

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN DAUN MATOA (*Pometia pinnata*)  
SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM AIR MENGGUNAKAN AKTIFATOR ASAM  
SITRAT (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>)**

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



**Mega Octaviani Dewi**

**12513013**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2016**

## **TUGAS AKHIR**

# **PEMANFAATAN DAUN MATOA (*Pometia Pinnata*) SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM KADMIUM (Cd) DALAM AIR MENGGUNAKAN AKTIFATOR ASAM SITRAT ( $C_6H_7O_8$ )**

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



**Mega Octaviani Dewi**

**12513013**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2016**

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN DAUN MATOA (*Pometia Pinnata*)  
SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM AIR MENGGUNAKAN AKTIFATOR ASAM  
SITRAT (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>)**

**UTILIZATION OF LEAVES MATOA (*Pometia pinnata*)  
AS ADSORBENT TO ADSORB METAL CADMIUM (Cd)  
USING CITRIT ACID AS ACTIVATOR (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>)**


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

Disusun Oleh:

**MEGA OCTAVIANI DEWI  
(12513013)**

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing

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

Tanggal: 2-11-2016

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Hudori S.T.M.T.**

Tanggal: 2-11-2016

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN DAUN MATOA (*Pometia Pinnata*)  
SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM AIR MENGGUNAKAN AKTIFATOR ASAM  
SITRAT (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>)**

**UTILIZATION OF LEAVES MATOA (*Pometia pinnata*)  
AS ADSORBENT TO ADSORB METAL CADMIUM (Cd)  
USING CITRIT ACID AS ACTIVATOR (C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>)**

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

Disusun Oleh:

**MEGA OCTAVIANI DEWI  
(12513013)**

**Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:  
Penguji**

Penguji 1



Eko Siswoyo, ST., M., Sc. ES., Ph.D  
Tanggal: 2-11-2016

Penguji 2



Dr. Suphia Rahmawati, ST., MT  
Tanggal:

Penguji 3



Fina Binazir Maziya, ST., MT  
Tanggal:

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UMI

Hudori, ST., MT

Tanggal: 2-11-2016



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 1 Oktober 2016

Yang Membuat Pernyataan



MEGA OCTAVIANI DEWI

NIM 12513013

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dengan memanjatkan Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah menciptakan alam beserta isinya. Dengan rahmat dan hidah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PEMANFAATAN DAUN MATOA (*Pometia Pinnata*) SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM KADMIUM (CD) DALAM AIR MENGGUNAKAN AKTIFATOR ASAM SITRAT (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>)”**.

Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penyusun tidak lepas dari motivasi, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ayahanda Tapa Muryana dan Ibunda Isnay Nurhidayati serta kakak tercinta Andhika Sandy Utama, yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta doa yang tiada henti-hentinya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Hudori, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya serta koreksi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Andik Yulianto, S.T., M.T sebagai dosen wali yang membantu dalam pengarahan perkuliahan.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Lingkungan, yang telah mengajarkan banyak ilmu yang dimiliki kepada mahasiswanya.
6. Pak Tasyono, Mba Diah, dan seluruh laboran laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP yang banyak membantu penelitian dan arahan dalam pengujian ini.

7. Kepada semua anggota “Team Daun Matoa” yaitu Rizky Trihardhini dan Windy Anggari dan seluruh anggota “Team Adsorben” yang telah berjuang bersama, saling membantu, dan memberi dukungan semangat dalam keadaan susah maupun senang.
8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan (khususnya Angkatan 2012) yang telah memberikan untuk berbagi ilmu selama kuliah, dukungan, doa, motivasi, dan kenangan yang tak terlupakan selama duduk di bangku perkuliahan.
9. Girl On Fire yaitu Namira, Nurul , Sari, Sefty, Winda, Zulistia, dan Della terimakasih atas semangat, motivasi dan kebahagiaan yang telah kalian berikan.
10. Sahabat ABCDMNOP yaitu Amalia Anggraeni, Nabilah Sarah, Shima Umari, Della andina, Nanda Afriany, Morista Alodia, dan Anissa Vini atas dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan penelitian ini.
11. Achmad Arief Widodo yang telah membantu disaat menghibur dalam menyelesaikan tugas akhir ini
12. Serta teman-teman 2012 tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas kenangan selama kurang lebih 4 tahun, dan saya berharap TL terumatama angkatan 2012 tetap selalu kompak.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan laporan ini masih banyak salah dan kesempurnaan dalam menulis, namun saya berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat buat rekan-rekan mahasiswa maupun siapa saja yang memperkaya ilmu pengetahuan khususnya di bidang Teknik Lingkungan.

Wassalamuallaikum Wr, Wb

Yogyakarta, Oktober 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Adsorpsi.....	5
2.2 Faktor-faktor Adsorpsi .....	5
2.3 Adsorben.....	6
2.3.1 Karakteristik Adsorben .....	7



2.4 Isotherm Adsorpsi .....	7
2.4.1 Isotherm Langmuir .....	7
2.4.2 Isotherm Freundlich .....	8
2.5 Matoa .....	8
2.6 Selulosa.....	10
2.7 Kadmium .....	11
2.8 karakteristik Kadmium .....	11
2.9 Aktivasi .....	12
2.10 Asam Sitrat .....	13
2.11 Metode Batch.....	14
2.12 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	14
2.13 Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy (FTIR).....	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	16
3.2 Lokasi Penelitian .....	17
3.3 Variabel .....	17
3.4 Alat dan Bahan .....	17
3.4.1 Alat Penelitian .....	16
3.4.2 Bahan Penelitian .....	18
3.5 Prosedur Penelitian.....	18
3.5.1 Persiapan Adsorben Daun Matoa .....	18
3.5.2 Tahap Aktivasi .....	20
3.6 Pembuatan Sampel Larutan Logam Kadmium (Cd) .....	22

3.7 Penentuan Massa Optimum .....	22
3.8 Penentuan pH Optimum .....	25
3.9 Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	25
3.10 Uji Variasi Konsentrasi Logam Cd .....	25
3.11 Penentuan Model Isotherm .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	27
4.1 Umum .....	27
4.2 Karakteristik Adsorben Daun Matoa .....	27
4.2.1 <i>Fourier Transform-Infra Red Spectroskopy</i> (FTIR).....	27
4.4.2 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	30
4.3 Pengujian Massa Optimum.....	31
4.4 Pengujian Penentuan pH Optimum .....	33
4.5 Pengujian Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	36
4.6 Pengujian Variasi Konsentrasi Logam Cd.....	38
4.7 Isoterm Adsorpsi.....	39
4.7.1 Isoterm Langmuir dan Freundlich adsorben Serbuk Daun Matoa Aktivasi.....	40
4.7.2 Mekanisme Isotherm Adsorpsi Adsorben Serbuk Daun Matoa .	44
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	48
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran .....	45

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## **ABSTRACT**

*Matoa (Pometia pinnata) is a plant found in the tropical climate and the first found on the Island of Papua, Irian Jaya. The growing matoa leaves be found in some areas and leaves matoa many containing cellulose. The aims of this study is to determine the adsorption capacity of matoa leaves for cadmium (Cd). Stages of the research include the activation process of leaves matoa with Citric Acid ( $C_6H_8O_7$ ) 0.1 M and without activation. The adsorption process is conducted in batch system with FTIR and SEM-EDX were employed in order to know the functional groups and the morphology respectively. Based on the result of the study it was clear that for 50 mg/l of Cd, the optimum condition were 200 mg for mass of adsorbent, 120 minutes for contact time and pH 7 by following Freundlich adsorption isotherm model. The maximum capacity for Cd was 44,7 mg/g for adsorbat activated by 0,1 M citric acid.*

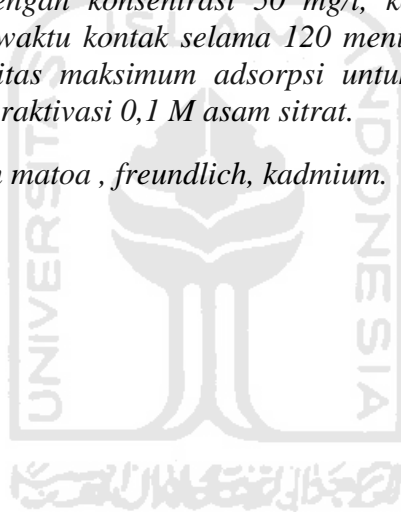
*Keyword: Adsorpsi, cadmium, freundlich, matoa leaves*



## ABSTRAK

*Matoa (pometia pinnata) merupakan tumbuhan yang terdapat di daerah iklim tropis yang banyak ditemukan dan pertama kali di temukan di Pulau Irian. Semakin berkembangnya zaman daun matoa mulai ditemukan di beberapa daerah dan daun matoa banyak mengandung selulosa. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan daun matoa dan mengetahui kapasitas adsorpsi terhadap penurunan logam kadmium (Cd). Tahapan penelitian meliputi proses aktivasi daun matoa dengan menambahkan Asam Sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) 0,1M dan tanpa aktivasi. Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan sistem batch dengan FTIR dan SEM-EDS untuk mengetahui gugus fungsi dan struktur morfologinya. Berdasarkan hasil penelitian ini Untuk mengadsorpsi kadmium dengan konsentrasi 50 mg/l, kondisi optimum adsorben adalah sebanyak 200 mg, waktu kontak selama 120 menit dan pH 7 menggunakan isoterm freundlich. Kapasitas maksimum adsorpsi untuk kadmium yaitu sebesar 44,7mg/g untuk adsorben teraktivasi 0,1 M asam sitrat.*

*Kata kunci : Adsorpsi, daun matoa , freundlich, kadmium.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Akibat proses dari industri dihasilkan buangan limbah yang berupa limbah cair, padat maupun gas yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Limbah cair pada industri ini memberikan kontribusi terhadap pelepasan logam berat beracun di dalam aliran air. Hal ini akan berdampak negatif pada makhluk hidup di lingkungan sekitarnya.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah No 82, 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Presiden Republik Indonesia). Sumber pencemaran air sungai dapat berasal dari berbagai jenis limbah seperti limbah pertanian, perikanan, pariwisata serta kegiatan lainnya seperti limbah domestik dan limbah industri (Yudo, 2005).

Logam kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam seperti halnya unsur-unsur kimia lainnya terutama logam, logam kadmium mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri. Berdasarkan pada sifat-sifat fisiknya, Cd merupakan logam yang lunak, elastis, berwarna putih seperti putih perak. Sedangkan berdasarkan pada sifat-sifat kimianya, logam Cd didalam persenyawaan yang dibetuknya pada umumnya mempunyai bilangan valensi  $+2$ , sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi  $+1$ . Bila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion  $\text{OH}^-$ , ion-ion  $\text{Cd}^{2+}$  akan mengalami proses membentuk endapan yaitu padatan yang dinyatakan tidak larut dalam air walaupun endapan tersebut sebenarnya mempunyai kelarutan sekecil apapun (Palar, 1994)

Keracunan oleh Cd sama halnya dengan logam berat lainnya, seperti merkuri (Hg). Keracunan yang bersifat kronis yang disebabkan oleh daya racun yang dibawa oleh logam Cd, terjadi dalam selang waktu yang sangat panjang. Peristiwa ini terjadi karena logam Cd yang masuk kedalam tubuh dalam jumlah kecil, sehingga dapat ditolerir oleh tubuh pada saat tersebut. Akan tetapi jika kemasukan zat tersebut secara terus-menerus secara berkelanjutan, maka tubuh pada batas akhir tidak mampu lagi memberikan toleransi terhadap daya racun yang dibawa oleh Cd. Keracunan kronis yang disebabkan oleh Cd, umumnya berupa kerusakan-kerusakan pada banyak system fisiologis tubuh. Sistem-sistem tubuh yang dapat rusak oleh keracunan logam Cd ini pada sistem urinaria (ginjal), sistem respirasi (pernafasan/paru-paru), sistem sirkulasi (darah), dan jantung. Di samping semua itu, keracunan kronis tersebut juga merusak kelenjar reproduksi, sistem penciuman, dan bahkan dapat juga mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Palar,1994).

Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan selulosa. Selulosa memiliki gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut adalah gugus karboksil dan hidroksil (Ibbet, 2006; Herwanto, 2006). Matoa (*Pometia pinnata*) merupakan tumbuhan daerah tropis yang banyak ditemukan dan pertama kali di temukan di Pulau Irian (Papua). Tetapi semakin berkembangnya zama Matoa dapat tumbuh di beberapa daerah yang beriklim tropis. Matoa pada umumnya dikembangkan melalui biji (generatif). Biji matoa cepat kehilangan (viabilitas) yaitu kemungkinan dan kemampuan untuk bisa hidup dari suatu individu setelah terpapar udara luar. Benih matoa tidak memiliki sifat dormansi dan akan segera mati beberapa hari setelah dikeluarkan dari buahnya atau jika dibiarkan terbuka (Widarsih, 1997 dalam Nurmiaty, 2006). Pada penelitian ini daun matoa digunakan untuk mengadsorpsi logam kadmium(Cd) dengan penambahan perlakuan daun matoa yang diberi aktivasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) 0.1 M. Tujuan ditamhkannya perlakuan dengan asam sitrat yaitu untuk meningkatkan nilai tambah dari serbuk daun matoa dengan cara aktivasi secara kimia, diharapkan dengan adanya penambahan

gugus hidrokarbon pada serbuk daun matoa sebelum dan setelah proses aktivasi dengan kimia, selanjutnya diidentifikasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik serbuk daun matoa yang teraktivasi dan tidak teraktivasi secara fisik dan kimia, dengan menggunakan alat FTIR dan SEM?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa, pH, waktu kontak optimum dalam penyerapan kadar kadmium (Cd) ?
3. Penentuan isotherm adsorpsi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengidentifikasi karakteristik yang terdapat pada daun matoa sebelum dan sesudah diaktivasi.
2. Untuk mengetahui massa optimum, pH optimum, waktu kontak optimum, dan kemampuan adsorpsi pada variasi konsentrasi logam Cd dalam air.
3. Untuk menentukan isotherm adsorpsi daun matoa yang sudah teraktivasi asam sitrat ( $C_6H_7O_8$ )

## 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah yang telah disebutkan diatas, dan dalam pelaksanaan penelitian ini di gunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Adsorben serbuk daun matoa akan dikarakterisasi menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM)



2. Media aktivator yang akan digunakan adalah media yang ter aktivasi asam Sitrat ( $C_6H_7O_8$ ).
3. Pengujian adsorpsi logam kadmium (Cd) untuk memperoleh kondisi optimum (massa optimum, pH optimum, waktu kontak, dan konsentrasi)

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini, untuk mengetahui manfaat dari daun matoa dalam menurunkan kadar logam berat di dalam air seperti logam berat kadmium (Cd) didalam air. Dan juga dapat digunakan dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan, khususnya dalam lingkungan perairan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Adsorpsi**

Adsorpsi adalah serangkaian proses yang terdiri atas reaksi-reaksi permukaan zat padat (adsorben) dengan zat pencemar (adsorbat), baik pada fase cair dan gas. Karena adsorpsi adalah fenomena permukaan, maka kapasitas adsorpsi dari suatu adsorben merupakan fungsi luas permukaan spesifik (Sawyer et al, 1994).

Adsorpsi atau penyerapan adalah proses pemisahan komponen tertentu dari suatu fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil adsorben di tempatkan dalam suatu hamparan tetap dan fluida dialirkan melalui hamparan itu sampai adsorben mendekati jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat berlangsung lagi. Peristiwa adsorpsi banyak digunakan pada industri kimia, misalnya pada pemisahan gas, mengurangi kelembaban udara, penghilangan bau, dan penyerapan gas yang tidak diinginkan dari suatu hasil proses (Maron, 1984).

Sedangkan pada peristiwa cairan, adsorben digunakan misalnya untuk menghilangkan warna pada hasil minyak dan pada larutan gula, serta menghilangkan rasa dan bau air. Adsorpsi dari fase zat cair digunakan untuk memisahkan komponen-komponen organik dari limbah zat cair, untuk memulihkan hasil-hasil reaksi yang tidak mudah dipisahkan dengan destilasi dan kristalisasi (Maron, 1984).

#### **2.2 Faktor-faktor Adsorpsi**

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu performa mesin pendingin adsorpsi sangat dipengaruhi baik oleh perpindahan kalor maupun perpindahan massa. Sedangkan daya adsorpsi dipengaruhi oleh 4 faktor (Bahl, 1997 dan suryawan, Bambang 2004), yaitu :

1. Tekanan (P), tekanan yang dimaksud adalah tekanan adsorbat. Kenaikan tekanan adsorbat dapat menaikkan jumlah yang diadsorpsi.
2. Temperatur absolut (T), temperatur yang dimaksud adalah temperatur adsorbat. Pada saat molekul-molekul gas atau adsorbat melekat pada permukaan adsorben akan terjadi pembebasan sejumlah energi yang dinamakan peristiwa eksotermis. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi demikian juga untuk peristiwa sebaliknya.
3. Interaksi potensial (E), interaksi potensial antara adsorbat dengan dinding adsorben sangat bervariasi, tergantung dari sifat adsorbat adsorben.
4. Jenis adsorbat.
  - Ukuran molekul adsorbat  
Ukuran molekul yang sesuai merupakan hal penting agar proses adsorpsi dapat terjadi, karena molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben.
  - Kepolaran Zat  
Apabila berdiameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi dari pada molekul-molekul tidak polar. Molekul-molekul yang lebih polar dapat menggantikan molekul-molekul kurang polar yang terlebih dahulu teradsorpsi.

### 2.3 Adsorben

Adsorben adalah zat padat yang menyerap partikel fluida dalam suatu proses adsorpsi. Adsorben bersifat spesifik dan terbuat dari bahan-bahan yang berpori. Pemilahan jenis adsorben dalam proses adsorpsi harus disesuaikan dengan sifat dan keadaan zat yang akan diadsorpsi dan nilai komersilnya.

### 2.3.1 Karakteristik Adsorben

- Kemurnian adsorben  
Sebagai zat untuk mengadsorpsi, maka adsorben yang murni lebih diinginkan karena kemampuan adsorpsi lebih baik.
- Luas permukaan dan volume pori adsorben  
Jumlah molekul adsorbat yang teradsorpsi meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori adsorben
- Jenis atau gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben.

## 2.4 Isoterm adsorpsi

hubungan kesetimbangan antara konsentrasi dalam fase fluida dan konsentrasi dalam partikel adsorben pada suhu tertentu. Ada beberapa isoterm adsorpsi yang diketahui seperti model isoterm Langmuir dan Freundlich.

### 2.4.1 Isoterm Langmuir

Pada isoterm ini secara teoritis menganggap bahwa hanya sebuah monolayer gas yang teradsorpsi, selain itu adsorpsi molekul zat terlarut terlokalisasi, yaitu sekali adsorpsi, molekul-molekul ini tidak dapat bergerak disekeliling permukaan padatan. Selain pernyataan di atas isoterm ini juga mengasumsikan bahwa panas adsorpsi,  $\Delta H$  adsorpsi, tidak bergantung pada luas permukaan yang ditutupi gas. Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir :

$$\frac{C}{q} = \frac{K}{q_0} + \frac{1}{q_0} C \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

C = konsentrasi zat terlarut pada saat kesetimbangan

q = masa zat terlarut diadsorpsi per masa adsorben

K = Konstanta adsorpsi yang didapat dari percobaan (intersept)

q<sub>0</sub> = daya adsorpsi maksimum

### 2.4.2 Isoterm Freundlich

Pada Isoterm ini persamaan diturunkan secara empirik, dengan asumsi bahwa penyerapan terjadi multicomponent. Persamaan dapat diturunkan dari adsorpsi zat padat dalam air atau *solid-aquos system* (Sheindorf.M., 1980). Bentuk persamaannya yaitu :

$$\frac{x}{m} = k C^{1/n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

X = Jumlah zat yang diserap

m = Berat adsorben

C = Konsentrasi zat setelah adsorpsi

n dan k = Konstanta yang diperoleh dari percobaan

Jika persamaan tersebut dialogaritmakan, maka :

$$\log \frac{x}{m} = \frac{1}{n} \log C + \log k \dots\dots\dots (2.3)$$

### 2.5 Matoa

Matoa adalah salah satu jenis yang menyerupai rambutan dalam bahasa latin disebut *Pometia pinnata*. Tanaman ini berasal dari papua selain itu juga tanaman ini juga sering dijumpai di Maluku, Sulawesi, Kalimantan dan Pulau Jawa. Pohon matoa tersebar didaerah iklim tropis, termasuk diwilayah Indonesia.



**Gambar 2.1** Daun Matoa

(sumber: dokumen pribadi)

Divisi :	Tracheophyta
Sub Divisi:	Spermatophytina
Kelas :	Magnoliopsida
Ordo :	Sapindales
Family :	Sapindaceae
Genus :	Pometia
Spesies :	Pometia pinnata

Matoa (*Pometia pinnata*) adalah tanaman khas Papua, termasuk ke dalam famili *Sapindaceae*. Pohon matoa dapat tumbuh tinggi dan memiliki kayu yang cukup keras. Matoa ketika muda berwarna hijau dan setelah matang berwarna hijau kekuningan atau coklat kehitaman. Di Papua, pohon matoa bisa tumbuh sampai dengan diameter pelukan tiga orang dewasa. Daun matoa sejauh ini masih dipakai sebagai tanaman obat. Namun dengan semakin berkembangnya zaman daun matoa juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Umumnya adsorben dari bahan alam diaktivasi terlebih dahulu untuk menambah gugus fungsi yang terdapat di dalam daun matoa. Aktivasi dapat dilakukan dengan memberi perlakuan kimia seperti ditambahkan dengan asam dan basa. Salah satunya penambahan asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) bertujuan untuk menambahkan gugus fungsi yang terdapat di dalam daun tersebut dan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dari adsorben.

## 2.6 Selulosa

Selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ) adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari  $\beta$ -glukosa. Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tanaman. Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak larut dalam air dan pelarut organik, tetapi larut dalam larutan kuprik hidroksida berammonia (bahan uji Schweitzer), larutan zink klorida, asam hidroklorik. Selulosa tidak memberikan warna biru dengan iodin (Artati, 2009). Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman, oleh karena itu merupakan bahan alam yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup. 8 Selulosa bahkan dapat diperoleh dalam dunia binatang. Kadar selulosa tertinggi terdapat dalam rambut biji (kapas, kapok) dan serabut kulit (rami, flax, henep), akan tetapi selulosa juga dapat ditemukan pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa terdiri dari gugus anhidroglukopiranisa yang bersambung membentuk rantai molekul. Karena itu selulosa dapat dinyatakan sebagai polimer-linear glukosa dengan struktur rantai yang seragam. Selulosa terdiri dari 10.000 atau lebih unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan (1-4) glikosida. Rantai selulosa memanjang, dan unit-unit glukosa tersusun dalam satu bidang (Fengel, 1995). Selulosa pada tumbuhan terdapat di dalam dinding sel pelindung tanaman, terutama Selulosa tidak hanya merupakan polisakarida struktural ekstraseluler yang paling banyak dijumpai pada dunia tumbuhan, tetapi juga merupakan senyawa yang paling banyak diantara semua biomolekul pada tumbuhan atau hewan. Stabilisasi rantai-rantai molekul panjang pada selulosa dalam sistem yang teratur, yaitu pembentukan struktur supramolekul, ditimbulkan adanya gugus-gugus fungsional yang dapat mengadakan interaksi satu dengan yang lainnya. Gugus-gugus fungsional tersebut adalah gugus hidroksil, tiga dari padanya terikat pada setiap unit glukosa. Gugus-gugus -OH tersebut tidak hanya menentukan struktur supramolekul tapi juga menentukan sifat-sifat fisika dan kimia selulosa (Fengel, 1995).

