S (Setyorini, 2006). Aktivasi ini bertujuan untuk mengaktifkan gugus protein pada bulu ayam, yaitu α -keratin yang mengandung sistein, sehingga dapat menyerap lebih optimal (Primadhani, 2007). Dari penelitian Setyorini (2006) tersebut didapatkan kondisi optimum konsentrasi larutan Na₂S adalah 0,1 N tanpa NaOH dan waktu pengadukan selama 20 menit untuk aktivasi biomassa bulu ayam dengan ukuran 18 mesh.

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 (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%. Tahap kedua adalah proses adsorpsi limbah kromium dan tembaga menggunakan kitosan dengan derajat deasetilasi yang paling besar. Limbah kromium dan tembaga kemudian dianalisis dengan SSA. 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.

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom merupakan salah satu metode analisis berdasarkan pada pengukuran banyaknya intensitas sinar yang diserap oleh atom-atom bebas dari logam yang dianalisis. Pada umumnya Spektrofotometer serapan atom digunakan untuk menetapkan unsur-unsur logam dalam batu-batuan, tanah, tanaman, makanan, minuman, termasuk daging serta bahan-bahan lainnya.

Atom-atom yang menyerap energi radiasi pada Spektrofotometri serapan atom adalah atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan energi oleh atom-atom bebas menyebabkan terjadinya elektron tereksitasi. Intensitas sinar yang digunakan untuk eksitasi adalah sebanding

dengan jumlah atom pada tingkat dasar yang menyerap tenaga 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).

Spektrum serapan yang dihasilkan dalam spektrofotometer serapan atom adalah terdiri atas garis-garis yang jauh lebih tajam pada pita-pita yang diamati dalam spektroskopi molekul seperti UV-Vis (Sugiharto, 1992). Spektrum serapan yang dihasilkan sebagai akibat adanya interaksi antara sinar dengan materi. Sinar ini berupa radiasi elektromagnetik yang mempunyai dua karakter yaitu sebagai gelombang dan partikel.

Komponen utama dalam setiap peralatan spektrofotometer serapan atom yaitu:

1. Sumber Cahaya

Sumber cahaya 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 Atomisasi

Sistem pengatoman untuk menghasilkan atom-atom dalam keadaan bebas sebagai media absorpsi atau sel serapan.

3. Sistem Optik

Sistem optik pada SSA berfungsi sebagai pengumpul cahaya dari sumbernya, mengarahkannya kedalam atom-atom serta ke monokromator. Sistem optik terdiri dari susunan beberapa lensa yang terbuat dari gelas silikat dan dapat menstransmisikan cahaya pada panjang gelombang 190-900 nm.

4. Monokromator

Monokromator pada SSA berfungsi untuk menyeleksi berkas sinar atau spektra atau memisahkan antara berkas sinar yang dikehendaki dengan yang tidak dikehendaki.

5. Amplifier

Amplifier (penguat sinyal) berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

6. Detektor

Detektor berfungsi mengubah energi sinar menjadi energi listrik sehingga dapat terbaca oleh sistem pembacaan.

7. Sistem Pembacaan (*recorder*)

Merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca (Sugiharto, 1992).

Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan

banyaknya atom bebas logam yang berada dalam sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari:

1. Hukum Lambert: Bila suatu sumber sinar monokromatis atau polikromatis melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
2. Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

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

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

atau

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan:

A = absorbansi/radiasi yang terabsorpsi

a = koefisien ekstingsi (L/mg.cm)

b = tebal larutan/lebar kuvet (cm)

c = konsentrasi sampel (mg/L)

C = konsentrasi sampel (mol/L)

ϵ = koefisien ekstingsi molar ($\text{mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1}$)

Prinsip dasar analisis SSA adalah:

1. Atomisasi

Atomisasi yaitu perubahan bentuk unsur yang akan dianalisis dari bentuk ion menjadi atom bebas dalam keadaan dasar. Energi yang cukup besar dibutuhkan untuk memperoleh atom bebas dalam keadaan dasar. Atomisasi ada 2 jenis yaitu atomisasi dengan nyala dan atomisasi tanpa nyala.

a. Atomisasi dengan nyala

Suatu senyawa logam yang dipanaskan akan membentuk atom logam pada suhu ± 1700 °C atau lebih. Sampel yang berbentuk cairan akan dilakukan atomisasi dengan cara memasukan cairan tersebut kedalam nyala campuran gas bakar. Tingginya suhu nyala yang diperlukan untuk atomisasi setiap unsur berbeda. Beberapa unsur dapat ditentukan dengan nyala dari campuran gas yang berbeda tetapi penggunaan bahan bakar dan oksidan yang berbeda akan memberikan sensitivitas yang berbeda pula.

Syarat-syarat gas yang dapat digunakan dalam atomisasi dengan nyala:

1. Campuran gas memberikan suhu nyala yang sesuai untuk atomisasi unsur yang akan dianalisa.
2. Tidak berbahaya misalnya tidak mudah menimbulkan ledakan.
3. Gas cukup aman, tidak beracun dan mudah dikendalikan.
4. Gas cukup murni dan bersih (UHP).

b. Atomisasi tanpa nyala

Pada sistem pengatoman tanpa nyala biasanya memakai tungku grafit. Proses atomisasi dengan grafit ini berlangsung dalam ruang tertutup yang dialiri

gas inert (biasanya argon). Sedangkan untuk sistem pengatoman dengan cara plasma atau pembentukan hidrid biasanya untuk menetapkan raksa (Hg), karena raksa pada suhu biasa mudah menguap, dan dalam keadaan atom bebas.

2. Interaksi antara bahan dengan materi

Interaksi antara bahan dengan materi yaitu bila sejumlah sinar radiasi dengan panjang gelombang tertentu yang berasal dari lampu katoda cekung dilewatkan melalui sistem yang mengandung populasi atom dari unsur-unsur yang berada pada tingkat energi dasar yang sama atau yang sesuai akan terjadi interaksi antara sinar dengan atom-atom. Transisi elektron dari suatu tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi hanya bisa terjadi apabila ada penyerapan sejumlah energi tertentu pada proses interaksi antara materi dengan berbagai energi. Keadaan pada tingkat energi yang lebih tinggi disebut atom berada pada keadaan tereksitasi, yang sifatnya tidak stabil dan akan kembali ke keadaan dasar (Sugiharto, 1992).

2.7 Spektrofometer Inframerah Transformasi Fourier (FT-IR)

Spektrofometer Inframerah Transformasi Fourier merupakan teknik analisis kimia yang metodenya berdasarkan pada penyerapan sinar infra merah oleh molekul senyawa. Spektroskopi FTIR mempunyai sistem optik yang serupa dengan spektroskopi sinar laser. Sinar IR mempunyai energi yang rendah, maka tebal sel yang dipakai lebih tipis dari pada untuk spektrofotometer yang lainnya. Panjang gelombang IR tergolong pendek, yakni $0,78 - 1000 \mu\text{m}$, sehingga tidak mampu mentransisikan elektron, melainkan hanya menyebabkan molekul bergetar atau bervibrasi. (Khopkar, 1984).

Prinsip kerja FT-IR adalah energi inframerah diemisikan dari sumber kemudian berjalan melalui bagian optik dari spektrometer dan mendeteksi karakteristik vibrasi pada gugus fungsi kimia. Ketika sinar infra merah berinteraksi dengan sampel, ikatan kimia akan mengalami *stretching* (rentangan), ataupun *bending* (bengkokan) (Sastrohamidjojo, 1992). Dalam penelitian ini, spektroskopi FT-IR digunakan untuk menentukan gugus fungsional yang terdapat pada biomassa bulu ayam.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia 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 larutan yang mengandung tembaga.

Sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan bulu ayam yang diambil secara acak dari tempat pemotongan ayam dan larutan yang mengandung ion logam tembaga.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pH larutan, konsentrasi larutan Cu, massa adsorben dan waktu kontak adsorpsi.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat yang digunakan adalah konsentrasi Cu yang teradsorpsi oleh bulu ayam dalam larutan tembaga.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali adalah faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil analisis Cu, yang dikendalikan agar tidak mempengaruhi variabel terikat. Variabel terkendali dalam penelitian ini adalah jenis bulu ayam, suhu, cara kerja, alat dan kondisi analisis.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Alat dan bahan yang digunakan

3.4.1.1 Alat-Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

- a. Alat-alat gelas
- b. Neraca analitik AND GR-200 ketelitian 0,0001 gram
- c. Corong Buchner
- d. *Magnetic stirrer*
- e. Oven Precision GCA Corp
- f. Indikator Universal
- g. SSA model Analyst 100 buatan Perkin Elmer
- h. Spektrometer FT-IR Shimadzu-8201PC.

