

STABILISASI ION LOGAM Cd^{2+} DENGAN CaO SEBAGAI ZAT PENGIKAT

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains*



OLEH :

MUTIA NURUL OCTAVIA

NIM. 15036054/2015

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

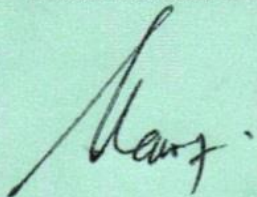
PERSETUJUAN SKRIPSI

STABILISASI ION LOGAM Cd^{2+} DENGAN CaO SEBAGAI ZAT PENGIKAT

Nama : Mutia Nurul Octavia
NIM : 15036054
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

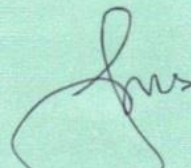
Padang, Agustus 2019

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Mawardi, M.Si.
NIP. 196111231989031002

Disetujui oleh:
Pembimbing



Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si.
NIP. 196303101990011002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

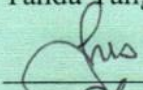
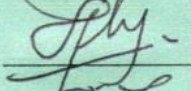
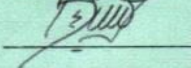
Nama : Mutia Nurul Octavia
NIM : 15036054
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

STABILISASI ION LOGAM Cd^{2+} DENGAN CaO SEBAGAI ZAT PENGIKAT

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2019

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua :	Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si	
Anggota :	Dra. Sri Benti Etika, M.Si	
Anggota :	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd.M.Si	

Stabilisasi Ion Logam Cd^{2+} dengan Cao sebagai Zat Pengikat

Mutia Nurul Octavia

ABSTRAK

Kegiatan industri, pertanian, dan aktivitas manusia dapat menyebabkan meningkatnya jumlah pencemaran logam berat, seperti logam kadmium (Cd). Kadmium merupakan unsur beracun terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Oleh karena itu digunakan suatu metode yang digunakan untuk mengurangi pencemaran logam Cd ke lingkungan yaitu dengan metode stabilisasi dan menggunakan CaO sebagai bahan pengikat (*Binder*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara ion logam Cd^{2+} dengan CaO menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *UV- Diffuse Reflectance* (UV-DRS) serta untuk mengetahui kestabilan ion Cd^{2+} dalam CaO menggunakan instrumen *Atomic Absorbtion Spectroscopy* (AAS).

Karakterisasi dengan instrumen FTIR menunjukkan adanya gugus -OH dari senyawa $\text{Cd}(\text{OH})_2$ pada bilangan gelombang $3637\text{-}3636\text{ cm}^{-1}$, gugus -OH dari Cd-OH pada bilangan gelombang $1430\text{-}1423\text{ cm}^{-1}$ dan gugus M-O dari Cd-O pada bilangan gelombang $766\text{-}769\text{ cm}^{-1}$. Hasil pengujian sampel dengan UV-DRS menunjukkan perubahan absorbansi dan panjang gelombang maksimal yang tidak terlalu signifikan pada 298 nm . Hasil dari AAS menunjukkan bahwa ion logam Cd^{2+} yang lepas kembali ke larutan cukup sedikit dibawah ambang batas yang diperbolehkan di lingkungan. Berdasarkan hasil pengujian dan karakterisasi dapat disimpulkan bahwa CaO cukup baik digunakan untuk menstabilkan ion logam Cd^{2+} .

Kata kunci : *Stabilisasi, Logam Cd , CaO.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya teruntuk Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Stabilisasi Ion Logam Cd^{2+} Dengan CaO sebagai Zat Pengikat**“. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk 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, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si selaku dosen pembimbing .
2. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si selaku dosen penguji 1.
3. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji 2.
4. Bapak Dr. H. Mawardi, M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia, FMIPA UNP.
5. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Bapak/ Ibu Staff pengajar Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
7. Bapak/Ibu PLP Laboratorium Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
8. Kedua Orang Tua penulis tercinta , bapak Mumtazirin, S.Ap, M.M dan ibu Yulia Azwita yang telah memberikan semangat dan dorongan baik moril dan materiil.
9. Ketiga saudara kandung penulis tercinta, Mulia Zulman Driansyah, Muliya Dwi Yuldani dan Muhammad Iqbal Rizq yang telah memberi semangat dan dukungan pada penulis.

