

**PENGARUH ION Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , DAN Cr^{3+} TERHADAP
PENYERAPAN LOGAM Pb^{2+} MENGGUNAKAN C-Sinamal Kaliks
[4] Resorsinarena YANG DISINTESIS DARI MINYAK KAYU
MANIS (*Cinnamomum Burmanii*)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Sains (S.Si)*



Oleh:

**FAIZAH KHAIRIYAH
NIM. 15036046/2015**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

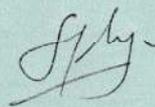
**Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Dan Cr^{3+} Terhadap Penyerapan Logam Pb^{2+}
Menggunakan C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena Yang Disintesis Dari
Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)**

Nama : Faizah Khairiyah
NIM/TM : 15056046/2015
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2019

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Dra. Sri Benti Etika, M.Si
NIP : 19620913 198803 2 002

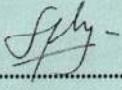
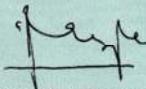
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Judul Skripsi : Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Dan Cr^{3+} Terhadap
Penyerapan Logam Pb^{2+} Menggunakan C-Sinamal
Kaliks [4] Resorsinarena Yang Disintesis Dari Minyak
Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)
Nama : Faizah Khairiyah
NIM/TM : 15036046/2015
Prodi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2019

Tim Penguji

No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	:Dra. Sri Benti Etika, M.Si	1. 
2	Anggota	:Edi Nasra S.Si, M.Si	2. 
3	Anggota	:Drs. Bahrizal, M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faizah Khairiyah
NIM/BP : 15036046/2015
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/04 Oktober 1996
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Pagai, kel. Koto Panjang Ikua Koto kec. Koto
Tengah, Padang.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Dan Cr^{3+} Terhadap Penyerapan Logam Pb^{2+} Menggunakan C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena Yang Disintesis Dari Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)”** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun masyarakat dan negara. Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Mei 2019

Yang membuat pernyataan



Faizah Khairiyah
NIM. 15036046

ABSTRAK

Faizah K.(15036046) :Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} Terhadap Penyerapan Logam Pb^{2+} Menggunakan C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena Yang Disintesis Dari Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*)

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} sebagai ion pengganggu terhadap penyerapan logam Pb^{2+} yang memanfaatkan C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena (CSKR) hasil sintesis sebagai adsorben dengan menggunakan metode batch. Variabel dalam penelitian ini adalah jenis ion pengganggu yaitu Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} dan konsentrasi masing-masing ion pengganggu yaitu 40 ppm, 80 ppm, 160 ppm, 240 ppm, dan 400 ppm. Hasil penelitian menunjukkan telah terjadinya penurunan kapasitas penyerapan logam Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis. Penambahan ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+} masing-masing cenderung mengganggu pada konsentrasi 160 ppm sampai 240 ppm, 240 ppm sampai 400 ppm, 160 ppm sampai 240 ppm, dan 80 ppm sampai 160 ppm dengan penurunan persentase penyerapan masing-masing 17,736%, 49,289%, 86,111%, dan 67,986%. Faktor utama yang mempengaruhi penurunan persentase penyerapan Pb^{2+} oleh CSKR hasil sintesis yang diakibatkan oleh ion pengganggu adalah tingkat jari-jari ion selain itu juga dipengaruhi oleh pengelompokan asam-basa menurut prinsip HSAB (Hard and Soft Acids and Bases).

Katakunci: *Adsorpsi, Logam Pb, C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena, Minyak Kayu Manis*

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesabaran dan kekuatan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} Terhadap Penyerapan Logam Pb^{2+} Menggunakan C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena yang Disintesis dari Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*)”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi serta memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan serta masukan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku Penasehat Akademik yang telah memberi arahan sehingga selesainya skripsi ini.
2. Ibuk Dra. Sri Benti Etika, M.si selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan sehingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia.
4. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si dan Bapak Drs. Bahrizal, M.Si selaku Dosen Penguji.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA.
7. Laboran Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.

8. Teman-teman kimia tahun 2015 khususnya teman-teman terdekat yang telah memberi masukan dan dorongan kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.
9. Kedua orangtua penulis serta saudara-saudara tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.

Akhirnya, untuk kesempurnaan skripsi ini maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terimakasih.

Padang, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kayu Manis	6
2.2. Sinamaldehyd	8
2.3. Kaliks[4]Resorsinarena	9
2.4. Logam berat.....	10
2.4.1. Timbal (Pb).....	11
2.4.2. Kadmium(Cd)	12
2.4.3. Tembaga(Cu)	12
2.4.4. Seng(Zn)	13
2.4.5. Kromium(Cr)	14
2.5. Ekstraksi Fasa Padat.....	15
2.6. Adsorpsi	15
2.6.1. Prakonsentrasi.....	16
2.6.2. Pengaruh Ion Logam Terhadap Adsorpsi	17
2.7. Spektrofotometer Serapan Atom	18
2.8. Spektrofotometer UV-Vis	20
2.9. FTIR (Fourier Transform InfraRed).....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	25