3.4.1.2 Bahan-Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

- a. Bulu ayam broiler yang diperoleh dari tempat pemotongan ayam
- b. Padatan NaOH 96% berat molekul 39,99717 g/mol buatan E Merck
- c. Na₂SO₃ 0,1 N berat molekul 126,04 g/mol rapatan 2,633 g/cm³ buatan E Merck

- d. HNO_3 65% berat molekul 80,05 g/mol rapatan 1,39 g/cm³ buatan E Merck
- e. HCl 37% rapatan 1,19 g/cm³ berat molekul 36,453 g/mol buatan E Merck
- f. Dietil eter berat molekul 74,08 g/mol, titik didih 34,6 °C buatan E Merck
- g. Aquademineralata
- h. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 99,5% berat molekul 241,60 g/mol buatan E Merck

3.4.2 Cara Kerja

3.4.2.1 Pembuatan larutan baku standar

1. Pembuatan larutan baku standar $\text{Cu}(\text{II})$ 1000 ppm

Ditimbang dengan teliti 3,8031 gram $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan dengan aquademin ke dalam beaker glass, ditambahkan beberapa tetes HNO_3 1M selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditepatkan dengan aquademin sampai tanda batas. (Primadhani, 2007).

2. Pembuatan larutan baku standar 100 ppm

Mengambil 5 mL larutan baku standar 1000 ppm ke dalam labu ukur 50 mL, tepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan Aquademin. (Primadhani, 2007).

3. Pembuatan larutan baku standar 10 ppm

Mengambil 5 mL larutan baku standar 100 ppm ke dalam labu takar 50 mL, tepatkan hingga tanda batas dengan menggunakan larutan Aquademin. (Primadhani, 2007).

3.4.2.2 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengukur absorbansi dari sederetan larutan standar yang telah dibuat, dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Kemudian dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Masing-masing larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 324,8 nm.

3.4.2.3 Pembuatan biomassa kering bulu ayam

Bulu ayam broiler dicuci dengan air dan detergen beberapa kali, kemudian dijemur sampai kering sehingga hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam tersebut dipotong 0,5 cm, selanjutnya dicuci/direndam dengan dietil eter selama 15 menit, kemudian disaring dengan menggunakan corong buchner. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C sampai berat konstan sehingga biomassa siap digunakan.

3.4.2.4 Perlakuan aktivasi biomassa bulu ayam dengan larutan alkali

Biomassa diambil sebanyak 35 gram dan diaktivasi dengan cara direndam dengan NaOH 5% sebanyak 50 mL, distirer selama 20 menit dan direndam kembali dengan Na₂SO₃ 0,1 N sebanyak 50 mL, distirer selama 20 menit. Kemudian, disaring menggunakan corong buchner. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C sehingga diperoleh biomassa bulu ayam teraktivasi yang siap digunakan. Karakteristik biomassa ini dilakukan menggunakan FT-IR. (Ketaren, 1986).

3.4.2.5 Optimasi penyerapan ion logam tembaga oleh biomassa bulu ayam teraktivasi

1. Penentuan pH optimum adsorpsi

Lima puluh mL larutan tembaga 250 ppm diatur keasamannya pada pH 3, 5, 7, dan 9 dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M atau NaOH 0,1 M kemudian masukkan 0,5 gram bulu ayam dan diaduk di atas *magnetic stirrer* selama 30 menit. Larutan disaring, kemudian larutan dianalisis dengan SSA pada λ 324,8 nm.

2. Penentuan massa adsorben optimum adsorpsi

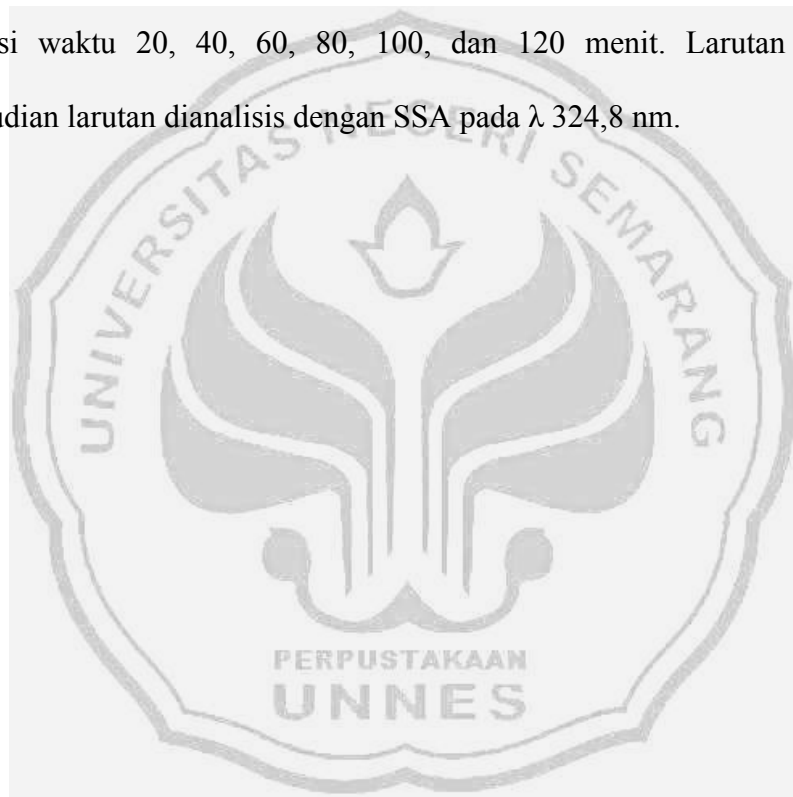
Biomassa bulu ayam ditimbang 0,1; 0,3; 0,5; dan 0,7 gram kemudian dimasukkan dalam 50 mL larutan tembaga 250 ppm dengan pH optimum hasil penentuan pH optimum adsorpsi dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Larutan disaring, kemudian larutan dianalisis dengan SSA pada λ 324,8 nm.

3. Penentuan konsentrasi tembaga optimum adsorpsi

Menyiapkan 50 mL larutan tembaga dengan variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm, dengan pH optimum hasil penentuan pH optimum adsorpsi, dan masukkan biomassa bulu ayam sebesar massa optimum hasil penentuan massa adsorben optimum adsorpsi ke dalam masing-masing larutan kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Larutan disaring, kemudian larutan dianalisis dengan SSA pada λ 324,8 nm.

4. Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi

Biomassa bulu ayam ditimbang sesuai dengan massa optimum hasil penentuan massa adsorben optimum adsorpsi kemudian dimasukkan dalam 50 mL larutan tembaga dengan konsentrasi optimum hasil Penentuan konsentrasi tembaga optimum adsorpsi, pada pH optimum hasil Penentuan pH optimum adsorpsi kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan variasi waktu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Larutan disaring, kemudian larutan dianalisis dengan SSA pada λ 324,8 nm.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil adsorpsi ion logam tembaga dalam sampel larutan dengan menggunakan biomassa bulu ayam. Penelitian ini meliputi preparasi adsorben, mencari pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, massa adsorben dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi tembaga yang terserap pada proses adsorpsi. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan yang mengandung tembaga. Berikut ini adalah karakteristik larutan tembaga.

Tabel 4.1 Karakteristik larutan tembaga yang digunakan dalam penelitian

No.	Karakteristik	Pengamatan
1.	Fisik	
	a. Warna	Biru jernih
	b. Bau	Memiliki bau yang khas
	c. Wujud	Cair tanpa endapan
2.	Kimia	
	a. pH	5

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 bulu ayam tersusun dari 80% protein kasar dan α -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 memberikan sifat polielektrolit sehingga dapat berperan sebagai penukar ion yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap logam berat dari perairan.