10. Kedua Sahabat penulis tercinta *feels like a real siblings 10 years and still counting*, Giotama Demando dan Arief Wicaksono yang selalu memberikan dukungan dan tempat curahan hati.
11. Kedua sahabat Penulis di grup Pejuang PPA, Fauzan Setiawan (Ojanes S*mv*k) dan Nurul Fadhillah Agdisti (Nurul Putri Reruntuhan) yang selalu bisa dijadikan teman jalan kemana saja.
12. Teman-Teman Penunggu ruang pak del, Rahmaneta Luli, Lasmi Yunita, Hidayatul Aini, Fauzan Setiawan dan Nurul Fadhillah A.
13. Penghuni Belibis Blok B, Sri Wahyu Wardani yang selalu menjadi partner dalam membeli bakso pak tok-tok, Delvia Yollanda, dan Zurryati.
14. Tim penelitian Stabilisasi Kapur, Aini HPAI, Iim Centil, Elin Olshop, dan Ati si Penunggu Air yang selalu kuat dan tabah.
15. Cillia Marfania, Chindy YS, Isra Mirawati, Faizah Khairiyah, M. Fauzi, Uswatun Hasanah, M.Hanif irfan dan teman-teman Kimia tahun 2015 selaku partner lab yang selalu memberi dukungan dan drama di setiap grup.
16. Aplikasi termutakhir yang membantu mahasiswa yang tak punya kendaraan dan mager di kos kalau mau beli makan, GoJek dan Grab.
17. *Last and not least*, EXO, iKON, Bigbang, WannaOne, BlackPink, Winner, IU yang selalu memberikan semangat dari lagu-lagu nya dan menyegarkan mata dari penatnya kuliah.

Masukan dan saran dibutuhkan untuk memperbaiki skripsi ini. Atas masukan dan saran yang diberikan ,penulis mengucapkan terima kasih .

Padang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kadmium (Cd)	6
1. Karakterisasi Kadmium.....	6
2. Dampak Kadmium Terhadap Lingkungan.....	6
3. Dampak Kadmium Terhadap Kesehatan	7
B. Metoda Solidifikasi/Stabilisasi (S/S)	7
1. Proses Dalam Metoda S/S.....	8
2. Zat Pengikat Metode S/S	9
C. Kalsium Oksida (CaO)	10
D. Karakterisasi	12
1. Spektrofotometer Inframerah (FT-IR)	12
2. <i>Ultra Violet - Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy</i> (UV- Vis DRS)	13
3. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Variabel Penelitian	16
C. Alat dan Bahan	16
D. Prosedur Penelitian	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Interaksi ion logam Cd ²⁺ dengan kapur (CaO)	19
1. Fourier Transform Infra Red (FTIR)	19
2. Spektroskopi UV- Vis DRS	22
B. Kestabilan Campuran Ion Logam Cd ²⁺ dengan Kapur (CaO)	23

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26
A. Kesimpulan	26
B. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Instrumen FTIR.....	13
2. Skema Instrumen UV-Vis DRS Double Beam.....	14
3. Skema Instrumen AAS.	14
4. Spektrum FTIR dari (a) CdO ₂ (b) CdO , (c) CdCl ₂ murni, dan (d) CaO murni	20
5. Spektrum FTIR dari (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3, (d) Sampel 4, (e) Sampel 5, (f) CaO murni, (g) CdCl ₂ murni	20
6. Absorbansi dari (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3, (d) Sampel 4, (e) Sampel 5, (f) CaO murni, (g) CdCl ₂ murni.	22
7. Persen (%) Leaching Ion Logam Cd ²⁺ pada (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3, (d) Sampel 4, (e) Sampel 5	24
8. Penimbangan CaO	54
9. Penimbangan CdCl ₂	54
10. Pasta Cd-CaO.....	55
11. Campuran Cd-CaO yang sudah dikeringkan	55
12. Perendaman Campuran Cd-CaO	55
13. Pengambilan sampel setelah 1 minggu	55
14. Pengambilan sampel setelah 2 minggu	55
15. Pengambilan sampel setelah 3 minggu	55
16. Pengambilan sampel setelah 4 minggu	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Kimia dan Fisika Kalsium Oksida.....	11
2. Perbandingan Jumlah CaO dengan CdCl ₂	18
3. Perbedaan posisi pita serapan FTIR sampel	21
4. Absorbansi Campuran Cd-CaO	23
5. Hasil uji sampel dengan AAS	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Larutan Induk $\text{CdCl}_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 0.1M.....	33
2. Stabilisasi ion logam Cd^{2+} dengan CaO	34
3. Leaching Test.....	35
4. Perhitungan Variasi Konsentrasi Larutan $\text{CdCl}_2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	36
5. Konsentrasi (ppm) awal ion logam Cd^{2+}	38
6. Perhitungan konsentrasi ion logam Cd^{2+} yang terlepas setelah direndam 4 minggu.	42
7. Persen (%) Leaching Ion Cd^{2+}	49
8. Dokumentasi Penelitian	54

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perlindungan terhadap lingkungan dari polutan berbahaya yang berkaitan dengan tanah merupakan perhatian utama di dunia industri saat ini terutama di negara berkembang (Ba-naimoon and Hamid, 2016). Pelepasan logam berat ke lingkungan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya industrialisasi dan kegiatan manusia (Yousuf, *et al.*, 1995). Keberadaan logam berat dengan konsentrasi tinggi di lingkungan dapat membahayakan berbagai spesi kehidupan terutama manusia. Jika terus terpapar oleh logam berat dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kerusakan syaraf dan kematian karena logam berat bersifat toksik dan dapat memicu kanker (Onundi, *et al.*, 2010; Oh, *et al.*, 2014).