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Variabel Penelitian	25
3.3. Alat dan Bahan	25
3.3.1. Alat.....	25
3.3.2. Bahan	26
3.4. Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1. Isolasi Sinamaldehyd dari Minyak Kayu Manis.....	26
3.4.2. Karakterisasi Sinamaldehyd	26
3.4.3. Pengujian Titik Didih pada Sinamaldehyd	27
3.4.4. Sintesis CSKR.....	27
3.4.5. Karakterisasi CSKR.....	27
3.4.6. Pengujian Titik Leleh pada CSKR.....	27
3.4.7. Pembuatan Larutan Standar Pb.....	28
3.4.8. Pembuatan Larutan Standar Cu, Zn, Cr.....	28
3.4.9. Perlakuan pengaruh Ion Pada Penyerapan Logam Pb ²⁺	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Isolasi Sinamaldehyd dari Minyak Kayu Manis	31
4.2. Karakterisasi Sinamaldehyd Hasil Isolasi	32
4.3. Sintesis CSKR	34
4.4. Karakterisasi CSKR	35
4.5. Pengaruh Ion Cu ²⁺ Terhadap Penyerapan Logam Pb ²⁺	37
4.6. Pengaruh Ion Zn ²⁺ Terhadap Penyerapan Logam Pb ²⁺	39
4.7. Pengaruh Ion Cd ²⁺ Terhadap Penyerapan Logam Pb ²⁺	41
4.8. Pengaruh Ion Cr ³⁺ Terhadap Penyerapan Logam Pb ²⁺	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran	46
KEPUSTAKAAN	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kulit Kayu Manis.....	6
2.3 Reaksi sintesis C-sinamal Kaliks[4]resorsinarena	9
2.4 Skema Umum Komponen pada Alat AAS.....	19
2.5 Skema alat spektrofotometer UV-Vis (single beam)	21
2.6 Skema alat spektrofotometri UV-Vis (double beam).....	21
2.7 Skema Peralatan FTIR.	22
4.1 Reaksi Sinamaldehyd dengan natrium bisulfit.....	31
4.2 Spektrum Infra Merah Sinamaldehyd	33
4.3 Spektrum UV-Vis Sinamaldehyd	34
4.4 Sintesis Kaliks[4]Resorsinarena.....	35
4.5 Spektrum Infra Merah CSKR.....	36
4.6 Spektrum UV-Vis CSKR	37
4.7 Pengaruh ion Cu^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	38
4.8 Pengaruh ion Zn^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	40
4.9 Pengaruh ion Cd^{2+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	41
4.10 Pengaruh ion Cr^{3+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+}	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Daftar Beberapa Frekuensi Vibrasi Gugus Fungsi Pada Spektrum Inframerah.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Desain Penelitian.....	52
2. Isolasi sinamaldehyd dari minyak kayu.....	53
3. Sintesis CSKR.....	54
4. Pengaruh ion Cu^{2+} terhadap Pb^{2+}	55
5. Pengaruh ion Zn^{2+} terhadap Pb^{2+}	56
6. Pengaruh ion Cd^{2+} terhadap Pb^{2+}	57
7. Pengaruh ion Cr^{3+} terhadap Pb^{2+}	58
8. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	59
9. Rendemen Sinamaldehyd Hasil Isolasi.....	62
10. Data Hasil Pengukuran Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} pada Pb^{2+}	62
11. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh pembuangan langsung limbah industri ke tanah dan sumber alami. Limbah tersebut mengandung logam berat yang merupakan kontaminan yang paling berbahaya, karena tidak dapat didegradasi (non-biodegradable) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan, sehingga menyebabkan berbagai penyakit. Limbah yang paling banyak mengandung logam berat berasal dari industri kimia. Salah satu logam berat yang paling umum ditemukan dalam limbah tersebut timbal (Ezzeddine *et al*, 2018). Logam tersebut merupakan ancaman yang signifikan bagi manusia, hewan, dan untuk seluruh ekosistem karena bersifat toksisitas yang memiliki efek mutagenik dan karsinogenik (Sutkowoy dan Klosowski, 2018).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang dapat masuk dan terakumulasi kedalam tubuh manusia sehingga berbahaya bagi tubuh. Pb kebanyakan berasal dari industri yaitu dari produksi baterai, perisai radiasi, dan elektroda. Timbal ini berbahaya bahkan dalam konsentrasi rendah. Sedangkan konsentrasi tinggi, Pb dalam tubuh manusia dapat menyebabkan anemia, diare, atau dapat menyebabkan koma karena bersifat karsinogenik, mutagenik, dan beracun untuk reproduksi (Tandon *et al*, 2018). Oleh karena itu, seharusnya dihindari pada lingkungan.

Permasalahan logam berat di perairan perlu ditanggulangi dengan cara menghilangkan logam berat didalam perairan dengan menggunakan beberapa metode seperti presipitasi kimia, elektrodialisis, pertukaran ion, pemisahan membran, dan redoks (Huang *et al*, 2017). Tetapi metode ini memerlukan biaya mahal dan tidak efektif untuk ion logam konsentrasi rendah. Sebaliknya, salah satu metode prakonsentrasi lebih baik karena murah dan ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk kadar logam yang sangat kecil yaitu ekstraksi fasa padat. Pada teknik ini, adsorben yang digunakan umumnya adalah bahan yang memiliki sisi aktif pada permukaan dan mempunyai luas permukaan sentuh yang besar (Sulastri, 2010).

Proses penelitian ini memerlukan material adsorben untuk prakonsentrasi, senyawa yang memiliki potensi besar sebagai material adsorben untuk metode ini adalah kaliksarena. Kaliksarena merupakan senyawa oligomer siklis yang tersusun atas satuan-satuan cincin aromatis yang dihubungkan oleh suatu jembatan metilen dan mempunyai geometri berongga pada bagian pusatnya sehingga digunakan dalam sistem host-guest (inang-tamu) melalui pembentukan kompleks, baik dengan ion maupun molekul (Sardjono,2007). Kaliksarena memiliki turunan C-Sinamal Kaliks [4] resorsinarena (CSKR) yang dihasilkan dari reaksi sinamaldehyd dan resorsinol. CSKR hasil sintesis ini telah digunakan sebagai adsorben untuk analisa logam Pb (II) secara teruji pada penelitian sebelumnya (Nurlaili, 2018).

