



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cu, Cd DAN Pb PADA  
KENTANG (SOLANUM TUBEROSUM L) DAN TANAH TEMPAT  
TUMBUHNYA SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**



**ARISA  
06932028**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cu, Cd DAN Pb PADA KENTANG  
(*Solanum tuberosum L*) DAN TANAH TEMPAT TUMBUHNYA SECARA  
SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**ARISA  
06932028**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

**PENENTUAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cu, Cd DAN Pb PADA KENTANG  
(*Solanum tuberosum L*) DAN TANAH TEMPAT TUMBUHNYA SECARA  
SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM**

**Oleh :**

**ARISA  
06932028**

**Skripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Andalas**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS**

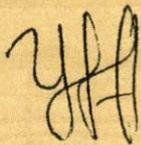
**PADANG**

**2011**

**Penentuan Kandungan Logam Berat Cu, Cd dan Pb Pada Kentang (*Solanum tuberosum L*) dan Tanah Tempat Tumbuhnya Secara Spektroskopi Serapan Atom, skripsi oleh ARISA (06932028) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.**

**Disetujui oleh :**

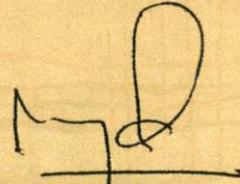
**Pembimbing I**



**Yefrida, M.Si**

**NIP. 196903141999032001**

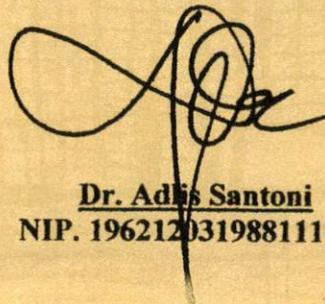
**Pembimbing II**



**Prof. Dr. Hermansyah Aziz**

**NIP. 195301261979031002**

**Mengetahui :  
Ketua Jurusan Kimia  
FMIPA Universitas Andalas**



**Dr. Adlis Santoni  
NIP. 196212031988111002**

## ABSTRACT

### **THE DETERMINATION OF HEAVY METALS CONTENT Cd, Cu, AND Pb IN POTATO (*Solanum tuberosum* L) AND SOIL WHERE IT GROWS USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY**

By :  
Arisa (06932028)

Bachelor of Science Faculty of Mathematics and Natural science Andalas University

Advised by Yefrida, MSi and Prof. Dr. Hermansyah Aziz

A research on the metal content of Cd, Cu, and Pb contained in potato (*Solanum tuberosum* L) and the soil where it grows has been conducted. Potato samples firstly destructed with the mixtures of 60% HNO<sub>3</sub> p.a and 60% HClO<sub>4</sub> and the soil samples extracted with NH<sub>4</sub>OAc 1 N. Metal content determined by Atomic Absorption Spectroscopy (AAS Rayleigh WFX-320). The result of research shows the average of metal concentrations of Cd, Cu, and Pb from both samples of 2 farms, it is obtained the amount of metal concentrations which is contained in soil affects the amount of the absorbed metal content in potato plants. Analysis based on the contents ratio of the absorbed metal content in potato plants in locations of agricultural field 1 (Koto Baru), Cu 0.503 ppm and 0.129 ppm Pb is relatively larger than the metal content at the location of agricultural field 2 (Balingka), Cu 0.177 ppm and Pb 0.085 ppm except for Cd 0.501 ppm in the location of agricultural field 1 and 0.640 ppm Cd in the location of agricultural land 2. Concentrations for all three metals Cd, Cu, and Pb do not exceed the limit of metal content, although it is naturally obtained that metal content cd is quite large.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga skripsi yang berjudul **Penentuan Kandungan Logam Berat Cd, Cu dan Pb pada Kentang dan Tanah Tempat Tumbuhnya Secara Spektroskopi Serapan Atom** ini dapat terselesaikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Yefrida, MSi dan Bapak Prof. Dr. Hermansyah Aziz selaku pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan dalam melaksanakan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Adlis Santoni sebagai Ketua Jurusan Kimia dan Dr. Mai Efdi, MSi sebagai koordinator pendidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
3. Ibu Indrawati, MS, Imelda, Msi dan Bapak Emdenis, MS sebagai dosen penguji dalam seminar.
4. Bapak Zulfarman, Msi, Bapak Yulizar Yusuf, MS dan seluruh staf pengajar di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
5. Bapak Dr. H. Djaswir Darwis, MS.DEA sebagai pembimbing akademik.
6. Semua analis laboratorium jurusan kimia dan laboratorium lingkungan fakultas teknik yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian.
7. Rekan-rekan seperjuangan yang turut membantu selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
8. Staf, Karyawan dan Karyawati di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
9. Orang tua, Suami dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moril dan materil.
10. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Desember 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kentang	3
2.2 Logam Berat	5
2.2.1 Kadmium (Cd)	6
2.2.2 Tembaga (Cu)	7
2.2.3 Timbal (Pb)	8
2.3 Metoda Destruksi	9
2.3.1 Destruksi Kering	10
2.3.2 Destruksi Basah	10
2.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	11
2.4.1 Teori SSA	11
2.4.2 Optimasi Peralatan SSA	17
2.4.3 Gangguan dalam SSA	17
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat yang digunakan	20