Banyak teknik yang telah dikembangkan untuk mengurangi pencemaran limbah logam berat contohnya adalah teknik remediasi (Fang, *et al.* 2017). Teknik remediasi adalah teknik yang dikembangkan untuk memperbaiki lingkungan yang tercemar oleh logam berat. Teknik remediasi yang ada berupa *enkapsulasi*, *surface capping*, *landfilling*, *soil flushing*, *soil washing*, *vitriifikasi*, *bioremediasi*, *phytoremediation* dan solidifikasi/stabilisasi (S/S) (Liu, *et al.*, 2018).

Teknik remediasi menggunakan metode S/S merupakan metode yang paling efektif dibandingkan dengan beberapa teknik remediasi yang ada, sehingga metode ini sangat sering digunakan untuk pengolahan limbah logam berbahaya karena mengurangi mobilitas kelarutan logam berat pada tanah (Ray, 2016). Metode Solidifikasi/Stabilisasi (S/S) mengikat senyawa limbah berbahaya ke

dalam bentuk tidak larut yang stabil (Stabilisasi) atau menjebak limbah dalam padatan (Solidifikasi) (Ba-Naimoon, *et al.*, 2016; Yin, *et al.*, 2006).

Kegiatan industri, pertanian, dan aktivitas manusia dapat menyebabkan meningkatnya jumlah pencemaran logam berat, contohnya logam kadmium (Afatar, *et al.* 2010). Kadmium merupakan unsur nonesensial dengan sifat fisika dan kimia yang dapat berubah menjadi unsur beracun terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Sumber lepasnya kadmium ke lingkungan adalah dari alam dan kegiatan manusia. Alam melepaskan Kadmium melalui aktivitas vulkanis, mobilitas kadmium di tanah, sedimentasi dan tempat pembuangan sampah, sedangkan dari kegiatan manusia berupa pembakaran fosil untuk energi listrik, limbah pertanian, industri pengolahan bijih logam, industri pupuk posfat, industri pelapisan logam proses penghilangan cat (*Paint Stripping*) dan (Devesa, *et al.*, 2016).

Kadmium diklasifikasikan sebagai kelompok 1 penyebab karsinogen pada manusia oleh IARC (International Agency for Research on Cancer) (IARC, 2012). Kadmium masuk ke tubuh manusia melalui udara, air, makanan, serta dalam rokok. Kadmium dapat terakumulasi dalam di tubuh manusia serta baru dapat keluar dari dalam tubuh, tetapi dengan waktu berkisar antara 20-30 tahun lamanya (Watts, 1997). Paparan Kadmium berlebihan dapat menyebabkan gejala penyakit seperti kanker paru-paru, kanker pencernaan, kerusakan ginjal, hati dan tulang (Liu, *et al.*, 2018).

Metoda Solidifikasi/Stabilisasi digunakan pertama kali pada tahun 1960 untuk mengatasi limbah radioaktif dan diakui sebagai metoda terbaik untuk

limbah beracun dan tanah menurut US Environmental Protecting Agency (US EPA) (Voglar, *et al.*, 2010). Solidifikasi/Stabilisasi (S/S) adalah proses mengubah partikel logam berat yang mobilitasnya tinggi menjadi “Immobilitas”. Logam berat dengan proses ini berubah menjadi padat atau secara kimia dan fisika stabil karena reaksi kimiawi antara ion logam dengan produk hidrasi semen atau disebut dengan bahan pengikat . *Binders* atau zat pengikat dalam metoda S/S berfungsi sebagai penstabil kontaminan di dalam limbah atau daerah yang terkontaminasi dan untuk menghilangkan zat pengotor lainnya (Paria, *et al.*, 2006).

Metode S/S menggunakan berbagai macam jenis *binders*, seperti hydroxyapatite, zeolit, kalsium oksida, posfat, semen, tanah liat, pasir dan fly ash. Umumnya *binder* dengan dasar semen yang paling banyak digunakan (Gollmann, *et al.*, 2010; Mallampati, *et al.*, 2012) .Selain semen, kapur (CaO) juga dapat digunakan sebagai zat pengikat alternatif. Stabilisasi kapur mengacu pada stabilisasi tanah dengan penambahan produk batu kapur yang terdekomposisi, baik kalsium oksida atau kalsium hidroksida. Stabilisasi dengan kalsium oksida diketahui sebagai stabilisator tanah yang lebih efektif (Olinic, *et al.*, 2016).