Untuk mencegah dampak negatif yang ditimbulkan terhadap masyarakat sekitar, maka perlu dilakukan penelitian pada analisa kadar logam Pb^{2+} dalam perairan yang tercemar logam berat. Beberapa parameter yang mempengaruhi keberhasilan analisis logam Pb dalam penelitian ini seperti pengaruh pH, waktu kontak, dan juga pengaruh ion lain (pengganggu) terhadap analisa logam pada kondisi optimum. Keberadaan ion pengganggu menyebabkan adsorpsi terhadap Pb^{2+} menjadi terganggu. Adanya ion-ion selain Pb^{2+} dalam larutan menyebabkan terjadi kompetisi diantara ion-ion tersebut untuk dapat terserap dipermukaan adsorben (Windawati dan Untreated, 2018). Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk menggunakan CSKR hasil sintesis sebagai adsorben. Dimana CSKR juga dapat membentuk ikatan dengan Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} sebagai ion pengganggu sehingga perlu diselidiki pengaruhnya dalam analisis Pb^{2+} pada kondisi optimum.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Ion timbal (II) yang mencemari suatu perairan dapat mengganggu kesehatan sehingga perlu ditanggulangi.
2. Adanya ion lain seperti Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} yang bertindak sebagai ion pengganggu perlu diamati pada analisa logam berat.
3. Penggunaan C-Sinamal Kaliks[4] Resorsinarena (CSKR) hasil sintesis sebagai adsorben logam berat masih terbatas.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Sintesis C-Sinamal Kaliks [4] Resorsinarena (CSKR) menggunakan bahan dasar resorsinol dan sinamaldehyd yang diisolasi dari minyak kayu manis.
2. Pengaruh ion lain Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} sebagai pengganggu terhadap penyerapan logam berat Pb^{2+} pada kondisi optimum.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mensintesis CSKR dengan bahan dasar resorsinol dan sinamaldehyd yang diisolasi dari minyak kayu manis ?
2. Bagaimana mengetahui pengaruh ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} terhadap penyerapan logam berat Pb^{2+} menggunakan CSKR yang disintesis dari minyak kayu manis ?

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini antara lain :

1. Mensintesis CSKR dari resorsinol dan sinamaldehyd yang diisolasi dari minyak kayu manis.
2. Mengetahui pengaruh ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} pada analisa logam Pb^{2+} .

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai pengaruh ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} terhadap penyerapan logam Pb^{2+} menggunakan CSKR.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kayu Manis

Kayu manis merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan minyak atsiri dan oleoresin. Kulit kayu manis dapat digunakan langsung dalam bentuk asli, atau bubuk dan dalam bentuk minyak. Minyak dapat diperoleh dari kulit batang, ranting, dahan, maupun daun dengan cara penyulingan. Minyak tersebut dapat digunakan untuk bahan baku industri pembuatan minyak wangi, kosmetik, farmasi, dan industri lainnya. Tanaman kayu manis yang paling banyak di Indonesia adalah jenis *Cinnamomum burmanii*, kayu manis jenis ini banyak terdapat di Sumatera Barat dan Jambi. Penelitian daun kayu manis sudah banyak dilakukan, tapi kualitas minyak atsiri dari kulit kayu manis lebih banyak dibandingkan hasil dari daun kayu manis (Jailani dkk, 2015). Bentuk kulit kayu manis seperti terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kulit Kayu Manis (Rismunandar dan Paimin, 2001).

Sistematika kayu manis sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Gymnospermae
Subdivisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledone
Subkelas : Dialypetalae
Ordo : Polioleales
Famili : Lauraceae
Genus : Cinnamomum
Spesies : Cinnamomum burmanni

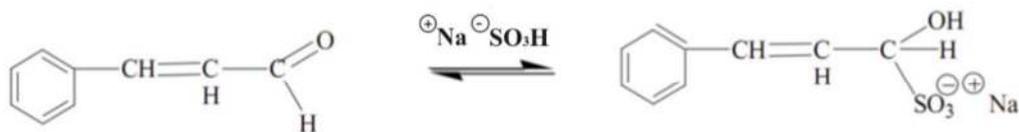
Minyak atsiri disebut juga sebagai minyak mudah menguap, minyak eteris, atau minyak essensial karena pada suhu kamar mudah menguap di udara terbuka. Nama minyak kayu manis berdasarkan pada jenis kayu manis dan bahan asal, yaitu *cinnamon bark oil* adalah minyak yang diperoleh dari kulit. Sementara *Cassia oil* adalah minyak yang diperoleh dari daun, ranting, dan bubuk kulit kayu manis (Hariana, 2007).

Kayu manis (*Cinnamomum Burmanii*) merupakan tanaman obat yang ditemukan di wilayah Indonesia. Tanaman ini mengandung beberapa senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu untuk asam urat dan tekanan darah tinggi. Senyawa aktif yang terkandung didalam kayu manis yaitu minyak essensial, sinamaldehyd, eugenol, tanin, resin, kalsium oksalat, agen penyamakan, flavonoid, saponin, dan kandungan nutrisi lainnya seperti gula, protein, lemak kasar dan

pektin yang dapat berfungsi untuk membantu respon imun (Pratiwi *et al*, 2015).

2.2. Sinamaldehyd

Senyawa sinamaldehyd pada kayu manis merupakan salah satu antioksidan yang sangat kuat secara efektif melawan radikal bebas (Mutiarra dkk, 2015). Pada kulit kayu manis mengandung paling banyak *cinnamicaldehyde* atau *cinnamaldehyde*, sedangkan pada daun lebih banyak mengandung eugenol dibandingkan *cinnamaldehyde*. Komponen utama minyak atsiri kulit kayu manis yaitu sinamaldehyd (93,12%), p-Cincole (17,37%), benzyl benzoat (11,65%), linalool (8,57%), alfa-Cubebene (7,77%), serta alfa-Terpineol (4,16%). Struktur kimia sinamaldehyd terdiri dari inti benzena yang tersubstitusi oleh sistem karbonil terkonjugasi. Sinamaldehyd diisolasi dari kayu manis dengan menggunakan pelarut natrium bisulfit. Menurut reaksi seperti pada gambar 2.2.