## 2.7 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang paling banyak ditemukan pada lingkungan, khususnya lingkungan perairan, serta memiliki efek toksik yang tinggi, bahkan pada konsentrasi yang rendah (Almeida *et al*, 2009). Pada manusia, cadmium dapat bersifat karsinogenik, merusak kelenjar endokrin, sistem kardiovaskular dan juga terdapat pada sistem saraf yang memicu kerusakan neurologis dan berasosiasi dengan kanker paru-paru, prostat, pankreas dan ginjal (Bobocca *et al*, 2008 & Flora, 2009). Dan pada konsentrasi yang tinggi, cadmium merupakan logam berat yang bersifat (karsinogen) yaitu suatu bahan yang dapat mendorong / menyebabkan kanker karena gangguan pada proses metabolisme seluler (genomik), mutagenik yaitu sifat dasar kimia yang menyebabkan mutasi gen dan teratogenik yaitu ilmu yang mempelajari cacat bawaan pada beberapa jenis hewan (Pal,2006). Hal ini menunjukkan bahwa logam berat kadmium memberikan efek terhadap proses *genomic* dan *postgenomic* pada liver, ginjal, paru-paru, dan otak. Sifat karsinogenik kadmium menyebabkan logam berat tersebut diurutkan sebagai peringkat pertama (*Class 1*) agen mutagenik bagi organism hidup (Flora, 2008).

## 2.8 Karakteristik Kadmium (Cd)

Karakteristik Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor Cd Klorida ( $CdCl^2$ ) atau belerang Cd Sulfid ( $Cd^5$ ). Kadmium membentuk ( $Cd^{2+}$ ) yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh  $321^{\circ}C$ , titik didih  $767^{\circ}C$  dan memiliki masa jenis  $8,65 \text{ g/cm}^3$  (Widowati dkk, 2008). Logam kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. Kadmium (Cd) digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Logam kadmium (Cd) biasanya selalu dalam bentuk campuran dengan logam lain terutama dalam pertambangan timah hitam dan seng (Darmono, 2001).



Logam kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak dapat dibentuk, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta cepat akan mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan sulfur hidroksida ( $\text{SO}_2$ ) (Palar, 2004). Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral diantaranya adalah sulfida green ockite (*xanthochroite*), karbonat *otative*, dan oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006).

## 2.9 Aktivasi

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan  $\text{CO}_2$  (Sembiring, 2003 dalam Mu'jijah, 2010). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon- hidrokarbon pengotor pada arang. Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran  $450^\circ\text{C}$ - $700^\circ\text{C}$  dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Raharjo, 1997 dalam Mu'jijah, 2010).

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003 dalam Mu'jijah, 2010). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), magnesium klorida ( $\text{MgCl}_2$ ), seng klorida ( $\text{ZnCl}_2$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Bahan-bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air

yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003 dalam Mu'jijah, 2010).

### 2.10 Asam Sitrat ( $C_6H_8O_7$ )

Asam sitrat atau 2-hidroksipropana-1,2,3-asam trikarboksilat ( $C_6H_8O_7$ ) adalah asam organik penting yang dihasilkan melalui proses fermentasi dimana proses yang mengacu pada mikroorganisme untuk memecah bahan organik untuk mendapatkan energi yang dibutuhkan untuk tetap hidup, dan membuat senyawa organik seperti alkohol dan asam organik, serta senyawa anorganik seperti karbon dioksida dan hidrogen oleh mikroba (Agung, 2012). Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang terdapat pada daun tumbuhan. Asam sitrat mampu mengikat ion-ion logam sehingga dapat digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan dalam air. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil  $-COOH$  yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika dipanaskan di atas suhu  $175^\circ C$  akan terurai (terdekomposisi) dengan melepaskan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan air ( $H_2O$ ).

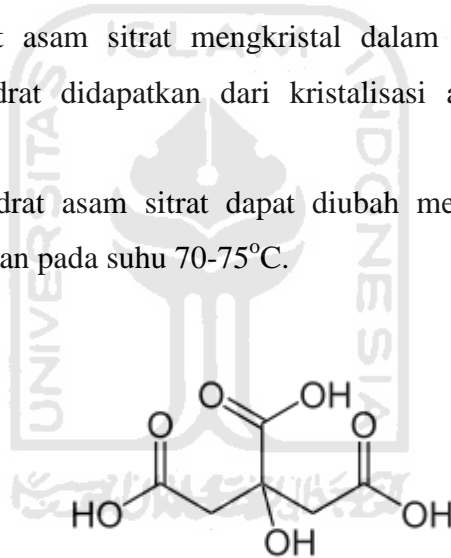
Asam sitrat mempunyai sifat fisik maupun sifat kimia, berikut sifat-sifat yang dimiliki oleh asam sitrat, yaitu sebagai berikut :

#### A. Sifat Fisik

1. Berat molekul : 192 gr/mol
2. Spesifik gravity : 1,54 ( $20^\circ C$ )
3. Titik lebur :  $153^\circ C$
4. Titik didih :  $175^\circ C$
5. Kelarutan dalam air : 207,7 gr/100 ml ( $25^\circ C$ )
6. Pada titik didihnya asam sitrat terurai (terdekomposisi).
7. Berbentuk kristal berwarna putih, tidak berbau, dan memiliki rasa asam.

## B. Sifat Kimia

1. Kontak langsung (paparan) terhadap asam sitrat kering atau larutan dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata.
2. Mampu mengikat ion-ion logam sehingga dapat digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan dalam air.
3. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil  $-COOH$  yang dapat melepas proton dalam larutan.
4. Asam sitrat dapat berupa kristal anhidrat yang bebas air atau berupa kristal monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekulnya.
5. Bentuk anhidrat asam sitrat mengkristal dalam air panas, sedangkan bentuk monohidrat didapatkan dari kristalisasi asam sitrat dalam air dingin.
6. Bentuk monohidrat asam sitrat dapat diubah menjadi bentuk anhidrat dengan pemanasan pada suhu  $70-75^{\circ}C$ .



**Gambar 2.3** Struktur Kimia Asam Sitrat

### 2.11 Metode Batch

Metode adsorpsi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu statis (batch) dan dinamis (kolom).

- 1) Cara statis yaitu ke dalam wadah yang berisi sorben dimasukkan larutan yang mengandung komponen yang diinginkan. Selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Kemudian dipisahkan dengan cara penyaringan atau

dekantasi. Komponen yang telah terikat pada sorben dilepaskan kembali dengan melarutkan sorben dalam pelarut tertentu dan volumenya lebih kecil dan volume larutan mula-mula.

- 2) Cara dinarnis (kolom) yaitu ke dalam kolom yang telah diisi dengan sorben dilewatkan larutan yang mengandung komponen tertentu selanjutnya komponen yang telah terserap dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut (efluen) sesuai yang volumenya lebih kecil (Aprliani, 2010).

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

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas electron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas electron yang dipantulkan dengan energy tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas electron akan memantulkan kembali berkas electron atau dinamakan berkas electron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas electron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas electron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat menentukan lokasi berkas electron yang berintensitas tertinggi itu. Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas electron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm (Mandelejev, 2012 dalam Lady, 2013).

### **2.13 Fourier Transform-Infra Red Spectroskopy (FTIR)**

*Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) atau spektroskopi infra merah merupakan suatu metode yang mengamati menganalisa komposisi kimia dari

senyawa-senyawa organik, polimer, coating atau pelapisan, material semikonduktor, sampel biologi, senyawa-senyawa anorganik, dan mineral dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1.000  $\mu\text{m}$  atau pada Bilangan Gelombang 13.000 – 10  $\text{cm}^{-1}$ . Teknik spektroskopi infra merah terutama untuk mengetahui gugus fungsional suatu senyawa, juga untuk mengidentifikasi senyawa, menentukan struktur molekul, mengetahui kemurnian, dan mempelajari reaksi yang sedang berjalan (Benny Rio,2011 dalam Lady 2013).

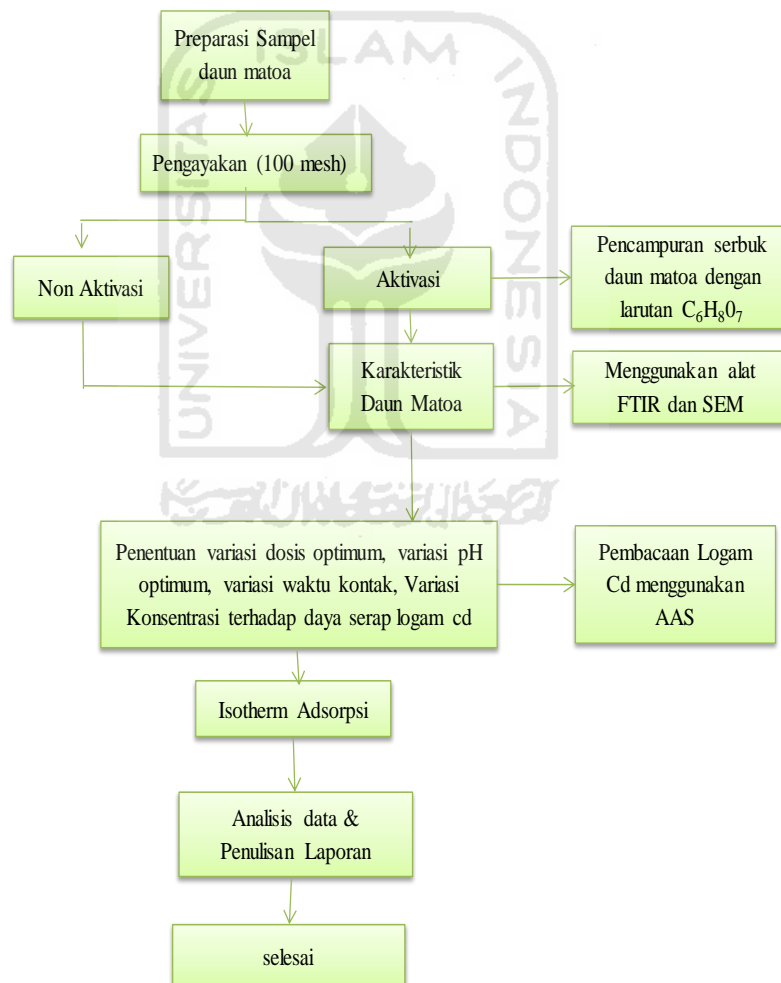


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk mengetahui seberapa besar penurunan logam kadmium (Cd) menggunakan adsorben daun matoa dan pengaruh penurunan logam cadmium (Cd) dalam aktivasi kimia  $C_6H_8O_7$  yang ditentukan dengan diagram alir keseluruhan sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian sebatas pengujian Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan larutan sampel tembaga (Cd) diukur dengan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

### 3.3 Variabel

Variable penelitian ini meliputi variable tetap dalam variable bebas, yaitu:

1. Variabel tetap, meliputi :
  - a. Konsentrasi ion logam kadmium (Cd) : 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400 ppm.
2. Variabel bebas, meliputi :
  - a. Variasi massa adsorben : 50 mg, 100 mg, 200 mg, 300 mg, dan 400 mg
  - b. Waktu kontak : 15, 30, 60, 90, dan 120 menit.
  - c. pH : 3, 4, 5, 6, dan 7
  - d. Konsentrasi ion logam kadmium (Cd): 100, 150, 200, 250, 300, 400 ppm.