3.2.2 Bahan yang digunakan	20
3.3 Prosedur Percobaan	20
3.3.1 Cara Pengambilan sampel	20
3.3.2 Persiapan sampel kentang	20
3.3.3 Persiapan sampel tanah	20
3.4 Pembuatan Reagen	21
3.4.1 Pembuatan larutan standar Cd	21
3.4.2 Pembuatan larutan standar Cu	21
3.4.3 Pembuatan larutan standar Pb	21
3.4.4 Pembuatan larutan $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 N	21
3.5 Pengerjaan Sampel	21
3.5.1 Penetapan kadar air	21
3.5.1.1 Penentuan kadar air pada kentang	21
3.5.1.2 Penentuan kadar air pada tanah	21
3.5.2 Destruksi Basah dengan Pelarut $\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4$	22
3.5.3 Ekstraksi kation dari tanah dengan pelarut $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1 N	22
<b>BAB IV. HASIL DAN DISKUSI</b>	
4.1 Kadar Air	23
4.2 Penentuan konsentrasi logam Cd, Cu, dan Pb dalam sampel	24
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
Daftar Pustaka	31
Lampiran	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kadar air dari kentang dan tanah lokasi sampel 1	23
Tabel 2. Kadar air dari kentang dan tanah lokasi sampel 2	23
Tabel 3. Rata-rata hasil kandungan logam dalam kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi	25
Tabel 4. Kandungan Logam Berat Dalam Tanah Secara Alamiah	29
Tabel 5. Nilai Ambang Batas Unsur Logam Berat Bagi Tanaman	29
Tabel 6. Kandungan Logam Cd pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2	33
Tabel 7. Kandungan Logam Cu pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2	34
Tabel 8. Kandungan Logam Pb pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2	35
Tabel 9. Persamaan regresi larutan standar Kadmium	36
Tabel 10. Persamaan regresi larutan standar tembaga	37
Tabel 11. Persamaan regresi larutan standar tembaga	38
Tabel 12. Persamaan regresi larutan standar timbal	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rasio rata-rata perbandingan kentang dan tanah pada lokasi pertanian 1	27
Gambar 2. Rasio rata-rata perbandingan kentang dan tanah pada lokasi pertanian 1	28
Gambar 3. Kurva Kalibrasi Standar Cd	36
Gambar 4. Kurva Kalibrasi Standar Cu	37
Gambar 5. Kurva Kalibrasi Standar Cu	38
Gambar 6. Kurva Kalibrasi Standar Pb	39
Gambar 7. Proses Destruksi kentang	60
Gambar 8. Proses Ekstraksi Tanah	60
Gambar 9. Hasil destruksi kentang lokasi sampel 1 dan 2	61
Gambar 10. Hasil Ekstraksi tanah lokasi sampel 1 dan 2	61
Gambar 11. AAS Rayleigh WFX-320	62
Gambar 12. Lokasi Lahan Pertanian 1 (Koto Baru)	63
Gambar 13. Lokasi Lahan Pertanian 2 (Balingka)	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pengukuran sampel dengan SSA- Nyala untuk Logam Cd	33
Lampiran 2. Data pengukuran sampel dengan SSA- Nyala untuk Logam Cu	32
Lampiran 3. Data pengukuran sampel dengan SSA- Nyala untuk Logam Pb	33
Lampiran 4. Persamaan Regresi Logam Cd	34
Lampiran 5. Persamaan Regresi Logam Cu	35
Lampiran 6. Persamaan Regresi Logam Cu	36
Lampiran 7. Persamaan Regresi Logam Pb	37
Lampiran 8. Contoh Perhitungan kadar air pada kentang dan tanah	38
Lampiran 9. Contoh Perhitungan Konsentrasi Logam dalam Sampel Kentang Dan Tanah dengan Menggunakan Kurva Kalibrasi Standar	44
Lampiran 10. Contoh Perhitungan Rasio Konsentrasi kandungan logam pada kentang dan tanah lokasi 1 dan 2	57
Lampiran 11. Gambar Proses Destruksi Kentang dan Ekstraksi Tanah	60
Lampiran 12. Gambar Hasil Destruksi Kentang dan Ekstraksi Tanah dan blanko Pelarut	61
Lampiran 13. Gambar AAS Reyleight WFX-320	62
Lampiran 14. Lokasi Lahan Pertanian 1 (Koto Baru)	63
Lampiran 15. Lokasi Lahan Pertanian 2 (Balingka)	64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah tanaman dari suku Solanaceae yang memiliki umbi batang yang dapat dimakan dan disebut "kentang" pula. Kentang oleh ahli taksonomi dimasukkan ke dalam kelas Dicotyledoneae, bangsa/ordo Tuiflorae, suku/famili solanaceae atau tanaman berbunga terompot, marga/ genus Solanum, dan jenis/spesies *Solanum Tuberosum*. Kentang merupakan tanaman setahun, bentuk sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segiempat, panjangnya bisa mencapai 50 – 120 cm, dan tidak berkayu (tidak keras bila dipijat). Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh diketiak daun teratas, dan berjenis kelamin dua. Benang serinya berwarna kekuning-kuningan dan melingkari tangkai putik. Putik ini biasanya lebih cepat masak.<sup>1</sup>