Kelebihan kapur (CaO) sebagai zat pengikat adalah kapur digunakan sebagai penstabil tanah yang baik untuk tanah yang sering mengalami ekspansi dan penyusutan. Kapur bertindak cepat sebagai peningkat berbagai sifat tanah. Reaksi dengan menggunakan kapur sangat cepat dan stabilisasi dapat dimulai dalam beberapa jam (Negi, *et al.*, 2013).

Keuntungan menggunakan teknik S/S untuk remediasi adalah biaya yang murah, stabilitas dalam jangka panjang, ketersediaan bahan baku yang banyak, bahan dan teknologi yang sederhana, bahan baku tidak bersifat toksik, mudah digunakan, dapat digunakan pada berbagai kontaminan, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanah (Wadanambi, *et al.*, 2008).

Penelitian ini menggunakan kapur (CaO) sebagai zat pengikat dengan metode S/S terutama stabilisasi. Melalui penelitian ini diharapkan kami dapat mengetahui interaksi ion logam Cd^{2+} dengan kapur (CaO) dan mengetahui kestabilan campuran, sehingga CaO dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengimmobilisasi limbah logam berat.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diidentifikasi berbagai cara untuk mengatasi masalah terkait sebagai berikut :

1. Perlindungan lingkungan dari polutan berbahaya akibat industrialisasi.
2. Metode remediasi logam berat di lingkungan dari limbah industri.
3. Zat yang dapat mengikat logam berat untuk mengurangi kontaminan logam berat dalam limbah industri.
4. Karakterisasi teknik remediasi Solidifikasi/Stabilisasi (S/S) logam berat terhadap limbah industri.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Logam berat limbah industri yang dipelajari adalah Cd (Kadmium).
2. Teknik remediasi limbah yang digunakan adalah metoda Solidifikasi/Stabilisasi (S/S).

3. Zat pengikat logam berat untuk mengurangi keberadaan kontaminan logam berat adalah Kalsium Oksida (CaO).
4. Karakterisasi yang digunakan menggunakan FTIR, UV-Vis, dan AAS.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan berbagai masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana interaksi ion logam Cd^{2+} dengan kapur (CaO)?
2. Bagaimana kestabilan campuran logam Cd dengan kapur (CaO)?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mampu menjelaskan interaksi ion logam Cd^{2+} dengan kapur (CaO).
2. Mampu menjelaskan kestabilan campuran logam Cd dengan kapur (CaO).

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menemukan metode immobilisasi untuk menghilangkan limbah logam berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kadmium (Cd)

1. Karakterisasi Kadmium

Kadmium merupakan logam transisi yang dapat ditemukan secara luas di lingkungan, logam ini memiliki efek yang signifikan karena bersifat racun dan membahayakan makhluk hidup. Logam Kadmium pertama kali ditemukan oleh Friedrich Stromeyer pada tahun 1817. Karakteristik kadmium antara lain merupakan logam yang lunak, lembut, logam biru keputihan yang mencemari udara, larut dalam asam dan tidak larut dalam alkali. Kadmium adalah salah satu unsur dengan nomor atom 48, dan berat molekul relatif 112 g/mol dengan bilangan oksidasi (+2).

Logam kadmium umumnya dapat dijumpai pada batang air dari industri misalnya industri peleburan logam, pupuk posfat, pestisida, elektroplating, tekstil, pembuatan baterai, pigmen dan pewarna. Kadmium memiliki sifat yang cocok digunakan dalam bidang industri yaitu tahan menghambat korosi, titik leleh rendah, elastisitas tinggi, dan konduktivitas termal dan elektrik yang tinggi (Devesa & Ve´lez, 2016).

2. Dampak Kadmium Terhadap Lingkungan

Keberadaan logam kadmium pada kerak bumi adalah sekitar 0,1-0,2 ppm dan merupakan satu dari 65 unsur logam paling melimpah di muka bumi (Devesa & Ve´lez, 2016). Masalah utama dari logam kadmium adalah “non-degradable” dan “persistent”. Kadmium dapat dijumpai pada air, tanah, udara dan bahan makanan. Mineral kadmium yang paling banyak diketahui adalah dalam bentuk

greenocite atau kadmium sulfida (77,6% Cd), octavite, kadmium karbonat (61,5% Cd) dan kadmium oksida murni (87,5% Cd) (Rao, *et al.* 2010).