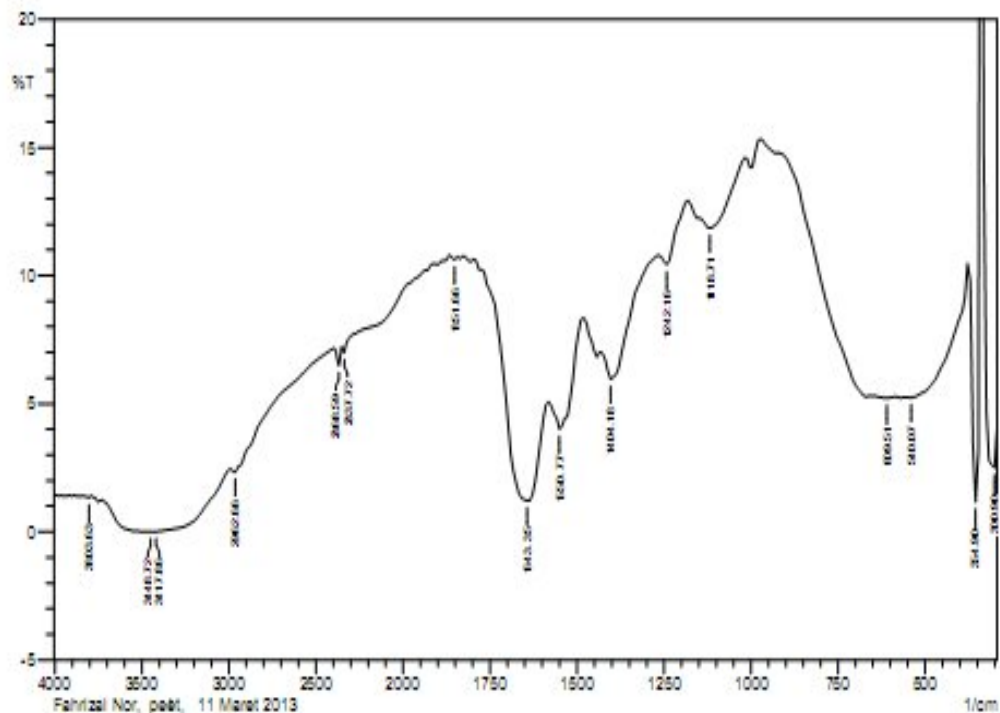
4.1 Pembuatan Adsorben Bulu Ayam

Sebelum digunakan sebagai adsorben, bulu ayam dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang melekat. Bulu ayam dipotong 0,5 cm 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 tembaga pada bulu ayam. Bulu ayam yang sudah direndam dengan dietil eter disaring dan dikeringkan. Bulu ayam yang sudah kering kemudian diaktivasi dengan menggunakan larutan NaOH dan Na₂SO₃ untuk mengaktifkan gugus protein pada bulu ayam, yaitu α -keratin yang mengandung sistein sehingga dapat menyerap lebih optimal kemudian disaring dan dikeringkan. Bulu ayam yang sudah kering dapat langsung digunakan untuk proses adsorpsi.

Bulu ayam dianalisis dengan menggunakan FT-IR untuk mengetahui gugus fungsinya. Setiap ikatan mempunyai frekuensi vibrasi yang khas sehingga absorpsi infra merah dapat digunakan untuk identifikasi gugus-gugus yang ada

dalam suatu senyawa. Dari hasil spektra tersebut dapat dilihat bahwa struktur atau komponen menunjukkan karakteristik daerah serapan untuk ikatan peptida (-CONH-), dimana vibrasi pada ikatan tersebut dikenal sebagai daerah serapan amida I-III. Daerah serapan amida I menunjukkan adanya vibrasi *stretching* gugus C=O yang muncul pada bilangan gelombang 1700-1600 cm^{-1} (Sun dkk., 2009). Pada biomassa bulu ayam daerah ini muncul pada bilangan gelombang 1639 cm^{-1} . Daerah serapan amida II yang muncul pada bilangan gelombang antara 1560-1335 cm^{-1} berasal dari vibrasi *bending* N-H dan *stretching* C-H, dimana pada bulu ayam muncul pada 1539 cm^{-1} .

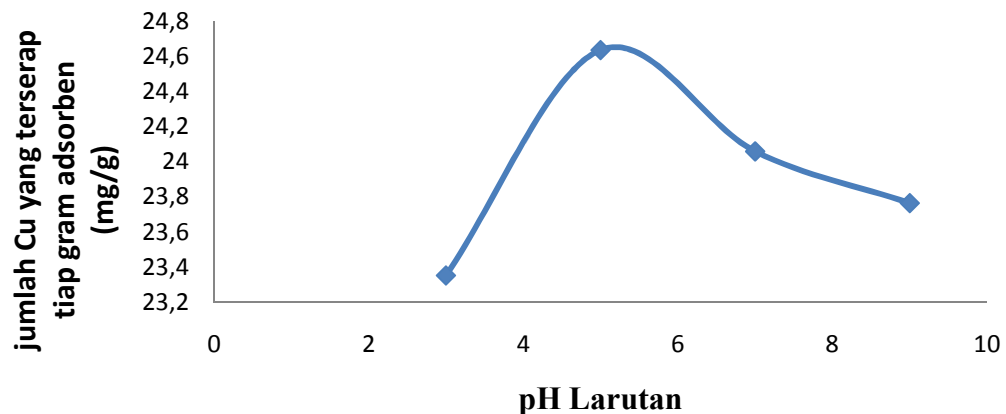
Untuk daerah serapan amida III muncul pada bilangan gelombang sekitar 1240 cm^{-1} merupakan daerah yang dihasilkan dari kombinasi vibrasi *stretching* C-N dan *bending* sebidang N-H, dengan beberapa pengaruh dari vibrasi *stretching* C-C dan *bending* C=O (Sun dkk., 2009). Dari hasil spektra tersebut dapat dilihat bahwa struktur atau komponen dari keratin dapat ditunjukkan melalui spektra dibawah. Hasil spektra sesuai dengan gugus fungsi dari keratin karena menunjukkan serapan gugus C-H, C-O, N-H₂.



Gambar 4.1. Gugus fungsi keratin

4.2 Pengaruh pH Larutan Terhadap Hasil Adsorpsi Logam Tembaga

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh pH karena pH dapat mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding biomassa yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam berat. Selain itu, pH juga berpengaruh pada kelarutan ion logam dalam larutan, sehingga pH merupakan parameter yang penting dalam adsorpsi ion logam dalam larutan. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH interaksi dimana adsorben menyerap logam berat secara optimal. Optimasi pH larutan tembaga terhadap penyerapan tembaga oleh biomassa bulu ayam pada penelitian ini dilakukan dengan variasi pH sebesar 3, 5, 7, dan 9. Kondisi awal dari larutan tembaga yang akan digunakan berada pada pH 5.



Gambar 4.2 Hubungan pH dan jumlah tembaga yang terserap

Pada Gambar 4.2 ditunjukkan hubungan antara pH dan jumlah tembaga yang terserap oleh bulu ayam. Data hasil perhitungan optimasi pH dapat dilihat pada Lampiran 2.

Pada pH 3, didapatkan serapan tembaga yang paling kecil yaitu sebesar 23,3 mg/g dikarenakan pada proses pembentukan kompleks biomassa (sistein) dengan ion logam umumnya disertai dengan pelepasan ion hidrogen (proton). Jika pH larutan rendah (asam) maka logam lebih cenderung larut, sehingga menyebabkan pengurangan kemampuan gugus aktif biomassa dalam mengikat ion logam.

Pada pH diatas 3, tembaga membentuk spesi Cu^{2+} dan $\text{Cu}(\text{OH})^+$, yang selanjutnya dengan semakin meningkatnya nilai pH akan meningkatkan ionisasi rantai samping sistein yang berupa thiol (-SH) sehingga semakin meningkatkan tarikannya dengan ion tembaga yang bermuatan positif. Hal ini mengakibatkan semakin meningkatkan penyerapan terhadap tembaga. Pada penelitian ini, pH 5 sebagai pH yang memberikan hasil penyerapan optimum yaitu sebesar 24,6 mg/g.

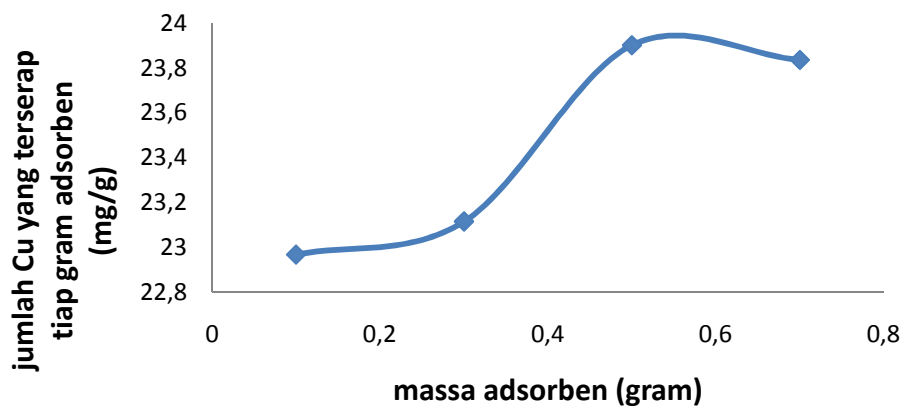
Pada pH diatas 5, terjadi penurunan terhadap penyerapan logam tembaga oleh biomassa bulu ayam yaitu pada pH 7 sebesar 24,1 mg/g dan pada pH 9 sebesar 23,7 mg/g karena pada pH diatas 5 mulai terjadi pengendapan dari ion tembaga membentuk $\text{Cu}(\text{OH})_2$ sehingga menghalangi terjadinya penyerapan tembaga oleh biomassa. Hal ini dikarenakan penambahan NaOH berlebih untuk menaikkan pH menjadi 7 dan 9 menyebabkan terjadinya reaksi antara OH^- dengan Cu menjadi $\text{Cu}(\text{OH})_2$ sehingga sebelum diserap oleh biomassa, logam tembaga sudah bereaksi terlebih dahulu dengan gugus -OH.