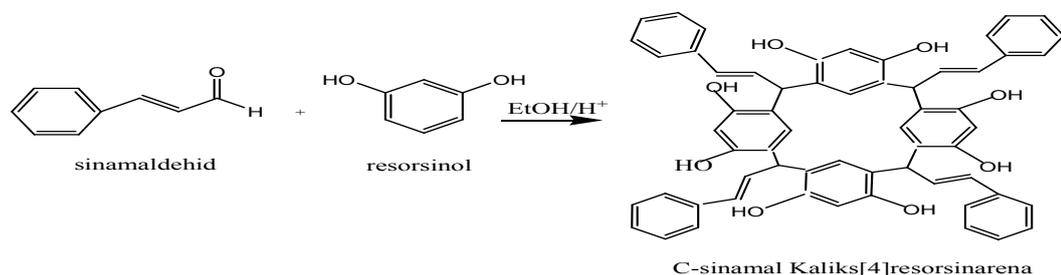
Gambar 2.2 Reaksi Isolasi Sinamaldehyd (Ngadiwiyana dkk, 2004)

Senyawa hasil adisi bisulfit merupakan garam yang mudah dipisahkan dari campuran. Reaksi adisi ini dapat balik sehingga untuk memperoleh aldehid kembali dengan melakukan penambahan asam. Sinamaldehyd yang dihasilkan diisolasi dengan ekstraksi pelarut menggunakan pelarut eter, dicuci dengan aquadest sampai netral. Dikeringkan dengan natrium sulfat anhidrous. Pelarut eter dapat dihilangkan menggunakan rotary evaporator (Ngadiwiyana dkk, 2004).

2.3. Kaliks[4]Resorsinarena

Kaliks[4]Resorsinarena merupakan kaliksarena turunan resorsinol yang disintesis dari bahan dasar resorsinol atau senyawa turunannya dan berbagai jenis aldehid, baik aldehid alifatik maupun aromatik. Pemanfaatan senyawa kaliks[4]resorsinarena sebagai biosorben telah dilakukan oleh sardjono (2007), untuk biosorpsi logam berat diantaranya Pb (II), Cr (II), Hg (II), Ag (I), dan Cd (II). Senyawa yang digunakan yaitu C-Metil Kaliks [4] Resorsinarena (CMKR), C-4-Metoksifenil Kaliks [4] Resorsinarena (CMFKR), dan C-4-Hidroksifenil Kaliks [4] Resorsinarena (CHFKR) yang tidak larut dalam air, tetapi dapat terdistribusi dalam air sehingga membentuk kompleks yang efektif dengan ion-ion logam berat.

Reaksi sinamaldehyd dan resorsinol menghasilkan Kaliks[4] Resorsinarena (CSKR) seperti gambar 2.3, CSKR memiliki dua belas residu benzena, delapan gugus hidroksil, dan empat gugus alkenil. Keberadaan pasangan elektron bebas pada gugus hidroksil, elektron π pada residu aromatis dan ikatan rangkap akan mempunyai afinitas khusus terhadap kation logam berat (Sardjono dkk, 2008).



Gambar 2.3 Reaksi sintesis C-sinamal Kaliks[4]resorsinarena (Sardjono, dkk, 2008).

2.4. Logam berat

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan densitas lebih besar yaitu 5g/cm^3 , berada disudut kanan bawah pada sistem periodik unsur, mempunyai afinitas tinggi terhadap S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92, dari periode 4 sampai 7. Sebagian logam berat seperti Timbal, kadmium, dan merkuri merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya. Afinitas yang tinggi terhadap S menyebabkan logam ini menyerang ikatan S dalam enzim, sehingga enzim yang bersangkutan menjadi tidak aktif. Gugus karboksilat ($-\text{COOH}$) dan amina ($-\text{NH}$) juga bereaksi dengan logam berat (Ernawati, 2010).

Logam berat dibagi kedalam dua jenis :

1. Logam berat esensial : logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Dalam jumlah berlebih, logam tersebut dapat menimbulkan efek toksik. Contohnya adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain sebagainya.
2. Logam berat non-esensial: logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik. Seperti Hg, Cd, Pb, dan lain-lain. Logam berat bisa menimbulkan efek gangguan pada kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia maupun hewan. Tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn (Wahyu,

2008).

Karena logam berat sangat berbahaya menimbulkan berbagai penyakit. Untuk itu dibutuhkan metode penghilangan logam berat yang sederhana, biaya rendah dan efektif yaitu metode adsorpsi (Ezzeddine *et al*, 2018).

2.4.1. Timbal (Pb)

Timbal dalam bahasa ilmiah dinamakan Plumbum dan disimbolkan dengan Pb. Timbal termasuk logam golongan IV A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,2 g/mol (Palar, 2004).

Logam timbal mempunyai sifat-sifat yang khusus :

- a. Logam lunak, sehingga dapat dipotong dengan pisau dan dapat dibentuk dengan mudah.
- b. Merupakan logam yang tahan korosi.
- c. Mempunyai titik didih lebur rendah 327,5 °C
- d. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
- e. Penghantar listrik yang tidak baik.

(Palar, 2004)

Sumber utama timbal dari berbagai industri yaitu produksi baterai, perisai radiasi, dan elektroda (Tandon *et al*, 2018). Timbal memiliki berbagai efek berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa efek merusak yang disebabkan oleh timbal yaitu terjadi pada otak, ginjal, sistem reproduksi, sistem saraf, dan tulang (Cai *et al*, 2018). Oleh karena itu, perlu untuk menghilangkan timbal dari air

limbah sebelum dibuang. Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar ion Pb maksimum yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L (Anjanidan Koestiari, 2014).

2.4.2. Kadmium(Cd)

Menurut Palar (2004), Cd merupakan logam berat yang termasuk dalam unsur transisi (golongan II B) dan memiliki titik lebur 321°C. Kadmium adalah logam lunak berwarna putih keperakan seperti aluminium, sebagai elektrode positif yang baik dan kuat seta sebagian besar bervalensi 2. Logam kadmium memiliki nomor atom 48, bobot atom 112 g/mol, titik didih 765 °C, densitas 8,65 g/cm³, dan energi ionisasi 207 kkal. Logam ini memiliki sifat tahan panas dan tahan korosi.