3. Dampak Kadmium Terhadap Kesehatan

Paparan kadmium terhadap kesehatan manusia beresiko tinggi. Kadmium telah diklasifikasi oleh US Environmental Protection Agency sebagai karsinogen pada manusia (Fenglian Fu, 2011). Batas ion logam Cd^{2+} yang diizinkan terkandung dalam air minum adalah sebesar 0.005 mg/L (Rao, *et al.* 2010). Kadmium masuk ke tubuh manusia melalui udara, air, makanan, serta dalam rokok. Kadmium sukar diabsorpsi dari saluran cerna, tetapi sebagian besar diabsorpsi melalui saluran napas para perokok. Kadmium diangkut dalam darah, sebagian besar terikat pada sel darah merah dan albumin. Waktu paruh kadmium dalam tubuh berkisar antara 10-30 tahun (Watts, 1997). Masuknya Kadmium ke dalam tubuh manusia dapat mengikat makromolekul seperti protein, dan senyawa lain (Elmallah, Elkhadragy and Al-olayan, 2017). Paparan Kadmium berlebihan dapat menyebabkan kanker paru-paru, kanker pencernaan, kerusakan ginjal, tulang dan hati (Liu, *et al.* 2018).

B. Metoda Solidifikasi/Stabilisasi (S/S)

Teknik remediasi menggunakan metode S/S sangat sering digunakan untuk pengolahan limbah berbahaya (Ray, 2016). Metode Solidifikasi/Stabilisasi (S/S) adalah teknik pengolahan limbah lumpur industri sebelum dibuang ke TPA yang tepat. Stabilisasi/Solidifikasi (S/S) bias digunakan untuk menstabilkan logam berat dalam tanah terkontaminasi dengan cara penambahan *binder* (zat pengikat) organik maupun anorganik seperti fly ash, sekam padi, semen, kapur dan lainnya sebagai agen solidifikasi atau mengganti struktur molekul dari

limbah. Tujuan utama dari proses S/S adalah mengurangi kemampuan meluluh kontaminan menjadi sangat sedikit (Liu, *et al.*, 2018; Felix, *et al.*, 2001) .

Menurut Felix (2001), metode solidifikasi/stabilisasi merupakan suatu teknologi yang menggunakan material pengikat seperti semen, kapur atau polimer organik untuk mengubah tanah tercemar yang mengandung logam beracun untuk dapat dikendalikan dan menjadi bentuk yang kurang beracun secara fisik dan kimia mengimobilisasi kontaminan. (Yukselen, *et al.*, 2001). Stabilisasi dilakukan dengan penambahan bahan aditif atau reagensia yang bertujuan untuk mengurangi sifat beracun limbah, dengan cara mengubah limbah dan komponen berbahaya ke bentuk yang dapat mengurangi laju migrasi kontaminan ke lingkungan, atau mengurangi sifat beracun limbah tersebut (Evans, 2001).

Keuntungan menggunakan teknik S/S untuk remediasi adalah biaya murah, stabilitas dalam jangka panjang, ketersediaan bahan baku yang banyak, bahan dan teknologi yang sederhana, bahan baku tidak bersifat toksik, mudah digunakan, efektifitas tinggi, dapat digunakan pada berbagai kontaminan, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanah (Wadanambi, *et al.*, 2008).

1. Proses Dalam Metoda S/S

Pada metode S/S terjadi proses secara fisika dan kimia. Proses kimia terdiri dari reaksi sederhana seperti reaksi netralisasi, atau reaksi kompleks (Singh dan Pant 2006), sedangkan pada proses fisika tidak melibatkan reaksi kimia. Proses fisika yang terjadi yaitu penyerapan unsur-unsur pada permukaan atau pori-pori dan mengikatnya dalam bentuk matrik yang melapisi partikel penyusun dan menyebarkannya sehingga terjadi pemisahan secara fisika kontaminan dari tanah (Yukselen dan Alpaslan, 2001; Ray, 2016).

Metoda S/S dapat digunakan untuk mengolah unsur berbahaya dalam suatu media atau limbah. Fleksibilitas merupakan alasan utama tingginya penggunaan metode S/S dalam proses remediasi. Metode ini dapat mengurangi kontaminasi limbah di lingkungan dengan cara yang aman (Ray, 2016). Stabilisasi adalah proses mengubah limbah beracun menjadi bentuk yang lebih stabil secara fisik dan kimia. Proses ini melibatkan interaksi kimia antara limbah dan zat pengikat. Fiksasi juga mengacu pada proses stabilisasi. Solidifikasi adalah proses mengubah limbah lumpur cair atau semi-padat menjadi bentuk padatan monolitik atau material padat granular yang akan memudahkan penanganan dan transportasi limbah ke lokasi TPA. Solidifikasi tidak selalu melibatkan interaksi kimia antara limbah dan zat pengikat (Yousuf, *et al.*, 1995; Zhang, *et al.*, 2017).

2. Zat Pengikat Metode S/S

Zat pengikat (*Binders*) adalah zat anorganik yang biasanya diperoleh dengan pemanasan bahan baku alami dengan komposisi yang sesuai. *Binder* adalah reagen tunggal atau campuran zat dengan aditif yang memiliki kemampuan mengikat, sehingga menghubungkan sistem granular dalam suatu padatan. Pereaksi khas yang akan digunakan untuk proses stabilisasi dapat mengandung kapur, abu terbang, beton (tanah liat), semen, debu gergaji, dan lain-lain (Topinková, 2013; Ray, 2016).