Logam berat mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan gugus yang mengandung sulfur di dalam molekul (protein), sehingga logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Biomassa bulu ayam yang digunakan sebagai adsorben dalam penelitian ini mengandung zat aktif berupa α -keratin yang sebagian besar penyusunnya adalah protein serat sulfhidril, sistein (Lehninger, 1990).

4.3 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga

Penentuan massa adsorben dilakukan untuk mengetahui kondisi optimal bulu ayam dapat bekerja dengan melakukan variasi massa. Dikatakan sebelumnya bahwa salah satu yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah banyak sedikitnya massa adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi. Pada tahap ini dibuat variasi massa adsorben bulu ayam sebesar 0,1; 0,3; 0,5; dan 0,7 gram, dengan konsentrasi tembaga 250 ppm pada kondisi pH 5. 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 Cu yang terserap pada bulu ayam semakin banyak. Berikut adalah hubungan antara massa adsorben dengan jumlah tembaga yang terserap.



Gambar 4.3 Hubungan antara massa adsorben dan jumlah tembaga yang terserap.

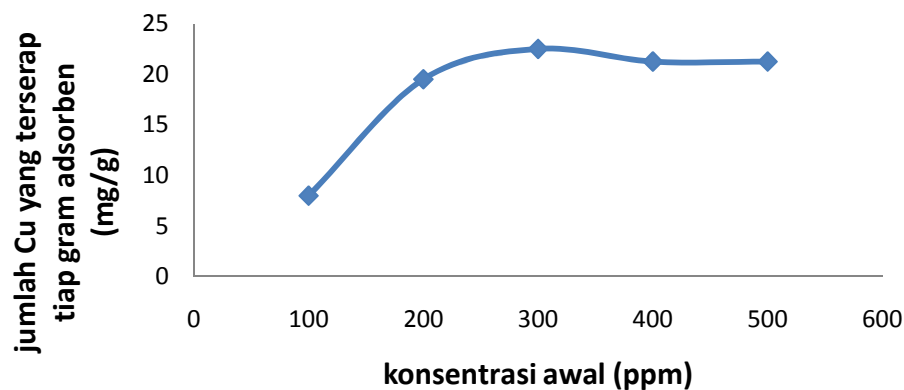
Besarnya jumlah massa adsorben juga mempengaruhi jumlah tembaga yang terserap. Sebanyak 0,1 g adsorben mampu menyerap tembaga sebesar 22,9 mg/g dan 0,3 g adsorben mampu menyerap tembaga sebesar 23,1 mg/g sedangkan untuk 0,5 g adsorben mampu menyerap tembaga sebesar 23,9 mg/g dan cenderung konstan pada 0,7 g. Namun semakin besar massa adsorben kapasitas adsorpsinya akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan konsentrasi tembaga yang digunakan sama yaitu 250 ppm sedangkan massa adsorben yang digunakan semakin besar.

4.4 Pengaruh Konsentrasi Tembaga Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga

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.

Optimasi konsentrasi adsorbat (larutan tembaga) dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan sebesar 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm dalam kondisi pH optimum. Larutan tembaga dikontakkan dengan massa optimum adsorben bulu ayam selama 30 menit, kemudian disaring dan filtratnya dianalisis dengan SSA

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



Gambar 4.4 Hubungan antara konsentrasi awal dan jumlah tembaga yang terserap.

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kecepatan naiknya konsentrasi tembaga terserap dan daya serap paling besar adalah pada awal penyerapan yaitu pada 100 ppm dengan konsentrasi tembaga terserap 8,75 mg/g hingga konsentrasi

300 ppm sebanyak 22,5 mg/g. Sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi penyerapan konstan hingga pada konsentrasi 500 ppm. Hal ini terjadi karena pada awal penyerapan, permukaan adsorben masih belum terlalu banyak berikatan dengan tembaga sehingga proses penyerapan berlangsung kurang efektif. Pada konsentrasi 400 ppm hingga 500 ppm konsentrasi konstan yaitu 21,3 mg/g. Pada keadaan ini, kapasitas adsorpsi permukaan biomassa telah jenuh telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi tembaga dalam biomassa dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada konsentrasi diatas 300 ppm menjadi konstan atau hampir sama.

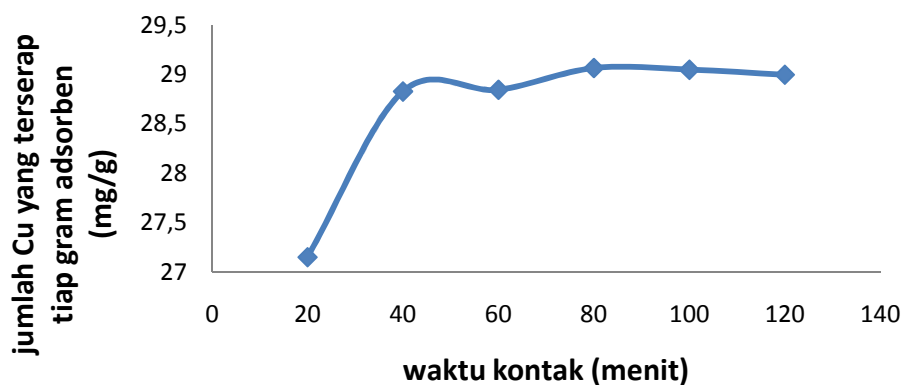
4.5 Pengaruh Waktu Kontak Larutan Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga

Waktu kesetimbangan adsorpsi perlu ditentukan untuk mencapai adsorpsi optimum adsorbat pada permukaan adsorben. Waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan biomassa bulu ayam untuk menyerap logam tembaga. 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 dkk, 1995).

Optimasi waktu kontak larutan tembaga dengan adsorben bulu ayam dilakukan dengan variasi waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. Larutan tembaga yang digunakan dalam optimasi ini adalah pada kondisi konsentrasi optimum, pH optimum dan massa adsorben optimum. Larutan tembaga dikontakkan dengan adsorben bulu ayam diatas pengaduk magnet sesuai

dengan variasi waktu kontak. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan SSA.

Percobaan optimasi waktu di atas diperoleh hasil absorbansi yang menunjukkan besarnya konsentrasi tembaga yang terserap pada tiap optimasi waktu. Data hasil percobaan dibuat seperti pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Hubungan antara waktu kontak dan konsentrasi tembaga yang terserap.

Pada waktu kontak 20 menit konsentrasi tembaga yang terserap sebesar 27,2 mg/g. Pada menit ke-40 konsentrasi tembaga yang terserap naik menjadi 28,83 mg/g dan pada menit ke-60 dan ke-80 naik lagi menjadi 28,85 mg/g dan 29,1 mg/g. Sedangkan pada waktu kontak diatas 80 menit konsentrasi tembaga menurun dan cenderung konstan sampai menit ke-120. Menurunnya konsentrasi ini karena pada keadaan ini, kapasitas adsorpsi permukaan biomassa telah jenuh dan telah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi tembaga dalam biomassa dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada waktu kontak diatas 80 menit cenderung konstan atau hampir sama.

Waktu kontak yang lebih lama antara ion logam tembaga 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 tembaga yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben.