### 3.4 Alat dan Bahan

#### 3.4.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang di gunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
2. Beaker gelas
3. Pipet ukur
4. Pipet tetes
5. Corong gelas
6. Erlenmeyer

7. Oven
8. Neraca analitik
9. Magnetic stirrer
10. *Stopwatch*
11. Ayakan 100 mesh
12. Sendok
13. Blender
14. Tabung Reaksi
15. FTIR
16. SEM

### 3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang di gunakan diantaranya:

1. Media daun matoa
2. Asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ )
3. Larutan induk Cd
4. Larutan  $HNO_3$
5. Larutan NaOH

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Persiapan Adsorben Daun Matoa

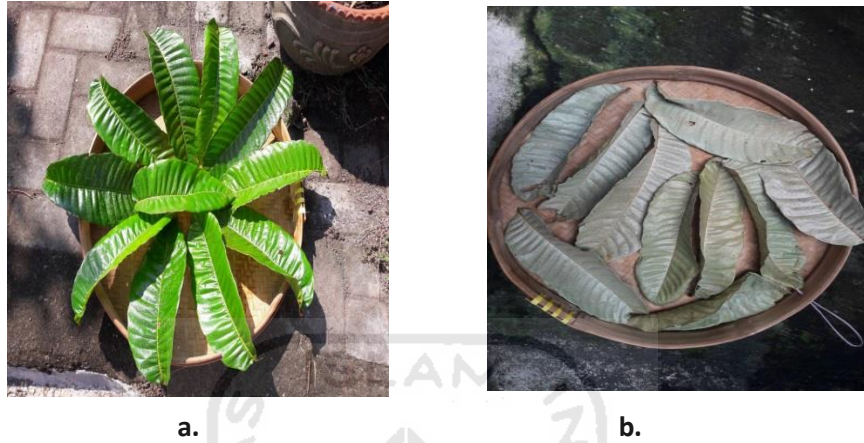
Proses pembuatan adsorben dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Tahap Preparasi serbuk daun matoa

Daun matoa dicuci pada air yang mengalir sampai tidak ada debu dan kotoran tanah yang menempel. Setelah itu daun matoa dijemur di bawah sinar matahari sampai perubahan warna daun menjadi kecoklatan. Daun matoa yang warna kulitnya berubah warna coklat dikeringkan pada oven dengan suhu  $80^{\circ}C$  selama 4 jam sampe menjadi kering, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalam daun sudah hilang.



Setelah itu daun matoa diblender dan diayak menggunakan saringan 100 mesh.



**Gambar 3.2** Tahap Pengeringan (a. penjemuran, b. hasil pengeringan daun )

(Sumber: Data primer, 2016)



**Gambar 3.3.** Hasil Setelah Dioven

(Sumber: Data primer, 2016)



a.

b.

**Gambar 3.4** Tahap Penghalusan (a. Blender daun, b. Pengayakan serbuk daun matoa)

(Sumber: Data primer, 2016)

### 3.5.2 Tahap Aktivasi

Hasil dari serbuk daun matoa yang sudah diayak kemudian dicuci dengan larutan asam nitrat 0,1 M. Pencucian dilakukan dengan memasukkan 250 gram serbuk daun matoa ke dalam 1 liter larutan asam sitrat 0,1 M, kemudian larutan tersebut diaduk menggunakan pengaduk kaca selama  $\pm 5$  menit lalu didiamkan selama 24 jam serta dilanjutkan penyaringan. Setelah itu serbuk daun matoa dimasukkan lagi ke dalam oven selama 4 jam pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . setelah dioven selama 4 jam kemudian didinginkan. Kemudian serbuk daun matoa dicuci dengan aquades hingga mempunyai pH yang netral dan kembali dioven pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam.



**Gambar 3.5** Tahap Penimbangan (a. Asam Sitrat  $C_6H_8O_7$ , b. Penimbangan Larutan Asam Sitrat  $C_6H_8O_7$ )

(Sumber: Data primer, 2016)



**Gambar 3.6** Tahap Pencucian (a. Pencucian Dengan Asam Sitrat  $C_6H_8O_7$ , Pencucian Dengan Aquades )

(Sumber: Data primer, 2016)



**Gambar 3.7.** Hasil serbuk Daun Matoa

*(Sumber: Data primer, 2016)*

### **3.6 Pembuatan Sampel Larutan Logam Kadmium (Cd)**

Pembuatan sampel larutan dilakukan dengan pengenceran dari larutan standar logam kadmium (Cd) 1000 ppm yang kemudian diencerkan menjadi larutan sampel yang mempunyai konsentrasi 50, 75, 100, 150, 200, 250, dan 300, 400 ppm mengacu pada SNI 6989.16.2009 tentang Cara Uji Kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala.

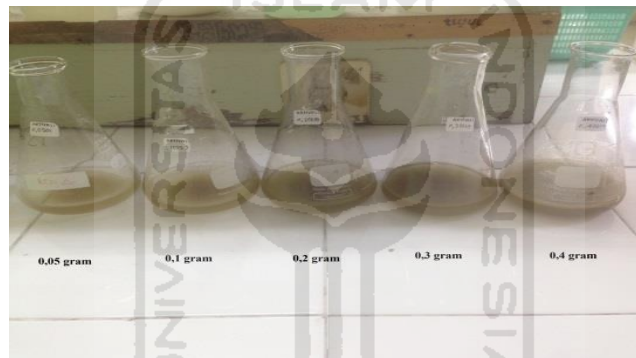
### **3.7 Penentuan Massa Optimum**

Dalam menentukan massa optimum, dilakukan dengan menyiapkan variasi massa adsorben 50, 100, 200, 300, dan 400 mg pada serbuk daun matoa yang teraktivasi maupun tidak teraktivasi, yang kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker yang telah berisi larutan konsentrasi 50 ppm sebanyak 50 ml dan pH 6 yang kemudian diaduk selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 75 rpm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan adsorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan SSA. Tahap akhir pembacaan untuk menentukan massa optimum.



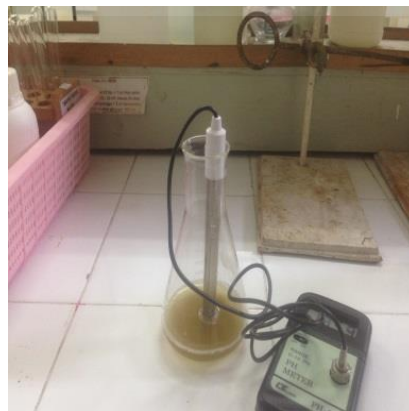
**Gambar 3.8** Penimbangan Serbuk Daun Matoa

*(Sumber: Data primer, 2016)*



**Gambar 3.9** Pengenceran massa optimum serbuk Daun Matoa

*(Sumber: Data primer, 2016)*



**Gambar 3.10** Pengecekan pH

*(Sumber: Data primer, 2016)*



**Gambar 3.11** Pengadukan Larutan dengan *Magnetic Stirrer*

(Sumber: Data primer, 2016)



**Gambar 3.12** Penyaringan serbuk dan Larutan

(Sumber: Data primer, 2016)



**Gambar 3.13** Persiapan pembacaan SSA

(Sumber: Data primer, 2016)

### 3.8 Penentuan pH Optimum

Setelah didapat massa optimum, selanjutnya menentukan pH optimum dengan menimbang berat yang ditentukan 0,2 gram dengan variasi pH masing-masing yaitu 3, 4, 5, 6, 7, dan 8. Masukkan masing-masing massa optimum ke dalam 5 tabung erlenmeyer 250 ml yang masing-masing berisi larutan Cd sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 50 ppm. sebelum diaduk, larutan dicek terlebih dahulu pH awalnya setelah itu untuk menentukan larutan pH rendah maka masing-masing di tambahkan  $\text{HNO}_3$  sedangkan untuk membuat larutan dengan pH tinggi digunakan larutan NaOH sebanyak yang diinginkan pada masing-masing pH yang ditentukan. Kemudian diaduk dengan menggunakan alat magnetic stirrer dengan kecepatan 75 rpm dengan waktu 30,60,90, dan 120 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan adsorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi dan dibaca dengan SSA. Tahap akhir pembacaan untuk menentukan pH optimum

### 3.9 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menggunakan variasi waktu 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Selanjutnya dengan menimbang serbuk daun matoa dengan massa optimum 0,2 gram kemudian dimasukkan ke dalam 5 tabung erlenmeyer 250 ml yang masing-masing berisi larutan Cd sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 50 ppm. Kemudian diaduk dengan menggunakan alat magnetic stirrer dengan kecepatan 75 rpm dengan waktu 15,30,60,90, dan 120 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan adsorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi dan dibaca dengan SSA. Tahap akhir pembacaan untuk menentukan waktu kontak

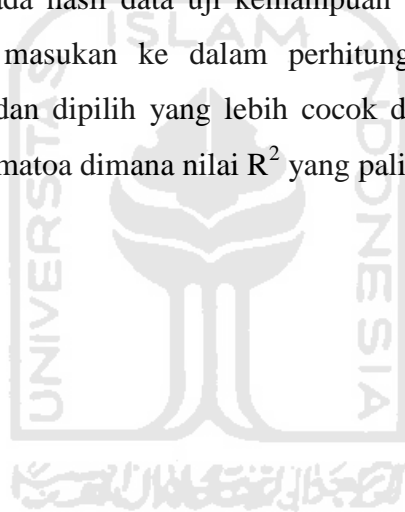
### 3.10 Uji Variasi Konsentrasi Logam Cd

Penentuan efisiensi kemampuan adsorben dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan logam Cd masing-masing adalah 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300

ppm, dan 400 ppm. Selain itu massa pH, dan waktu optimum adsorben serbuk daun matoa teraktivasi yang sudah didapat dari percobaan sebelumnya dipakai dalam uji ini dengan kecepatan 75 rpm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan adsorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi dan dibaca dengan AAS. Terakhir pembacaan data untuk menentukan kemampuan penyerapan maksimal adsorben terhadap logam Cd.

### **3.11 Penentuan Model Isotherm.**

Setelah didapat variasi konsentrasi, selanjutnya menentukan penentuan model isotherm yang mengacu pada hasil data uji kemampuan adsorben. Pada data yang didapat lalu nantinya di masukan ke dalam perhitungan permodelan isotherm Langmuir dan Freudnlich dan dipilih yang lebih cocok dengan adsorpsi logam Cd oleh adsorben serbuk daun matoa dimana nilai  $R^2$  yang paling mendekati 1 dari kedua perhitungan tersebut.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada karakteristik serbuk daun matoa yang teraktivasi dan tanpa aktivasi terlihat bahwa tidak adanya penambahan gugus fungsi baru.
2. Massa optimum yang didapat dari adsorben serbuk daun matoa yaitu pada massa 200 mg. Proses adsorpsi dapat berjalan dengan dengan maksimal pada pH 7, dengan waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi logam Cd bisa mencapai 120 menit.
3. Didapatkan bahwa persamaan isoterm Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam kadmium (Cd) oleh serbuk daun matoa. Kapasitas penyerapan adsorben daun matoa menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum adalah 44,77 mg/gram.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat di berikan untuk penelitian ini adalah :

1. Harus dilakukan pemanasan terlebih dahulu untuk dijadikan karbon aktif secara fisika dan kimia setelah itu baru dilakukan tahap proses aktivasi fisik dan selanjutnya dilakukan aktivasi kimia, yang bertujuan untuk menambah lebih banyak gugus fungsi yang ada pada serbuk daun matoa.
2. Pengujian selanjutnya tentang adsorben serbuk daun matoa dapat dilanjutkan dengan aktivasi asam selain asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) untuk mengetahui perbedaan selain gugus fungsi yang terdapat di dalam aktivasi asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ )

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung, P, 2012. **Isolasi, Seleksi Dan Fermentasi Produksi Asam sitrat Dari Kapang Penghasil Asam Sitrat.**
- Almeida, J. A., Barreto, R. E., Novelli, L. B., Castro, F. J., and Moron, S. E., 2009. **Oxidative Stress Biomarkers and Aggressive Behavior in Fish Exposed to Aquatic Cadmium Contamination.** *Neotropical Ichthyology*, Vol 7, pp. 103-108, 2009.
- Apriliani, A., 2010. **Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorbent Ion Logam Cd, Cr, Cu, Pb dalam Air Limbah. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi.** Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Bahl, B.S, G.D Tuli, and A. Bahl, 1997, *Essential of physical chemistry*, S. Chand and Company, Ltd, New Delhi.
- Castellan, 1982. **Physical Chemistry.** Edisi ketiga. Addison-Wesley Publishing Company.
- Danarto, YC. 2007. **Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Adsorbent Pasir yang dilapisi Besi Oksida.** *Ekulibrium*, 6(2) : 1-5.
- Faix, S., Faixova, Z., Boldizarova, K., and Javorsky, P., 2005. **The effect of long-term high Heavy Metal Intake on Lipid Peroxidation of Gastrointestinal Tissue in Sheep.** *Vet. Med-Czech*, Vol 50, pp. 401-405.