Kadmium adalah logam berat yang sangat beracun bagi semua organisme makhluk hidup termasuk hewan, manusia, dan tumbuhan. Organisasi Kesehatan Dunia memperbolehkan kadar cadmium didalam air 0,005 mg/L (Huang *et al*, 2017). Oleh karena itu, wajib untuk menghilangkan logam kadmium didalam air.

Kadmium yang diserap diangkut ke organ tubuh oleh darah. Paparan kadmium menyebabkan beberapa masalah seperti gagal ginjal, anemia, dan gangguan pertumbuhan. Sumber paparan kadmium berasal dari industri yaitu elektroplating, pigmen, dan cat (Asuquo *et al*, 2018).

2.4.3. Tembaga(Cu)

Tembaga (Cu) merupakan logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546 g/mol, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å, dan jari-jari ion

Cu^{2+} , 0,96 A°. Tembaga adalah logam transisi (golongan I B) yang berwarna kemerahan, mudah ditempa (Kundari dan Wiyuniati, 2008).

Tembaga berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam berat Cu digolongkan kedalam logam berat esensial, artinya meskipun beracun unsur logam ini sangat dibutuhkan oleh tubuh meskipun dalam jumlah sedikit. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu akan mempengaruhi tubuh apabila dalam jumlah besar. Konsumsi Cu yang baik bagi manusia yaitu 2,5 mg/kg berat tubuh/hari bagi orang dewasa dan 0,05 mg/kg berat tubuh/hari bagi bayi dan anak-anak (Palar, 2004).

2.4.4. Seng(Zn)

Seng merupakan logam berwarna putih kebiru-kebiruan yang mudah ditempa. Seng memiliki nomor atom 30, massa atom 65,37 g/mol. Konfigurasi elektron $[\text{Ar}]3d^{10}4s^2$ dan terdapat pada golongan II B unsur transisi didalam tabel periodik. Seng liat pada suhu 110-150°C, melebur pada suhu 410°C, dan mendidih pada suhu 906 °C (Vogel, 1985).

Zn merupakan elemen yang penting bagi organisme hidup, dan seng juga memiliki dampak negatif pada fungsi biologis dari organisme apabila dalam jumlah berlebih yang menyebabkan berbagai penyakit. Industri yang menghasilkan logam berat Zn dengan konsentrasi Zn yang tinggi yaitu elektroplating (Tandon *et al*, 2018).

Tubuh yang normal membutuhkan Zn 12-15 miligram/hari. Namun jika Zn yang masuk kedalam tubuh berlebihan akan mengakibatkan keracunan zinkum

seperti muntah, diare dan mual berkepanjangan. Zn merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil, yang sangat berperan dalam metabolisme tubuh. Kekurangan asupan Zn menyebabkan rendahnya sistem imunitas dalam tubuh (Nasution, 2004).

2.4.5. Kromium(Cr)

Kromium merupakan elemen yang ditemukan dalam konsentrasi yang rendah pada batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas. Kata kromium berasal dari kata Yunani “*Chroma*” yang berarti warna. Kromium merupakan logam transisi yang mempunyai konfigurasi elektron $[Ar]4s^13d^5$, kromium memiliki nomor atom 24 dan masa atom relatif 51,996 g/mol, titik didih $2665^{\circ}C$, titik leleh $1875^{\circ}C$, dan jari-jari atom 128 pm (Sugiyarto, 2003).

Kromium merupakan logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Kromium ini berasal dari polusi industri yaitu pabrik penyamakan, pekerjaan baja, pengawetan kayu dan pupuk buatan. Kromium memiliki dua jenis ion yang berbeda dalam larutan air yaitu Cr (III) dan Cr (VI) yang memiliki efek fisiologis yang berbeda (Dai, Ren and Tao, 2012). Ion Cr (VI) merupakan bentuk logam kromium yang paling banyak dipelajari sifat racunnya yang dapat menyebabkan keracunan kronis, akut dan kanker. Cr (VI) dalam sistem perairan lebih berbahaya dan beracun dari pada Cr (III), hal ini disebabkan karena Cr (VI) memiliki kelarutan dan mobilitasnya yang sangat tinggi, sedangkan Cr (III) kelarutan dan mobilitasnya yang rendah(Sugiyarto, 2003).Cr (III) dalam jumlah berlebih bersifat toksik.

2.5. Ekstraksi Fasa Padat

Ekstraksi fasa padat (Solid Phase Ekstraktion) merupakan salah satu teknik pemekatan melalui proses sorpsi (adsorpsi-desorpsi) yang sampai sekarang ini masih dikembangkan. Teknik prakonsentrasi ini dapat digunakan untuk meningkatkan konsentrasi ion logam berat dalam sampel sehingga berada pada batas deteksi instrumen. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik lain, terutama biayanya rendah dan bahan adsorben yang digunakan biasanya dapat digunakan ulang. Pada teknik ini, adsorben yang digunakan umumnya adalah bahan yang memiliki sisi aktif pada permukaan dan mempunyai luas permukaan sentuh yang besar (Sulastri, 2010).

Ekstraksi fasa padat merupakan teknik yang digunakan untuk mengukur logam berat dalam konsentrasi sangat kecil. Biasanya ekstraksi fasa padat menggunakan ekstrak fasa padat alami yang tersedia melimpah di alam, penggunaan bahan alami yang tersedia berlimpah sebagai ekstraktor tentu sangat menguntungkan (Sardjono dkk, 2008). Secara umum mekanisme dalam ekstraksi fasa padat ini didasarkan pada gaya van der Waals (interaksi non-polar), ikatan hidrogen, gaya dipol-dipol (interaksi polar) dan interaksi kation anion (interaksi ionik) (Zwir, 2006).

2.6. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul-molekul gas, uap atau

cairan (Oscik, 1982). Adsorbat merupakan molekul yang terserap sedangkan zat yang menyerap disebut dengan adsorben.

