



**PEMANFAATAN PASIR LAUT TERAKTIVASI  $H_2SO_4$   
DAN TERSALUT  $Fe_2O_3$  SEBAGAI ADSORBEN ION  
LOGAM Cu (II) DALAM LARUTAN**

**Skripsi**

**disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Kimia**

**oleh**

**Dwimas Shoni Pambudi**

**4311409017**

**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.

Semarang,

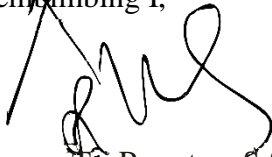
Dwimas Shoni Pambudi  
4311409017

## 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.

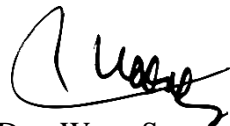
Semarang,

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP.196507231993032001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

”Pemanfaatan Pasir Laut Teraktivasi  $H_2SO_4$  dan Tersalut  $Fe_2O_3$  sebagai Adsorben Ion Logam Cu (II) dalam Larutan”

disusun oleh

Nama : Dwimas Shoni Pambudi

NIM : 4311409017

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



Ketua Penguji

Drs. Wisnu Sunarto, M.Si  
NIP. 195207291984031001

Anggota Penguji/  
Pembimbing Utama,

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

Sekretaris,

Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP.196507231993032001

Anggota Penguji/  
Pembimbing Pendamping,

Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP.196507231993032001

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### ***MOTTO:***

- Menjadi diri sendiri, mencari jati diri, dan mendapatkan hidup yang mandiri
- Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua (*Aristoteles*).
- “Barangsiapa yang bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah akan menjadikan urusannya menjadi mudah. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapuskan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung” (QS. Ath-Thalaq: 2, 3, 4)

### ***Skripsi ini kusembahkan untuk:***

*Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang*

*Abi dan Ummi tersayang*

*Kakak dan adikku tersayang*

*Teman-teman seperjuangan Kimia Angkatan 2009*

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemanfaatan Pasir Laut Teraktivasi  $H_2SO_4$  dan Tersalut  $Fe_2O_3$  sebagai Adsorben Ion Logam Cu (II) 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. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
5. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si sebagai Pembimbing I yang telah memberikan petunjuk, arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Dra. Woro Sumarni, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Drs. Wisnu Sunarto, M.Si sebagai Penguji yang telah memberi saran kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan bekal dalam penyusunan skripsi ini.
9. Kedua orang tua tersayang, Bapak Soleh dan Ibu Tati Afifah atas doa, kasih sayang, nasihat, pengertian, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

10. Kakakku, Pri Andi Anggara, dan adikku, Ali Akbar Amrulloh, tersayang atas doa dan dukungan kepada penulis.
11. Seluruh laboran serta teknisi laboratorium Kimia UNNES atas bantuan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.
12. Sahabat-sahabat terbaikku (Mas Hermawan, Aziz, Ulil, Nugroho, Seta, Meita Devita, Tian, Tania) atas semangat dan dukungannya.
13. Teman-teman seperjuangan Kimia 2009 atas motivasi dan kebersamaannya selama ini. *We are agent of change, success for all.*

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

Semarang,

Penulis

## ABSTRAK

Pambudi, Dwimas Shoni. 2013. Pemanfaatan Pasir Laut Teraktivasi  $H_2SO_4$  dan Tersalut  $Fe_2O_3$  sebagai Adsorben Ion Logam Cu (II) dalam Larutan. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si. dan Dra. Woro Sumarni, M.Si.

**Kata Kunci:** adsorpsi, pasir laut, tembaga

Tembaga merupakan salah satu logam berat yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu metode pemisahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan adalah metode adsorpsi. Dengan metode ini dibutuhkan suatu adsorben yang efektif untuk mengadsorpsi ion logam. Pasir laut merupakan salah satu bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Pasir laut mempunyai kandungan silika dioksida yang dapat mengikat ion logam tembaga. Ion logam tembaga yang bermuatan positif akan berikatan dengan gugus negatif pada pasir laut. Penelitian ini menggunakan dua macam pasir laut, yaitu pasir hitam dan pasir putih. Masing-masing pasir laut terdiri dari empat variasi yaitu pasir laut kontrol (A0), pasir laut teraktivasi  $H_2SO_4$  (A1), pasir laut tersalut  $Fe_2O_3$  (A2), dan pasir laut teraktivasi  $H_2SO_4$  dan tersalut  $Fe_2O_3$  (A3). Variasi pH dilakukan pada pH 3, 5, 7 dan 9. Variasi konsentrasi dilakukan pada 100, 150, 200 dan 250 ppm. Variasi waktu dilakukan pada 30, 60, 90 dan 120 menit. Kapasitas adsorpsi semakin meningkat seiring dengan kenaikan pH hingga pH 7. Pada pH 9 terjadi penurunan kapasitas adsorpsi karena peningkatan pH akan menyebabkan terlepasnya ion-ion (karbonat) ke dalam larutan. Semakin lama waktu kontak memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan ion logam. Interaksi yang terlalu lama dapat menurunkan tingkat penyerapan. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak dapat mengakibatkan desorpsi, yaitu lepasnya ion logam Cu (II) yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben. Adsorben paling optimum adalah HA3 untuk pasir hitam dan PA3 untuk pasir putih. Kapasitas adsorpsi pasir laut dalam menyerap ion logam tembaga sebesar 24,8634 mg/g untuk HA3 dan 19,8854 mg/g untuk PA3. Sebanyak 6,5 g HA3 digunakan untuk menyerap limbah dengan konsentrasi 2960,32 ppm. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh 21,5650 mg/g dengan persentase 94,70%. Sebanyak 8 g HA3 digunakan untuk menyerap limbah dengan konsentrasi 2984,13 ppm. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh 17,2640 mg/g dengan persentase 92,56%.



## ABSTRACT

Pambudi, Dwimas Shoni. 2013. Utilization of sea sand and coated Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Activated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as Metal Ion Adsorbent of Cu (II) in Solution. Essay, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. Agung Tri Prasetya, S.Si, M.Si. and Dra. Woro Sumarni, M.Si.

**Key Words:** adsorption, sea sand, copper

Copper is one of the heavy metals that can cause environmental pollution. One method of separation that can be done to reduce the environmental pollution is adsorption method. With this method required an effective adsorbent to adsorb metal ions. Sea sand is one of the natural ingredients that can be used as an adsorbent. Sea sand has silica dioxide content of metal ions that can bind copper. Copper metal ions will bind to the positively charged groups on the sand sea negative. This study uses two kinds of sea sand, the black sand and white sand. Each consisting of four sea sand is sand control variation (A0), sea sand activated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (A1), sea sand coated Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (A2), and sea sand and coated Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> activated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (A3). PH variation performed at pH 3, 5, 7 and 9. Concentration variation performed at 100, 150, 200 and 250 ppm. Time variations made on 30, 60, 90 and 120 minutes. Adsorption capacity increased along with the increase of pH up to pH 7. At pH 9 decreased adsorption capacity due to an increase in pH will cause the release of ions (carbonate) into the solution. The longer the contact time allows for increased uptake of metal ions. Interactions that are too long can reduce the absorption rate. This is due to the longer contact time may lead to desorption, ie the release of metal ions Cu (II) which is bound to the active group adsorbent. The most optimum adsorbent is HA3 to black sand to white sand and PA3. Adsorption capacity of sea sand to absorb copper ions at 24.8634 mg/g for HA3 and 19.8854 mg/g for PA3. A total of 6.5 g HA3 used to absorb waste by 2960.32 ppm concentration. Adsorption capacity obtained 21.5650 mg/g with a percentage of 94.70%. A total of 8 g HA3 used to absorb waste by 2984.13 ppm concentration. Adsorption capacity obtained 17.2640 mg/g with a percentage of 92.56%.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Logam Berat .....	6
2.2 Tembaga (Cu).....	7
2.3 Pasir Laut.....	9
2.4 Aktivasi Pasir Laut dengan Asam Sulfat .....	11
2.5 Pelapisan Pasir Laut dengan Feri Oksida.....	11
2.6 Adsorpsi .....	12
2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	13
2.8 Penelitian-Penelitian Terkait .....	16
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi Penelitian .....	19
3.2 Sampel.....	19
3.3 Variabel Penelitian .....	19
3.3.1 Variabel bebas .....	19

3.3.2 Variabel terikat .....	19
3.3.3 Variabel terkendali.....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Alat dan Bahan .....	20
3.4.2 Cara Kerja.....	21
3.4.2.1 Pembuatan Larutan Induk Cu (II).....	21
3.4.2.2 Pembuatan Larutan Asam Sulfat 4 N sebanyak 1000 mL.....	22
3.4.2.3 Preparasi Pasir Laut .....	22
3.4.2.4 Aktivasi Pasir Laut dengan Asam Sulfat.....	22
3.4.2.5 Pelapisan Pasir Laut dengan Feri Oksida .....	23
3.4.2.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	23
3.4.2.7 Penentuan pH Optimum .....	24
3.4.2.8 Penentuan Konsentrasi Larutan Cu (II) Optimum.....	24
3.4.2.9 Penentuan Waktu Optimum.....	24
3.4.2.10 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pasir Laut Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan Tersulut Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Ion Logam Cu(II) .....	25
3.4.2.11 Aplikasi Pasir Laut terhadap Limbah Cair Elektroplating .....	25

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pembuatan Adsorben Pasir Laut .....	27
4.2 Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II).....	28
4.3 Pengaruh Konsentrasi Larutan Cu (II) terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II).....	31
4.4 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II) .....	33
4.5 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pasir Laut Hitam dan Putih Terhadap Ion Logam Cu (II) pada pH, Konsentrasi, dan Waktu Optimum.....	36
4.6 Aplikasi Pasir Laut Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan Tersulut Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Limbah Cair Elektroplating.....	37

#### **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pasir Laut Hitam dan Putih terhadap Ion Logam Cu (II) pada pH, Konsentrasi, dan Waktu Optimum .....	36
4.2 Data Penyerapan Ion Logam Cu (II) Menggunakan Pasir Laut terhadap Limbah Cair Elektroplating .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Hubungan antara pH dan persentase adsorpsi (pasir hitam).....	29
4.2 Hubungan antara pH dan persentase adsorpsi (pasir putih).....	30
4.3 Hubungan antara konsentrasi larutan Cu (II) dan persentase adsorpsi (pasir hitam) .....	31
4.4 Hubungan antara konsentrasi larutan Cu (II) dan persentase adsorpsi (pasir putih).....	32
4.5 Hubungan antara waktu kontak dan persentase adsorpsi (pasir hitam) .....	34
4.6 Hubungan antara waktu kontak dan persentase adsorpsi (pasir putih).....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian.....	44
2. Pembuatan Larutan Induk Cu(II) dan Kurva Kalibrasi .....	54
3. Pembuatan Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 4 N .....	56
4. Penentuan pH Optimum .....	57
5. Penentuan Konsentrasi Optimum .....	59
6. Penentuan Waktu Optimum .....	61
7. Penentuan Kapasitas Adsorpsi .....	63
8. Hasil Analisis Limbah Elektroplating .....	65
9. Dokumentasi Penelitian.....	68

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejalan dengan perkembangan pengetahuan dan perhatian manusia terhadap lingkungan hidupnya mendorong berkembangnya berbagai usaha untuk melindungi lingkungan hidup dari kerusakan yang diakibatkan pencemaran lingkungan. Usaha yang paling mungkin dilakukan setelah terjadi pencemaran yaitu dengan menurunkan tingkat pencemaran tersebut.

Salah satu jenis pencemaran lingkungan yang dihadapi saat ini adalah disebabkan oleh logam-logam berat, salah satunya adalah logam berat tembaga yang terdapat pada limbah cair. Sumber-sumber penyumbang pencemaran logam berat tembaga dapat berasal dari industri elektroplating, elektronika, penggunaan fungisida dan insektisida yang berlebihan. Jumlah logam tembaga yang diperbolehkan terakumulasi dalam air adalah 1,3 ppm dan bila lebih akan bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan tertentu pada mahluk hidup. Sehingga diperlukan langkah-langkah pencegahan berupa pengambilan atau pemisahan logam berat tembaga dalam air limbah (Haris dkk, 2005).

Banyak metode pemisahan yang telah dikembangkan untuk menangani masalah limbah di perairan, antara lain presipitasi, ekstraksi, separasi dengan membran (Jain dkk., 2005), pertukaran ion (Sivaiah dkk., 2004), dan adsorpsi. Metode presipitasi adalah metode yang paling ekonomis tetapi menimbulkan masalah baru pada endapan yang dihasilkan, metode pertukaran ion atau osmosis balik pada umumnya efektif, tetapi memerlukan peralatan dan biaya operasional

yang relatif tinggi (Sardjono, 2007). Sedangkan metode adsorpsi telah terbukti efektif untuk mengurangi konsentrasi logam di perairan seperti yang dilaporkan oleh berbagai penelitian, diantaranya melalui penggunaan berbagai adsorben seperti zeolit (Barros dkk., 2003), arang (Dianati-Tilaki dan Mahmood, 2004), abu layang (Li dkk., 2002), dan berbagai sampah pertanian seperti kulit jagung (Igwe dkk., 2005) atau kulit singkong (Abia dkk., 2003).

Berdasarkan penelitian Edwards dan Benjamin (1989) serta Satpathy dan Chaudhuri (1997), pasir dapat digunakan sebagai penjerap (adsorben) logam berat yang terdapat pada limbah industri sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Menurut Diantariani (2010), pasir mempunyai cukup banyak pori-pori, yaitu 30% lebih dari volumenya. Dengan adanya pori-pori ini, maka pasir sangat mendukung pemanfaatannya sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam-logam toksik. Satpathy dan Chaudhuri (1997) memodifikasi batu pasir alam melalui  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -*coated* (tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan memanfaatkannya sebagai adsorben limbah logam kadmium dan kromium. Hasilnya, bahwa batu pasir tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  memiliki luas permukaan spesifik pori yang lebih besar ( $1,59 \text{ m}^2/\text{g}$ ) daripada tanpa tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $0,04 \text{ m}^2/\text{g}$ ). Sumerta (2001) memanfaatkan pasir galian C tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebagai adsorben logam Pb dan terjadi peningkatan kemampuan adsorpsi terhadap logam tersebut dibandingkan tanpa tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Berdasarkan penelitian Widjonarko, dkk. (2003) aktivasi batuan alofan dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dapat meningkatkan luas permukaan spesifik pori dan



keasaman permukaannya (situs aktifnya) akibat dari meningkatnya luas permukaan pori. Begitu juga dengan Widihati (2008) yang melakukan aktivasi menggunakan larutan asam sulfat. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan spesifik pori dan situs aktifnya. Perlakuan aktivasi dengan menggunakan larutan asam dapat melarutkan pengotor pada material tersebut sehingga mulut pori menjadi lebih terbuka akibatnya luas permukaan spesifik porinya meningkat.

Pemanfaatan pasir sebagai adsorben logam berat memiliki keuntungan ditinjau dari kelimpahannya di alam dibandingkan dengan adsorben lain seperti zeolit, arang, abu layang, kulit jagung, atau kulit singkong. Pasir yang terdapat di alam sangat beraneka ragam, salah satu contohnya yaitu pasir laut, baik yang berwarna hitam maupun yang berwarna putih. Pasir laut merupakan salah satu contoh dari jenis pasir karbonat. Dimana pasir karbonat sendiri salah satu dari tiga kategori pasir yang digolongkan oleh Pettijohn (1987).

Pasir laut hitam dan pasir laut putih kemungkinan juga mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengadsorpsi logam berat. Namun tanpa modifikasi terlebih dahulu tentunya kemampuannya sebagai penjerap kurang maksimal. Oleh karena itu, penulis akan melakukan modifikasi terkombinasi terhadap kedua jenis pasir tersebut yaitu diaktivasi dengan asam sulfat kemudian disalut feri oksida. Dengan modifikasi terkombinasi tersebut diharapkan kapasitas adsorpsinya terhadap ion Cu (II) dalam larutan lebih optimum dibandingkan dengan pasir teraktivasi asam sulfat saja, pasir tersalut feri oksida saja, dan pasir tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu masalah :

1. Apakah pasir laut hitam dan pasir laut putih dapat digunakan sebagai adsorben ion Cu (II) dalam larutan?
2. Bagaimanakah pengaruh pH, konsentrasi Cu (II) dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida?
3. Berapakah kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida?
4. Bagaimanakah kemampuan pasir laut dalam mengadsorpsi ion Cu (II)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada maka penelitian ini mempunyai tujuan :

1. Mengetahui apakah pasir laut hitam dan pasir laut putih dapat digunakan sebagai adsorben ion Cu (II) dalam larutan.
2. Mengetahui pengaruh pH, konsentrasi Cu (II) dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida.