- Fernandez, Rio B. 2011. **Kimia Material Spektroskopi Infra Merah (IR) dan Sinar Tampak (UV-Vis)**. Universitas Andalas. Padang.
- Ghazy, A, 2008. “ **Separation of Chromium (III) and Chromium (IV) from Enviromental Water Samples Using Eggshell Sorbent**”, Indian Journal of Science and Technology, 6(1) hal 1 – 7.
- Flora, S. J. S., 2009. **Metal Poisoning: Treatment and Management**. Review Article. Al Ameen. J. Med. Sci, Vol 2, pp. 4-26.
- Frank, C.Lu. 1995. **Toksikologi Dasar : Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Risiko**, edisi 2, penerjemah Edi Nugroho, et al. UI-Press. Jakarta. 360- 361
- Mu'jizah, S. 2010. **Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Biji Kelor (Moringa oleifera. Lamk) dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif**. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Nasruddin, 2005, *Dynamic Modeling and Simulation of a two bed Silicagel-water Adsorption chille*, disertasi, Rheinisch-westfalische Technische Hochschule, Aachen.
- Nasruddin, 2005, *Dynamic Modeling and Simulation of a two bed Silicagel-water Adsorption chille*, disertasi, Rheinisch-westfalische Technische Hochschule, Aachen.
- Palar, H. 1994. **Pencemaran & Toksikologi Logam Berat**. PT.Rineka Cipta Jakarta

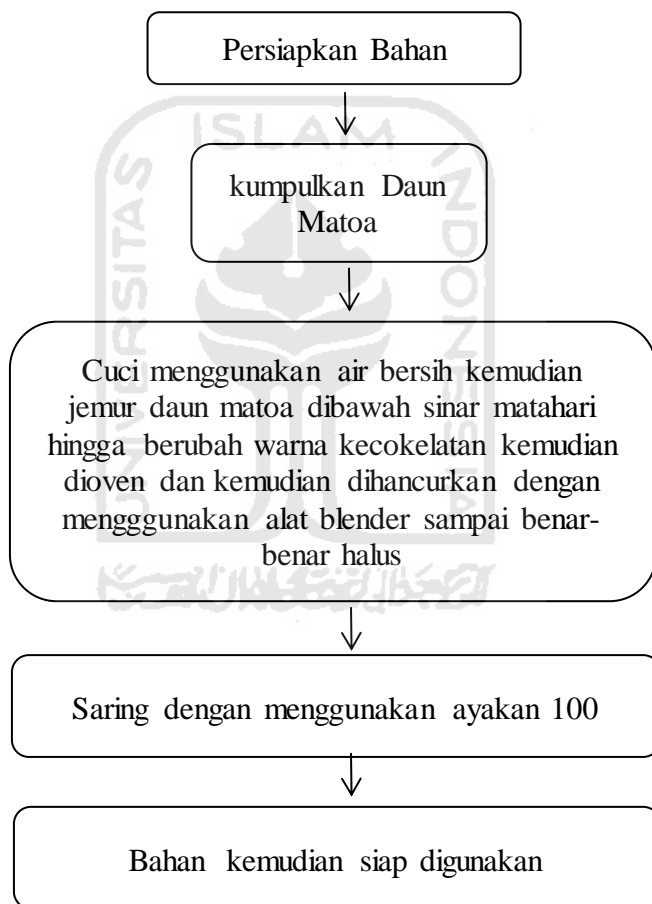
- Patrick, L. 2003. **Toxic Metals and Antioxidants. Part II the Role of Antioxidant in Arsenic and Cadmium Toxicity – Toxic Metals part II.** Alternativer Medicine Review.
- Refilda., Rahmiana Zein., Rahmayeni, 2001, **Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-logam Berat Pada Air Limbah,** Skripsi., Padang: Universitas Andalas.
- Sawyer, C. N, (1994), *Chemistry for Environmental Engineering*, 4th edition, McGraw-Hill Inc, New York.
- Sumiasri, N., Kuswara, T., dan Setyowati-Indarto, N. 2000. **Pemanfaatan Matoa (Pometia pinnata Forst.) di Beberapa Daerah di Irian Jaya.** *Prosiding Seminar Nasional Etnobotani III.* Denpasar – Bali, 5 – 6 Mei 1998 *dalam* Rahayu, M., Susiarti, S., dan Purwanto, Y. 2007. Kajian Pemanfaatan Tumbuhan Non Kayu oleh Masyarakat Lokal di Kawasan Konservasi PT.Wira Karya Sakti Sungai Tapa – Jambi. Biodiversitas Vol.8 hal. 73-78
- Yudo, S. 2010. **Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli.** Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta. Hal: 1-9.