Metode adsorpsi dapat dilakukan dengan cara yaitu batch dan kolom :

1. Metode batch

yaitu dilakukan dengan sejumlah erlenmeyer yang berisi larutan yang mengandung zat tertentu yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu. Pada erlenmeyer dibubuhkan dengan sejumlah adsorben dengan berat yang ditentukan. Selanjutnya larutan dan adsorben dalam erlenmeyer diaduk dalam waktu tertentu dan setelah itu konsentrasi larutan dianalisis. Selisih konsentrasi adsorbat sebelum dan sesudah adsorpsi dianggap sebagai konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben. Besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh tiap satuan berat adsorben dapat dihitung dari tiap erlenmeyer (Masduki dan Slamet, 2000).

2. Metode kolom

Yaitu memasukan larutan dengan komponen yang diinginkan kedalam wadah berisi adsorben, kemudian komponen yang telah terserap dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut (eluen) sesuai dengan volumenya yang lebih kecil (Apriliani, 2010).

2.6.1. Prakonsentrasi

Metode Adsorpsi digunakan untuk prakonsentrasi analit dalam sampel. Prakonsentrasi merupakan suatu metode pemekatan sampel berkadar rendah, dimana konsentrasi analit berada dibawah limit deteksi instrumen. Proses

pemekatan kadar suatu larutan kompleks sering dilakukan dengan tujuan meningkatkan ketelitian sehingga memperoleh hasil yang mendekati harga yang sesungguhnya (Anggit, 2013). Dibutuhkan suatu material adsorben untuk prakonsentrasi.

2.6.2. Pengaruh Ion Logam Terhadap Adsorpsi

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adanya ion pengganggu pada sistem penyerapan (Windawati dan Untreated, 2018). Ion pengganggu terjadi karena adanya kompetisi antara ion-ion untuk dapat terserap di permukaan adsorben (Susantiani, 2018). Ion-ion tersebut dikatakan sebagai ion pengganggu karena memiliki muatan yang sama dan juga termasuk logam berat pencemar yang berbahaya. Selain itu juga memiliki nomor atom, nomor massa atom relatif, periode, golongan dan muatan inti efektif yang berbeda yang menimbulkan terjadinya kompetisi (Hayde *et al*, 1995).

Menurut salah satu hasil penelitian yang dilakukan oleh Ashraf, dkk (2011) dikemukakan pada jurnal yang berjudul “*Study of low Cost biosorbent for biosorption of heavy metals*” menyatakan bahwa pengaruh ion logam terhadap biosorpsi berdasarkan urutan selektifitas ion yaitu:



Artinya Zn memiliki selektifitas rendah yang disebabkan Zn lebih sedikit direduksi dibandingkan dengan tiga ion logam lainnya, sehingga penyerapannya lebih rendah.

2.7. Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom atau AAS merupakan metode spektroskopi yang berguna untuk menganalisis kadar logam dalam jumlah renik/kecil. Metode ini mampu menganalisis kadar logam dalam berbagai pelarut. Prinsip kerja AAS adalah pengukuran intensitas yang diserap sampel yang harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang berada dalam keadaan dasarnya dan diukur pada panjang gelombang tertentu.

Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan dengan membandingkan absorbansi (A) larutan sampel dengan absorbansi larutan standar yang diketahui konsentrasinya. Kemudian dibuat kurva kalibrasi yaitu grafik hubungan absorbansi (A) terhadap konsentrasi larutan standar yang berupa garis lurus. Larutan sampel diukur absorbansinya, kemudian diplot pada kurva kalibrasi. Sehingga konsentrasi substrat dapat ditentukan (Rochman, 2001).

Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi dinyatakan dalam hukum Lambert-Beer. Menurut *Hukum Lambert*, serapan berbanding lurus terhadap ketebalan sel (b) yang disinari, dengan bertambahnya sel maka bertambah pula serapan. Sedangkan menurut *Hukum Beer* yang berlaku untuk radiasi monokromatis dalam larutan sangat encer, serapan berbanding lurus dengan konsentrasi.

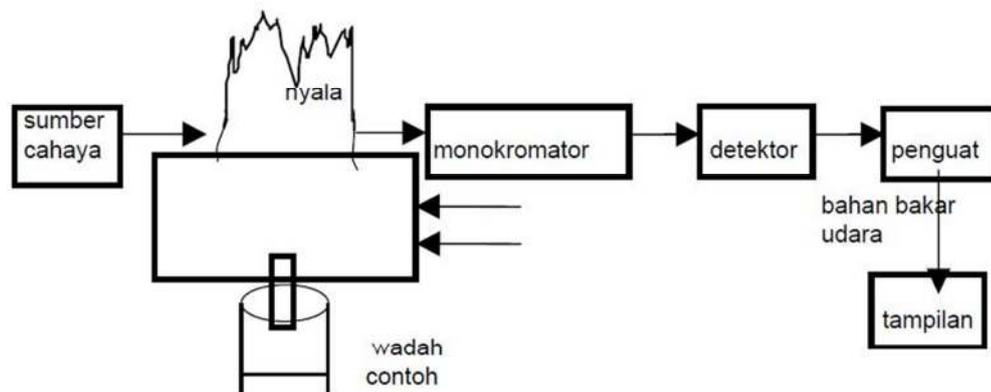
Dari kedua hukum tersebut diperoleh persamaan berikut ini :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Dimana : A = absorbansi, ϵ = absortivitas molar, c = konsentrasi atom-atom yang

menyerap sinar. Dari persamaan di atas disimpulkan bahwa absorbansi cahaya sebanding dengan konsentrasi atom (Rohman, 2007).

Spektrofotometer serapan atom memiliki tiga komponen dasar yaitu sumber cahaya, sel sampel, dan sarana pengukuran cahaya (Beaty dan Kerber, 1993). Tiga komponen dasar tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4. Skema Umum Komponen pada Alat AAS (Anshori, 2005).