Dilihat dari tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) menghasilkan umbi sebagai komoditas sayuran yang diprioritaskan untuk dikembangkan dan berpotensi untuk dipasarkan di dalam negeri dan diekspor. Tanaman kentang merupakan salah satu tanaman penunjang program diversifikasi pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Sebagai bahan makanan, kandungan nutrisi umbi kentang dinilai cukup baik, yaitu mengandung protein berkualitas tinggi, asam amino esensial, mineral, dan elemen-elemen mikro, di samping juga merupakan sumber vitamin C (asam askorbat), beberapa vitamin B (tiamin, niasin, vitamin B6), dan mineral P, Mg, dan K.<sup>2</sup>

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kentang selain faktor iklim juga ketersediaan makanan di dalam tanah. Makanan yang dibutuhkan tersebut berupa unsur hara yang tersebar di dalam tanah baik dalam jumlah yang besar (makro) maupun dalam jumlah yang kecil (mikro). Unsur hara tersebut diserap bersama air melalui akar tanaman dalam jumlah tertentu.<sup>3,4</sup>

Selain dari unsur hara dalam tanah juga terdapat unsur lain yang non esensial tersebut ada yang bersifat racun, terutama dari logam berat. Apabila logam berat ini tersedia dalam jumlah yang melebihi ambang batas dan diserap oleh tanaman maka akan membahayakan terhadap kesehatan manusia sebagai konsumennya., maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar daya serap tanaman kentang terhadap logam berat yang terdapat didalam tanah tempat tumbuhnya. Adapun logam berat yang diteliti adalah logam kadmium, tembaga dan timbal. Semua logam berat tersebut ditentukan dengan metoda spektroskopi serapan atom yang terlebih dahulu untuk kentang dilakukan destruksi basah menggunakan pereaksi  $\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$  dan untuk tanah diekstraksi dengan  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N.<sup>5,6</sup>

### **1.2 Perumusan Masalah**

- ✓ Seberapa besar logam berat (Cd, Cu dan Pb) yang tersedia di tanah.
- ✓ Seberapa besar logam berat (Cd, Cu dan Pb) yang terserap oleh umbi kentang.
- ✓ Hubungan/ratio kandungan logam berat pada kentang dan tanah tempat tumbuhnya

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan cemaran logam berat Cd, Cu, dan Pb pada kentang dan tanah tempat tumbuh serta ratio rata-rata kandungan logam berat pada kentang dan tanah tempat tumbuhnya.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Informasi atau data tentang seberapa besar logam berat yang terdapat di tanah lahan pertanian dan logam yang dapat terserap oleh umbi kentang sehingga berguna untuk penelitian lebih lanjut baik di bidang ilmu kimia, maupun dibidang ilmu-ilmu pertanian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) adalah tanaman dari suku *Solanaceae* yang memiliki umbi batang yang dapat dimakan dan disebut "kentang" pula. Kentang oleh ahli taksonomi dimasukkan ke dalam kelas Dicotyledoneae, bangsa/ordo Tuiflorae, suku/famili solanaceae atau tanaman berbunga terompet, marga/ genus *Solanum*, dan jenis/spesies *Solanum tuberosum*. Kentang merupakan tanaman setahun, bentuk sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segiempat, panjangnya bisa mencapai 50 – 120 cm, dan tidak berkayu (tidak keras bila dipijat). Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh diketiak daun teratas, dan berjenis kelamin dua. Benang serinya berwarna kekuning-kuningan dan melingkari tangkai putik. Putik ini biasanya lebih cepat masak.<sup>1</sup>

Buahnya berbentuk buni, kulitnya berdaging, dan mempunyai dua ruang. Di dalam buah berisi banyak calon biji yang jumlahnya bisa mencapai 500 biji. Akan tetapi, dari jumlah tersebut yang berhasil menjadi biji hanya sekitar 100 biji saja, bahkan ada yang Cuma puluhan biji, jumlah ini tergantung dari varietas kentangnya.<sup>1</sup>

Akar tanaman menjalar dan berukuran sangat kecil bahkan sangat halus. Akar ini berwarna keputih-putihan. Kedalaman daya tembusnya bisa mencapai 45 cm. Namun, biasanya akar ini banyak yang menggumpal di kedalaman 20 cm. Selain mempunyai organ-organ tersebut, kentang juga mempunyai organ umbi. Umbi berasal dari cabang samping yang masuk ke dalam tanah. Cabang ini merupakan tempat penyimpan karbohidrat sehingga membengkak dan bisa dimakan. Umbi bisa mengeluarkan tunas dan nantinya akan membentuk cabang-cabang baru.<sup>1</sup> Semua bagian tanaman tersebut mengandung racun solanin. Begitu pula umbinya, yaitu ketika memasuki masa bertunas. Namun, bagi umbi ini bila telah berusia tua atau siap dipanen, racun ini akan berkurang bahkan bisa hilang, sehingga aman untuk dimakan.<sup>1</sup>

Untuk meningkatkan hasil pertanian penggunaan pupuk tidak dapat dihindari. Petani-petani di daerah semakin banyak yang menggunakan obat-obatan pertanian dengan harapan dapat meningkatkan hasil produksinya yang maksimal tanpa mempertimbangkan akibat yang ditimbulkan pada tanaman dan lingkungan sekitarnya. Menggunakan pupuk dan pestisida secara berlebihan. Secara bertahap pemakaian bahan agrokimia (pupuk dan pestisida) dalam sistem budidaya pertanian harus dikurangi, karena bahan agrokimia mengandung logam berat yang termasuk bahan beracun berbahaya (B3).<sup>7</sup> Penggunaan bahan agrokimia yang tidak terkontrol pada lahan pertanian terutama pada tanaman sayur-sayuran berdampak negatif, antara lain meningkatnya resistensi hama atau penyakit tanaman, terbunuhnya musuh alami dan organisme yang berguna, serta terakumulasinya zat-zat kimia berbahaya dalam tanah.