## LAMPIRAN

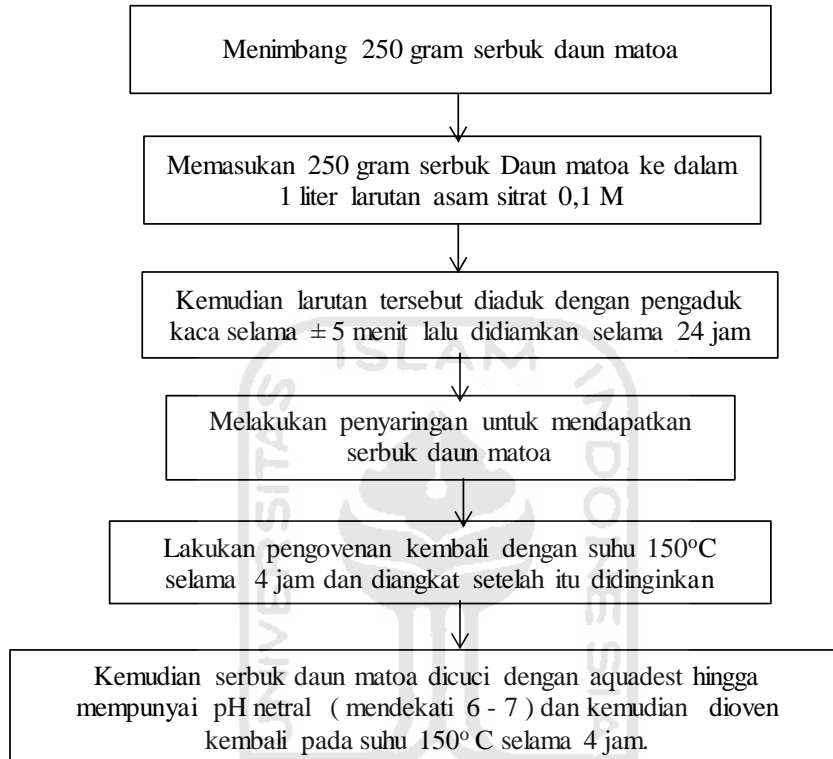
### LAMPIRAN 1

#### Langkah Kerja Penelitian Adsorben Daun Matoa

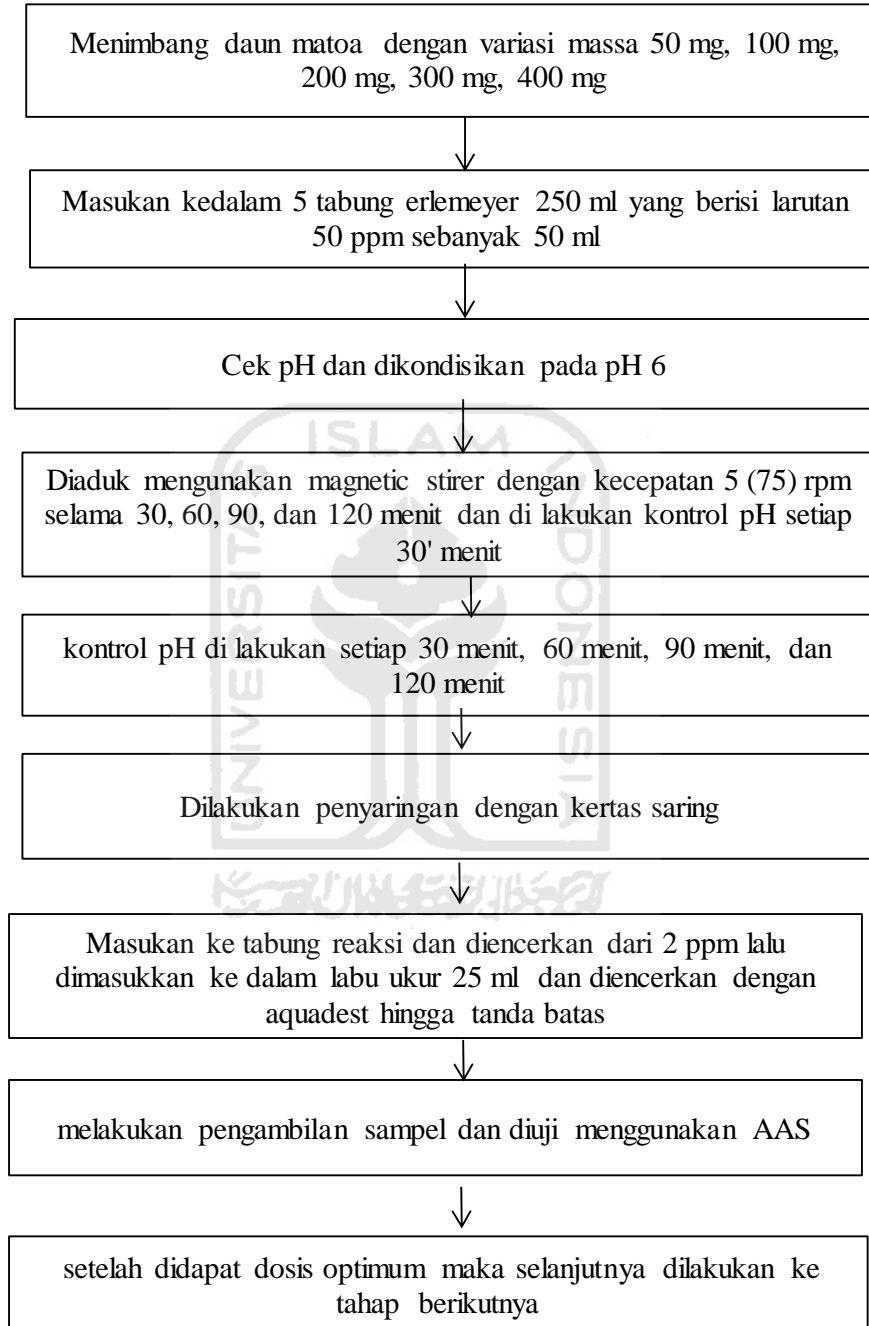
##### A. Persiapan Adsorben Daun Matoa



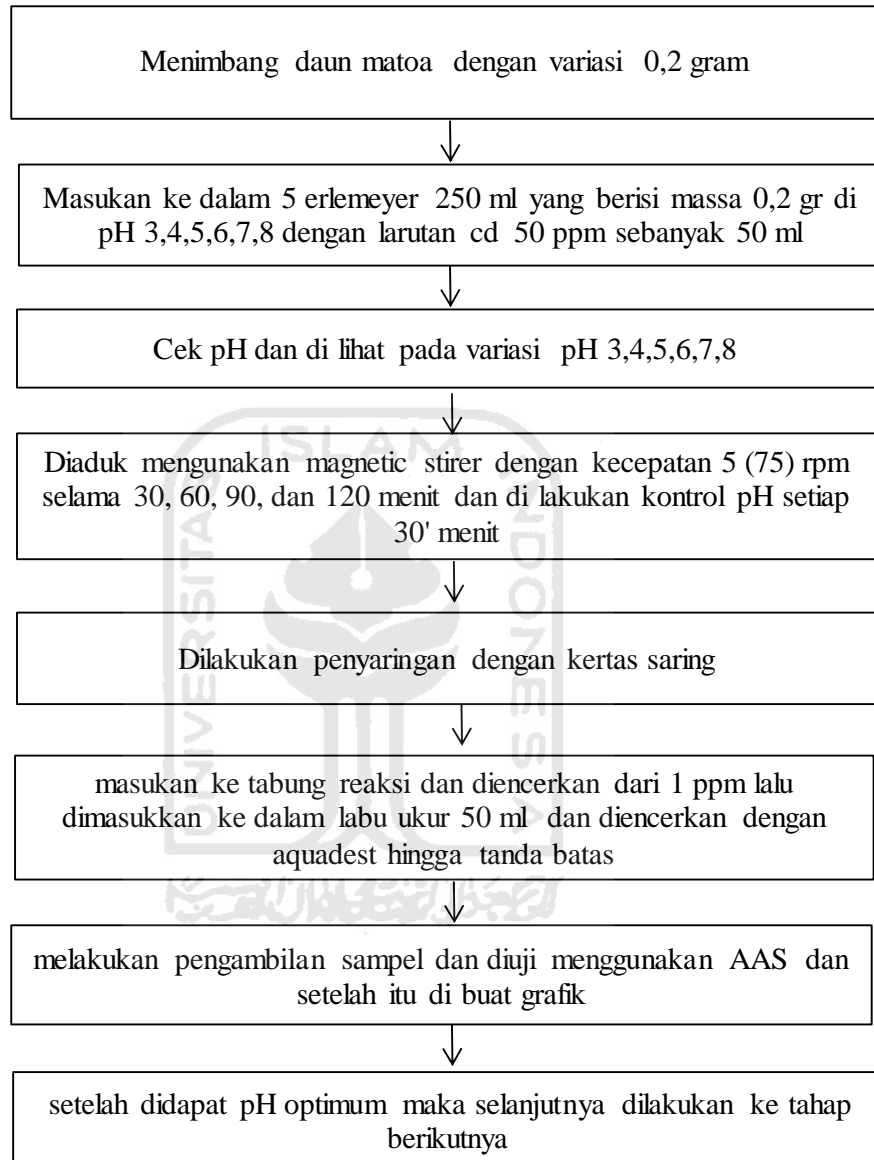
## B. Aktivasi Adsorben Serbuk Daun Matoa dengan Asam Sitrat ( $C_6H_8O_7$ )



### C. Uji Dosis Optimum

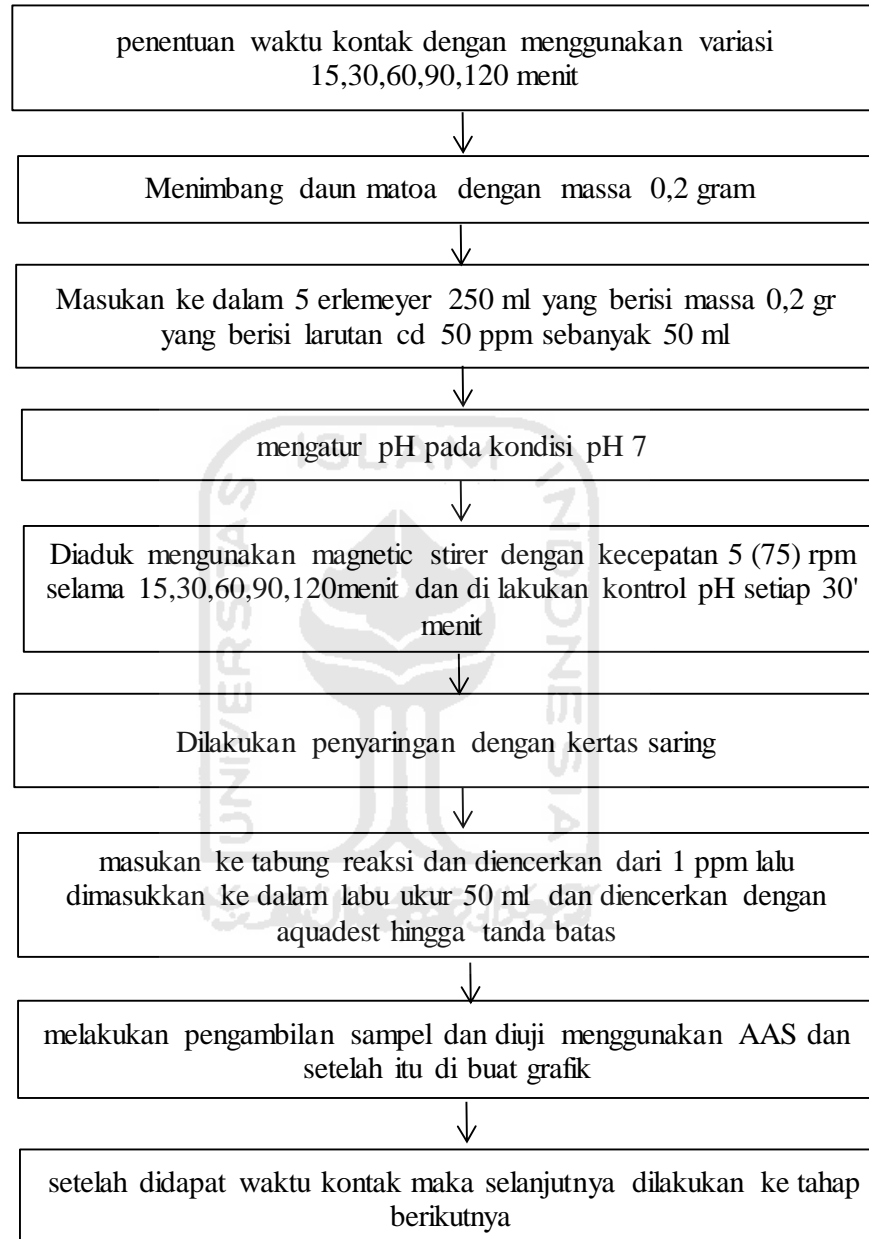


#### D. Uji pH Optimum

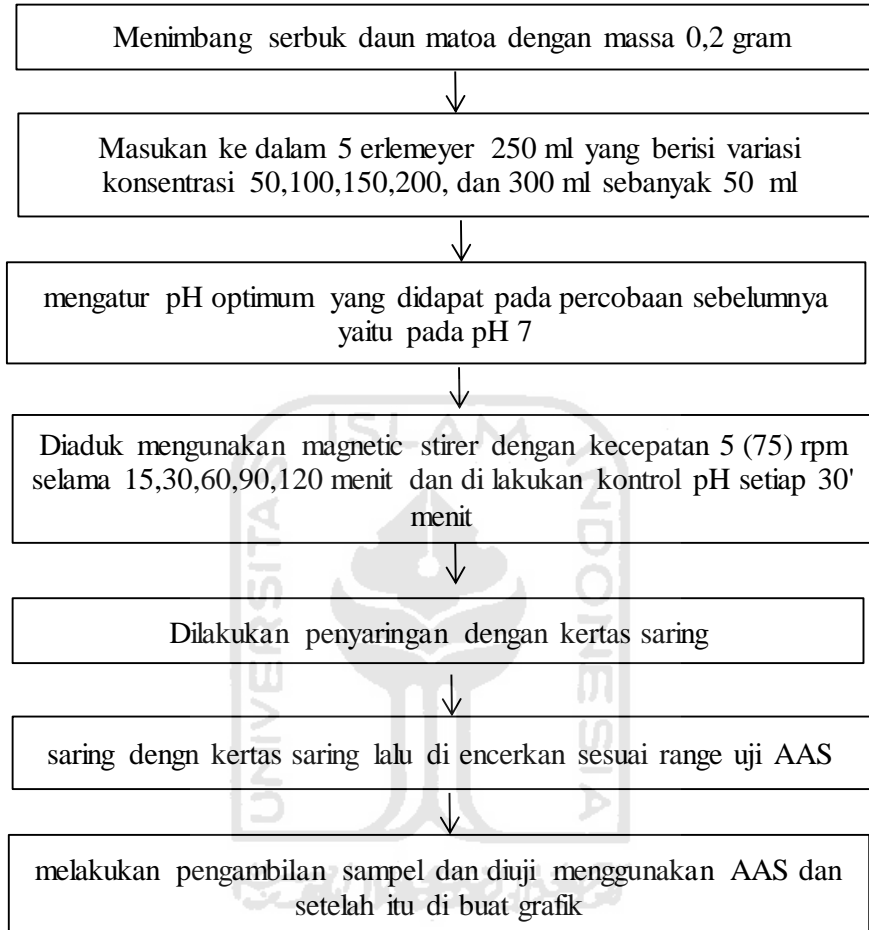




## E. Uji Waktu Kontak Optimum



## F. Uji Efisiensi Kemampuan Adsorben



## LAMPIRAN II

### 1. Perhitungan Asam Sitrat 0,1 M

$$M = \frac{\text{massa}}{Mr C_6H_8O_7} \times \frac{1000}{1000}$$

$$M = \frac{x}{210} \times 1$$

$$M = 21 \text{ gram}$$

### 2. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 50 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 50 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

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

### 3. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 100 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 100 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 100 \text{ ml}$$

### 4. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 150 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 150 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 150 \text{ ml}$$

### 5. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 200 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 200 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 200 \text{ ml}$$

### 6. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 250 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 250 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 250 \text{ ml}$$

### 7. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 300 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 300 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 300 \text{ ml}$$

### 8. Membuat Larutan CdSO<sub>4</sub> 400 ppm sebanyak 1 liter

$$1000 \text{ ppm} \times V = 400 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$= 400 \text{ ml}$$

### Lampiran III

#### Variasi Massa

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi massa, nilai persentase penyisihan removal dari hasil percobaan penelitian tersebut dapat diperoleh dengan hitungan sebagai berikut :

##### a. Hasil Uji Variasi Massa Adsorben Larutan (Adsorben Tanpa Aktivasi)

1. Sampel dengan massa 0,05 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-45,32)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 33,00 \%$$

2. Sampel dengan massa 0,1 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-38,22)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 43,50 \%$$

3. Sampel dengan massa 0,2 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-26,7)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 60,53 \%$$

4. Sampel dengan massa 0,3 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-19,1)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 71,73 \%$$