3. Mengetahui kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida
4. Mengetahui kemampuan pasir laut dalam mengadsorpsi ion Cu (II).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi apakah pasir laut hitam dan pasir laut putih dapat digunakan sebagai adsorben ion Cu (II) dalam larutan.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh pH, konsentrasi Cu (II) dan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida.
3. Memberikan informasi tentang kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida, pasir laut teraktivasi asam sulfat saja, pasir laut tersalut feri oksida saja, dan pasir laut tanpa teraktivasi asam sulfat dan tanpa tersalut feri oksida
4. Memberikan informasi tentang kemampuan pasir laut dalam mengadsorpsi ion Cu (II).

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Logam Berat**

Logam berat adalah golongan logam yang memiliki pengaruh bila logam ini masuk dalam tubuh organisme hidup. Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-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 tembaga (Cu), air raksa (Hg), kadmium (Cd), dan timah hitam (Pb). 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, 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 Tembaga (Cu)**

Tembaga dengan nama kimia cupprum dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot atau massa rumus relatif 63,546. Unsur tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Prihatiningsih, 2007).

Logam tembaga digunakan secara luas dalam industri peralatan listrik, pelapisan logam maupun paduan logam. Kawat tembaga dan paduan tembaga digunakan dalam pembuatan motor listrik, generator, kabel transmisi, instalasi listrik rumah tangga, konduktor listrik, kabel, saklar, bidang

telekomunikasi, dan bidang-bidang yang membutuhkan sifat konduktivitas listrik dan panas yang tinggi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, 2005).

Tembaga merupakan logam berat yang penting, artinya meskipun tembaga merupakan logam berat beracun, namun sangat dibutuhkan oleh tubuh meski dalam jumlah yang kecil. Salah satunya sebagai kompleks Cu-protein yang berperan dalam pembentukan hemoglobin, kolagen pembuluh darah, dan mielin otak. Di sisi lain, tembaga dalam tubuh berfungsi sebagai sintesa hemoglobin dan tidak mudah dieksresikan dalam urine karena sebagian terikat dengan protein, sebagian dieksresikan melalui empedu ke dalam usus dan dibuang ke feses, sebagian lagi menumpuk dalam hati dan ginjal, sehingga menyebabkan penyakit anemia dan *tuberculosis* (Marganof, 2003). Tembaga juga dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup serta dapat menyebabkan kematian bila terjadi secara kontinu dan dalam waktu yang relatif lama. Salah satu penyakit yang ditimbulkan akibat keracunan tembaga pada manusia adalah penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala penyakit ini antara lain kerusakan otak, penurunan kerja ginjal, dan pengendapan tembaga dalam kornea mata (Palar, 2004).

Keberadaan Cu di lingkungan perlu mendapat perhatian mengingat kecilnya batas konsentrasi yang diijinkan. Berdasarkan keputusan menteri negara KLH Kep. 02/ Men-KLH/1998 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan, keberadaan Cu dalam lingkungan diharapkan nihil, sedangkan batas maksimal yang diperbolehkan adalah 1 ppm (Solecha, 2002). Tembaga

bersifat racun terhadap semua tumbuhan pada konsentrasi larutan di atas 0,1 mg/L. Konsentrasi yang aman bagi air minum manusia tidak lebih dari 1 mg/L. Konsentrasi normal komponen ini di tanah berkisar 20 mg/L dengan tingkat mobilitas sangat lambat karena ikatan yang sangat kuat dengan material organik dan mineral tanah liat. Kehadiran tembaga pada limbah industri biasanya dalam bentuk ion bivalen Cu (II) sebagai *hydrolytic product* (Suhendrayatna, 2001).

Ion logam Cu (II) dapat menjadi stabil dalam tanah setelah mengalami reaksi-reaksi hidrolisis, pembentukan kompleks anorganik dan kompleks organik, adsorpsi atau fiksasi Cu (II) pada berbagai jenis mineral liat dan kemampuan fiksasi ini berbeda pada masing-masing mineral liat. Ion logam Cu (II) terikat lebih kuat pada bahan organik dibandingkan dengan ion logam mikro lainnya (misalnya Zn(II) dan Mn(II)), dan Cu-kompleks-organik berperan penting dalam regulasi mobilitas dan ketersediaannya dalam tanah (Lahuddin, 2007).

### **2.3 Pasir Laut**

Pasir adalah material butiran dengan diameter antara 1/16 hingga 2 mm. Pasir dapat digolongkan menjadi tiga kategori utama yaitu pasir terigen (*terrigenous sand*), pasir karbonat (*carbonate sand*) dan pasir piroklastik (*pyroclastic sand*) (Pettijohn, 1987).

Pasir terigen adalah pasir yang terbentuk akibat pelapukan dan penghancuran batuan tua. Pasir itu diangkut, dipilah, dan diubah oleh aliran fluida (air atau udara) serta berasal dari daerah sumber yang terletak di luar cekungan pengendapannya. Sedangkan pasir karbonat sebagian besar merupakan endapan bahari dan terutama disusun oleh rangka binatang, oolit, serta intraklas yang

terbentuk pada tempat yang relatif berdekatan dengan lokasi pengendapannya. Material penyusun pasir karbonat terbentuk dalam cekungan pengendapan serta bukan merupakan material rombakan yang merupakan produk penghancuran batuan tua. Salah satu pengecualian untuk itu adalah partikel-partikel karbonat yang terbentuk akibat erosi yang sangat cepat pada paket batu gamping dalam suatu sabuk orogen. Pasir karbonat yang disusun oleh partikel-partikel yang disebut terakhir ini pada dasarnya merupakan pasir terigen yang berasal dari batugamping dan dolomit tua (Pettijohn, 1987).

Pasir piroklastik adalah pasir yang terbentuk akibat letusan gunung api. Pasir piroklastik dapat diendapkan dalam lingkungan yang beragam, baik lingkungan terestris maupun lingkungan akuatis. Istilah vulkaniklastik (*volcaniclastic*) juga diterapkan pada sebagian pasir, yakni pasir yang kaya akan material vulkanik. Pasir vulkaniklastik dapat berupa pasir piroklastik maupun pasir terigen (jika berasal dari *volcanic terrane*).

Pasir laut termasuk salah satu contoh dari pasir karbonat. Pasir laut adalah bahan galian pasir yang terletak pada wilayah perairan Indonesia yang tidak mengandung unsur mineral golongan A atau golongan B dalam jumlah yang berarti ditinjau dari segi ekonomi pertambangan. Sedangkan secara geologi pasir laut adalah segala material (sedimen) yang berukuran pasir yang karena proses transportasi akhirnya terendapkan dan terakumulasi dalam sediment di dasar laut.

Menurut Suryati (2003), pasir laut hitam memiliki kandungan silika dioksida 87-95%, sedangkan pasir putih 72-84%. Kandungan silika dioksida yang terdapat dalam pasir laut akan mengakibatkan pasir laut dapat mengikat ion logam



berat Cu (II). Ion yang bermuatan negatif pada silika dioksida akan berikatan dengan ion Cu (II). Semakin besar kandungan silika dioksida maka kemampuan pasir laut untuk mengadsorpsi ion logam Cu (II) semakin besar.

#### **2.4 Aktivasi Pasir Laut dengan Asam Sulfat**

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap pasir yang bertujuan untuk memperbesar pori sehingga pasir mengalami perubahan sifat, baik kimia maupun fisika, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Bradey, 1999).

Untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi pasir terhadap ion Cu (II) maka perlu dilakukan aktivasi secara kimia dengan menggunakan larutan asam. Hal ini telah didukung oleh beberapa hasil penelitian, yakni Kumar, dkk. (1995), telah melakukan modifikasi (aktivasi) tanah lempung dengan asam mineral ( $H_2SO_4$ ). Hasilnya, dapat meningkatkan beberapa sifat fisik dan kimianya seperti keasaman permukaan dan porositasnya sehingga lebih efektif sebagai adsorben ataupun katalis daripada lempung tanpa aktivasi. Selain itu, dalam penelitian Kesraoul-Oukl, dkk. (1993), juga menunjukkan bahwa untuk menukarkan kation-kation ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan  $Na^+$ ) pada dua zeolit alami, *chabazite* dan *clinoptilolite* dilakukan dengan penambahan NaOH. Pada penambahan larutan NaOH dengan konsentrasi 250 mg/L maka dapat menyebabkan peningkatan kapasitas pertukaran kation yang optimum yaitu sebesar 200 mg/g.

#### **2.5 Pelapisan Pasir Laut dengan Feri Oksida**

Pasir merupakan salah satu mineral yang dapat digunakan sebagai adsorben dan kelimpahannya di alam juga cukup besar. Pasir yang sudah diayak

dengan ukuran tertentu, kering dan bersih ditambahkan feri nitrat kemudian dipanaskan dengan suhu 110-120°C, maka feri nitrat akan menjadi feri oksida dengan reaksi sebagai berikut: (Satpathy dan Chaudhuri, 1997)



Feri oksida yang terbentuk berwarna coklat kemerahan. Pasir yang sudah dilapisi feri oksida dapat bertambah pori-porinya sehingga akan meningkatkan luas permukaan pasir. Pasir yang dilapisi feri oksida ini dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan berbagai logam berat dalam limbah (Satpathy dan Chaudhuri, 1997).

## 2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya. Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben (Bradey, 1999).

Mekanisme penyerapan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi secara fisika (fisorpsi) dan secara kimia (kemisorpsi). Pada proses fisorpsi, interaksi yang terjadi antara adsorbat dan adsorben adalah gaya Van der Waals. Molekul yang terikat lebih lemah dan energi yang dilepaskan relatif rendah, sekitar 20

kJ/mol. Di sisi lain, pada proses kemisorpsi, interaksi adsorbat dan adsorben tersedia melalui pembentukan ikatan yang lebih kuat. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekat ke permukaan adsorben melalui gaya Van der Waals atau melalui ikatan hidrogen, kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia berupa pembentukan ikatan yang lebih kuat (ikatan kovalen), dengan energi yang dilepaskan relatif tinggi, sekitar 100 kJ/mol (Atkins 1999).

Kandungan utama pasir laut adalah silica dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Ion bermuatan negatif yang terdapat dalam pasir laut akan berikatan dengan ion logam Cu sehingga terjadi reaksi yang menyebabkan kadar ion logam tembaga menjadi berkurang (Widihati, 2008).

## **2.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometri merupakan salah satu teknik analisis unsur yang didasarkan pada interaksi antara energi radiasi dengan atom unsur yang dianalisis. SSA banyak digunakan untuk analisis unsur. Atom suatu unsur dikenakan seberkas radiasi, maka akan terjadi penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat dasar tersebut. Penyerapan ini menyebabkan terjadinya pengurangan intensitas radiasi yang diberikan. Pengurangan intensitasnya sebanding dengan jumlah atom yang berada pada tingkat dasar tersebut (Hendayana, 1994).

Proses yang terjadi adalah larutan sampel disemprotkan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Panjang gelombang yang

dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer. yakni absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala (Hendayana, 1994).

$$A = \log \frac{1}{T} = \epsilon \cdot b \cdot c$$

dimana:

A = Absorbansi

T = Transmittansi

$\epsilon$  = Absorptivitas molar ( $\text{cm}^{-1}\text{mol}^{-1}$ )

b = Tebal medium serapan (cm)

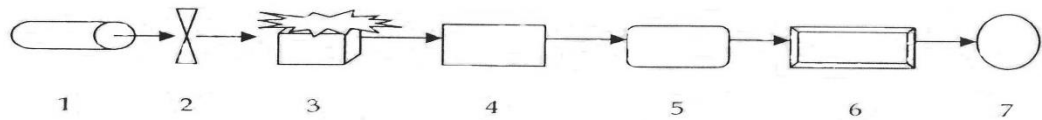
c = Konsentrasi sampel (mg/L)

Dalam penentuan konsentrasi cuplikannya dilakukan dengan membandingkan dengan konsentrasi larutan standar. Adapun Syarat-syarat agar hukum Lambert-Beer dapat digunakan, yaitu :

- a. Syarat konsentrasi, konsentrasi larutan yang diukur harus rendah (tidak pekat).
- b. Syarat kimia, zat pengabsorpsi (zat yang dianalisis) tidak boleh terdisosiasi, berasosiasi atau bereaksi dengan pelarut menghasilkan produk lain.
- c. Syarat cahaya, cahaya yang digunakan untuk pengukuran harus monokromatis.
- d. Syarat kejernihan, larutan yang akan diatomisasi harus jernih, agar larutan murni dalam bentuk larutannya, tidak ada sedikitpun padatan yang dapat mengakibatkan kemampatan pada alat SSA.

Cuplikan yang diukur dalam SSA adalah berupa larutan, biasanya air sebagai pelarutnya. Larutan cuplikan tersebut mengalir ke dalam ruang pengkabutan, karena terisap oleh aliran gas bahan bakar dan oksigen yang cepat. Berbeda dengan spektroskopi sinar tampak, metode ini tidak memperdulikan

warna larutan, sedangkan larutan cuplikan di atomisasi dahulu (Hendayana, 1994).



Gambar 2.2. Diagram Spektrometer Serapan Atom atau SSA

Ada tujuh pokok dalam setiap peralatan AAS yaitu:

a. Sumber sinar/sistem emisi

Sumber sinar diperlukan untuk menghasilkan sinar yang nanti energinya dapat diserap oleh atom-atom unsur yang dianalisis. Sumber sinar yang digunakan dalam Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah lampu Katoda Berongga (*Hollow Cathode Lamp*).

b. Monokromator

Fungsi monokromator untuk mengisolir salah satu garis resonansi dari sekian banyak spektra yang dihasilkan oleh lampu cekung. Peralatan yang digunakan terdiri dari cermin, lensa, filter, dan celah.

c. Sistem pengatoman

Pada sistem pengatoman, unsur yang dianalisis diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi atom bebas. Sistem pengatoman dapat dilakukan dengan nyala api. Sesuai dengan namanya, model ini menggunakan nyala api untuk mengubah analit yang dalam larutan berbentuk ion menjadi atom bebas. Bagian ini terdiri dari dua bagian yaitu: sistem pengabut (*"Nebulizer"*) dan sistem pembakar (*"burner"*). Sehingga sering disebut sistem *burner nebulizer*. *Burner Nebulizer*

merupakan campuran gas pembakar dan oksidan, tergantung dari temperatur nyala api yang dikehendaki.

d. Detektor/sinar fotometri

Fungsi detektor adalah mengubah energi sinar menjadi energi listrik yang dihasilkan untuk dapat menggerakkan jarum (bila sistem pembacaannya merupakan sistem jarum), akan mengeluarkan angka digital, atau menggerakkan pen pada recorder maupun menampilkan angka pada layar monitor.

e. Amplifier (penguat sinyal)

Amplifier berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

f. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan dalam alat pada SSA berfungsi untuk menampilkan bentuk sinyal listrik menjadi tampilan yang dapat dibaca.

g. Sistem Pencatat

Sistem pencatat dalam alat pada SSA berfungsi untuk menampilkan dalam bentuk cetakan (*print out*).

Dalam analisis logam Cu dengan alat SSA, panjang gelombang yang digunakan yaitu 324,8 nm dengan konsentrasi larutan Cu maksimal yang digunakan dalam pembuatan kurva kalibrasi sebesar 5 mg/L (Anonim, 1996).

## 2.8 Penelitian-Penelitian Terkait

Penelitian yang berkaitan dengan pasir tidak banyak dilakukan. Pada 2008, Dewi melakukan penelitian tentang adsorpsi batu pasir yang dilapisi besi oksida untuk menurunkan kadar timbal (Pb) dalam larutan. Hasil penelitian tersebut

menunjukkan bahwa konsentrasi optimum  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  yang digunakan untuk melapisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebanyak 20 g dengan kemampuan adsorpsi Pb sebesar 4,653 mg/g. Sementara kemampuan adsorpsi batu pasir yang tidak dilapisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  adalah 2,784 mg/g.