Logam berat terserap kedalam jaringan tanaman melalui akar, yang selanjutnya akan masuk kedalam siklus rantai makanan. Logam akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia, hewan, dan tumbuhan apabila melebihi batas toleransi. Di Indonesia, kadar residu pestisida yang terkandung dalam bahan pangan dan sayuran cukup memprihatinkan, Sayuran seperti wortel, kentang, sawi, bawang merah, cabe merah dan kubis dari berbagai tempat budidaya sayuran di Jawa Barat dan Jawa Tengah pada tahun 1987 diketahui mengandung residu yang melampaui batas maksimum.<sup>8</sup>

Tanah merupakan media pertumbuhan tanaman yang digunakan hingga saat ini. Dalam tanah mengandung unsur-unsur esensial yang bermanfaat bagi tanaman, tetapi tanah juga dapat menjadi media yang terkontaminasi oleh zat-zat yang berbahaya, seperti logam berat. Logam berat dapat masuk ke dalam sayuran yang berada di dalam tanah, yaitu sayuran yang berbentuk umbi, seperti wortel dan kentang.<sup>8</sup> Pada penelitian ini, pengambilan sampel kentang dilakukan di Alahan Panjang, Batu Sangkar, dan Koto Baru Padang Panjang (pertanian organik sebagai kontrol). Untuk mendeteksi keberadaan logam dalam tanah dan sayuran dengan metode destruksi oleh asam kuat dengan menggunakan Atomic Absorbance Spectrophotometry (AAS).

## 2.2 Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi<sup>11</sup>, bobot jenis lebih besar dari 5 gram/cm<sup>3</sup>, terletak disudut kanan bawah sistem periodik dan biasanya bernomor atom 21 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7.<sup>9</sup> Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair seperti air raksa.<sup>10</sup> Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia.<sup>11</sup>

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.<sup>12</sup>

Karakteristik beberapa logam berat adalah sebagai berikut:<sup>10</sup>

- a. sifat toksisitasnya tahan lama di lingkungan.
- b. beberapa logam berat dapat berubah sifatnya dari yang kurang toksik menjadi yang sangat toksik pada lingkungan tertentu seperti Hg.
- c. bioakumulasi logam berat dalam rantai makanan dapat merusak aktifitas fisiologis normal dan membahayakan kehidupan.
- d. toksisitas logam berat dapat terjadi pada konsentrasi sangat sedikit.

Penyebaran logam di alam ditemukan secara luas di permukaan bumi mulai dari tanah, bantuan, badan air, bahkan pada lapisan atmosfer. Logam berat yang terdapat dalam lapisan tanah dapat dijumpai melalui proses penambangan dan pengolahan seperti penggalian, pengerukan, pencucian dan pembakaran yang semuanya merupakan pencemaran lingkungan. Di perairan, kelompok logam berat dapat bersumber dari aktivitas manusia seperti buangan sisa industri.<sup>10</sup> Logam berat berkenaan dengan pertanian memunculkan empat persoalan yang saling

berkaitan berupa akibat atas: (1) edafon, yaitu keseluruhan kehidupan di dalam tanah yang merupakan salah satu faktor pokok penentu produktivitas tanah; (2) hasil panen pertanian, baik jumlah maupun mutunya; (3) kesehatan ternak; dan (4) kesehatan manusia. Keempat persoalan tersebut dapat dikembalikan kepada satu persoalan dasar, yaitu perilaku logam berat di dalam tanah. Perilaku ini menentukan seberapa kuat dayanya mempengaruhi edafon, dan seberapa banyak jumlahnya yang dapat diserap tanaman.<sup>11</sup>

Keseluruhan logam berat yang ada dalam tanah dapat dipisahkan menjadi berbagai fraksi atau bentuk:

1. Larut air, berada dalam larutan tanah.
2. Tertukarkan, terikat pada tapak-tapak jerapan (adsorption sites) pada koloid tanah dan dapat dibebaskan oleh rekasi pertukaran ion.
3. Terikat secara organik, berasosiasi dengan senyawa humus yang tidak terlarutkan.
4. Terjerap (*occluded*) di dalam oksida besi dan mangan.
5. Senyawa-senyawa tertentu, seperti karbonat, fosfat, dan sulfida
6. Terikat secara struktural di dalam mineral silikat atau mineral primer.

Bagian terbesar segala logam berat yang ada dalam tanah, yaitu 95-99% jumlah total, berada dalam fraksi 2, 3, 4, 5 dan 6. Meskipun fraksi 1 jumlahnya hanya sedikit namun dilihat dari segi ekologi, fraksi ini paling penting karena penyerapan tanaman dan pengangkutan dalam lingkungan bergantung padanya.<sup>11</sup>

### **2.2.1 Kadmium (Cd)**

Kadmium (Cd) memiliki nomor atom 48, bobot atom 12,4, densitas 8,6 g/cm<sup>3</sup>, titik cair 320,9 °C dan titik didih 765° C. Kadmium memiliki sifat tahan panas, sehingga sangat bagus untuk campuran pembuatan keramik, enamel dan plastik. Kadmium juga memiliki sifat tahan terhadap korosi, sehingga digunakan untuk melapisi plat besi atau baja. Kadmium digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen

untuk industri cat. Kadmium dalam bentuk garam *Cd* dari asam lemah digunakan sebagai katalis pembuatan PVC ataupun plastik untuk mencegah radiasi dan oksidasi.<sup>2</sup>

Kadmium juga digunakan untuk mencegah radiasi dan oksidasi. Kadmium juga digunakan untuk pembuatan aki dalam bentuk campuran Cd-Ni. Logam kadmium biasanya selalu dalam bentuk campuran dengan logam lain terutama dalam bentuk campuran dengan logam lain terutama dalam pertambangan timah hitam dan seng.