5. Sampel dengan massa 0,4 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-18,2)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 73,13 \%$$

##### b. Hasil Uji Variasi Massa Adsorben Teraktivasi

1. Sampel dengan massa 0,05 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-46,3) ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 31,60 \%$$

2. Sampel dengan massa 0,1 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-32,3)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 52,33 \%$$

3. Sampel dengan massa 0,2 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-20,3)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 69,99 \%$$

4. Sampel dengan massa 0,3 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-13,5)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 80,04 \%$$

5. Sampel dengan massa 0,4 gram

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,65-8,4)ppm}{(67,65)} \times 100 \% = 87,55 \%$$

## Lampiran IV

### Variasi pH Larutan

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi pH, nilai persentase penyisihan removal dari hasil percobaan penelitian tersebut dapat diperoleh dengan hitungan sebagai berikut :

#### a. Hasil Uji Variasi pH Adsorben Tanpa Aktivasi

1. Sampel dengan pH 3

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-59,95) ppm}{(69,7)} \times 100 \% = 13,99 \%$$

2. Sampel dengan pH 4

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-40,45)ppm}{(69,7)} \times 100 \% = 42,90 \%$$

3. Sampel dengan pH 5

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-33,05)ppm}{(69,7)} \times 100 \% = 52,58 \%$$

4. Sampel dengan pH 6

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-20,4) ppm}{(69,7)} \times 100\% = 70,73 \%$$

5. Sampel dengan pH 7

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-15,95)ppm}{(69,7)} \times 100 \% = 77,12 \%$$

6. Sampel dengan pH 8

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-20,65) ppm}{(69,7)} \times 100 \% = 70,73 \%$$

#### b. Hasil Uji Variasi pH Adsorben Teraktivasi

1. Sampel dengan pH 3

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-58,55) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100 \% = 15,71 \%$$

2. Sampel dengan pH 4

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-39,35) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100 \% = 43,54 \%$$

3. Sampel dengan pH 5

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-25,4) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100 \% = 63,56 \%$$

4. Sampel dengan pH 6

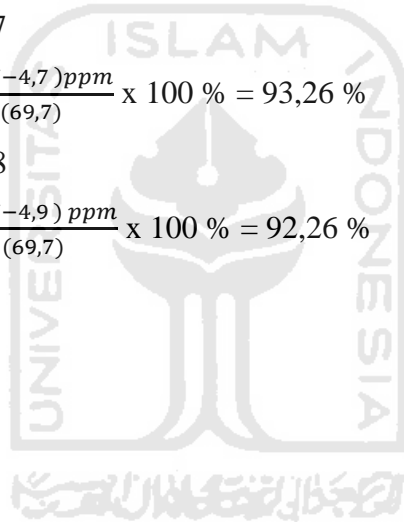
$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-13,2) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100\% = 81,06 \%$$

5. Sampel dengan pH 7

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-4,7) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100 \% = 93,26 \%$$

6. Sampel dengan pH 8

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(69,7-4,9) \text{ ppm}}{(69,7)} \times 100 \% = 92,26 \%$$



## LAMPIRAN V

### Variasi Waktu Optimum

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi waktu kontak optimum, nilai persentase penyisihan removal dari hasil percobaan penelitian tersebut dapat diperoleh dengan hitungan sebagai berikut :

1. Sampel dengan waktu kontak 15 menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(45,45 - 0,7) \text{ ppm}}{(45,45)} \times 100 \% = 98,45 \%$$

2. Sampel dengan waktu kontak 30 menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(45,45 - 0,8) \text{ ppm}}{(45,45)} \times 100 \% = 98,24 \%$$

3. Sampel dengan waktu kontak 60 menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(45,45 - 3,05) \text{ ppm}}{(45,45)} \times 100 \% = 93,29 \%$$

4. Sampel dengan waktu kontak 90

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(45,45 - 2,05) \text{ ppm}}{(45,45)} \times 100 \% = 95,49 \%$$

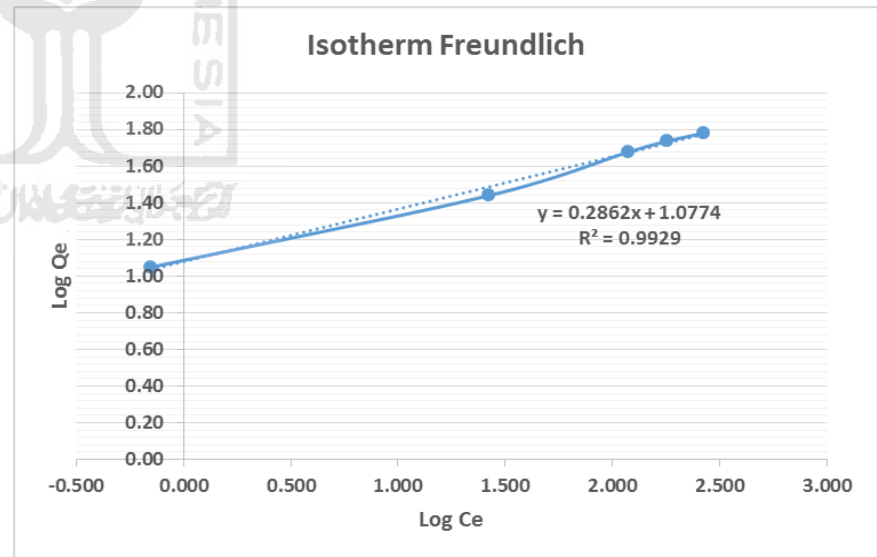
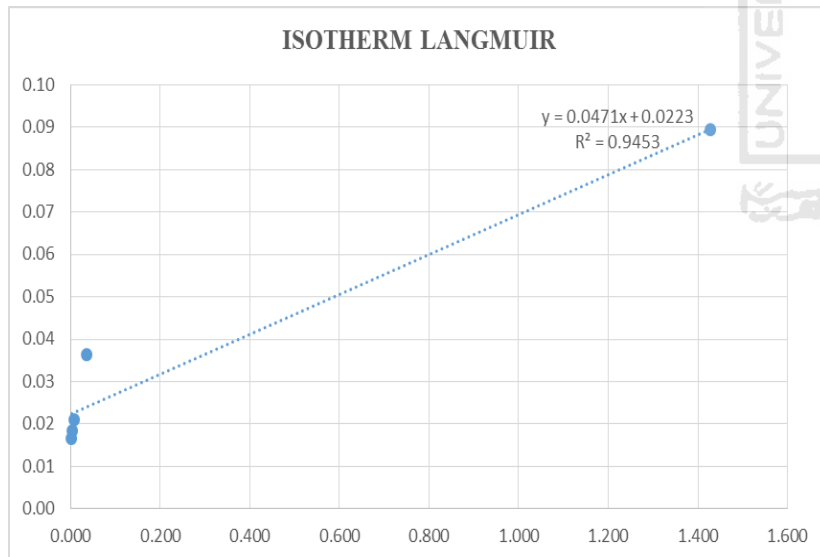
5. Sampel dengan waktu kontak 120 menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(45,45 - 1,67) \text{ ppm}}{(45,45)} \times 100 \% = 96,33 \%$$

## LAMPIRAN VI

### Data Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Logam Cd

Variasi Konsentrasi Biosorben Aktivasi												
Variasi Konsentrasi (ppm) A	Massa Adsorben (mg) B	Volume Larutan (ml) C	Konsentrasi Awal (C <sub>0</sub> ) D	Konsentrasi Akhir (C <sub>e</sub> ) E	Selisih (ΔC) F	Persentase Penyisihan G	Langmuir			Freundlich		
							Q <sub>e</sub> (H)	1/Q <sub>e</sub> (I)	1/C <sub>e</sub> (J)	Q <sub>e</sub> (K)	Log Q <sub>e</sub> (L)	Log C <sub>e</sub> (M)
50	200	50	45.45	0.70	44.75	98.46	11.188	0.09	1.429	11.188	1.05	-0.155
100	200	50	136.60	26.50	110.10	80.60	27.525	0.04	0.038	27.525	1.44	1.423
200	200	50	309.80	119.20	190.60	61.52	47.650	0.02	0.008	47.650	1.68	2.076
300	200	50	397.00	179.00	218.00	54.91	54.500	0.02	0.006	54.500	1.74	2.253
400	200	50	509.60	268.00	241.60	47.41	60.400	0.02	0.004	60.400	1.78	2.428





### Contoh Perhitungan

Diketahui:

$$A = 50 \text{ ppm}$$

$$B = 200 \text{ mg}$$

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

$$D = 45,45 \text{ ppm}$$

$$E = 0,70 \text{ ppm}$$

$$F = D - E = 45,45 - 0,70 = 44,75 \text{ ppm}$$

$$G = (D - E)/D = (45,45 - 0,70) / 45,45 = 98,46 \% \text{ (dalam \%)}$$

### Langmuir

$$Q_e = F \times (C/1000)/0,1 = 44,75 \times (50/1000)/0,2 = 11,188$$

$$1/Q_e = 1 / 11,188 = 0,09$$

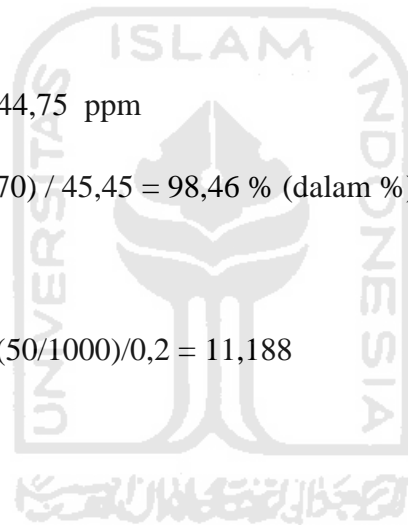
$$C_e = E = 0,70 \text{ ppm}$$

$$1/C_e = 1/0,70 = 1,429$$

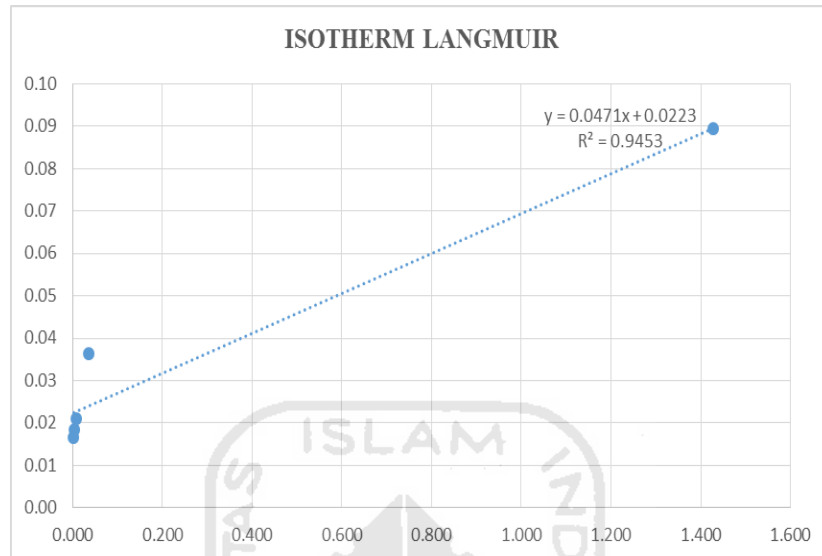
### Freundlich

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } 11,188 = 1,05$$

$$\text{Log } C_e = \text{Log } 0,70 = - 0,154$$



## Mencari Slope & Intercept Pada Grafik



Regresi Linier =  $y = 0,0471 x + 0,0223$

$$R^2 = 0,9453$$

Dimana =

<b>slope</b>	0.0471
<b>intercept</b>	0.022332
<b>Qm</b>	<b>44.77867502</b>

Dicari dengan cara =

	<b>y</b>	<b>x</b>			
	<b>1/Qe</b>	<b>1/Ce</b>	<b>xy</b>	<b>x2</b>	<b>y2</b>
	0.089	1.429	0.1277	2.0408	0.0080
	0.036	0.038	0.0014	0.0014	0.0013
	0.021	0.008	0.0002	0.0001	0.0004
	0.018	0.006	0.0001	0.0000	0.0003
	0.017	0.004	0.0001	0.0000	0.0003
$\Sigma$	0.182	1.484	0.129	2.042	0.010

Maka dapat diperoleh nilai *slope* (b) sebagai berikut.