BAB V

PENUTUP

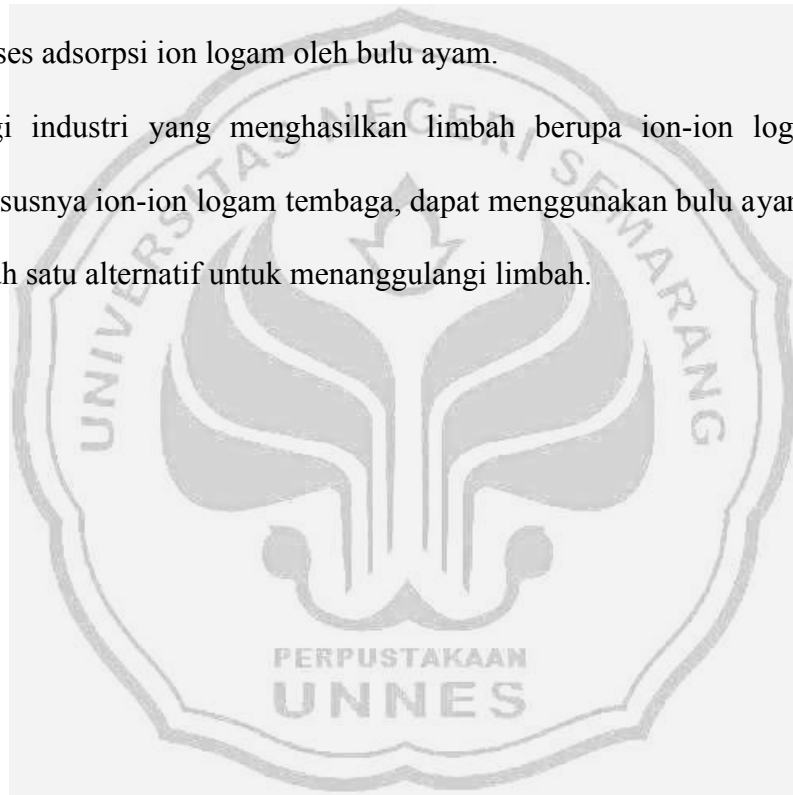
5.1 SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Biomassa bulu ayam teraktivasi NaOH/Na₂SO₃ dapat digunakan sebagai penurun kadar ion logam tembaga dalam larutan. Kondisi optimumnya adalah pada pH 5, massa adsorben 0,5 gram, konsentrasi Cu²⁺ 300 ppm, dan waktu kontak 80 menit.
2. Variasi pH dalam rentang pH 3-9 menunjukkan hasil yaitu semakin tinggi nilai pH kemampuan adsorben dalam menyerap tembaga semakin menurun, namun jika pH terlalu rendah konsentrasi tembaga yang terserap semakin berkurang. Variasi massa dalam rentang massa 0,1-0,7 gram dan variasi konsentrasi dalam rentang 100-500 ppm menunjukkan hasil yaitu bertambahnya massa adsorben dan konsentrasi awal tembaga akan meningkatkan konsentrasi tembaga yang terserap. Namun pada konsentrasi yang berlebih, jumlah tembaga yang terserap cenderung stabil karena adsorben sudah jenuh. Variasi waktu kontak dalam rentang waktu 20-120 menit menunjukkan hasil yaitu semakin lama waktu kontak memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan. Namun jika terlalu lama dapat mengakibatkan desorpsi.

5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aplikasi adsorben bulu ayam terhadap limbah industri pengecoran logam dan industri elektronik untuk mengetahui kemampuan adsorpsi bulu ayam terhadap logam tembaga.
2. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai mekanisme maupun kinetika reaksi pada proses adsorpsi ion logam oleh bulu ayam.
3. Bagi industri yang menghasilkan limbah berupa ion-ion logam berat khususnya ion-ion logam tembaga, dapat menggunakan bulu ayam sebagai salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah.



DAFTAR PUSTAKA

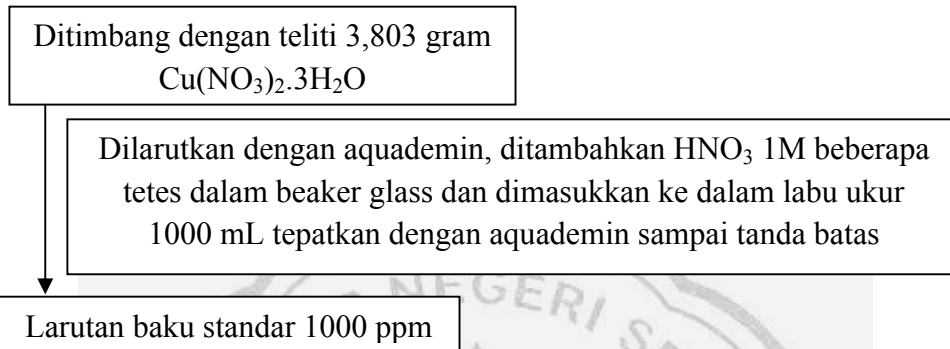
- Alberty, R.A dan Daniel, F. 1983. *Kimia Fisika* (Alih bahasa: DR. N.M Surdia). Jakarta: Erlangga.
- Anggraini, R. 2006. "Optimasi Penyerapan Logam Krom oleh Biomassa Kering Bulu Ayam Broiler". Skripsi, Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Arsyad, 2001, *Kamus Kimia*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Atkins, P.W. 1997. *Kimia Fisika* (Alih bahasa: Dra. Irma I. K). Jakarta: Erlangga.
- Al-Asheh, S., Banat, F., dan Al-Rousan, D. 2002. "Beneficial Reuse of Chicken Feathers in Removal of Heavy Metals from Wastewater". *Journal of Clean Production*. 11 : hal. 321 – 326.
- Barber, S., and Barber , C.B., 1980, *Rice Bran Chemistry and Technology*, Avi. Publ. Co. Westpart, Connecticut, 790851.
- Bernasconi, G.,H.Gerster, H.Hawster, H.Stauble dan E. Schneiter. 1995. *Teknologi Kimia bagian 2*. (Alih bahasa: Lienda Handojo). Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Bertsch A, Coello M. 2005. A biotechnological process for treatment and recycling poultry feathers as a feed ingredient. *Biores. Technol.* 96: 1703-1708.
- Dalev, P.G. 1994. "Utilization of Waste Feathers from Poultry Slaughter for Production of a Protein Concentrate". *Bioresource Technology*, 48 : hal. 265-267.
- Erdawati, 2008. *Kapasitas Adsorpsi Kitosan dan Nanomagnetik Kitosan terhadap Ion Ni(II)*. Prossiding. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Lampung.
- Giyatmi, Zaenal, K. dan Damajati, M., 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 (akses tanggal 19 Oktober 2009)
- Haryani, K. 2007. Pembuatan Khitosan dari Kulit Udang Untuk Mengadsorpsi Logam Krom (Cr^{6+}) dan Tembaga (Cu). *Reaktor*. 11 (2): 86-90.
- Indrawati, L. 2009. *Aktivasi Abu Layang Batubara dan Aplikasinya pada Proses Adsorpsi Ion Logam Cr dalam Limbah Elektroplating*. Tugas Akhir, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang.

- Ketaren, 1986. "Lemak dan Minyak Pangan", UI-press, Jakarta
- Khopkar, S.M.1984. *Konsep Dasar kimia Analitik* (terjemahan). Bombay : Analytical Laboratory Department of Chemistry Indian institute of Technology. Bombay, hal.204-243.
- Kim WK., Patterson PH. 2000. Nutritional value of enzyme-or sodium hydroxidetreated feathers from dead hens. *Poultry sci.* 79: 528-534.
- Kulkarni, M.W. dan Rane, V.C. 1980. "Studies in Treatment of Liquid Effluent from Chlor-Alkali Industry". *Chem. Age*, 31 : hal.99-503
- Kunert J. 2000. Physiology of keratinophilic fungi. *Revista Iberoamericana de Micologia. Bilbao*: 66-85.
- Lehninger A.L., (1990). "Dasar-dasar Biokimia", jilid I, Erlangga, Jakarta
- Maramis, A.A., Kristijanto, A.I., dan Notosoedarmo, S. 2006. "Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisiko-Kimiawi di Sungai Kreo, Dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang". *Akta Kimindo*. Vol.1 No.2, hal. 93 – 98.
- Moore GRP., Martelli SM., Gandolfo C., Sobral PJ. Do A., Laurindo JB. 2006. Influence of the glycerol concentration on some physical properties of feather keratin films. *Food Hydrocolloids* 20: 975-982.
- Ni'mah, 2007. Penurunan Kadar Tembaga dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. *Akta Kimindo*. 2, (1): 57-66.
- Parry DAD, North ACT. 1998. Hard a-keratin intermediate filament chains: substructure of the N- and C-terminal domains and the predicted structure and function of the C-terminal domains of type I and type II chains. *J Struct Biol* 122:67-75.
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pescok, R.L., Shield, L.D., Cairns, T., dan McWilliam, L.G., 1976, *Modern of Chemical Analysis*, 2rd ed, NewYork: John Wiley and Sons.
- Presland R.B., Gregg K., Molloy P.L., Morris C.P., Crocker L.A., Rogers G.E. 1989. Avian keratin genes. I. A molecular analysis of the structure and expression of a group of feather keratin genes. *J Mol Biol* 209: 549-559.
- Primadhani, S.Y. 2007. *Penurunan Kadar Tembaga dalam Larutan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam dengan Aktivasi Asam Tioglikolat 0,1 N*. Skripsi. Jurusan Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