Widihati (2008) melakukan penelitian menggunakan tiga jenis pasir (pasir galian, pasir laut warna hitam, dan pasir laut warna putih) yang diaktivasi asam sulfat dan dilapisi besi oksida untuk mengadsorpsi anion Cr (VI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir laut putih teraktivasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 N tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  memiliki nilai keasaman permukaan paling tinggi (0,4741 mmol/g). Luas permukaan spesifik paling tinggi untuk pasir galian dimiliki oleh pasir kontrol (A) (30,8969  $\text{m}^2/\text{g}$ ), sedangkan pasir laut putih AA2 (30,1203  $\text{m}^2/\text{g}$ ). Kapasitas adsorpsi pasir dalam menyerap Cr(VI) meningkat dengan adanya aktivasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dengan kapasitas adsorpsi terbesar untuk pasir laut putih AA2 sebesar 1,0601 mg/g. Energi bebas Gibbs adsorpsi untuk Cr(VI) terhadap pasir laut putih sebesar -15,5053 kJ/mol sehingga dikategorikan sebagai adsorpsi kimia yang sangat lemah.

Diantarini (2010) melakukan penelitian menggunakan batu padas alam jenis *Ladgestone* melalui aktivasi menggunakan asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan basa (NaOH) berbagai konsentrasi (2,0; 4,0; dan 6,0 N) terhadap kemampuan penjerapan (adsorpsi) ion logam berat Cr (III) dalam air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa batu padas setelah diaktivasi NaOH dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  menghasilkan keasaman permukaan (situs aktif) dan luas permukaan spesifik yang relatif lebih tinggi dibandingkan batu padas tanpa aktivasi (kontrol). Kemampuan maksimum

(kapasitas) adsorpsinya terhadap Cr (III) mengalami peningkatan hanya untuk batu padas teraktivasi NaOH. Kapasitas tertinggi diperoleh pada batu padas teraktivasi NaOH konsentrasi 4,0 N yaitu 2,0265 mg/g.



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNNES mulai Mei 2013 sampai Juli 2013.

#### **3.2 Sampel**

Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti (Suharsimi, 1998:115). Sampel dalam penelitian ini adalah pasir laut warna hitam dari Pantai Teluk Penyu Cilacap dan pasir laut warna putih dari Pantai Nusakambangan Cilacap.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **3.3.1 Variabel bebas**

Variabel bebas adalah variabel yang harganya divariasi. Dalam penelitian ini adalah jenis pasir laut (pasir laut warna hitam dan putih), pH larutan (3, 5, 7 dan 9), konsentrasi larutan Cu(II) (100, 150, 200, dan 250 ppm), dan waktu kontak (30, 60, 90, dan 120 menit).

##### **3.3.2 Variabel terikat**

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian. Dalam penelitian ini adalah pasir laut teraktivasi asam sulfat, pasir laut tersalut feri oksida, dan jumlah Cu (II) yang teradsorpsi oleh pasir yang teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida.

### 3.3.3 Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil analisis Cu (II) yang dikendalikan agar tidak mempengaruhi variabel terikat. Dalam penelitian ini adalah suhu, cara kerja, alat dan kondisi analisis.

## 3.4 Prosedur Penelitian

### 3.4.1 Alat dan Bahan

#### Alat:

1. Oven Precision GCA Corp,
2. Orbital shaker,
3. Magnetic stirrer,
4. Indikator universal,
5. Neraca analitik AND GR-200 ketelitian  $1 \times 10^{-4}$  g,
6. Alat-alat gelas,
7. Kertas saring whatman No 42,
8. Pencatat waktu (*stop watch*), dan
9. Spektrofotometer serapan atom (SSA) model Analyst 100 buatan Perkin Elmer.

#### Bahan:

1. Pasir laut warna hitam dari Pantai Teluk Penyus Cilacap,
2. Pasir laut warna putih dari Pantai Nusakambangan Cilacap,
3.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  dengan massa rumus molekul 241,5 g/mol (*E. Merck*),
4.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  dengan massa rumus molekul 404,02 g/mol (*E. Merck*),
5.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98 % rapatannya 1.84 g/cm<sup>3</sup> massa rumus molekul 98 (*E. Merck*),

6.  $\text{HNO}_3$  65% rapatan  $1,39 \text{ g/cm}^3$  massa rumus molekul  $80,05 \text{ g/mol}$  (*E. Merck*),
7.  $\text{NaOH}$  99% dengan massa rumus molekul  $39,99717$  (*E. Merck*),
8.  $\text{HCl}$  37% rapatan  $1,19 \text{ g/cm}^3$  massa rumus molekul  $36,453 \text{ g/mol}$  (*E. Merck*),  
dan
9. Aquades.

### **3.4.2 Cara Kerja**

#### **3.4.2.1 Pembuatan larutan induk Cu (II)**

##### ***3.4.2.1.1 Pembuatan larutan induk Cu (II) 1000 ppm sebanyak 1000 mL***

Menimbang  $3,8031 \text{ g}$   $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker kemudian dilarutkan dengan sedikit aquades. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu takar  $1000 \text{ mL}$ , ditambahkan  $\text{HNO}_3$  1% sebanyak  $10 \text{ mL}$  dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

##### ***3.4.2.1.2 Pembuatan larutan Cu (II) 250 ppm sebanyak 500 mL***

Memasukkan  $125 \text{ mL}$  larutan Cu (II)  $1000 \text{ ppm}$  ke dalam labu ukur  $500 \text{ mL}$  kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

##### ***3.4.2.1.3 Pembuatan larutan Cu (II) 200 ppm sebanyak 500 mL***

Memasukkan  $100 \text{ mL}$  larutan Cu (II)  $1000 \text{ ppm}$  ke dalam labu ukur  $500 \text{ mL}$  kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

##### ***3.4.2.1.4 Pembuatan larutan Cu (II) 150 ppm sebanyak 500 mL***

Memasukkan  $75 \text{ mL}$  larutan Cu (II)  $1000 \text{ ppm}$  ke dalam labu ukur  $500 \text{ mL}$  kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

#### **3.4.2.1.5 Pembuatan larutan Cu (II) 100 ppm sebanyak 1000 mL**

Memasukkan 50 mL larutan Cu (II) 1000 ppm ke dalam labu ukur 1000 mL kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

#### **3.4.2.1.6 Pembuatan larutan Cu (II) 10 ppm sebanyak 100 mL**

Memasukkan 10 mL larutan Cu (II) 100 ppm ke dalam labu takar 100 mL kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

#### **3.4.2.2 Pembuatan larutan asam sulfat 4,0 N sebanyak 1000 mL**

Labu takar 1000 mL diisi dengan aquades sebanyak setengah volume labu takar. Kemudian asam sulfat 98% diambil sebanyak 108,70 mL. Asam sulfat tersebut dimasukkan ke dalam labu takar yang telah diisi aquades dengan dialirkan melalui batang pengaduk sedikit demi sedikit melewati dinding tabung sambil diaduk. Selanjutnya ditambahkan aquades melewati dinding tabung hingga tanda batas.

#### **3.4.2.3 Preparasi pasir laut**

Pasir laut hitam dan pasir laut putih terlebih dahulu dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan, kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh, sehingga diperoleh pasir laut dengan luas permukaan yang hampir sama. Pasir ini direndam dengan asam nitrat 1% selama 24 jam, kemudian disaring dan dibilas dengan aquades sampai pH larutan netral. Pasir yang telah dibilas kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 12 jam (A0) (Dewi, 2008).

#### **3.4.2.4 Aktivasi pasir laut dengan asam sulfat**

Ke dalam dua buah *beaker glass* dimasukkan masing-masing 50 g pasir laut warna hitam. Pasir laut pada *beaker glass* I hanya diaktivasi asam sulfat saja,

tanpa disalut feri oksida (A1), sedangkan pasir laut pada *beaker glass* II selain diaktivasi asam sulfat juga akan disalut feri oksida (A3). Masing-masing pasir laut ditambahkan 250 mL larutan asam sulfat 4,0 N sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Aktivasi dilakukan selama 24 jam kemudian disaring dan residu yang didapat dicuci dengan air panas lalu dikeringkan dalam *oven* pada temperatur 110-120°C. Setelah kering, pasir laut disimpan di dalam desikator. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap pasir laut warna putih (Widihati, 2008).

#### **3.4.2.5 Pelapisan pasir laut dengan feri oksida**

Disediakan dua buah *beaker glass* 100 mL kemudian masing-masing diisi dengan 50 g serbuk pasir laut warna hitam teraktivasi asam sulfat (A3) dan pasir laut hitam tanpa teraktivasi asam sulfat (A2). Masing-masing pasir ditambahkan 5 g feri nitrat dan 25 mL aquades. Kedua campuran tersebut diaduk selama 2 menit kemudian dikeringkan pada suhu 110-120°C selama 20 jam. Untuk menghilangkan endapan pengganggu, masing-masing pasir laut yang telah tersalut feri oksida dibilas dengan 50 mL aquades sebanyak 3 kali, kemudian dikeringkan kembali ke dalam oven pada suhu 110-120°C. Setelah kering, pasir laut yang telah tersalut feri oksida saja dan pasir laut yang telah teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida disimpan dalam desikator. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk pasir laut warna putih (Widihati, 2008).

#### **3.4.2.6 Pembuatan kurva kalibrasi**

Dibuat sederetan larutan standar Cu (II) dengan konsentrasi 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dan 5,0 ppm dengan cara memasukkan 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dan 5,0 mL larutan standar Cu (II) 10 ppm ke dalam 5 buah labu ukur 10 mL secara berurutan,

kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Semua larutan standar tersebut diukur serapannya dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm. Kemudian dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar.

#### **3.4.2.7 Penentuan pH optimum**

Sebanyak 50 mL larutan Cu (II) 100 ppm dimasukkan ke dalam 16 buah erlenmeyer 100 mL. Setiap empat erlenmeyer diatur keasamannya pada pH 3, 5, 7, dan 9 dengan menambahkan asam klorida atau natrium hidroksida. Kemudian dimasukkan 0,5 g pasir laut A0, A1, A2, dan A3 ke dalam masing-masing pH. Tabung digojok selama 30 menit pada suhu kamar, disaring, diukur volume filtratnya dan filtrat tersebut dianalisis dengan alat SSA pada panjang gelombang 324,8 nm (Ramadhan, 2005).

#### **3.4.2.8 Penentuan konsentrasi Cu (II) optimum**

Sebanyak 50 mL larutan Cu (II) 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm dengan pH optimum dimasukkan ke dalam 16 buah erlenmeyer 100 mL. Kemudian dimasukkan 0,5 g pasir laut A0, A1, A2, dan A3 pada setiap konsentrasi. Masing-masing digojok selama 30 menit, disaring, dan diukur volume filtratnya. Filtrat tersebut dianalisis dengan alat SSA pada panjang gelombang 324,8 nm (Ramadhan, 2005).

#### **3.4.2.9 Penentuan waktu optimum**

Sebanyak 50 mL larutan Cu (II) 100 ppm dengan pH dan konsentrasi optimum dimasukkan ke dalam 16 buah erlenmeyer 100 mL. Empat erlenmeyer diisi 0,5 g pasir laut A0, empat erlenmeyer diisi 0,5 g pasir laut A1, empat

erlenmeyer diisi 0,5 g pasir laut A2, dan empat erlenmeyer lagi diisi 0,5 g pasir laut A3. Penentuan waktu setimbang dilakukan dengan cara membuat waktu kontak selama 30, 60, 90 dan 120 menit untuk masing-masing erlenmeyer pada setiap perlakuan. Campuran diaduk selama 5 menit. Campuran I digojok selama 30 menit, kemudian larutan dipisahkan dari campuran dengan cara penyaringan. Filtrat yang diperoleh diukur absorbansinya dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm. Dengan cara yang sama campuran II, III, dan IV digojok selama 60, 90 dan 120 menit kemudian disaring, diukur volume filtratnya dan filtrat tersebut dianalisis dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm.

#### **3.4.2.10 Penentuan kapasitas adsorpsi pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida untuk menurunkan kadar ion logam Cu (II)**

Penentuan kapasitas adsorpsi optimum juga dilakukan pada kedua jenis pasir laut terhadap semua perlakuan, yaitu A0, A1, A2, dan A3. Disediakan 8 buah labu Erlenmeyer 100 mL dan masing-masing diisi 50 mL larutan Cu (II) dengan konsentrasi dan pH optimum kemudian pada empat erlenmeyer dimasukkan 0,5 g pasir laut warna hitam, empat erlenmeyer lainnya dimasukkan 0,5 g pasir laut warna putih. Campuran digojok selama waktu setimbang, disaring dan diukur volume filtratnya. Filtrat tersebut dianalisis dengan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm.

#### **3.4.2.11 Aplikasi pasir laut terhadap limbah cair elektroplating**

##### ***3.4.2.11.1 Penentuan konsentrasi awal limbah elektroplating***

Sampel air limbah elektroplating disaring kemudian diawetkan dengan menambahkan HNO<sub>3</sub> pekat sampai pH kurang dari 2. Memasukkan 100 mL sampel air limbah elektroplating 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 aquades, masukkan ke dalam labu ukur 100 mL melalui kertas saring ditepatkan 100 mL dengan aquades dan dianalisis dengan SSA (BSN, SNI 06-6989.6-2004).

#### ***3.4.2.11.2 Penentuan konsentrasi Cu dalam sampel setelah diadsorpsi***

Pasir laut hitam sebanyak 6,5 g dan pasir laut putih sebanyak 8 g dimasukkan dalam 50 mL sampel yang telah diketahui kadarnya pada preparasi sampel air limbah elektroplating, konsentrasi dan pH diatur pada kondisi yang memberikan serapan optimum, kemudian diaduk sampai batas waktu optimum. Larutan disaring dan tepatkan dalam labu ukur 50 mL, lalu dianalisis dengan SSA.



## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas tentang hasil adsorpsi ion logam tembaga dalam sampel limbah cair dari industri elektroplating dengan menggunakan pasir laut yang telah diaktivasi dengan asam sulfat dan dilapisi feri oksida. Penelitian ini meliputi preparasi adsorben, mencari pengaruh variasi pH larutan tembaga, konsentrasi larutan tembaga, dan waktu kontak antara sampel dengan adsorben terhadap konsentrasi tembaga yang terserap pada proses adsorpsi, serta adsorpsi ion logam tembaga dalam sampel air limbah dengan adsorben pasir laut. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah industri elektroplating yang mengandung tembaga.

#### **4.1 Pembuatan Adsorben Pasir Laut**

Pasir laut hitam dan putih terlebih dahulu dicuci dengan akuades dan dikeringkan. Pasir laut tersebut direndam dengan asam nitrat 1% selama 24 jam kemudian disaring dan dibilas dengan akuades sampai pH netral. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 12 jam.

Proses adsorpsi akan lebih optimal apabila dilakukan aktivasi menggunakan asam sulfat 4 N. Aktivasi ini dapat meningkatkan luas permukaan spesifik pori. Perlakuan aktivasi dengan menggunakan asam sulfat dapat melarutkan pengotor pada material tersebut sehingga mulut pori menjadi lebih terbuka sehingga luas permukaan spesifik pori meningkat. Hal ini berpengaruh terhadap daya adsorpsi,

semakin meningkat luas permukaan spesifik pori maka daya adsorpsi akan semakin meningkat.

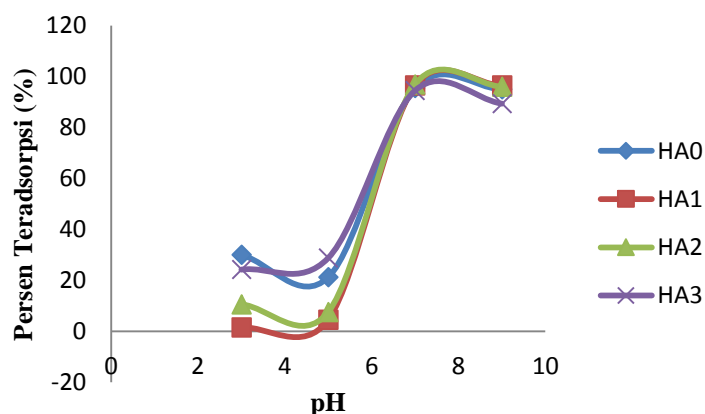
Proses lain yang dapat meningkatkan daya adsorpsi adalah dengan melapisi pasir laut menggunakan feri oksida. Pasir yang sudah bersih dan kering ditambahkan feri nitrat kemudian dipanaskan pada temperatur 110-120 °C, maka feri nitrat akan menjadi feri oksida. Feri oksida yang terbentuk berwarna coklat kemerahan. Dengan pelapisan tersebut maka luas permukaan spesifik pori akan meningkat sehingga daya adsorpsi pasir laut akan meningkat.