Proses solidifikasi/stabilisasi (S/S) meliputi pencampuran limbah (cairan, lumpur, atau limbah padat). US EPA menganggap S/S sebagai teknologi perawatan yang cocok untuk lebih dari 57 limbah. Penelitian menggunakan metode S/S menunjukkan bahwa metode ini sesuai untuk pengolahan limbah logam berat. Solidifikasi/Stabilisasi terdiri dari dua proses, yaitu: pemadatan

(menghasilkan produk padat dengan peningkatan sifat fisik) dan stabilisasi (proses mengurangi mobilitas kontaminan dan kurang beracun) (Zhang, *et al.*, 2017).

Banyak zat pengikat anorganik telah digunakan untuk memadatkan / menstabilkan limbah berbahaya (Clark, *et al.*, 1989), contohnya semen, fly ash, lumpur, zeolit, kalsium oksida, kalsium hidroksida dan fosfat atau zat pengikat organik (aspal, abu sekam padi, limbah pertanian lainnya) (Singh, *et al.*, 2006; R., *et al.*, 2013). Zat pengikat dengan bahan dasar kapur dapat digunakan untuk mengatur pH atau untuk menghentikan penggunaan panas berlebih yang dihasilkan dari zat pengikat S/S (Ray, 2016).

C. Kalsium Oksida (CaO)

Kalsium oksida atau dengan nama lain disebut dengan quicklime atau kapur tohor merupakan zat pengikat (*binder*) langsung, yaitu *binder* yang bereaksi langsung dengan air akan menghasilkan padatan atau mengalami pengerasan (Topinková, 2013). Kapur dapat digunakan untuk mengubah beberapa sifat fisik dan meningkatkan kualitas tanah atau mengubah tanah menjadi lebih stabil menyebabkan meningkatnya kekuatan dan daya tahan tanah (Skels, *et al.*, 2011). Kapur atau kalsium oksida dan kalsium hidroksida diperoleh dengan cara dekomposisi termal batu kapur (CaCO_3). Kualitas dari kalsium oksida dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk sifat fisik dan komposisi kimia (Oates, 2007; Dash, *et al.*, 2012). Berikut ini merupakan sifat fisika dari kalsium oksida

Tabel 1. Sifat Kimia dan Fisika Kalsium Oksida (*Skels, et al., 2011*)

Komposisi kimia	Rata-rata
CaO _{total}	95.0%
MgO	0.9%
SiO ₂	1.6%
Al ₂ O ₃	0.25%
Fe ₂ O ₃	0.25%
P ₂ O ₅	0.15%
TiO ₂	0.03%
MnO	0.04%
CO ₂	1.0%
S	0.18%
K ₂ O + Na ₂ O	0.07%
CaO _{aktif}	92.0%

Stabilisasi kapur mengacu pada stabilisasi tanah dengan penambahan produk batu kapur yang terdekomposisi, baik kalsium oksida atau kalsium hidroksida. Stabilisasi dengan kalsium oksida diketahui sebagai stabilisator tanah yang lebih efektif daripada kalsium hidroksida (Olinic, *et al.*, 2016). Kalsium oksida memiliki keunggulan dibandingkan dengan kalsium hidroksida yaitu menyerap 30% kelembaban nya sendiri dan menghasilkan panas yang mempercepat penguapan (Oates, 2007).

Penyerapan air adalah aktivitas pertama yang terjadi ketika kalsium oksida ditambahkan ke tanah. Reaksi kimia kapur pada tanah terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama, dikenal dengan remediasi jangka pendek, terjadi dalam beberapa jam atau beberapa hari setelah kapur ditambahkan. Tahap kedua membutuhkan

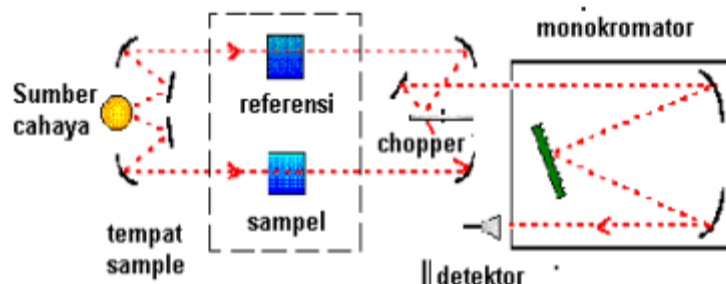
waktu beberapa bulan atau beberapa tahun setelah kapur ditambahkan ke tanah sehingga disebut remediasi jangka panjang. (Jawad, *et al.*, 2014).