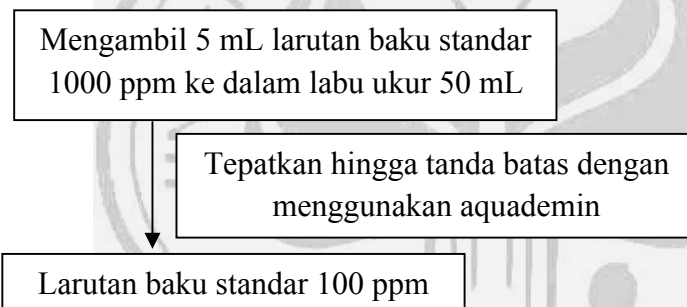
- Raya, I., 1998, Studi Kinetika Adsorpsi Ion Logam Al(III) dan Cr(III) pada adsorben chaetoceros calcitrans yang terimobilisasi pada silika Gel. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Riffel A., Lucas F., Heeb P., Brandelli A. 2003 a. Characterization of new keratinolytic bacterium that completely degrades native feather keratin. *Arch Microbiol* 179 (4): 258-265.
- Rossa, G, H.E., Reynel. A, A. Bonilla. P, I. Cano. R., C. Velasco. S., dan A.I. Martinez. h. 2008. Recycling Poultry Feathers for pb Removal from Wastewater: Kinetic and Equilibrium Studies. *Engineering and Technology journal*: 394-402.
- Saeni. 1997. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut*. Orasi Ilmiah. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB. Bogor.
- Sastrohamidjojo, H.1992. *Spektroskopi Infra Merah*. Yogyakarta : Liberty.
- Sayed, S.A., Saleh, S.M. dan Hasan, E.E. 2005. "Removal og Some Polluting Metals from Industrial Water Using Chicken Feathers". *Desalination*. 181 : hal. 243-255.
- Setyorini, T. 2006. *Optimasi Serapan Logam Kromium dalam Larutan Menggunakan Bulu Ayam Diaktivasi dengan NaOH/Na₂S*. Jurusan Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Stum W, dan Morgan, J.J., 1996, *Aquatic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York.
- Sugiharto, E.1992. *Atomic Absorption Spectrometry*. Yogyakarta: UGM
- Sun, P., Liu, Z-T dan Liu Z-W. 2009. "particles from Bird Feather: A Novel Application of an Ionic Liquid and Waste Resource". *Journal of Hazardous Materials*, 170: Hal. 786-790.
- Tan T.C., Chia, C.K., Theo, C.K., (1985), "Uptake of Metal by Chemically Treated Human Hairs", *Water Research*, 19:157-162
- Volesky, B. 2000. *Biosorption of Heavy Metals*. CRC Press, Boston.
- 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.
- Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 3 2007
- Zerdani I., Faid M., Malki A. 2004. Feather wastes digestion by new isolated strains *Bacillus* sp. in Morocco. *African J Biotechnol* 3 (1): 67-70.

LAMPIRAN 1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

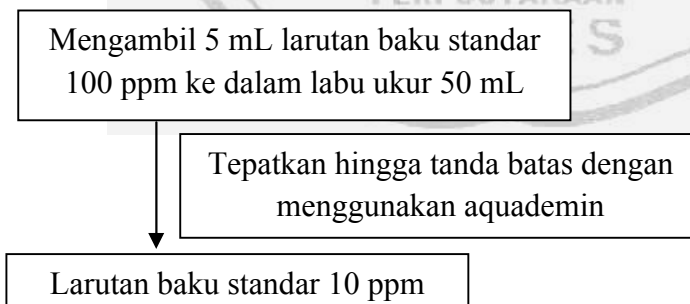
- a. Pembuatan Larutan baku standar Tembaga
1. Pembuatan Larutan baku standar Tembaga 1000 ppm



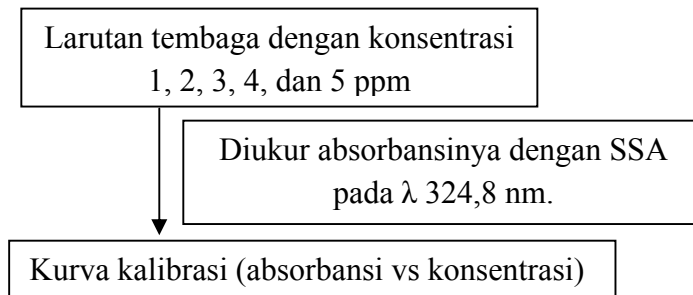
2. Pembuatan Larutan baku standar Tembaga 100 ppm



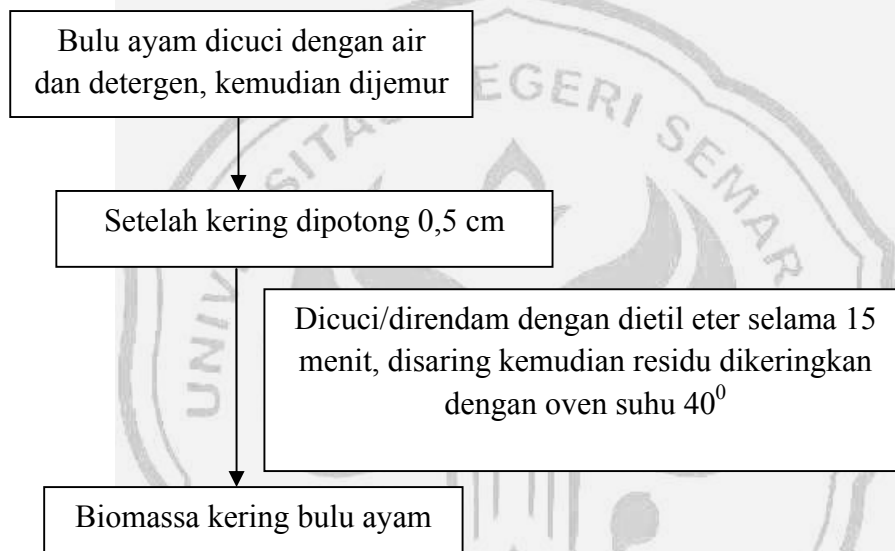
3. Pembuatan Larutan baku standar Tembaga 10 ppm



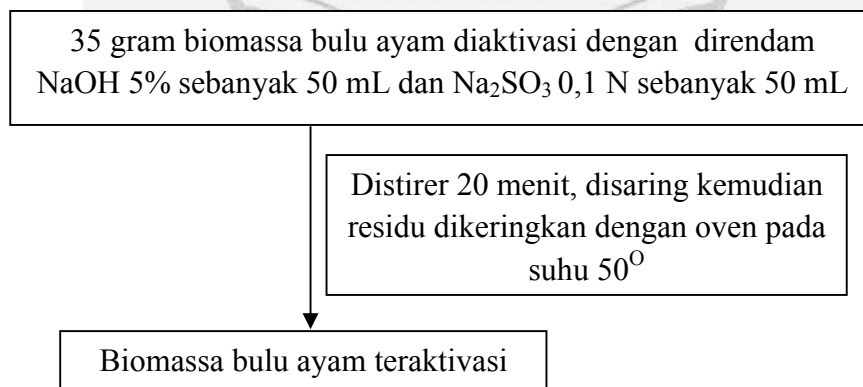
b. Pembuatan kurva kalibrasi



c. Pembuatan Biomassa kering Bulu Ayam



d. Perlakuan Aktivasi Biomassa Bulu Ayam dengan Larutan Alkali



e. Optimasi Penyerapan Ion Logam Tembaga oleh Biomassa Bulu Ayam

1. Optimasi pH

50 mL larutan tembaga 250 ppm diatur keasamannya pada pH 3, 5, 7, 9 dengan menambahkan HCl/NaOH, kemudian masukkan 0,5 gram bulu ayam

Di aduk dengan pengaduk magnet 30 menit, disaring dan analisis dengan SSA pada λ 324,8 nm

pH optimum

2. Optimasi Massa Adsorben

Biomassa bulu ayam dengan variasi 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 gr dimasukkan dalam 50 mL larutan tembaga 250 ppm pada pH optimum

Di aduk dengan pengaduk magnet 30 menit, disaring dan analisis dengan SSA pada λ 324,8 nm

Massa optimum

3. Optimasi Konsentrasi Tembaga

50 mL larutan tembaga dengan variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm, pada pH optimum, dan masukkan biomassa bulu ayam sebesar massa optimum.