Keberadaan Cd di alam bercampur dengan seng dan timbal. Ekstraksi serta pengolahan seng dan timbal sering menyebabkan pencemaran lingkungan oleh Cd. Logam berat Cd juga berasal dari industri kimia (industri cat, zat warna, fotografi, karet, pupuk, pestisida dan bakteri).<sup>14</sup>

Toksisitas kadmium dapat menyebabkan efek akut antara lain seperti : 1) Demam karena uap logam dengan gejala : flu, lemas, demam, sakit kepala, mendingin, banyak keringat dan kejang, dan 2) Pulmonary emphysema, biasanya berkembang dalam 24 jam dan mencapai maksimum dalam tiga hari. Jika kematian karena sesak nafas (asphyxia) tidak terjadi, gejala dapat disembuhkan dalam jangka waktu satu minggu.<sup>15</sup>

Toksisitas kadmium dapat menyebabkan efek kronis, antara lain seperti : 1) kanker (paru-paru dan prostat), 2) kerusakan ginjal, terlihat dari jumlah urin yang banyak (berat molekul rendah), 3) *pulmonary emphysema*, 4) penyakit tulang (osteomalcia dan osteoporosis), 5) penyakit itai-itai di Jepang, 6) anemia, dan 7) perubahan warna gigi (Cd membentuk CdS).<sup>15</sup>

### **2.2.2 Tembaga (Cu)**

Tembaga merupakan salah satu unsur logam transisi yang berwarna coklat kemerahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Tembaga mempunyai nomor atom 29, massa jenis 8,96 gram/cm<sup>3</sup>, massa atom 63,546, titik didih 2840° K dan titik lebur 1356,6° K.J.<sup>15</sup> Di alam tembaga terdapat dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk senyawa dan terdapat dalam

bentuk biji tembaga seperti kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), cuprite ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), chalcosite ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) dan malasite ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ). Tembaga dapat bersenyawa dengan unsur-unsur lain seperti  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  dan beberapa senyawa lainnya.

Logam Cu merupakan logam esensial karena logam Cu juga dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Manusia dewasa membutuhkan sekitar 30  $\mu\text{g}$  Cu per kilogram berat tubuh. Pada anak-anak jumlah Cu yang dibutuhkan adalah 40  $\mu\text{g}$  Cu per kilogram berat tubuh sedangkan pada bayi dibutuhkan 80  $\mu\text{g}$  Cu per kilogram berat tubuh.

Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Efek keracunan yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu pada manusia adalah terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung. Kerusakan ini merupakan akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu tersebut.<sup>10</sup> Gejala-gejala yang timbul akibat keracunan logam Cu pada manusia adalah hawa mulut berbau, kerongkongan dan perut kering, rasa ingin muntah dan diare terus menerus selama sehari-hari, terdapat darah pada kotoran, pusing dan demam.

### 2.2.3 Timbal (Pb)

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin *Plumbum*. Logam ini termasuk dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia.<sup>16</sup> Logam Pb mempunyai nomor atom 82, berat atom 207,19 dengan titik cair 327,5° C, titik didih 1725° C, bilangan oksidasi +4 dan +2 serta densitas 11,4 g/cm<sup>3</sup>. Logam timbal adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan endapan sulfat yang tercampur mineral-mineral lain, terutama seng dan tembaga.

Pb tersebar secara alamiah pada batu-batuan dan lapisan kerak bumi. Jumlah logam timbal di bumi yaitu 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam

berat lainnya yang ada di bumi. Pb terdapat di alam terutama sebagai timbal sulfida, timbal karbonat, timbal sulfat dan timbal klorofosfat.

Secara alamiah, Pb dapat masuk kedalam badan perairan melalui pengkristalan Pb diudara dengan bantuan air hujan. Pb yang masuk kedalam badan perairan ini berasal dari buangan gas kendaraan bermotor yang menggunakan TEL (Tetra Etil Lead) sebagai anti ketuk, sisa pembakaran batu bara, asap pabrik yang mengolah senyawa alkil timbal dan timbal oksida serta proses peleburan bijih timbal. Kontaminasi timbal juga berasal dari penggunaan peralatan yang terbuat dari timbal atau alloynya.<sup>10</sup>

*Timbal dapat masuk ketubuh melalui makanan dan minuman yang dikonsumsi serta melalui pernafasan dan penetrasi kulit. Pengaruh utama timbal adalah mengganggu reaksi biokimia dalam tubuh. Timbal menghambat beberapa reaksi enzim yang berhubungan dengan sintesis hemoglobin sehingga dapat menyebabkan kekurangan darah. Timbal juga memiliki kesamaan sifat kimia dengan kalsium sehingga dapat terakumulasi dalam tulang. Akibat lain, jika seseorang terhirup Pb dapat mempengaruhi IQ anaknya.*<sup>10</sup>