Masing-masing pasir laut dilakukan empat macam variasi perlakuan, yaitu pasir laut kontrol (A0), pasir laut teraktivasi asam sulfat saja (A1), pasir laut tersalut feri oksida saja (A2), dan pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida (A3). Variasi ini akan memberikan informasi mengenai data yang optimum pada masing-masing adsorben pasir laut.

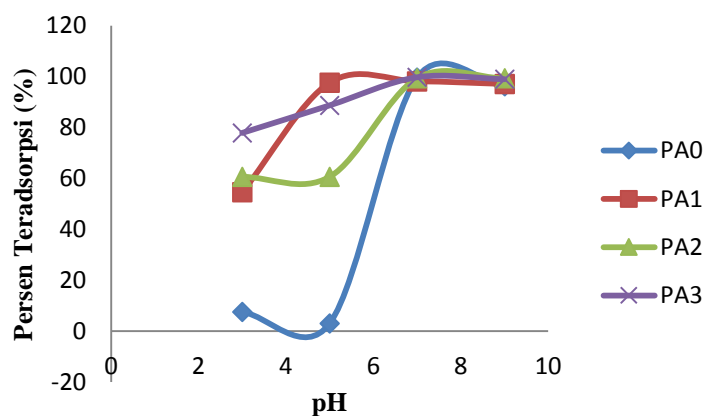
#### **4.2 Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II)**

Proses adsorpsi Cu (II) dengan menggunakan adsorben pasir laut dipengaruhi oleh pH. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui harga pH yang paling sesuai dimana penyerapan logam Cu (II) oleh pasir laut mencapai kondisi optimal. Optimasi pH larutan tembaga terhadap penyerapan tembaga oleh adsorben pasir laut dilakukan pada pH 3, 5, 7, dan 9. Pemilihan nilai pH ini didasarkan pada kemampuan pasir laut dalam mengadsorpsi ion logam tembaga. Harga pH yang terlalu rendah dihindari untuk mencegah terjadinya persaingan proton dengan ion logam. Sedangkan pH terlalu tinggi dihindari untuk mencegah terjadinya hidroksida logam yang mungkin terjadi.

Penentuan pH optimum dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi terlebih dahulu. Larutan Cu (II) 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 324,8 nm; *slit* 0,7; *lamp current* 20, *fuel* 2, *oxidant* 4, dan pembacaan sebanyak tiga kali. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki persamaan regresi  $y = 0,031x - 0,005$  dengan  $R^2 = 0,994$ . Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam Cu (II) sisa yang terdapat dalam larutan setelah diinteraksikan dengan adsorben A0, A1, A2, dan A3. Data yang diperoleh setelah melakukan optimasi pH pada logam Cu (II) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Hubungan antara pH dan persen teradsorpsi (pasir hitam)



Gambar 4.2 Hubungan antara pH dan persen teradsorpsi (pasir putih)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa persen teradsorpsi serapan ion logam Cu (II) pada pH 3 dan pH 5 lebih kecil dibandingkan dengan persen teradsorpsi pada pH 7 dan pH 9. Hal ini terjadi karena permukaan adsorben cenderung terprotonasi atau lebih positif sehingga penolakan adsorben terhadap ion logam Cu (II) terjadi lebih cepat. Meningkatnya pH larutan maka ion Cu (II) yang terserap pada adsorben juga semakin bertambah hingga pH mencapai penyerapan optimum yaitu pada pH 7. Ion logam Cu (II) yang terserap mulai berkurang pada pH 9. Hal ini disebabkan karena peningkatan pH akan menyebabkan terlepasnya ion-ion (karbonat) ke dalam larutan, sehingga adsorpsi semakin berkurang.

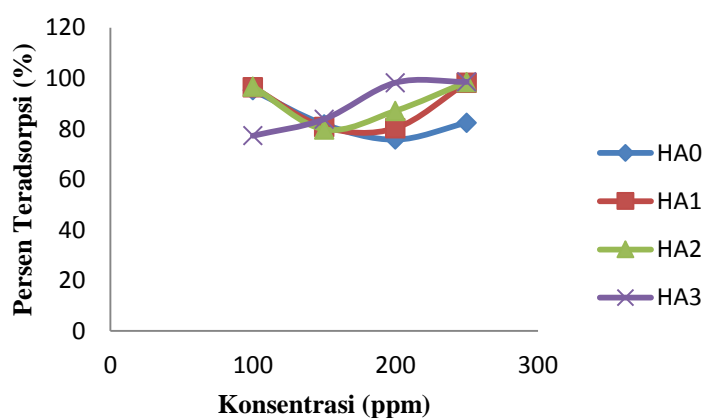
Persen teradsorpsi pada sampel PA0 Gambar 4.2 lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang lain pada pH 3. Menurut Bahri (2010), pasir laut putih termodifikasi memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi pada pH rendah dibandingkan dengan pasir laut putih kontrol. Peningkatan persen teradsorpsi secara signifikan pada pH 5 terjadi pada sampel PA1, sedangkan pada sampel yang lain cenderung stabil. Persen teradsorpsi mencapai kondisi optimum pada pH 7 pada semua sampel, dan cenderung stabil pada pH 9.

### **4.3 Pengaruh Konsentrasi terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II)**

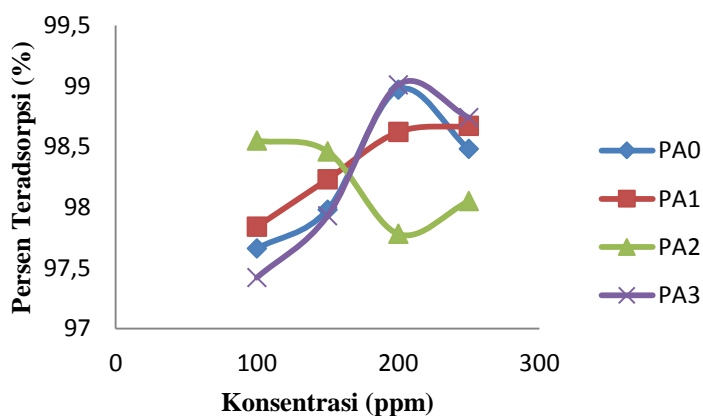
Optimasi konsentrasi larutan Cu (II) bertujuan untuk mengetahui kemampuan optimal adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih dalam menyerap ion logam Cu (II). Konsentrasi larutan Cu (II) yang digunakan yaitu 100, 150, 200, dan 250 ppm pada pH optimum.

Penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi terlebih dahulu. Larutan ion logam Cu (II) dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3,

4 dan 5 ppm diukur absorbansinya. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki persamaan regresi  $y = 0,038x - 0,007$  dengan harga  $R^2 = 0,994$ . Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam sisa larutan Cu (II) setelah diinteraksikan dengan adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih. Data penentuan konsentrasi optimum larutan logam Cu (II) dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan 4.4



Gambar 4.3 Hubungan konsentrasi larutan ion Cu (II) dan persen teradsorpsi (pasir hitam)



Gambar 4.4 Hubungan konsentrasi larutan ion Cu (II) dan persen teradsorpsi (pasir putih)

Berdasarkan Gambar 4.3 dan 4.4 maka dapat diketahui kapasitas adsorpsi yang paling optimum dari delapan sampel di atas. Grafik pada Gambar 4.3

cenderung stabil. Kapasitas adsorpsi yang paling optimum adalah HA3 pada konsentrasi 250 ppm dengan kapasitas adsorpsi 24,6526 mg/g dengan prosentase sebesar 98,61%. Sedangkan pada kapasitas adsorpsi paling optimum pada sampel yang menggunakan adsorben pasir putih adalah PA3 pada konsentrasi 200 ppm dengan kapasitas adsorpsi 19,8026 dengan prosentase sebesar 99,01%.

Pada pasir hitam kontrol diperoleh kapasitas adsorpsi paling baik pada konsentrasi 100 ppm. Terjadi penurunan persentase kapasitas adsorpsi seiring dengan meningkatnya konsentrasi, tetapi pada konsentrasi 250 ppm kembali terjadi kenaikan. Hal ini juga berlaku pada adsorben HA1 dan HA2 yang mempunyai persentase adsorpsi terbesar pada konsentrasi 100 ppm dan 250 ppm, sedangkan pada konsentrasi 150 ppm dan 200 ppm diperoleh persentase adsorpsi yang lebih kecil. Grafik yang berbeda ditunjukkan pada adsorben HA3 yang terus mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan Cu (II), namun pada konsentrasi 200 ppm dan 250 ppm tidak terjadi kenaikan secara signifikan. Dari keempat jenis adsorben yang memiliki persentase adsorpsi terbesar adalah adsorben HA3.

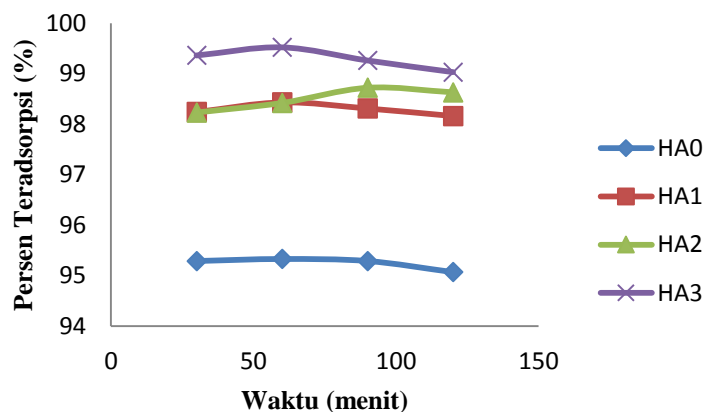
Hal ini menunjukkan bahwa pasir laut yang diaktivasi dengan asam sulfat dan disalut dengan feri oksida (HA3) lebih efektif untuk digunakan sebagai adsorben dibandingkan dengan pasir laut kontrol (HA0), pasir laut teraktivasi asam sulfat saja (HA1), dan pasir laut tersalut feri oksida saja (HA2). Ini sesuai dengan teori bahwa aktivasi bertujuan untuk memperbesar pori sehingga pasir laut mengalami perubahan sifat, baik kimia maupun fisika dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Persentase adsorpsi optimum pada HA1 adalah 98,31%.

Penyalutan pasir laut menggunakan feri oksida bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan sehingga kemampuan adsorpsi pasir laut akan meningkat. Hasil paling baik yang diperoleh pada HA2 yaitu sebesar 98,56%. Sedangkan pada HA3 diperoleh persentase adsorpsi yang paling tinggi yaitu sebesar 98,61%.

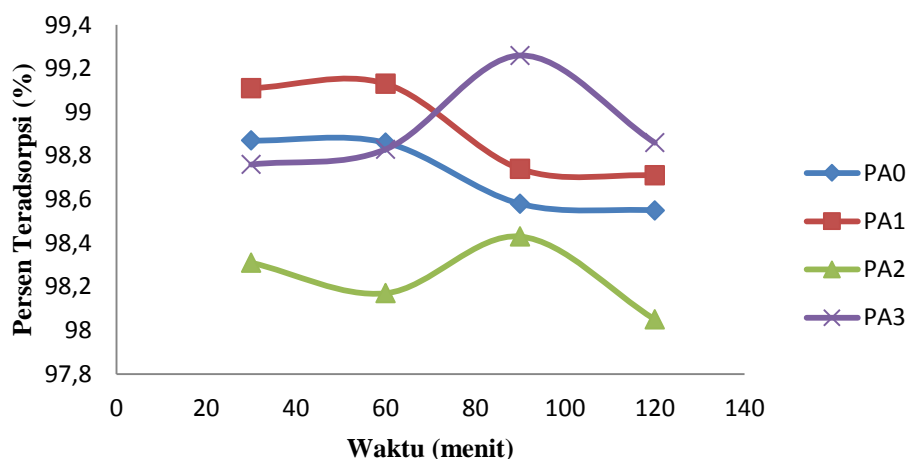
#### **4.4 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Ion Logam Cu (II)**

Optimasi waktu kontak bertujuan untuk mengetahui kemampuan optimal adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih dalam menyerap ion logam Cu (II). Variasi waktu yang digunakan yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit pada pH dan konsentrasi optimum.

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi terlebih dahulu. Larutan ion logam Cu (II) pada konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm diukur absorbansinya. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki persamaan regresi  $y = 0,042x - 0,009$  dengan harga  $R^2 = 0,993$ . Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam sisa larutan Cu (II) setelah diinteraksikan dengan adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih. Data penentuan konsentrasi optimum larutan logam Cu (II) dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5 Hubungan waktu kontak dan persen teradsorpsi (pasir hitam)



Gambar 4.6. Hubungan waktu kontak dan persen teradsorpsi (pasir putih)

Berdasarkan Gambar 4.5 dan 4.6 maka dapat diketahui kapasitas adsorpsi yang paling optimum dari delapan sampel di atas. Pada sampel yang menggunakan adsorben pasir hitam diketahui bahwa kapasitas adsorpsi yang paling optimum adalah HA3 pada variasi waktu 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 24,8810 mg/g dengan persentase sebesar 99,52%. Sedangkan kapasitas adsorpsi paling optimum pada sampel yang menggunakan adsorben pasir putih adalah PA3 pada variasi waktu 90 menit dengan kapasitas adsorpsi 19,8524 dengan persentase sebesar 99,26%.



Adsorben pasir laut hitam, HA0 (pasir laut kontrol) memiliki nilai yang paling kecil dibandingkan dengan HA1 (pasir laut teraktivasi asam sulfat), HA2 (pasir laut tersalut feri oksida), dan HA3 (pasir laut teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida). Hal ini terjadi karena pada pasir laut kontrol belum dilakukan perlakuan yang dapat mengubah daya adsorpsinya. Kapasitas adsorpsi paling besar terjadi pada HA3 dengan persentase paling optimum 99,52%, sedangkan pada pasir laut putih kapasitas adsorpsi paling besar pada PA3 dengan persentase adsorpsi 99,26%. Modifikasi terkombinasi lebih efektif dibandingkan dengan modifikasi sebagian.

Berdasarkan waktu kontak, kapasitas adsorpsi paling baik berada pada variasi waktu kontak 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Sedangkan pada variasi waktu 120 menit mulai terjadi penurunan kapasitas adsorpsi. Menurunnya penyerapan ini dikarenakan permukaan adsorben sudah terlalu jenuh dan ada kemungkinan terjadi desorpsi. Semakin lama waktu kontak antara ion logam Cu (II) dan pasir laut memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan ion logam. Interaksi yang terlalu lama dapat menurunkan tingkat penyerapan. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak dapat mengakibatkan desorpsi, yaitu lepasnya ion logam Cu (II) yang sudah terikat pada gugus aktif adsorben.

#### **4.5 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pasir Laut Hitam dan Putih terhadap Ion Logam Cu (II) pada pH, Konsentrasi, dan Waktu Optimum**

Penentuan kapasitas adsorpsi pasir laut bertujuan untuk mengetahui kemampuan optimal adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih dalam menyerap ion logam Cu (II) pada pH, konsentrasi, dan waktu optimum. Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi terlebih dahulu

dengan mengukur absorbansi larutan logam Cu (II) pada konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki persamaan regresi  $y=0,041x-0,008$  dengan harga  $R^2 = 0,994$ . Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi logam sisa larutan Cu (II) setelah diinteraksikan dengan adsorben pasir laut hitam dan pasir laut putih. Data penentuan konsentrasi optimum larutan logam Cu (II) dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Penyerapan Ion Logam Cu (II) menggunakan Pasir Laut pada pH, Konsentrasi dan Waktu Optimum Terhadap Ion Logam Cu (II)

Sampel	pH	Waktu (menit)	Absorbansi	Co (mg/L)	Ct (mg/L)	W (mg/g)	% Teradsorpsi
HA3	7	60	0,048	250	1,3659	24,8634	99,45
PA3	7	90	0,039	200	1,1463	19,8854	99,43

Kapasitas adsorpsi adalah kemampuan suatu adsorben dalam menyerap adsorbat dengan jumlah tertentu. Berdasarkan tabel di atas diperoleh kapasitas adsorpsi yang hampir sama antara pasir laut hitam (HA3) dengan pasir laut putih (PA3). Pasir laut hitam memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar. Hal ini terjadi karena pasir laut hitam memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  yang lebih besar dibandingkan dengan pasir laut putih. Silika oksida inilah yang nantinya berikatan dengan ion logam Cu (II) membentuk CuO. Kandungan  $\text{SiO}_2$  yang lebih banyak memungkinkan terjadinya proses adsorpsi yang lebih besar.