Adapun keunggulan dari analisis menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom yaitu :

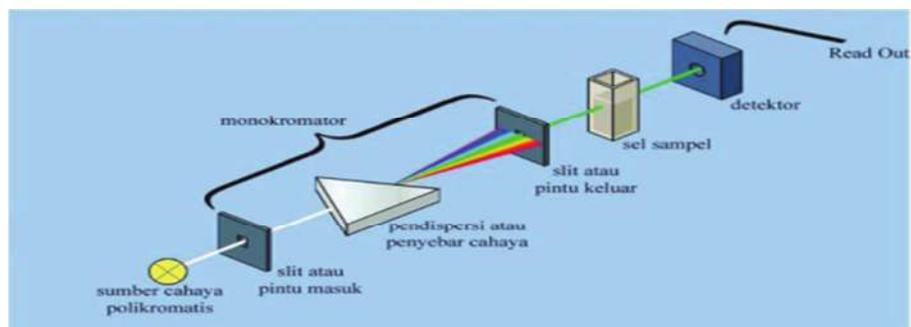
1. Kepekaan(sensitifitas) yang tinggi karena dapat mengukur kadar logam pada tingkat dibawah 1 bpj.
2. Selektivitas tinggi hingga dapat digunakan untuk menentukan beberapa unsur sekaligus dalam larutan cuplikan tanpa perlu pemisahan.
3. Ketelitian dan ketepatan yang baik.
4. Pengerjaan dan pemeliharaan alat SSA tidak memerlukan keterampilan yang tinggi (Van loon, 1980).

2.8. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis singkatan dari spektrofotometri ultra violet dan visible (cahaya tampak). Spektrofotometri merupakan pengukuran energi cahaya oleh zat kimia pada panjang gelombang maksimum. Sinar ultraviolet mempunyai panjang gelombang 200-400 nm dan sinar tampak (visible) panjang gelombang 400-750 nm. Prinsip dasar metode ini dalam penentuan zat secara kuantitatif. Hukum Lambert-Beer menyatakan absorban berbanding lurus dengan konsentrasi larutan analit dan berbanding terbalik dengan transmittan (Iskandar, 2017).

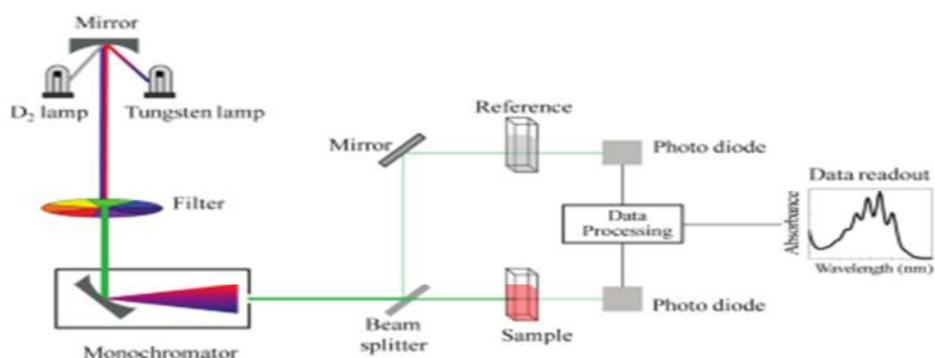
Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada suatu molekul yang dianalisis. Interaksi senyawa organik dengan sinar ultraviolet dan sinar tampak digunakan untuk menentukan struktur molekul senyawa organik. Bagian molekul yang cepat bereaksi dengan sinar tersebut adalah elektron-elektron ikatan dan elektron-elektron bebas. Sinar ultraviolet dan sinar tampak merupakan energi yang apabila mengenai elektron-elektron tersebut maka elektron akan tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi, eksitasi elektron ini direkam dalam bentuk spektrum yang dinyatakan panjang gelombang dan absorbansi, sesuai dengan jenis elektron yang terdapat dalam molekul yang dianalisis. Semakin mudah elektron tereksitasi maka semakin besar panjang gelombang yang diabsorpsi, dan semakin banyak elektron yang bereksitasi maka semakin tinggi absorbansinya (Suhartati, 2017).

Pada umumnya ada dua tipe instrumen spektrofotometer yaitu *single beam* dan *double beam*. *Single beam* dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. Panjang gelombang paling rendah adalah 190 sampai 210 nm dan paling tinggi 800 sampai 1000 nm (Skoog dkk, 1996). Skema alat spektrofotometer UV-Vis (*single beam*) pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema alat spektrofotometer UV-Vis (*single beam*)

Sedangkan *double beam* digunakan pada panjang gelombang 190 sampai 750 nm (Skoog dkk, 1996). Skema spektrofotometer UV-Vis (*Doublebeam*) pada gambar 2.6.



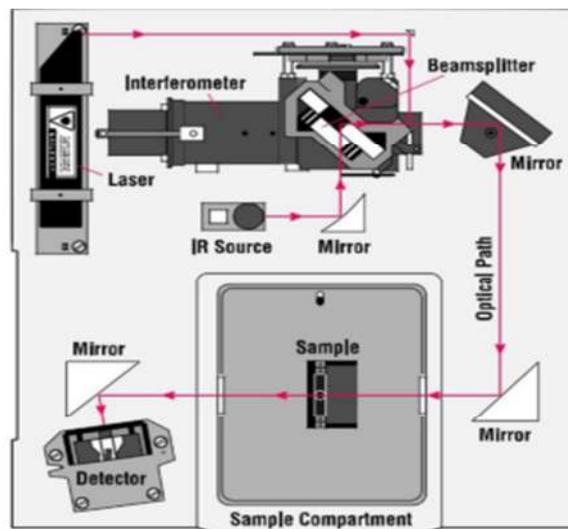
Gambar 2.6 Skema alat spektrofotometri UV-Vis (*double beam*)
(Suhartati, 2017)

2.9. FTIR (Fourier Transform InfraRed)

Instrumen yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi infra merah dengan berbagai panjang gelombang disebut spektrometer infamerah. Pancaran infamerah umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnet yang berada diantara daerah tampak dan daerah gelombang mikro (Hartomo, 1986).