Di aduk dengan pengaduk magnet 30 menit, disaring dan analisis dengan SSA pada λ 324,8 nm

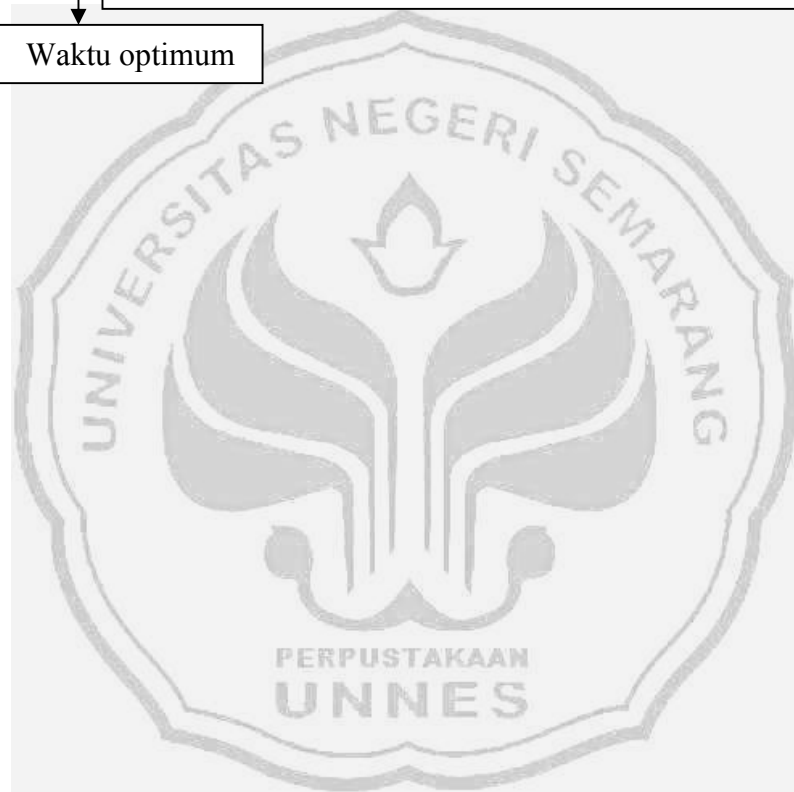
Konsentrasi optimum

4. Optimasi Waktu Kontak

Biomassa bulu ayam dengan massa optimum dimasukkan dalam 50 mL larutan tembaga dengan konsentrasi optimum dan pada pH optimum

Di aduk dengan pengaduk magnet dengan variasi waktu 20, 40, 60, 80, 100, dan 120 menit. disaring dan analisis dengan SSA pada λ 324,8 nm

Waktu optimum



LAMPIRAN 2. ANALISIS DATA

1. Pembuatan kurva kalibrasi untuk penentuan ion Cu^{2+}
 - a. Pembuatan larutan standar Cu^{2+} 1000 ppm.

$$\frac{\text{-----}}{(\text{---})_2 \cdot \text{---}} = \frac{\text{-----}}{(\text{---})_2 \cdot \text{---}}$$

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{-----}}{(\text{---})_2 \cdot \text{---}}$$

$$\text{mg} = 3803,1$$

$$= 3,8031 \text{ g}$$

3,8031 gram $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 1000 mL aquademin.

Pembuatan larutan tembaga dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm dari larutan standar tembaga 10 ppm.

Perhitungan:

1 ppm

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

$$V_1 \times 10 = 10 \times 1$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

2 ppm

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

$$V_1 \times 10 = 10 \times 2$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

3 ppm

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

$$V_1 \times 10 = 10 \times 3$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

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

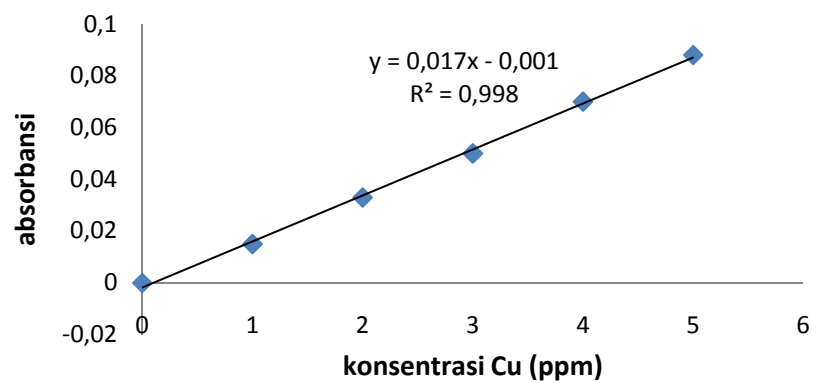
$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

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

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

b. Data Absorbansi Kalibrasi Standar Cu.

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0,015
2	0,033
3	0,050
4	0,070
5	0,088



2. Penentuan kondisi optimum

a. Optimasi pH

Data hasil pengukuran

pH	Absorbansi
3	0,027 (10)
5	0,030 (2)
7	0,079 (2)
9	0,020 (10)

Data absorbansi pada optimasi pH yang diperoleh dari analisis dengan SSA kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi untuk menentukan nilai pH optimum.

Persamaan:

$$y = 0,017x - 0,001$$

$$0,030 = 0,017x - 0,001$$

$$0,030 + 0,001 = 0,017x$$

$$x = 1,8235 \text{ (2x pengenceran)}$$

$$= 3,647 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap: $Co - Ct = 250 - 3,647 = 246,353 \text{ ppm}$

Dengan massa 0,5 gram dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$Q = \frac{(Co - Ct)V}{W}$$

$$= \frac{246,353 \times 0,05}{0,5}$$

$$= 24,6353 \text{ mg/g}$$

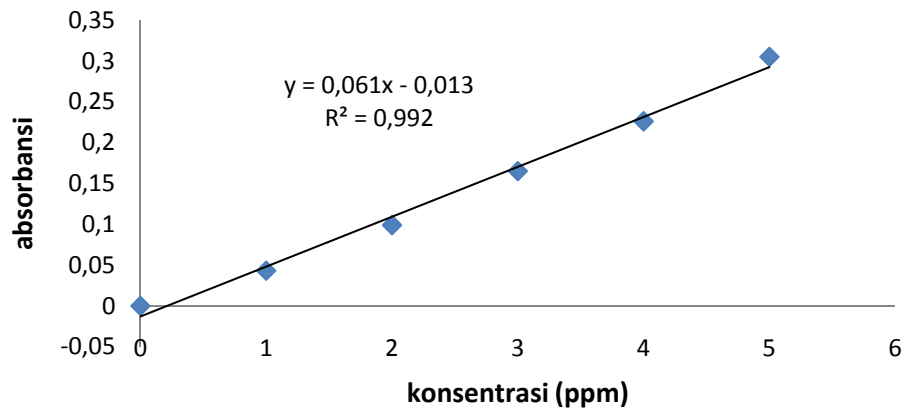
Keterangan:

- Q = kadar tembaga yang teradsorpsi (mg/g)
 Co = konsentrasi awal tembaga (mg/L)
 Ct = konsentrasi akhir tembaga (mg/L)
 V = volume larutan (Liter)
 W = berat adsorben yang digunakan (gram)

Data perhitungan Optimasi pH

pH	Adsorben	Waktu kontak (menit)	Co (konsentrasi awal)	Co-Ct (konsentrasi yang terserap)	x/m (mg/g)
3	0,5 gr	30	250	233,529	23,3529
5	0,5 gr	30	250	246,353	24,6353
7	0,5 gr	30	250	240,588	24,0588
9	0,5 gr	30	250	237,647	23,7647

b. Optimasi massa



Data hasil pengukuran

Massa Adsorben	absorbansi
0,1 gr	0,111 (10)
0,3 gr	0,102 (10)
0,5 gr	0,054 (10)
0,7 gr	0,058 (10)

Data absorbansi pada optimasi massa yang diperoleh dari analisis dengan SSA kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi untuk menentukan nilai massa optimum.

Persamaan:

$$y = 0,061x - 0,013$$

$$0,134 = 0,061x - 0,013$$

$$0,134 + 0,013 = 0,061x$$

$$x = 2,4098$$

Konsentrasi terserap: $C_o - C_t = 250 - 2,4098 = 247,5902$ ppm

Dengan massa 0,5 gram dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$= \frac{(C_o - C_t)V}{W}$$

$$= \frac{247,5902 \times 50}{50}$$

$$= 24,7590 \text{ mg/g}$$

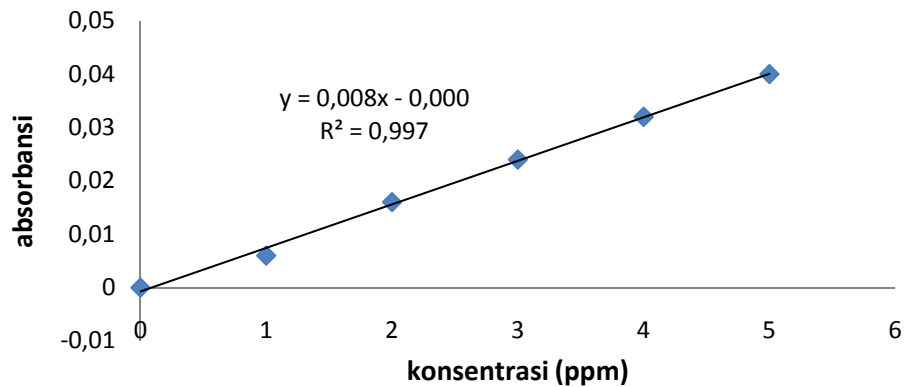
Keterangan:

Q	= kadar tembaga yang teradsorpsi	(mg/g)
Co	= konsentrasi awal tembaga	(mg/L)
Ct	= konsentrasi akhir tembaga	(mg/L)
V	= volume larutan	(Liter)
W	= berat adsorben yang digunakan	(gram)

Data perhitungan optimasi massa

Massa adsorben	Waktu kontak (menit)	pH	Co (konsentrasi awal)	Co-Ct (konsentrasi yang terserap)	x/m (mg/g)
0,1	30	5	250	229,6721	22,9672
0,3	30	5	250	231,1475	23,1148
0,5	30	5	250	239,0164	23,9016
0,7	30	5	250	238,3606	23,8361

c. Optimasi konsentrasi



Data hasil pengukuran

Konsentrasi (ppm)	absorbansi
100	0,010 (10)
200	0,022 (10)
300	0,006 (100)
400	0,015 (100)
500	0,023 (100)

Data absorbansi pada optimasi konsentrasi yang diperoleh dari analisis dengan SSA kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi untuk menentukan nilai konsentrasi optimum.