Kalsium oksida sering digunakan dalam metoda stabilisasi karena biaya yang murah dan penerapan yang sederhana. Stabilisasi tanah dengan kapur banyak digunakan dalam beberapa struktur seperti jalan raya, kereta api, bandara, tanggul, pondasi, pelapisan kanal dan sebagainya (Dash, *et al.*, 2012). Kalsium oksida sudah digunakan selama lebih dari 2000 tahun sejak zaman Romawi sebagai campuran tanah untuk membangun jalan serta berperan penting dalam proses industri termasuk sebagai bahan pengikat di zaman modern (Oates, 2007; Dash, *et al.*, 2012). Stabilisasi dengan menggunakan kalsium oksida atau kapur sudah sejak lama dikenal dan di adaptasi di zaman modern oleh para insinyur dari Texas Highway Departement (Diamond, *et al.*, 1988).

D. Karakterisasi

1. Spektrofotometer Inframerah (FT-IR)

Spektrofotometer Inframerah merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi material atau analisis kualitatif dari setiap material. Prinsip kerja FTIR adalah adanya interaksi energi dengan materi, dimana radiasi inframerah melewati sampel. Beberapa radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagiannya ditransmisikan. Spektrum yang dihasilkan menampilkan absorpsi molekul dan transmisi sehingga menghasilkan sidik jari dari sampel.

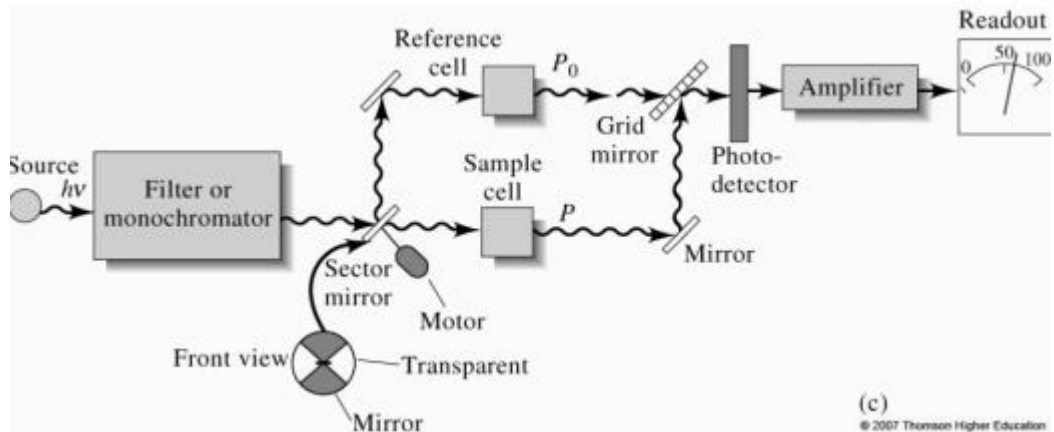


Gambar 1. Skema Instrumen FTIR (Silverstain, et al., 2005)

Spektrum IR menghasilkan sebuah sidik jari dari sampel dengan puncak serapan yang berhubungan dengan frekuensi vibrasi antara ikatan atom-atom yang menyusun material. Pada sidik jari, tidak ada satupun senyawa yang memiliki spektrum IR yang sama. Pada penelitian ini, fungsi dari FTIR yaitu : (1) menentukan material yang belum diketahui (*unknown material*), (2) kualitas atau konsistensi dari sampel, dan (3) mengetahui jumlah komponen dalam campuran (Skoog, *et al.* 2001 ; Ningsih, 2016).

2. **Ultra Violet - Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy (UV- Vis DRS)**

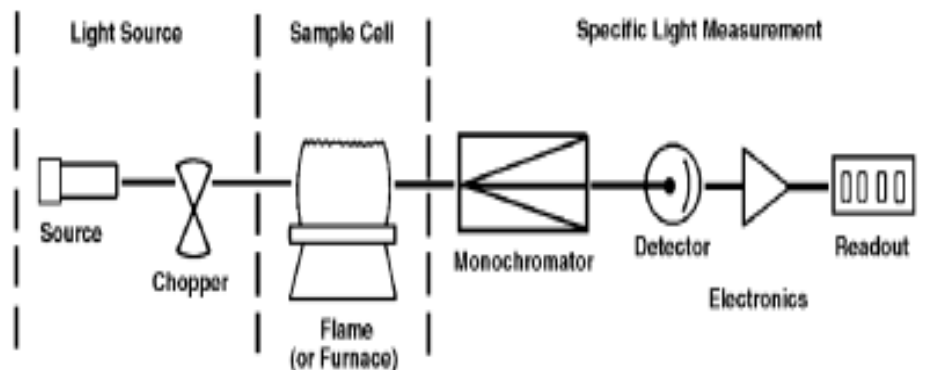
Spektrofotometer UV- Vis DRS merupakan instrumen yang digunakan untuk pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel (Day, *et al.*, 1982). UV-Vis DRS merupakan metoda dalam menganalisis sampel bubuk atau kristal dan juga digunakan dalam menganalisis sampel padat. Prinsip UV-Vis DRS adalah berdasarkan elektron yang terjadi dalam molekul orbital atom, ion, atau dalam bentuk padat (Kalmar,*et al.*, 2013). Pada penelitian ini spektrofotometer UV-Vis DRS digunakan untuk menentukan panjang gelombang maksimum dari sampel.