Proses penyerapan inframerah terjadi bila frekuensi vibrasi sama dengan frekuensi sinar atau energi sinar inframerah sama dengan energi vibrasi molekul. Spektrum inframerah merupakan gambaran yang menyatakan hubungan antara intensitas serapan (transmitan atau absorban) berbanding dengan bilangan gelombang atau panjang gelombang (Mon, Irma, 2007).

Dalam spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Beberapa radiasi inframerah diserap oleh sampel dan beberapa diantaranya dilewatkan (ditransmisikan). Skema peralatan FTIR :



Gambar 2.7 Skema Peralatan FTIR (Nicolet, 2001).

Proses instrumental yang umum pada FTIR diuraikan sebagai berikut.

1. Sumber : energi inframerah dipancarkan dari sumber *black-body* yang bercahaya. Sinar ini melewati aperture yang mengontrol jumlah energi yang masuk pada sampel.
2. Interferometer : sinar memasuki interferometer dimana “ pengkodean spektral” terjadi. Sinyal interferogram yang dihasilkan kemudian keluar dari interferometer.
3. Sampel : sinar memasuki kompartemen sampel dimana sinar ditransmisikan melalui permukaan sampel atau dipantulkan dari permukaan sampel, tergantung dengan jenis analisis yang dilakukan. Disinilah frekuensi energi tertentu yang merupakan karakteristik khas sampel diserap.
4. Detektor : sinar menuju ke detektor untuk pengukuran akhir.
5. Komputer : sinyal yang diukur didigitalkan dan dikirim ke komputer tempat transformasi fourier berlangsung. Spektrum inframerah akhir kemudian dipresentasikan kepada pengguna untuk interpretasi dan manipulasi lebih lanjut (Nicolet, 2001).

Penggunaan spektroskopi inframerah memberikan informasi tentang gugus fungsi yang terdapat pada senyawa yang dianalisa. Beberapa vibrasi gugus fungsi pada spektrum inframerah pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Daftar beberapa frekuensi vibrasi gugus fungsi pada spektrum Inframerah

Gugus fungsi	Daerah Serapan (cm^{-1})
OH (lebar)	3650-320
COOH	1700-1725
C=C (lemah)	1820-1640
C=C Aromatik	1520-1600
C-O (kuat)	1300-900
C-H Alifatik	3000-2840
Metil	1450-1375
Etil	1465
C-C lemah	1200-800
C=O lemah	1870-1540
C-OH	1300-100
CH ₂	3020-3080, 675 – 870

(Sastrohamidjojo, 1992)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil CSKR yang disintesis berbentuk padatan berwarna kemerahan yang diperoleh sebanyak 5,225 gram. CSKR yang telah disintesis dari sinamaldehyd hasil isolasi ini dikarakterisasi dengan FTIR, Spektrofotometer UV-Vis, Melting point, dan tabung thiele yang memperlihatkan hasil yang hampir sama dengan CSKR yang disintesis dari sinamaldehyd murni.
2. Penambahan ion pengganggu dengan variasi konsentrasi dapat menurunkan kapasitas serapan logam Pb^{2+} oleh adsorben yaitu CSKR. Penambahan ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} pada penyerapan logam Pb^{2+} masing-masing cenderung mengganggu pada konsentrasi 160 ppm sampai 240 ppm, 240 ppm sampai 400 ppm, 160 ppm sampai 240 ppm, dan 80 ppm sampai 160 ppm yang menyebabkan penurunan persentase penyerapan logam Pb^{2+} masing-masing sebesar 17,736%, 49,289%, 86,111%, dan 67,986%.

5.2.Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan sampel nyata seperti limbah industri dan menganalisis pengaruh ion pengganggu Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , dan Cr^{3+} terhadap penyerapan ion Pb^{2+} diperairan menggunakan metode ini.

KEPUSTAKAAN

- Aktivitas, P., Sebagai, F. Z., Cair, L., & Tekstil, P. (2014). T. Haryati, et al. , *ALCHEMY* jurnal penelitian kimia , vol. 10, no. 2, hal. 148-156, *10*(2), 148–156.
- Ali, A., Saeed, K., dan Mabood, F. 2015. *Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent Alexandria Eng. J.* 2933–2942.
- Anam, Khairul. 2004. *Pemanjangan Sistem KonyugasiCinnamaldehyd dan Uji Aktifitas Sebagai Bahan Aktif Takbir Surya*. JKSA. Vol. VII. No. 1
- Anjani ,Rizky Putri dan Koestiari, Toeti.2014. *Penentuan Massa Dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(Ii) Dengan Pesaing Ion Na+*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.
- Anshori, J., 2005. *Materi Ajar Spektrometri Serapan Atom*. Bandung: Unpad-Press.
- Apriliansi, A., 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah*. Skripsi Program Studi Kimia. Fakultas Sains Dan Teknologi. Jakarta: Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Askorbat, A., Prasetyo, W., & Setiyo, D. (2014). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Adsorpsi Ion Logam Mg (II) Menggunakan Kitosan Termodifikasi*, *17*(2), 70–74.
- Asuquo, E., Martin, A., & Nzerem, P. (2018). Evaluation of Cd(II) Ion Removal from Aqueous Solution by a Low-Cost Adsorbent Prepared from White Yam (*Dioscorea rotundata*) Waste Using Batch Sorption. *ChemEngineering*, *2*(3), 35. <https://doi.org/10.3390/chemengineering2030035>
- Cai, Y., Li, X., Liu, D., Xu, C., Ai, Y., Sun, X., ... Yu, H. (2018). A Novel Pb-Resistant *Bacillus subtilis* Bacterium Isolate for Co-Biosorption of Hazardous Sb(III) and Pb(II): Thermodynamics and Application Strategy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(4), 702. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040702>
- Dai, J., Ren, F. L., & Tao, C. (2012). Adsorption of Cr(VI) and speciation of Cr(VI) and Cr(III) in aqueous solutions using chemically modified chitosan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *9*(5), 1757–1770. <https://doi.org/10.3390/ijerph9051757>