#### **4.6 Aplikasi Pasir Laut Teraktivasi Asam Sulfat dan Tersalut Feri Oksida terhadap Limbah Cair Elektroplating**

Pasir laut yang telah diaktivasi dan telah diketahui kondisi optimumnya akan digunakan untuk menurunkan kadar ion logam tembaga dalam limbah industri elektroplating. Sampel limbah tembaga ini didapatkan di industri rumah tangga Kanigoro elektroplating di daerah Juwana Pati Jawa Tengah.

Sebelum dilakukan adsorpsi terlebih dahulu mengukur konsentrasi awal limbah pada enam sampel yang dirata-rata harga konsentrasinya. Tiga sampel digunakan pada adsorben pasir hitam, sedangkan tiga lainnya digunakan pada adsorben pasir putih. Data konsentrasi awal limbah elektroplating diperoleh dengan jalan pengukuran menggunakan SSA. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali replikasi dengan rata-rata konsentrasi 2951,32 ppm.

Pada penyerapan sampel limbah ini digunakan massa adsorben optimum untuk mengadsorpsi logam tembaga yang ada dalam sampel. Sampel kemudian menggunakan *orbital shaker* selama waktu optimum. Setelah diaduk sampel disaring dan filtratnya dianalisis dengan SSA. Hasil adsorpsi tembaga dalam sampel limbah oleh pasir laut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Data penyerapan ion logam Cu (II) menggunakan pasir laut terhadap limbah cair elektroplating

Adsorben	Massa adsorben (g)	pH	Waktu (menit)	W (mg/g)	% Teradsorpsi
HA3	6,5	7	60	21,4829	94,63
HA3	6,5	7	60	21,5205	94,79
HA3	6,5	7	60	21,4829	94,63
Rata-rata				21,4955	94,68
PA3	8	7	90	17,0281	92,31
PA3	8	7	90	17,0738	92,56
PA3	8	7	90	17,0738	92,56
Rata-rata				17,0586	92,48

Massa yang digunakan pada adsorpsi di atas disesuaikan dengan konsentrasi awal limbah elektroplating. Setelah dilakukan analisis diperoleh kapasitas adsorpsi yang cukup besar dengan persen teradsorpsi rata-rata 94,70% untuk pasir hitam dan 92,56% untuk pasir putih. Kedua jenis pasir laut tersebut

efektif digunakan sebagai adsorben apabila dimodifikasi dengan cara diaktivasi dengan asam sulfat dan disalut dengan feri oksida.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Adsorben pasir laut dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam berat dalam limbah cair elektroplating. Hasil analisis limbah elektroplating dengan konsentrasi awal tembaga rata-rata sebesar 2951,3174 ppm dan 2984,1270 ppm dengan persen teradsorpsi sebesar 94,70% untuk pasir hitam dan 92,56% untuk pasir putih.
2. Semakin tinggi nilai pH kemampuan adsorben dalam menyerap tembaga semakin menurun, namun jika pH terlalu rendah konsentrasi tembaga yang terserap semakin berkurang. Konsentrasi larutan Cu (II) yang berlebih menyebabkan jumlah tembaga yang terserap cenderung stabil karena adsorben sudah jenuh. Semakin lama waktu kontak memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan. Namun jika terlalu lama dapat mengakibatkan desorpsi.
3. Kapasitas adsorpsi optimal pasir laut teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan tersulut Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam menyerap ion logam tembaga sebesar 24,8634 mg/g untuk pasir hitam dan 19,8854 mg/g untuk pasir putih.

4. Pasir hitam memiliki nilai kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan pasir putih karena kandungan  $\text{SiO}_2$  yang terdapat dalam pasir hitam lebih banyak.

## **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang adsorpsi pasir laut terhadap logam berat yang lain.
2. Bagi industri yang menghasilkan limbah berupa ion-ion logam berat khususnya ion-ion logam tembaga, dapat menggunakan pasir laut sebagai salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abia, A.A., Horsfall, M. Jr. dan Didi, O., 2003, "The Use of Chemically Modified and Unmodified Cassava Waste for The Removal of Cd, Cu, and Zn Ions from Aqueous Solution", *Bioresource Tech.*, **90**,3,345-348.
- Anonim. 1996. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. United States of America. The Perkin-Elmer Corporation.
- Atkins P.W. 1999. *Kimia Fisik*. Edisi ke-4. Irma IK, penerjemah, Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Bahri, S., Muhdarina, dan Fitrah, A. 2010. Pasir Laut Termodifikasi sebagai Adsorben Larutan Anorganik: Kesetimbangan Adsorpsi Pasir Laut terhadap Ion  $\text{Cu}^{2+}$ . Jurusan Teknik Kimia. Universitas Riau.
- Barros, M.A.S.D., Zola, A.S., Arroyo, P. A., Sousa-Agular, E. F. dan Tavares, C.R.G., 2003, "Binary Ion Exchange of Metal Ions in Y dan X Zeolites", *Braz. J. Chem. Eng.*, **20**, 4.
- Bradey, J. 1999. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, K.S.P. 2008. *Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan*. Bukit Jimbaran. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.
- Dianati, T.R.A. dan Mahmood, S., 2004, "Study on Removal of Cadmium from Water by Adsorption on GAC, BAC, and Biofilter", *Pak. J. Biol. Sci.* ,**7**,5, 865-869.
- Diantariani, N.P. 2010. *Peningkatan Potensi Batu Padas Ladgestone sebagai Adsorben Ion Logam Berat Cr(III) dalam Air melalui Aktivasi Asam dan Basa*. Bukit Jimbaran. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.
- Edwards, M. and Benjamin, M., 1989, Adsorptive Filtration Using Coated Sand: A New Approach for Treatment of Metal-Bearing Wastes, *J. Water Pollut*, 61:1523-1533
- Handayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP press Semarang
- Haris, A., Riyani, A.D., dan Gunawan. 2005. *Pengendapan Logam Tembaga dengan Metoda Elektrolisis Internal*. Semarang: Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.

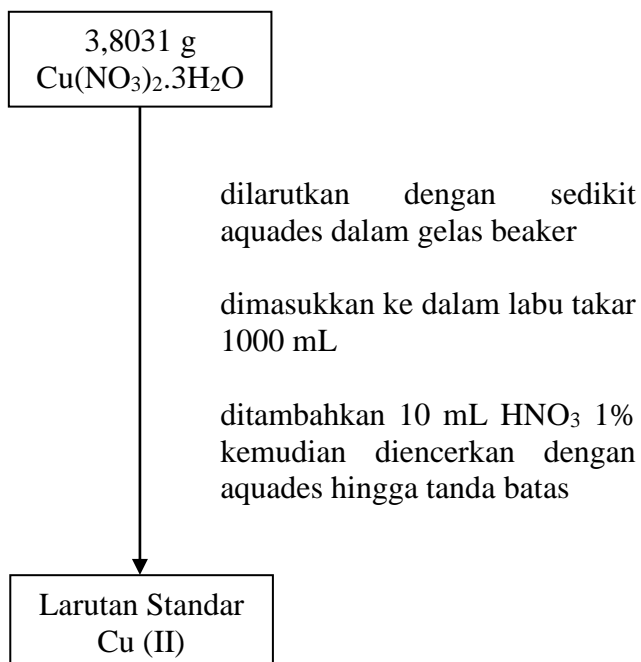
- Igwe, J.C., Ogunewe, D.N. dan Abia, A.A., 2005, "Competitive Adsorption of Zn(II), Cd(II), and Pb(II) Ions from Aqueous and Non-Aqueous Solution by Maize Cob and Husk", *Afr. J. Biotechnol.*, **10**, 4, 1113-1116.
- Jain, V. K., Pillai, S. G., Pandya, R. A., Agrawal, Y. K. dan Shrivastav, P.S., 2005, "Selective Extraction, Preconcentration, and Transport Studies of Thorium(IV) Using Octa-Functionalized Calix[4]resorcinarene-Hydroxamic Acid", *Anal. Sci.*, **21**, 129-135.
- Kesraul-Oukl, S., Cheeseman, C., and Perry, R., 1993, Effects of Conditioning and Treatment of Chabazite and Clinoptilolite Prior to Lead and Cadmium Removal, *Environ. Sci. Technol.*, **27** (6) : 1108-1116
- Kumar, P., Jasra, RV., and Bhat, TSG, 1995, Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **34** (4) : 1440-1448
- Lahuddin. 2007. Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Universitas Sumatera Utara.*
- Li, Z., Sun, X., Lou, J. dan Hwang, J.Y., 2002, "Unburned Carbon from Fly Ash for Mercury Adsorption: II. Adsorption Isotherms and Mechanisms", *J. Min. & Mat. Char. & Eng.*, **2**, 1, 79-96.
- Marganof. 2003. Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan. *Makalah Pribadi Pengantar ke Falsafah Sains (PPS702) IPB.*
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat.* Rineka Cipta. Jakarta.
- Pettijohn, FJ. 1987. *Sand and Sandstone.* New York; Springer. 618 h.
- Prihatiningsih, W.K. 2007. *Penetapan Kadar Tembaga (Cu) pada Sampel Air dengan Metode Spektrofotometri di Laboratorium PDAM Tirtanadi Medan.* Tugas Akhir. Medan. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.
- [Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.](http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Tembaga/ulasan.asp?xdir=Tembaga&commId=30&comm=Tembaga) 2005. *Tembaga.*  
[http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Tembaga/ulasan.asp?xdir=Tembaga&commId=30&comm=Tembaga.](http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Tembaga/ulasan.asp?xdir=Tembaga&commId=30&comm=Tembaga) Diakses pada tanggal 9 Januari 2013.
- Ramadhan, S. 2005. *Kapasitas Adsorpsi Alga Chlorella sp yang diimobilisasi Silika Gel terhadap Ion Logam Zn (II) dalam Limbah Industri Pelapisan Logam.* Skripsi Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang
- Saeni. 1997. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut.* Orasi Ilmiah. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB. Bogor.



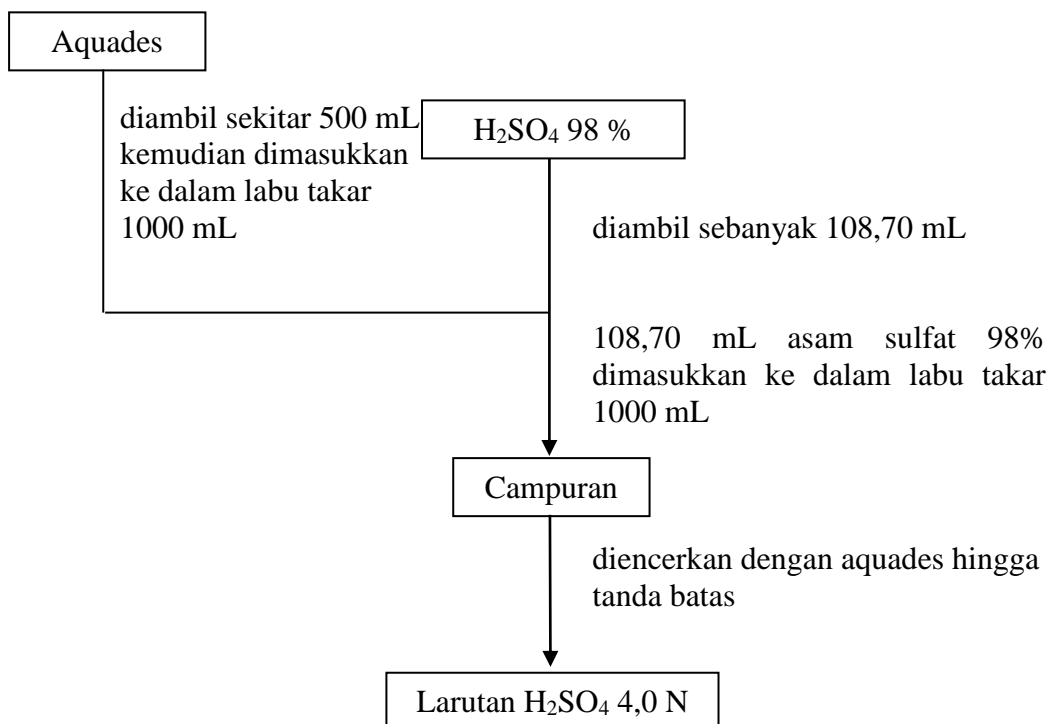
- Sardjono, R.E. 2007. *Sintesis dan Penggunaan Tetramer Siklis Seri Kaliksesorsinarena, Alkoksikaliksarena, dan Alkenikaliksarena untuk Adsorpsi Kation Logam Berat*. Disertasi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Satpathy, K. and Chaudhuri, M., 1997, Treatment of Cadmium-Plating and Chromium-Plating Wastes by Iron Oxide-Coated Sand, *Environ. Sci. Technol*, 31:1452-1462
- Sivaiah, M.V., Venkatesan, K. A., Sasidhar, P., Krishna, R. M. dan Murthy, G. S., 2004, “ Ion Exchange Studies of Cerium(III) on Uranium antimonate”, *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 5, 1, 7-10.
- Solecha, D.I. dan Kuswandi, B. 2002. Penentuan Ion Cu(II) dalam Sampel Air Secara Spektrofotometri Berbasis Reagen Kering TAR/PVC. *Jurnal ILMU DASAR, Vol. 3 No. 2, 2002: 86-91*.
- Suharsimi, A. 1998. *Prosedur Penelitian Edisi Revisi IV*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Microorganism: Suatu Kajian Kepustakaan (Heavy Metal Bioremoval by Microorganisms: A Literature Study). *Seminar on-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21 (1-14 Februari 2001) Sinergy Forum - PPI Tokyo Institute of Technology*.
- Sumerta, I K. P., 2001. *Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir yang Dilapisi Besi Oksida ( $Fe_2O_3$ ) untuk Menurunkan Kadar Pb dalam Larutan*, Skripsi, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Denpasar
- Suryati, T. dan Priyanto, B. Eliminasi Logam Berat Kadmium dalam Air Limbah Menggunakan Pasir Laut. Balai Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Vijayaraghavan, K., Jegan, J. R., Palnivelu, K. Velan, M. (2004) Copper removal from aqueous solution by marine green alga ulva reticulate, *Electronic Journal of Biotechnology*, 7(1), 61-71.
- Widihati, I.A.G. 2008. *Adsorpsi Anion Cr(VI) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut  $Fe_2O_3$* . Jurnal Kimia 2. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Denpasar
- Widjonarko, DM., Pranoto., dan Cristina, Y., 2003, *Pengaktifan  $H_2SO_4$  dan NaOH Terhadap Luas Permukaan dan Keasaman Alofan*, *Alchemy*, 2 (2)

## Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

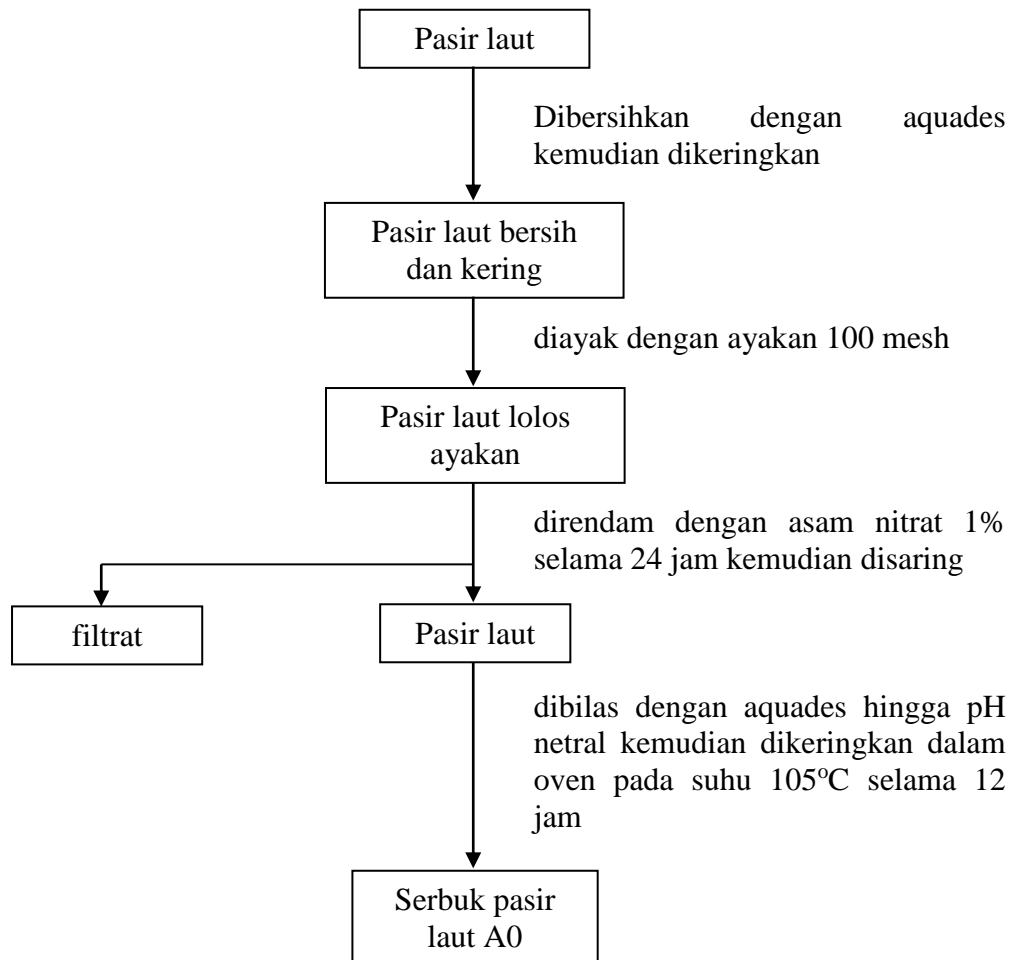
### 1. Pembuatan Larutan Induk Cu (II) 1000 ppm 1000 mL



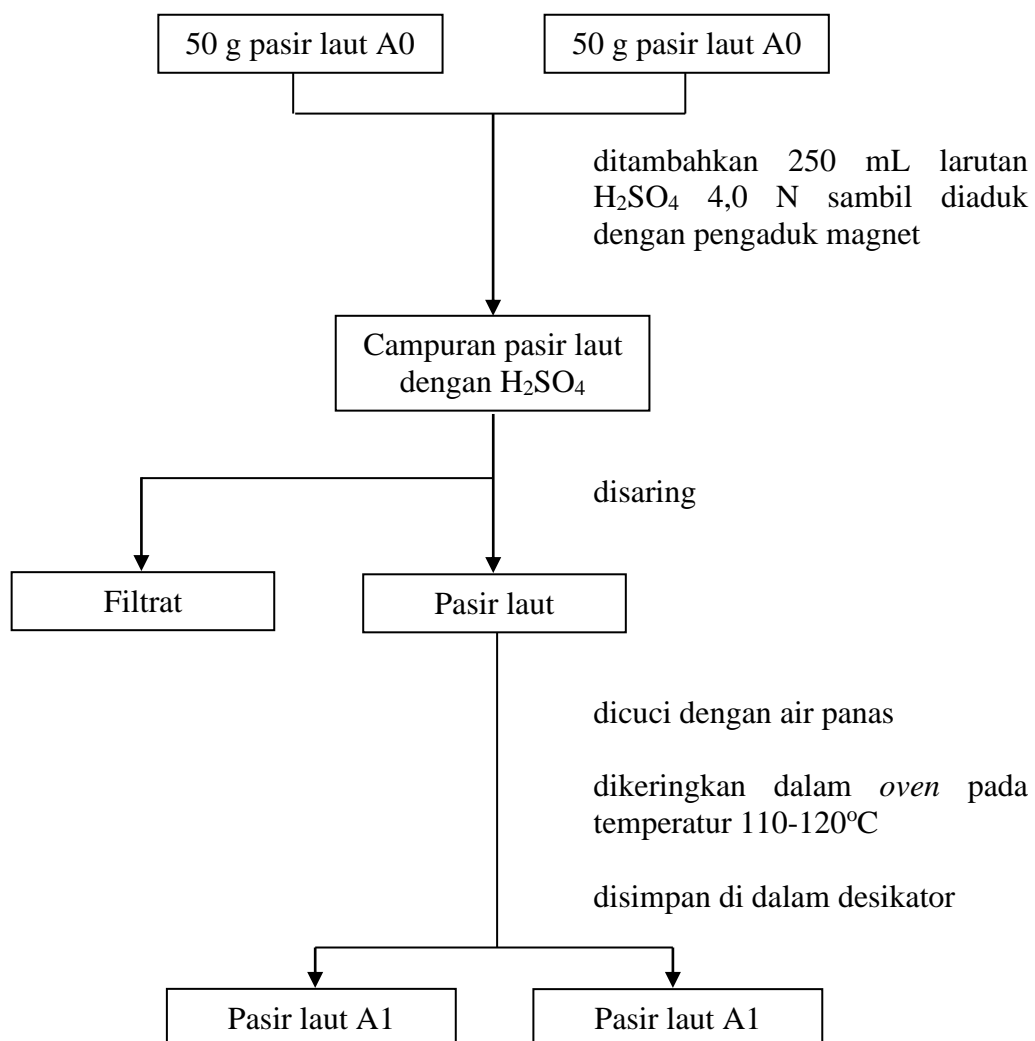
### 2. Pembuatan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4,0 N 1000 mL



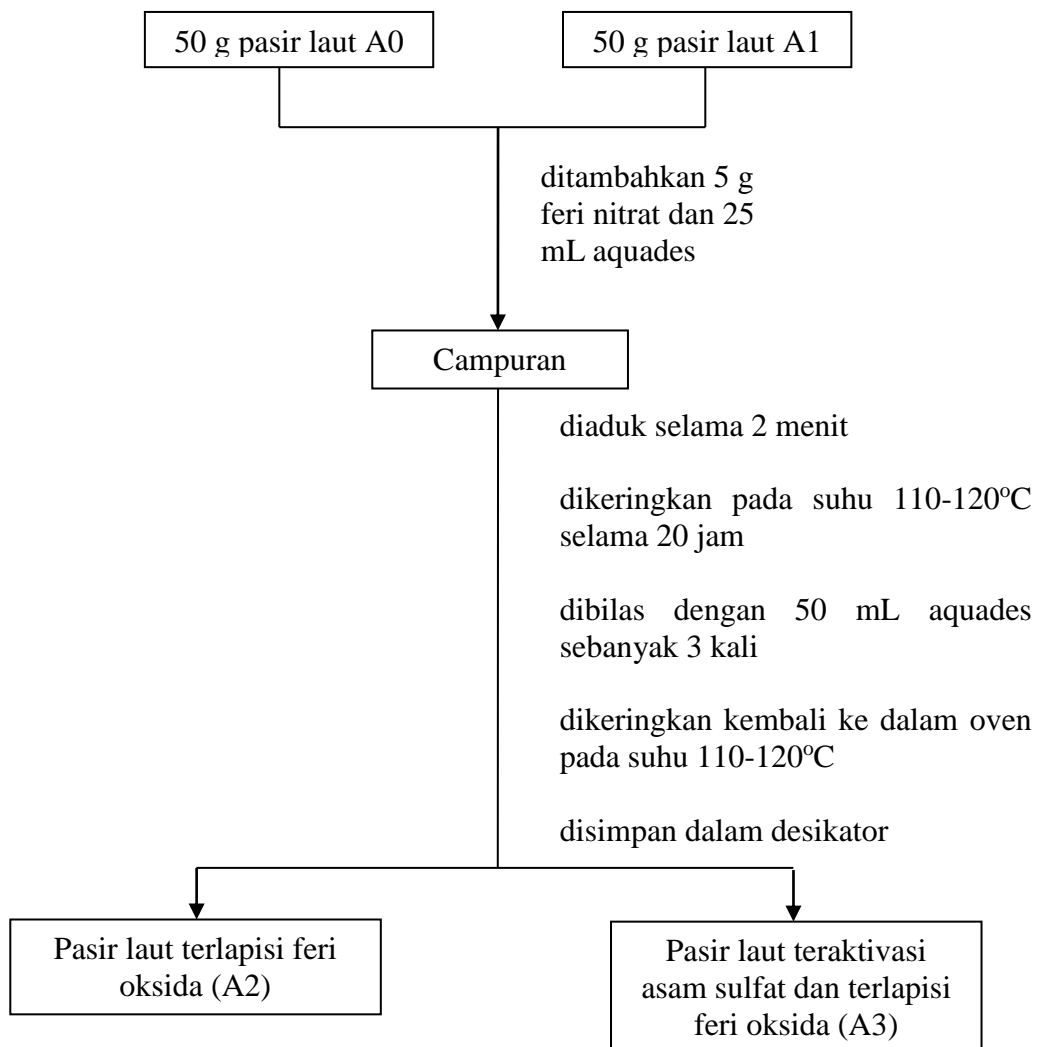
### 3. Preparasi Batu Pasir



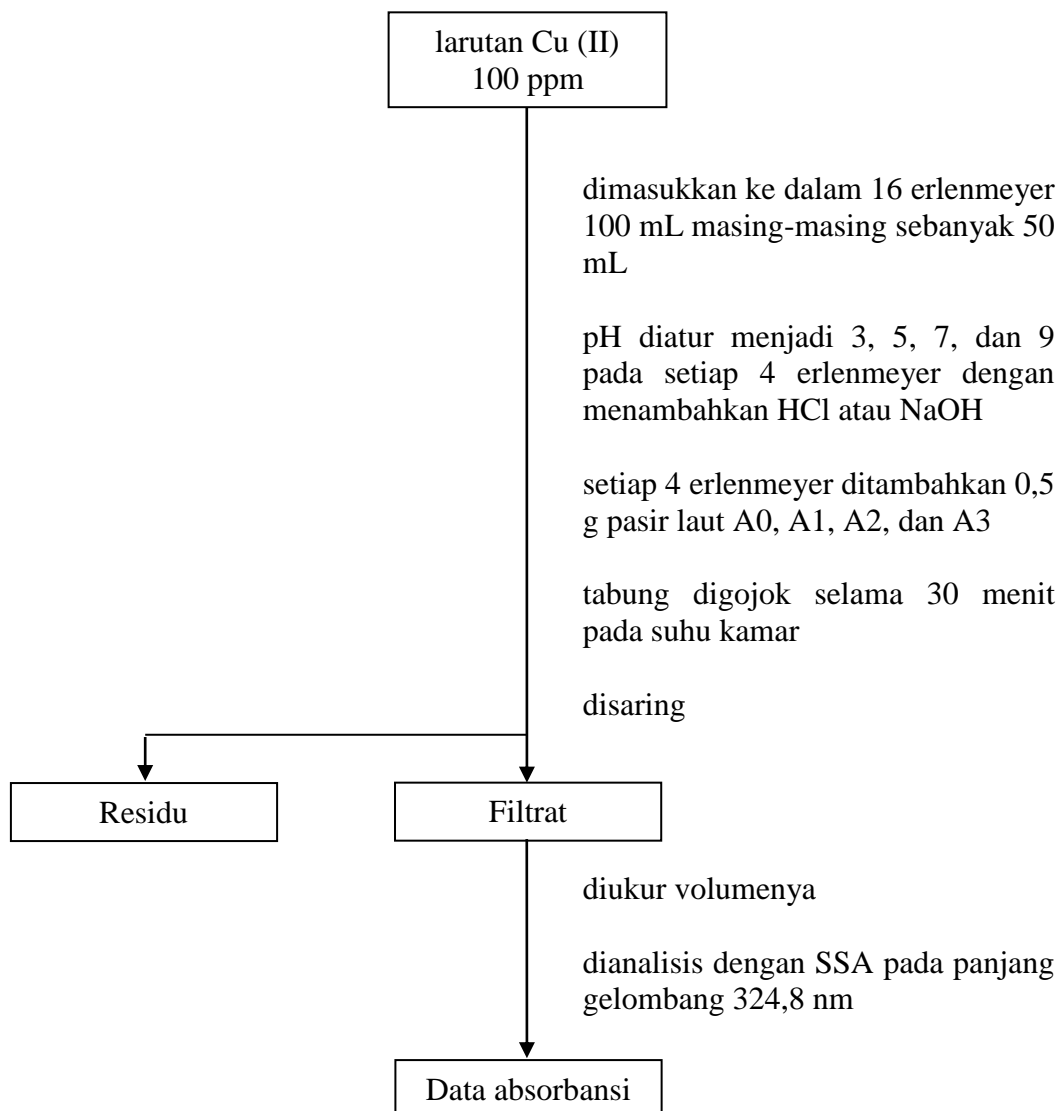
#### 4. Aktivasi Pasir Laut dengan Asam Sulfat



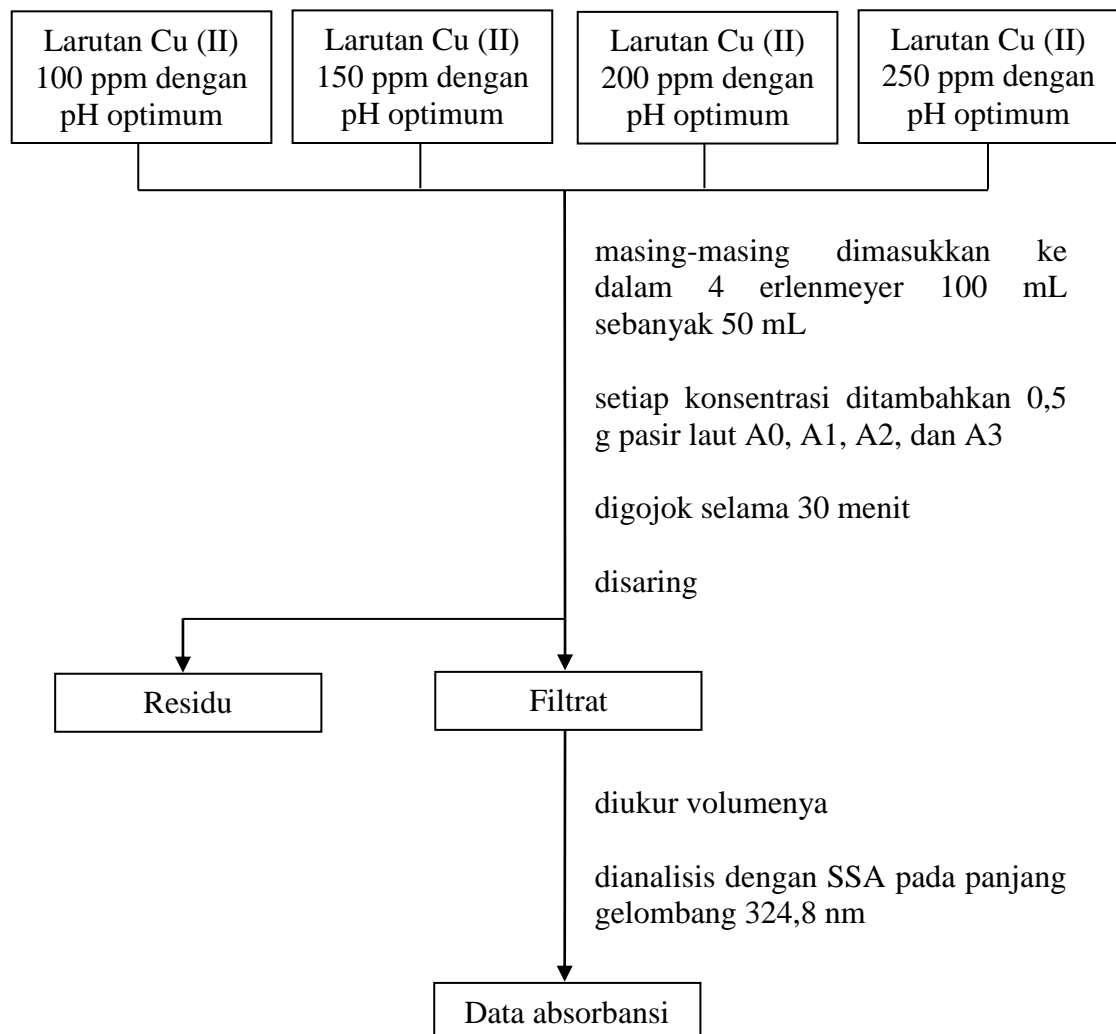
## 5. Pelapisan pasir laut dengan Feri Oksida