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y)/n}{\sum x^2 - ((\sum x)^2/n)}$$
$$b = \frac{0.129 - (1,484 \times 0.182)/5}{2,042 - \left(\frac{(1,484)^2}{5}\right)} = 0,0471$$

Sementara itu nilai intercept (a) dapat dihitung sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum y - (b \cdot \sum x)}{n}$$
$$a = \frac{0.182 - (0,0471 \times 1,484)}{5} = 0.22332$$

Sehingga, persamaan regresi linear adalah:

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,0471x + 0,22332$$

Untuk koefisien korelasi dapat dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{n \cdot (\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (n \cdot (\sum Y^2) - (\sum Y)^2)^{\frac{1}{2}}}$$
$$R = \frac{5x(0.129) - (1,484 \times 0.182)}{(5x(2.042) - (1.484)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (5x(0.010) - (0.182)^2)^{\frac{1}{2}}} = 0.9453$$

$$R^2 = 0.9453$$

Sehingga  $q_m$  = kemampuan maksimum adsorpsi biosorben (mg/gr)

$$= 1/0,22332 = 44,77867502 \text{ mg/gr}$$

## LAMPIRAN VII

### AMBANG BATAS KANDUNGAN KADMIUM DALAM AIR MINUM



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

#### PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

##### I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

**LAMPIRAN VIII**

**SNI AIR DAN LIMBAH – BAGIAN 16: CARA UJI KADMIUM (Cd) SECARA  
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA) – NYALA**

**SNI**

Standar Nasional Indonesia

SNI 6989.16:2009

Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium  
(Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) –  
nyala

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat untuk penjangkauan di website dan tidak untuk dikomersialkan"

## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Cara uji.....	2
4 Pengendalian mutu .....	5
5 Rekomendasi .....	5
Lampiran A (normatif) Pelaporan.....	6
Lampiran B (informatif) Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji .....	7
Bibliografi.....	8
Tabel B.1 – Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji .....	7

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini merupakan hasil revisi dari SNI 06-6989.16-2004, *Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 21 th Edition*, editor L.S.Clesceri, A.E.Greenberg, A.D.Eaton, APHA, AWWA and WPCF, Washington DC (2005). SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* dengan para stakeholder terkait.

SNI ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, pakar, dan pemerintah terkait pada tanggal 11 September 2007 di Serpong dan telah melalui konsensus nasional Jajak Pendapat pada tanggal 11 Juni 2008 sampai dengan 11 Agustus 2008.

Dengan dirumuskannya SNI ini, maka penerapan SNI 06-6989.16-2004, dinyatakan tidak berlaku lagi. Pemakai SNI agar dapat meneliti validasi SNI yang terkait dengan metode ini, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.



## Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala

### 1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan logam kadmium (Cd) total dan terlarut dalam air dan air limbah secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala pada kisaran kadar Cd 0,05 mg/L sampai dengan 2 mg/L dengan panjang gelombang 228,8 nm.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1

##### air bebas mineral

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

#### 2.2

##### blind sample

larutan dengan kadar analit tertentu yang diperlakukan seperti contoh uji.

#### 2.3

##### kadmium terlarut

kadmium dalam air yang dapat lolos melalui saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$ .

#### 2.4

##### kadmium total

kadmium yang terlarut dan tersuspensi dalam air setelah dilakukan proses pemanasan dengan asam kuat.

#### 2.5

##### kurva kalibrasi

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

#### 2.6

##### larutan induk kadmium

larutan yang mempunyai kadar logam kadmium 100 mg Cd/L yang digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah.

#### 2.7

##### larutan baku logam kadmium (Cd)

larutan induk logam kadmium yang diencerkan dengan air bebas mineral sampai kadar tertentu.

#### 2.8

##### larutan kerja logam kadmium (Cd)

larutan baku logam kadmium yang diencerkan, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi.

#### 2.9

##### larutan blanko

air bebas mineral yang diasamkan atau perlakuannya sama dengan contoh uji.



SNI 6989.16:2009

**2.10**

**larutan pengencer**

larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan kerja, yang dibuat dengan cara menambahkan asam nitrat pekat ke dalam air bebas mineral hingga  $\text{pH} \leq 2$ .

**2.11**

**larutan pencuci**

larutan yang digunakan untuk mencuci semua peralatan gelas dan plastik.

**2.12**

**matrix modifier**

bahan yang digunakan untuk mengurangi gangguan matriks contoh uji.

**2.13**

**spike matrix**

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

**3 Cara uji**

**3.1 Prinsip**

Analit logam kadmium dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

**3.2 Bahan**

- a) Air bebas mineral.
- b) Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat p.a.
- c) Logam kadmium (Cd) dengan kemurnian minimum 99,5 %.
- d) Gas asetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) HP dengan tekanan minimum 100 psi.
- e) Larutan pengencer  $\text{HNO}_3$  0,05 M.  
Larutkan 3,5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat ke dalam 1000 mL air bebas mineral dalam gelas piala.
- f) Larutan pencuci  $\text{HNO}_3$  5% (v/v).  
Tambahkan 50 mL asam nitrat pekat ke dalam 800 mL air bebas mineral ke dalam gelas piala 1000 mL, lalu tambahkan air bebas mineral hingga 1000 mL dan homogenkan.
- g) Udara tekan HP atau udara tekan dari kompresor.

**3.3 Peralatan**

- a) Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala.
- b) Lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp/HCL*) kadmium.
- c) Gelas piala 100 mL dan 250 mL.
- d) Pipet volumetrik 10,0 mL dan 50,0 mL.
- e) Labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; dan 1000,0 mL.
- f) *Erlenmeyer* 100 mL.
- g) Corong gelas.
- h) Kaca arloji.
- i) Pemanas listrik.
- j) Seperangkat alat saring vakum.
- k) Saringan membran dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ .
- l) Timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g.
- m) Labu semprot.

### 3.4 Pengawetan contoh uji

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

- Wadah : Botol plastik (*polyethylene*) atau botol gelas  
 Pengawet : a) Untuk logam terlarut, saring dengan saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$  dan diasamkan dengan  $\text{HNO}_3$  hingga  $\text{pH} < 2$   
 b) Untuk logam total, asamkan dengan  $\text{HNO}_3$  hingga  $\text{pH} < 2$   
 Lama Penyimpanan : 6 bulan  
 Kondisi Penyimpanan : Suhu ruang

### 3.5 Persiapan pengujian

#### 3.5.1 Persiapan contoh uji kadmium terlarut

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

#### 3.5.2 Persiapan contoh uji kadmium total

Siapkan contoh uji untuk pengujian kadmium total, dengan tahapan sebagai berikut:

- Homogenkan contoh uji, pipet 50,0 mL contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *Erlenmeyer* 100 mL.
- Tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *Erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
- Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL sampai dengan 20 mL.
- Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

**CATATAN** Jika destruksi tidak sempurna, lihat Lampiran B.

- Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
- Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 50,0 mL (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.
- Contoh uji siap diukur serapannya.

#### 3.5.3 Pembuatan larutan induk logam kadmium 100 mg Cd/L

- Timbang  $\pm 0,100$  g logam kadmium, masukkan ke dalam labu ukur 1000,0 mL. Tambahkan 4 mL  $\text{HNO}_3$  pekat sampai larut ( $\approx 100$  mg Cd/L).
- Tambahkan 8 mL  $\text{HNO}_3$  pekat dan air bebas mineral hingga tepat tanda tera dan homogenkan.
- Hitung kadar kadmium berdasarkan hasil penimbangan.

**CATATAN** Larutan ini dapat dibuat dari larutan standar 1000 mg Cd/L siap pakai.

SNI 6989.16:2009

### 3.5.4 Pembuatan larutan baku logam kadmium 10 mg Cd/L

- Pipet 10,0 mL larutan induk 100 mg Cd/L, masukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL.
- Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera dan homogenkan.

### 3.5.5 Pembuatan larutan kerja logam kadmium (Cd)

Buat deret larutan kerja dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 (tiga) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran.

## 3.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

### 3.6.1 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- Operasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran kadmium.

**CATATAN 1** Salah satu cara optimasi alat dengan uji sensitivitas.

**CATATAN 2** Tambahkan *matrix modifier* dan atau atasi gangguan pengukuran sesuai dengan SSA yang digunakan.

- Aspirasikan larutan blanko ke dalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol.
- Aspirasikan larutan kerja satu persatu ke dalam SSA-nyala, lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm, kemudian catat.
- Lakukan pembilasan pada selang aspirator dengan larutan pengencer.
- Buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.6.1.c) di atas, dan tentukan persamaan garis lurusnya.
- Jika koefisien korelasi regresi linier ( $r < 0,995$ ), periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.6.1 b) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien  $r \geq 0,995$ .

### 3.6.2 Cara uji

Uji kadar kadmium dengan tahapan sebagai berikut:

- Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran.
- Catat hasil pengukuran.

## 3.7 Perhitungan

Kadar logam kadmium (Cd) dihitung sebagai berikut:

$$Cd \text{ (mg/L)} = C \times fp \quad (1)$$

**Keterangan:**

- C adalah kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L).  
fp adalah faktor pengenceran.

#### 4 Pengendalian mutu

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

Persen RPD:

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

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

Persen temu balik (% *recovery*, %R)

$$\% R = \left( \frac{A - B}{C} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

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

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

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

- Standar ini telah melalui uji banding metode dengan peserta 10 laboratorium pada kadar 1 mg Cd/L dengan tingkat presisi (% RSD) 6,90 % dan akurasi (bias metode) 1,25 %.

#### 5 Rekomendasi

- Lakukan analisis *blind sample*.
- Buat *control chart* untuk akurasi dan presisi analisis.

**Lampiran A**  
(normatif)  
**Pelaporan**

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

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



**Lampiran B**  
(informatif)

Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji

Tabel B.1 - Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji

Asam	Disarankan untuk analisis	Bisa berguna untuk contoh uji	Tidak disarankan untuk analisis
HCl	Ag	Sb, Ru, Sn	Th, Pb
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ti	-	Ag, Pb, Ba
HClO <sub>4</sub>	-	mengandung bahan organik	-
HF	-	mengandung silika	-

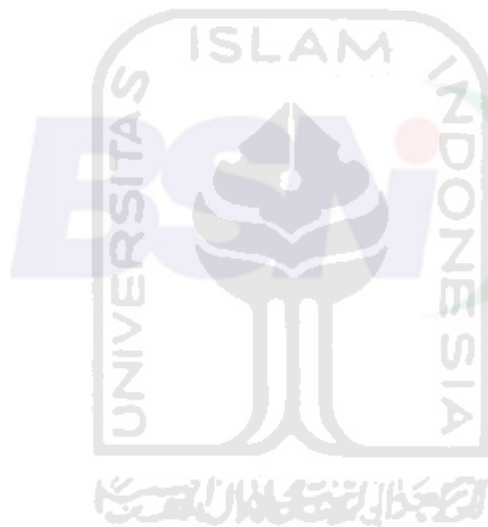
## Bibliografi

*Standard Methods for the Examination of water and wastewater* 21<sup>st</sup> Edition, 2005, Method 3111B.

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



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"



**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)