### **2.3 Metoda Destruksi**

Dalam proses analisis kimia untuk menganalisis unsur dari contoh terlebih dahulu dilakukan pengerjaan pendahuluan (pretreatment) dalam penyiapan cuplikan. Pengerjaan pendahuluan umumnya dilakukan terhadap logam-logam yang terdapat pada bahan berupa makanan, minuman, tanah pertanian dan bahan mineral lainnya, logam tersebut dirombak (didestruksi) menjadi ion-ionnya. Tujuan pengerjaan pendahuluan ini adalah untuk menghilangkan material pengganggu sehingga hasil destruksi ini merupakan larutan yang telah siap untuk dianalisis.<sup>17</sup>

Metode destruksi merupakan suatu metode yang sangat penting di dalam menganalisis suatu materi (bahan). Metode ini bertujuan untuk merubah sampel menjadi bahan yang dapat diukur. Metode ini seakan sangat sederhana, namun apabila kurang sempurna di dalam melakukan teknik destruksi, maka hasil analisis yang diharapkan tidak akan akurat.<sup>18</sup>

Destruksi adalah suatu cara perlakuan pemecahan senyawa yang kompleks menjadi senyawa sederhana sehingga dapat dianalisis. Metoda ini ditinjau dari cara dan pereaksi yang digunakan dapat dibagi atas dua cara yaitu destruksi kering dan destruksi basah. Kedua metoda destruksi tersebut mempunyai cara tersendiri. Destruksi kering diperlakukan dengan jalan pengabuan sampel pada temperatur tinggi dengan lama pemanasan tertentu pula sedangkan destruksi basah diperlakukan dengan melarutkan contoh kedalam asam-asam kuat, kemudian dipanaskan pada suhu rendah tetapi kontinu.

### **2.3.1 Destruksi Kering**

Destruksi kering adalah perombakan bahan organik yang dilakukan dengan jalan memanaskan suatu cuplikan dengan tungku pembakar pada suhu yang sangat tinggi, biasanya suhu yang digunakan berkisar antara  $400^{\circ}\text{C}$  -  $800^{\circ}\text{C}$ . Cara ini tidak membutuhkan pelarut dan tidak dapat dilakukan untuk logam yang mudah menguap. Cara ini memberikan hasil pemisahan yang akurat untuk oksida yang tidak mudah menguap seperti Pb, Zn, Co, Sb, Cr dan Fe dalam jumlah runtu dan dapat diperoleh kembali dengan sedikit kehilangan saat penguapan.

### **2.3.2 Destruksi Basah**

Destruksi basah adalah perombakan zat-zat organik yang diperlakukan dengan cara menggunakan asam mineral dan zat pengoksidasi dalam larutan. Cara ini terus dikembangkan terutama untuk dalam penentuan logam-logam yang mudah menguap karena dengan cara ini suhu pemanasan tidak terlalu tinggi, biasanya berkisar antara  $100$ - $200^{\circ}\text{C}$ .

Pelarut yang digunakan adalah pelarut yang dikategorikan sebagai pelarut dengan asam-asam kuat yang umumnya bersifat oksidator. Asam-asam kuat yang digunakan pada metoda ini seperti:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan  $\text{HCl}$ . Pelarut yang digunakan ada yang secara tunggal maupun campuran.<sup>17</sup>

Metoda destruksi basah memberikan beberapa keuntungan yaitu :

- a. kemungkinan hilangnya zat yang akan dianalisis dapat diperkecil
- b. penggunaan asam sedikit

- c. kelebihan asam dapat dikeluarkan dengan pemanasan

## 2.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

### 2.4.1 Teori SSA

Prinsip dasar SSA adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel.<sup>16</sup>

SSA merupakan suatu metoda analisis yang didasarkan pada penyerapan energi sinar monokromatis pada panjang gelombang tertentu oleh atom-atom netral dalam keadaan gas. Sinar yang diserap akan digunakan oleh elektron valensi unsur-unsur untuk tereksitasi tergantung pada susunan elektron dan besarnya energi yang diterima.<sup>7</sup>

SSA merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur.<sup>16</sup>

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya.<sup>16</sup> Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Keterangan E = Energi (Joule)

$h = \text{Tetapan Planck } (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s})$

$c = \text{Kecepatan cahaya } (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$

$\lambda = \text{Panjang gelombang (nm)}$

Larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat oleh unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala. Kedua variabel ini sulit untuk ditentukan tetapi panjang nyala dapat dibuat konstan sehingga absorbansi hanya berbanding langsung dengan konsentrasi analit dalam larutan sampel. Teknik-teknik analisisnya yaitu kurva kalibrasi, standar tunggal dan kurva adisi standar.<sup>16</sup> Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan :

A = Absorbansi

$\epsilon$  = Absorptivitas molar (mol/L)

a = Absorptivitas (gr/L)

b = Tebal nyala (nm)

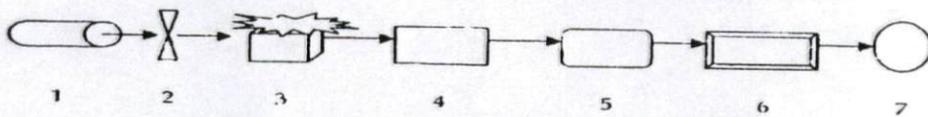
c = Konsentrasi (ppm)