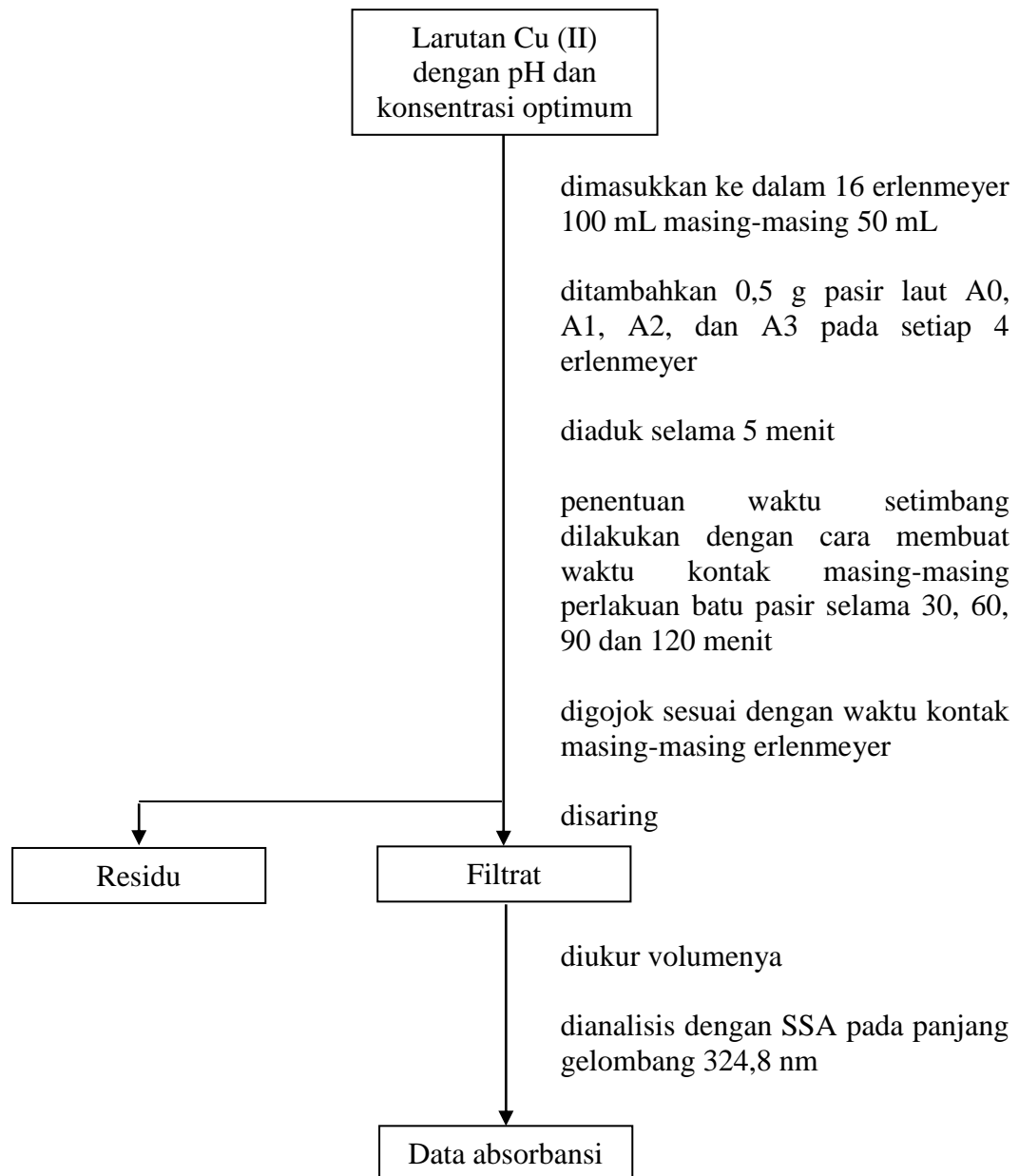
## 6. Penentuan pH Optimum



## 7. Penentuan Konsentrasi Optimum

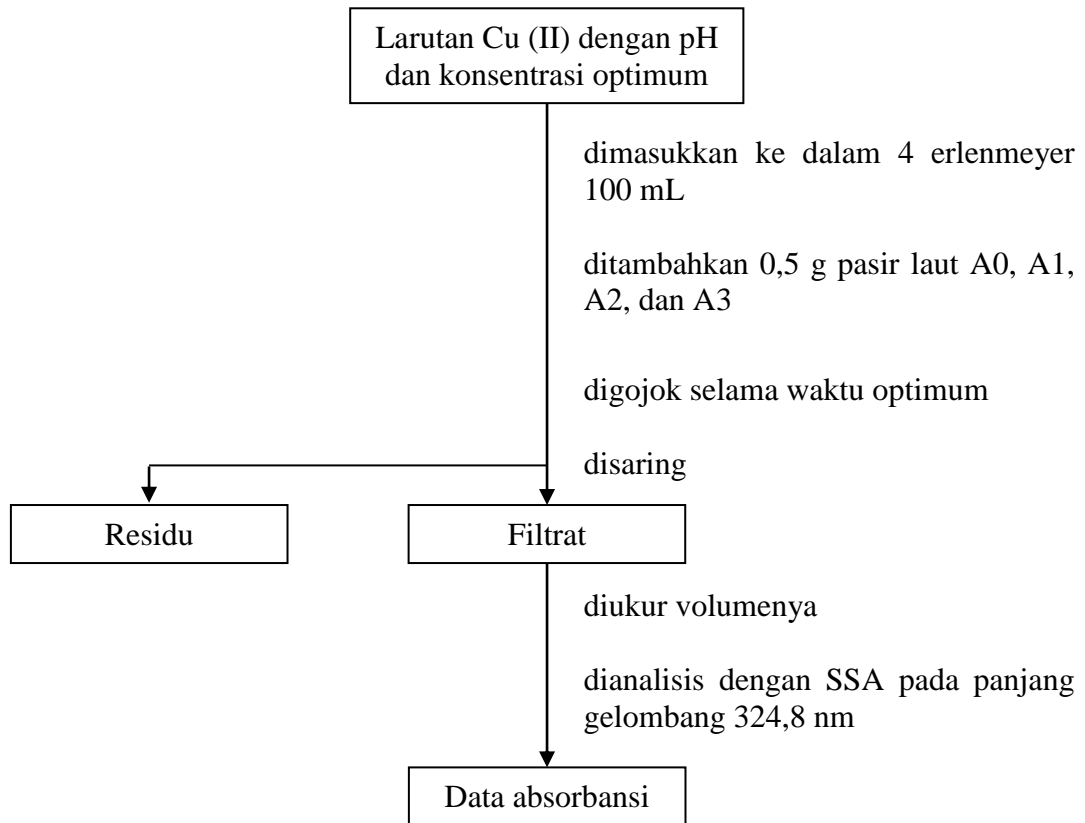


## 8. Penentuan Waktu Optimum



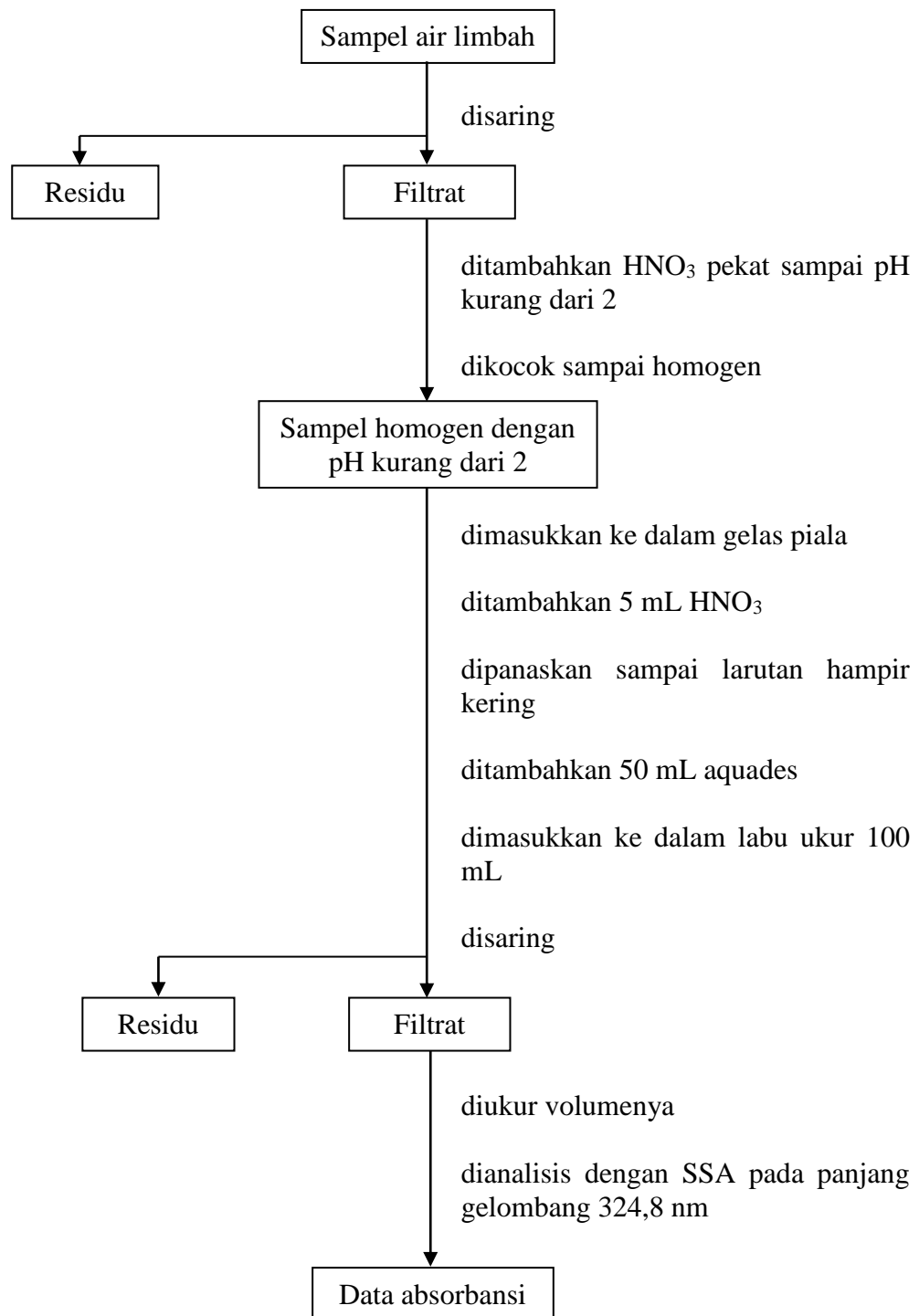


### 9. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Pasir Laut Teraktivasi Asam Sulfat dan Tersalut Feri Oksida untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Cu (II)

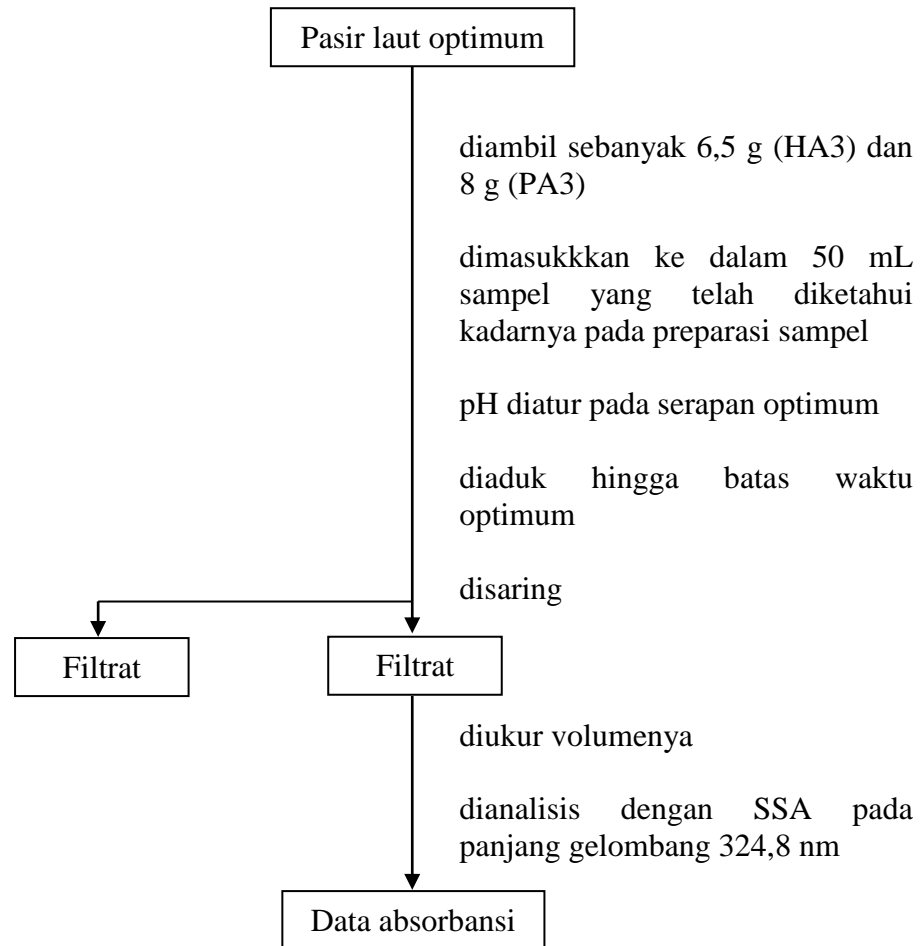


## 10. Penentuan konsentrasi Cu (II) dalam sampel air limbah elektroplating

### h. Penentuan konsentrasi awal limbah elektroplating



## i. Penentuan konsentrasi Cu dalam sampel setelah diadsorpsi



## Lampiran 2. Pembuatan larutan induk Cu (II) dan kurva kalibrasi

- Pembuatan larutan standar  $\text{Cu}^{2+}$  1000 ppm.

$$\frac{\text{Ar Cu}}{\text{Mr Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}} = \frac{\text{mg Cu}}{\text{mg Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}$$

$$\frac{63,5}{241,5} = \frac{\text{mg Cu}}{\text{mg Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}$$

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

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

Sebanyak 3,8031 gram  $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ditambahkan 10 mL  $\text{HNO}_3$  1% kemudian dilarutkan dalam 1000 mL aquades.