Persamaan:

$$y = 0,008x - 0,000$$

$$0,006 = 0,008x - 0,000$$

$$x = 0,75 \text{ (100 x pengenceran)}$$

$$= 75 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap: $Co - Ct = 300 - 75 = 225 \text{ ppm}$

Dengan massa 0,5 gram dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$\begin{aligned} &= \frac{(Co - Ct)V}{W} \\ &= \frac{225 \times 50}{5000} \\ &= 22,5 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Keterangan:

Q = kadar tembaga yang teradsorpsi (mg/g)

Co = konsentrasi awal tembaga (mg/L)

Ct = konsentrasi akhir tembaga (mg/L)

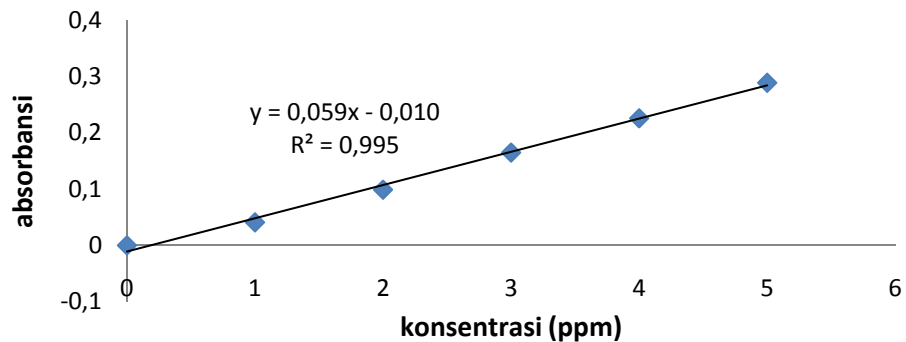
V = volume larutan (Liter)

W = berat adsorben yang digunakan (gram)

Data perhitungan optimasi konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	Adsorben	Waktu kontak (menit)	pH	Co-Ct (konsentrasi yang terserap)	x/m (mg/g)
100	0,5	30	5	87,5	8,75
200	0,5	30	5	172,5	17,25
300	0,5	30	5	225	22,5
400	0,5	30	5	212,5	21,25
500	0,5	30	5	212,5	21,25

d. Optimasi waktu



Data hasil pengukuran

Waktu kontak (menit)	absorbansi
20	0,158 (10)
40	0,059 (10)
60	0,058 (10)
80	0,045 (10)
100	0,046 (10)
120	0,049 (10)

Data absorbansi pada optimasi waktu yang diperoleh dari analisis dengan SSA kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kurva kalibrasi untuk menentukan nilai waktu optimum.

Persamaan:

$$y = 0,059x - 0,010$$

$$0,045 = 0,059x - 0,010$$

$$0,045 + 0,010 = 0,059x$$

$$0,055 = 0,059x$$

$$x = 0,9322 \text{ (10 x pengenceran)}$$

$$= 9,322 \text{ ppm}$$

Konsentrasi terserap: $C_o - C_t = 300 - 9,322 = 290,678 \text{ ppm}$

Dengan massa 0,5 gram dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$= \frac{(C_o - C_t)V}{W}$$

$$= \frac{271,525 - 290,508}{9,078}$$

$$= 29,0678 \text{ mg/g}$$

Keterangan:

Q = kadar tembaga yang teradsorpsi (mg/g)

C_o = konsentrasi awal tembaga (mg/L)

C_t = konsentrasi akhir tembaga (mg/L)

V = volume larutan (Liter)

W = berat adsorben yang digunakan (gram)

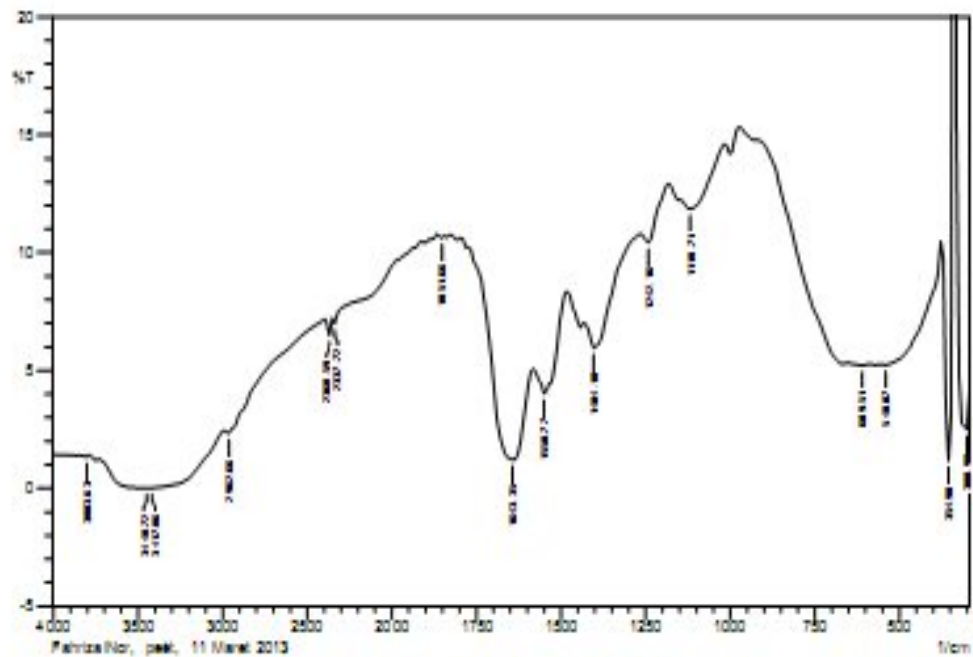
Data perhitungan optimasi waktu

Waktu kontak	Adsorben	pH	C _o (konsentrasi awal)	C _o -C _t (konsentrasi yang terserap)	x/m (mg/g)
20	0,5	5	300	271,525	27,1525
40	0,5	5	300	288,305	28,8305
60	0,5	5	300	288,475	28,8475
80	0,5	5	300	290,678	29,0678
100	0,5	5	300	290,508	29,0508
120	0,5	5	300	290	29

LAMPIRAN 3. HASIL SPEKTRA FT-IR BULU AYAM



Lab. Kimia Organik PMIPA - UGM



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	3300.9	2.493	0.847	331.76	293.16	57.496	12.636
2	3054.9	1.166	39.625	370.33	339.47	38.972	24.505
3	2940.07	5.239	0.46	585.5	376.05	210.536	11.315
4	2829.51	5.212	0.053	648.08	594.08	69.135	0.152
5	1716.71	11.854	0.809	1141.65	1018.41	110.013	2.39
6	1642.16	10.424	0.959	1265.3	1166.16	72.639	1.273
7	1604.16	5.951	1.568	1427.32	1273.02	167.546	5.094
8	1580.77	4.011	2.133	1561.63	1469.05	116.35	9.157
9	1543.35	1.216	5.317	1766.6	1569.34	260.454	65.276
10	1521.66	10.611	0.178	1867.09	1626.52	37.456	0.14
11	1337.72	7	0.34	2353.16	1913.39	471.621	6.256
12	1288.59	6.484	0.714	2391.73	2353.16	44.949	0.665
13	1262.66	2.333	0.295	2665.91	2399.45	767.71	1.24
14	1117.66	0.014	0.065	3433.29	2993.52	1090.462	2.474
15	1048.72	0.007	0.007	3484.15	3433.29	123.245	5.024
16	803.63	1.33	0.076	3542.2	3795.91	66.162	0.362

Comment:
FahrizalNor, pelet, 11 Maret 2013

LAMPIRAN 4. DOKUMENTASI PENELITIAN

**Pencucian bulu ayam dengan
detergen**



Analisis sampel dengan SSA



**Larutan untuk optimasi sebelum
diadsorpsi**



Perendaman dengan dietetil eter



Pengadukan dengan stirrer



**Aktivasi dengan NaOH dan
Na₂SO₃**