Gambar 2. Skema Instrumen UV-Vis DRS Double Beam (Owen, 1996).

3. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom merupakan instrumen menggunakan prinsip energi yang diserap atom. Atom yang menyerap radiasi akan menimbulkan keadaan energi elektronik tereksitasi. Teknik ini dikenalkan oleh ahli kimia Australia pada tahun 1955 yang dipimpin oleh Alan Walsh dan oleh Alkemade dan Millatz di Belanda. Spektroskopi serapan atom digunakan untuk menganalisis konsentrasi analit dalam sampel (Skoog, et al., 2013).



Gambar 3. Skema Instrumen AAS (Beatty, et al., 1993).

Secara umum, setiap panjang gelombang akan bereaksi pada satu jenis elemen. Selisih nilai absorbansi blanko (tanpa sampel yang ditargetkan) dibandingkan dengan sampel uji merupakan nilai konsentrasi zat target yang

diinginkan. Ketika nilai konsentrasi sudah diketahui, maka dapat diketahui satuan massa yang lain. Dalam pengukurannya dibutuhkan sebuah kurva standar yang elemennya adalah konsentrasi analit dibandingkan dengan nilai absorbansi (serapan). Kurva standar dibuat menggunakan larutan yang telah diketahui konsentrasi zat yang ingin diuji dengan berbagai perbedaan konsentrasi (Christian, 2004). Pada penelitian ini instrumen AAS digunakan untuk melihat daya leaching dari sampel. *Leaching* atau pelindian adalah proses dimana kontaminan ditransfer dari matriks yang stabil menjadi sebuah zat cair seperti air (LaGrega, *et al.* 2001).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Interaksi yang terjadi antara kapur (CaO) dengan ion logam Cd^{2+} hanya merupakan interaksi secara fisika.
2. Campuran Cd-CaO berdasarkan hasil pengukuran menggunakan spektrofotometri AAS cukup stabil karena konsentrasi Cd yang kembali ke larutan cukup kecil.

B. Saran

Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut tentang *binder* tambahan untuk CaO yang dapat digunakan sebagai pengikat ion logam Cd^{2+} .

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas Mohamed, Tawfik Wael and Chen Jiangang. 2018. CdO Nanorods and Cd(OH)₂/Ag Core/Satellite Nanorods: Rapid And Efficient Sonochemical Synthesis, Characterization And Their Magnetic Properties. *Ultrasonics - Sonochemistry*. Vol. 40. Pp. 577–582.
- Attafar, Z., Mesdhaghinia, A., Nouri, J., Homaei, M., dan Yunesian, M. 2010. Effect of Fertilizer Application on Soil Heavy Metal Concentration. *Environ. Monitor. Assess.* 160 (1-4): 83 – 89.
- Ba-Naimoon Mohammed S. Dan Abdulrahman M. Hamid. 2016. Stabilization/Solidification (S/S) Technique And Its Applications In Saudi Arabia. *International Journal Of Environment And Sustainability*. 1 :Vol. 5. Hal. 46-50.
- Beatty Richard D. Dan Kerber Jack D. 1993. *Concepts, Instrumentation And Techniques In Atomic Absorption Spectrophotometry*, Second Edition. USA: The Perkin-Elmer.
- Barakat M. and Kumar Rajeev. 2015. *Modified And New Adsorbents For Removal of Heavy Metals From Wastewater*. India : Royal Society Chemistry. Pp. 193-212.
- Christian Gary D. 2004. *Analytical Chemistry, 6th Edition* . Hoboken : John Wiley & Sons.
- Clark Sandra, Greathouse Talya Dan Means Jeffrey. 1989. Review Of Literature On Waste Solidification/Stabilization With Emphasis On Metal-Bearing Wastes. *NCEL*. Hal. 1-52.
- Dash Sujit Kumar Dan Hussain Monowar. 2012. Lime Stabilization Of Soils: Reappraisal. *Journal Of Materials In Civil Engineering*. Vol: 24. Hal. 707-714.
- Day R.A. Dan Underwood A.L. 1982. *Quantitative Analysis, 4th Edition* . New York : Journal Of Chemical Education,.
- Devesa V Dan Ve´lez D . 2016. *Cadmium: Properties And Determination*. Spain : Institute Of Agrochemistry And Food Technology.