- 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

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

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

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

**Lampiran 3. Pembuatan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 N 1000 mL**

Kadar = 98 %;  $\rho = 1,84$  g/L; dan  $M_r = 98$

$$M = \frac{\rho \times \% \times 10}{M_r}$$

$$M = \frac{1,84 \times 98 \times 10}{98}$$

$$M = 18,4 \text{ M}$$

$N = M \times n$ , dimana  $n =$  massa ekivalen

$$N = 18,4 \times 2$$

$$N = 36,8 \text{ N}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

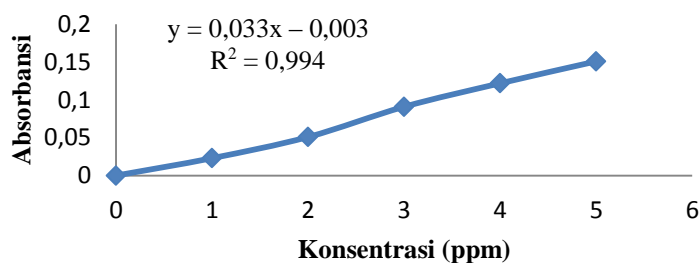
$$36,8 \times V_1 = 4 \times 1000$$

$$V_1 = \frac{4 \times 1000}{36,8} = 108,70 \text{ mL}$$

#### Lampiran 4. Penentuan pH optimum

Data kurva kalibrasi

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1,0	0,023
3	2,0	0,051
4	3,0	0,091
5	4,0	0,122
6	5,0	0,151



Kurva kalibrasi pengukuran pH optimum

Hasil pengukuran pH optimum

Sampel	pH	Absorbansi	Co (ppm)	Ct (ppm)	W (mg/g)	% Adsorpsi
HA0	3	0,043 (50)	100	69,695	3,0305	30,01
	5	0,049 (50)	100	78,785	2,1215	21,22
	7	0,005 (2)	100	4,4848	9,5515	95,52
	9	0,148	100	4,9355	9,5065	95,07
HA1	3	0,062 (50)	100	98,4848	0,1515	1,52
	5	0,060 (50)	100	95,4545	4,5455	4,55
	7	0,002 (5)	100	3,4848	9,6515	96,52
	9	0,104	100	3,5161	9,6484	96,48
HA2	3	0,056 (50)	100	89,3939	1,0606	10,61
	5	0,058 (50)	100	92,4242	0,7576	7,58
	7	0,089	100	3,0323	9,6968	96,97
	9	0,117	100	3,9355	9,6065	96,07
HA3	3	0,047 (50)	100	75,7576	2,4242	24,24
	5	0,044 (50)	100	71,2121	2,8788	28,79
	7	0,033 (5)	100	5,4545	9,4545	94,55

	9	0,032 (10)	100	10,6061	8,9394	89,39
PA0	3	0,058 (50)	100	92,4242	0,7576	7,58
	5	0,061 (50)	100	96,9697	0,3030	3,03
	7	0,009	100	0,4516	9,9584	99,58
	9	0,111	100	3,7419	9,6258	96,26
PA1	3	0,027 (50)	100	45,4545	5,4545	54,55
	5	0,013 (5)	100	2,4242	9,7576	97,58
	7	0,053	100	1,8709	9,8129	98,13
	9	0,063	100	2,1935	9,7087	97,09
PA2	3	0,023 (50)	100	39,3939	6,0606	60,61
	5	0,023 (50)	100	39,3939	6,0606	60,61
	7	0,053 (2)	100	0,6061	9,9343	99,34
	9	0,017	100	0,7079	9,9290	99,29
PA3	3	0,032	100	22,129	7,7871	77,87
	5	0,006	100	11,3226	8,8677	88,68
	7	0,004	100	0,2903	9,9708	99,71
	9	0,028	100	1,0604	9,8936	98,94

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

Persamaan (untuk sampel PA3):

$$y = 0,033x - 0,003$$

$$0,004 = 0,033x - 0,003$$

$$0,004 + 0,003 = 0,033x$$

$$x = 0,2903 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $Co - Ct = 100 - 0,2903 = 99,7097 \text{ ppm}$

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

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{(Co - Ct)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\
 &= \frac{99,7097}{1000} \times 50 \times \frac{1}{0,5}
 \end{aligned}$$

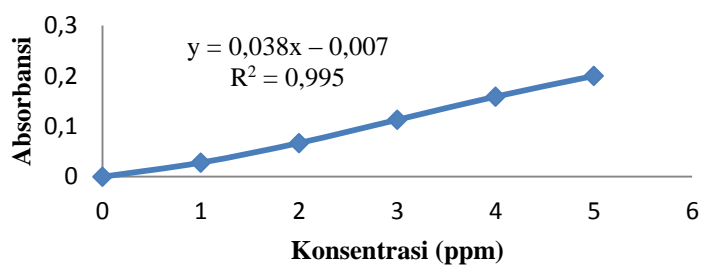
$$W = 9,9708 \text{ mg/g}$$



### Lampiran 5. Penentuan konsentrasi optimum

Data kurva kalibrasi

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1,0	0,025
3	2,0	0,064
4	3,0	0,110
5	4,0	0,149
6	5,0	0,185



Kurva kalibrasi pengukuran konsentrasi optimum

Hasil pengukuran konsentrasi optimum

Sampel	Kons. (ppm)	Absorbansi	Co (ppm)	Ct (ppm)	W (mg/g)	% Adsorpsi
HA0	100	0,172	100	4,7105	9,5289	95,29
	150	0,014 (50)	150	27,2727	12,2727	81,82
	200	0,028 (50)	200	48,4849	15,1515	75,75
	250	0,025 (50)	250	43,9394	20,6061	82,42
HA1	100	0,127	100	3,5263	9,6474	96,47
	150	0,015 (50)	150	28,7879	12,1212	80,81
	200	0,022 (50)	200	39,3939	16,0606	80,30
	250	0,154	250	4,2368	24,5763	98,31
HA2	100	0,116	100	3,2368	9,6763	96,76
	150	0,016 (50)	150	30,303	11,9697	79,80
	200	0,013 (50)	200	25,7576	17,4242	87,12
	250	0,129	250	5,5789	24,6421	98,56
HA3	100	0,011 (50)	100	22,7273	7,7273	77,27
	150	0,012 (50)	150	24,2424	12,5758	83,84
	200	0,123	200	3,42105	19,6579	98,28
	250	0,125	250	3,4737	24,6526	98,61

PA0	100	0,082	100	2,3421	9,7658	97,66
	150	0,108	150	3,0263	14,6974	97,98
	200	0,071	200	2,0526	19,7947	98,97
	250	0,137	250	3,7894	24,6211	98,48
PA1	100	0,075	100	2,1579	9,7842	97,84
	150	0,094	150	2,6579	14,7342	98,23
	200	0,098	200	2,76316	19,7237	98,62
	250	0,119	250	3,3158	24,6684	98,67
PA2	100	0,048	100	1,4473	9,8552	98,55
	150	0,081	150	2,44737	14,7553	98,46
	200	0,162	200	4,44737	19,5553	97,78
	250	0,178	250	4,8684	24,5132	98,05
PA3	100	0,091	100	2,5789	9,7421	97,42
	150	0,111	150	3,1053	14,6895	97,93
	200	0,068	200	1,9737	19,8026	99,01
	250	0,113	250	3,1579	24,6842	98,74

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

Persamaan (untuk sampel PA3):

$$y = 0,038x - 0,007$$

$$0,068 = 0,038x - 0,007$$

$$0,068 + 0,007 = 0,038x$$

$$x = 1,9737 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $C_o - C_t = 200 - 1,9737 = 198,0263 \text{ ppm}$

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

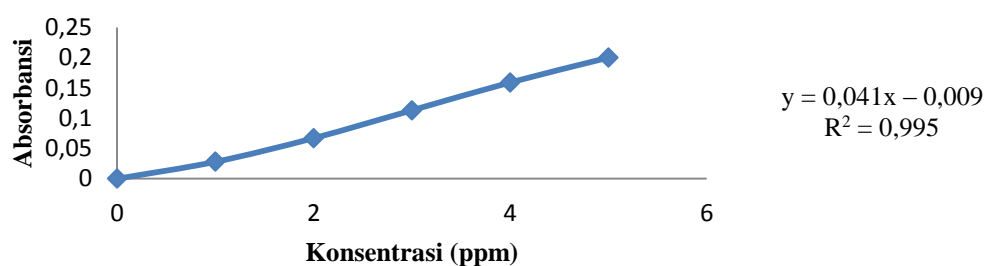
$$\begin{aligned}
 W &= \frac{(C_o - C_t)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\
 &= \frac{198,0263}{1000} \times 50 \times \frac{1}{0,5}
 \end{aligned}$$

$$W = 19,8026 \text{ mg/g}$$

## Lampiran 6. Penentuan Waktu Optimum

Data kurva kalibrasi

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1,0	0,029
3	2,0	0,069
4	3,0	0,114
5	4,0	0,157
6	5,0	0,209



Kurva kalibrasi pengukuran waktu optimum

Hasil pengukuran waktu optimum

Sampel	Waktu (menit)	Absorbansi	Co (ppm)	Ct (ppm)	W (mg/g)	% Adsorpsi
HA0	30	0,189	100	4,7143	9,5286	95,29
	60	0,187	100	4,6667	9,5333	95,33
	90	0,189	100	4,7143	9,5286	95,29
	120	0,198	100	4,9286	9,5071	95,07
HA1	30	0,176	250	4,4048	24,5595	98,24
	60	0,156	250	3,9286	24,6071	98,43
	90	0,168	250	4,2143	24,5786	98,31
	120	0,184	250	4,5952	24,5405	98,16
HA2	30	0,168	250	4,2143	24,5586	98,23
	60	0,157	250	3,9524	24,6048	98,42
	90	0,125	250	3,1905	24,6809	98,72
	120	0,135	250	3,4286	24,6571	98,63
HA3	30	0,058	250	1,5952	24,8405	99,36
	60	0,041	250	1,1905	24,8810	99,52
	90	0,069	250	1,8571	24,8143	99,26

	120	0,092	250	2,4048	24,7595	99,03
PA0	30	0,086	200	2,2619	19,7738	98,87
	60	0,087	200	2,28571	19,7714	98,86
	90	0,110	200	2,8333	19,7167	98,58
	120	0,113	200	2,9048	19,7095	98,55
	30	0,084	250	2,2143	24,7786	99,11
PA1	60	0,082	250	2,1667	24,7833	99,13
	90	0,123	250	3,1429	24,6857	98,74
	120	0,126	250	3,2143	24,6786	98,71
	30	0,062	100	1,6905	9,8309	98,31
PA2	60	0,068	100	1,8333	9,8167	98,17
	90	0,057	100	1,5714	9,8429	98,43
	120	0,073	100	1,9524	9,8048	98,05
	30	0,095	200	2,4762	19,7524	98,76
PA3	60	0,089	200	2,3333	19,7667	98,83
	90	0,053	200	1,4762	19,8524	99,26
	120	0,087	200	2,2857	19,7714	98,86

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

Persamaan (untuk sampel HA3):

$$y = 0,042x - 0,009$$

$$0,041 = 0,042x - 0,009$$

$$0,041 + 0,009 = 0,042x$$

$$x = 1,1905 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $Co - Ct = 250 - 1,1905 = 248,8095 \text{ ppm}$

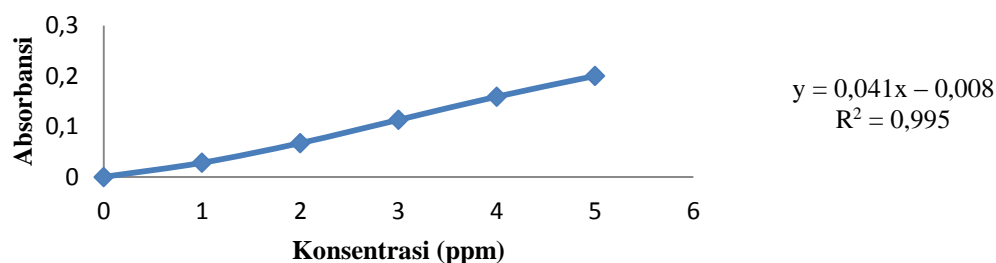
Dengan massa 0,5 g dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{(Co - Ct)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\
 &= \frac{248,8095}{1000} \times 50 \times \frac{1}{0,5}
 \end{aligned}$$

$$W = 24,8810 \text{ mg/g}$$

### Lampiran 7. Penentuan kapasitas adsorpsi

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1,0	0,028
3	2,0	0,067
4	3,0	0,113
5	4,0	0,159
6	5,0	0,200



Kurva kalibrasi penentuan kapasitas adsorpsi

Hasil Pengukuran Adsorpsi Pasir Laut) pada pH, Konsentrasi dan Waktu Optimum Terhadap Ion Logam Cu (II)

Sampel	pH	Waktu (menit)	Absorbansi	Co (ppm)	Ct (ppm)	W (mg/g)	% Adsorpsi
HA3	7	60	0,048	250	1,3659	24,8634	99,45
PA3	7	90	0,039	200	1,1463	19,8854	99,43

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

Untuk sampel HA3:

$$y = 0,041x - 0,008$$

$$0,048 = 0,041x - 0,008$$

$$0,048 + 0,008 = 0,041x$$

$$x = 1,3659 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $Co - Ct = 250 - 1,3659 = 248,6341 \text{ ppm}$

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

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{(C_o - C_t)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\
 &= \frac{248,6341}{1000} \times 50 \times \frac{1}{0,5}
 \end{aligned}$$

$$W = 24,8634 \text{ mg/g}$$

Untuk sampel PA3:

$$y = 0,041x - 0,008$$

$$0,039 = 0,041x - 0,008$$

$$0,039 + 0,008 = 0,041x$$

$$x = 1,1463 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $C_o - C_t = 200 - 1,1463 = 198,8537 \text{ ppm}$

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

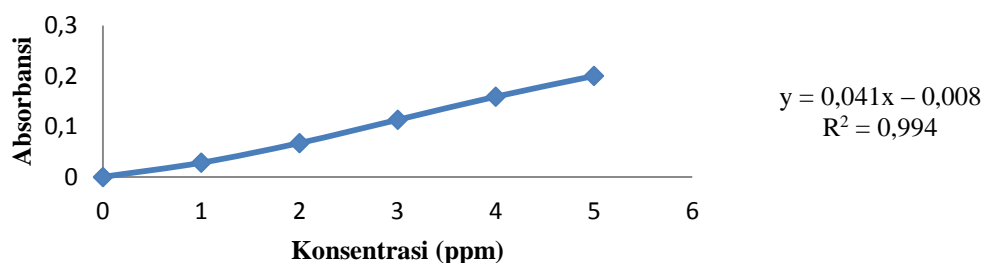
$$\begin{aligned}
 W &= \frac{(C_o - C_t)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\
 &= \frac{198,8537}{1000} \times 50 \times \frac{1}{0,5}
 \end{aligned}$$

$$W = 19,8854 \text{ mg/g}$$

### Lampiran 8 .Hasil analisis limbah elektroplating

Data kurva kalibrasi penentuan kapasitas adsorpsi

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0	0
2	1,0	0,028
3	2,0	0,067
4	3,0	0,113
5	4,0	0,159
6	5,0	0,200



Kurva kalibrasi penentuan kapasitas adsorpsi

Konsentrasi Akhir Ion Logam Cu (II) dalam Limbah Elektroplating

Adsorben	Massa adsorben (g)	pH	Waktu (menit)	Absorbansi	Co (ppm)	Ct (ppm)	W (mg/g)	% Teradsorpsi
HA3	6,5	7	60	0,057	2951,32	158,53	21,4829	94,63
HA3	6,5	7	60	0,055	2951,32	153,65	21,5205	94,79
HA3	6,5	7	60	0,057	2951,32	158,53	21,4829	94,63
Rata-rata				0,056	2951,32	156,91	21,4955	94,68
PA3	8	7	90	0,085	2951,32	226,82	17,0281	92,31
PA3	8	7	90	0,082	2951,32	219,51	17,0738	92,56
PA3	8	7	90	0,082	2951,32	219,51	17,0738	92,56
Rata-rata				0,083	2951,32	221,95	17,0586	92,48

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

Untuk sampel HA3:

$$y = 0,041x - 0,008$$

$$0,056 = 0,041x - 0,008$$

$$0,056 + 0,008 = 0,041x$$

$$x = 0,1569 \text{ mg/L (1000x pengenceran)}$$

$$x = 156,91 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $Co - Ct = 2951,32 - 156,911 = 2794,41 \text{ ppm}$

Dengan massa 6,5 g dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$\begin{aligned} W &= \frac{(Co - Ct)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\ &= \frac{2794,41}{1000} \times 50 \times \frac{1}{6,5} \end{aligned}$$

$$W = 21,4955 \text{ mg/g}$$

Untuk sampel PA3:

$$y = 0,041x - 0,008$$

$$0,083 = 0,041x - 0,008$$

$$0,083 + 0,008 = 0,041x$$

$$x = 0,2219 \text{ mg/L (1000x pengenceran)}$$

$$x = 221,951 \text{ mg/L}$$

Konsentrasi terserap:  $Co - Ct = 2951,32 - 221,95 = 2729,37 \text{ ppm}$

Dengan massa 8 g dan volume larutan 50 mL, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (Vijayaraghavan, dkk., 2004):

$$\begin{aligned} W &= \frac{(Co - Ct)}{1000} \times V \times \frac{1}{B} \\ &= \frac{2729,37}{1000} \times 50 \times \frac{1}{8} \end{aligned}$$

$$W = 17,0586 \text{ mg/g}$$



**Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian**

Aktivasi pasir laut menggunakan Asam sulfat



Pelapisan pasir laut menggunakan feri oksida



Pasir putih kontrol (PA0)



Pasir hitam kontrol (PA0)



Pasir putih teraktivasi asam sulfat (PA1)



Pasir hitam teraktivasi asam sulfat (HA1)



Pasir putih tersalut feri oksida (PA2)



Pasir hitam tersalut feri oksida (HA2)



Pasir putih teraktivasi asam sulfat dan Tersalut feri oksida (PA3)



Pasir hitam teraktivasi asam sulfat dan tersalut feri oksida (HA3)



Optimasi pH menggunakan HA2 (pH 7)



Optimasi pH menggunakan HA2 (pH 9)