Absorpsivitas molar ( $\epsilon$ ) dan absorpsivitas (a) adalah suatu konstanta dan nilainya spesifik untuk jenis zat dan panjang gelombang tertentu, sedangkan tebal

media (sel) dalam prakteknya tetap. Absorbansi merupakan fungsi linier dari konsentrasi, sehingga dengan mengukur absorbansi, konsentrasinya dapat ditentukan dengan membandingkannya dengan konsentrasi larutan standar.<sup>16</sup>

### Instrumentasi SSA

Alat spektrofotometer serapan atom terdiri dari rangkaian dalam diagram skematik berikut:



Gambar 1. Diagram Spektrometer Serapan Atom

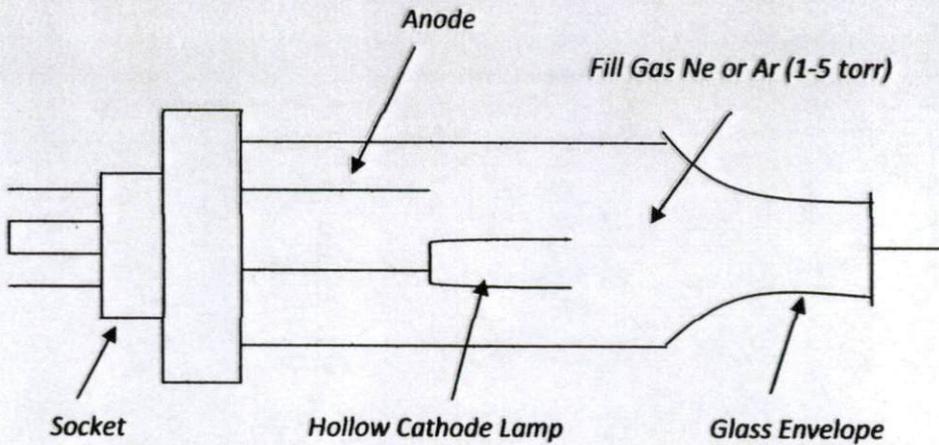
- Keterangan :
1. Sumber sinar
  2. Pemilah (*Chopper*)
  3. Nyala
  4. Monokromator
  5. Detektor
  6. Amplifier
  7. Meter atau recorder

#### Komponen-komponen SSA:

##### 1. Sumber Sinar

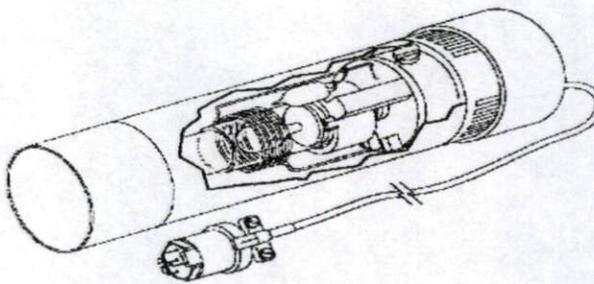
Sumber radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan SSA harus menggunakan HCL khusus misalnya akan menentukan konsentrasi tembaga dari suatu cuplikan maka harus menggunakan HCL khusus. HCL akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom.<sup>16</sup> HCL terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu,

logam mulai memijar dan dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu dan secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.<sup>16</sup>



Gambar 2. Diagram Skematik Lampu Katoda Cekung

Sumber radiasi lain yang sering dipakai adalah "Electrodless Discharge Lamp". Lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan *Hallow Cathode Lamp* (lampu katoda cekung), tetapi mempunyai *output* radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis unsur-unsur As dan Se, karena lampu HCL untuk unsur-unsur ini mempunyai signal yang lemah dan tidak stabil yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 3.<sup>16</sup>

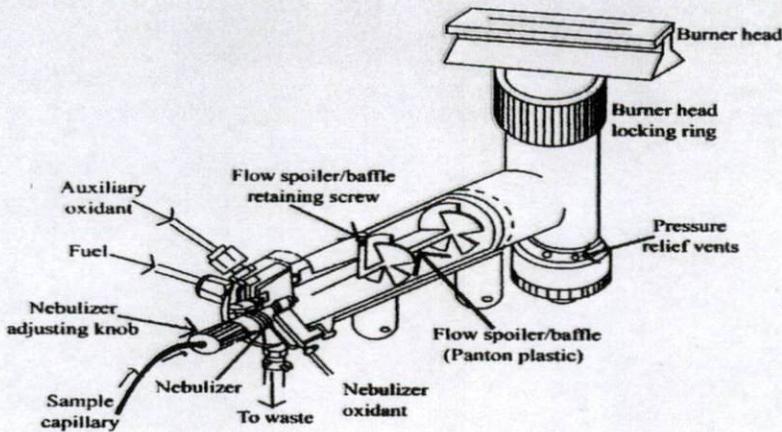


Gambar 3. *Electrodless Discharge Lamp*

#### 1. Sumber atomisasi

Sumber atomisasi dibagi menjadi dua yaitu sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel

diintroduksi dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol biasa dihasilkan oleh nebulizer (pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot (*chamber spray*). Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen.<sup>16</sup>



Gambar 4. Instrumentasi Sumber Atomisasi

Nyala udara asetilen memiliki temperatur yang lebih rendah sehingga mendorong terbentuknya atom netral dan dengan nyala yang kaya bahan bakar pembentukan oksida dari banyak unsur dapat diminimalkan.<sup>16</sup> Nitrous oksida-asetilen dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur-unsur yang mudah membentuk oksida dan sulit terurai. Hal ini disebabkan karena temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi. Unsur-unsur tersebut adalah: Al, B, Mo, Si, So, Ti, V, dan W.<sup>16</sup>

Prinsip SSA yaitu larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala.<sup>16</sup>

### 3. Monokromator

Monokromator merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hallow Cathode Lamp*.<sup>16</sup>

### 4. Detektor

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.<sup>16</sup>

### 5. Sistem Pengolah

Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.<sup>16</sup> Sistem pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.<sup>16</sup>

## 2.4.2 Optimasi Peralatan SSA

Optimasi pada peralatan SSA meliputi:

1. Pemilihan persen (%) pada transmisi
2. Lebar celah (*slith width*)
3. Kedudukan lampu terhadap *focus slit*
4. Kemampuan arus lampu *Hallow Cathode*
5. Kedudukan panjang gelombang ( $\lambda$ )
6. Set monokromator untuk memberikan sinyal maksimum
7. Pemilihan nyala udara tekanan asetilen
8. Kedudukan *burner* agar memberikan absorbansi maksimum
9. Kedudukan atas kecepatan udara tekan
10. Kedudukan atas kecepatan asetilen.

### 2.4.3 Gangguan dalam SSA

Berbagai faktor dapat mempengaruhi pancaran nyala suatu unsur tertentu dan menyebabkan gangguan pada penetapan konsentrasi unsur.

#### 1. Gangguan Akibat Pembentukan Senyawa Refraktori

Gangguan ini dapat diakibatkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia, biasanya anion, yang ada dalam larutan sampel sehingga terbentuk senyawa yang tahan panas (*refractory*). Sebagai contoh fosfat akan bereaksi dengan kalsium dalam nyala menghasilkan pirofosfat ( $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ). Hal ini menyebabkan absorpsi atom kalsium dalam nyala menjadi berkurang. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan Stronsium klorida atau Lanthanum nitrat ke dalam larutan. Kedua logam ini mudah bereaksi dengan fosfat dibanding dengan kalsium sehingga reaksi antara kalsium dengan fosfat dapat dicegah atau diminimalkan. Gangguan ini dapat juga dihindari dengan menambahkan EDTA berlebih. EDTA akan membentuk kompleks kelat dengan kalsium, sehingga pembentukan senyawa refraktori dengan fosfat dapat dihindarkan. Kompleks Ca-EDTA akan terdisosiasi dalam nyala menjadi atom netral Ca yang menyerap sinar. Gangguan yang lebih serius terjadi apabila unsur-unsur seperti: Al, Ti, Mo, V dan lain-lain bereaksi dengan O dan OH dalam nyala menghasilkan logam oksida dan hidroksida yang tahan panas. Gangguan ini hanya dapat diatasi dengan menaikkan temperatur nyala, sehingga nyala yang umum digunakan dalam kasus semacam ini adalah nitrous oksida-asetilen.<sup>16</sup> Gangguan ionisasi

Gangguan ionisasi ini biasa terjadi pada unsur-unsur alkali tanah dan beberapa unsur yang lain. Unsur-unsur tersebut mudah terionisasi dalam nyala. Adanya atom-atom yang terionisasi dalam nyala mengakibatkan sinyal yang ditangkap detektor menjadi berkurang. Gangguan ini bukan gangguan yang sifatnya serius, karena hanya sensitivitas dan linearitasnya saja yang terganggu. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan unsur-unsur yang mudah terionisasi ke dalam sampel sehingga akan menahan proses ionisasi dari unsur yang dianalisis.<sup>16</sup> Gangguan Fisik Alat

Gangguan fisik adalah semua parameter yang dapat mempengaruhi kecepatan sampel sampai ke nyala dan sempurnanya atomisasi. Parameter-parameter tersebut adalah kecepatan alir gas, berubahnya viskositas sampel akibat temperatur nyala. Gangguan ini biasanya dikompensasi dengan lebih sering membuat kalibrasi atau standarisasi.<sup>16</sup>

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei 2010 sampai bulan Juli 2010 di Laboratorium Dasar, Laboratorium Analisa Terapan, dan Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas Padang.

#### **2.2 Alat dan Bahan**

##### **2.2.1 Alat yang digunakan**

Peralatan yang digunakan antara lain AAS Rayleigh WFX-320, neraca analitik, penggerus, pemanas listrik, pompa vakum, pipet takar, erlenmeyer, labu ukur.

##### **2.2.2 Bahan yang digunakan**

Kentang,  $\text{HNO}_3$  (65%),  $\text{HClO}_4$  60%,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , akuades, larutan Cd, Cu, dan Pb 1000 ppm.

#### **2.3 Prosedur Percobaan**

##### **2.3.1 Cara Pengambilan sampel**

Sampel diambil di dua lahan pertanian yaitu lahan pertanian 1 terdapat di Koto Baru Padang Panjang (pinggir jalan raya) dan lahan pertanian 2 terdapat di Balingka. Sampel kentang beserta tanahnya diambil dengan kedalaman  $\pm 50$  cm.

##### **2.3.2 Persiapan Sampel Kentang**

Sampel yang berasal dari lapangan sebelum dianalisis terlebih dahulu dicuci dengan air dan dikupas kulitnya. Sampel tanaman kentang diparut dengan parutan.

##### **2.3.3 Persiapan Sampel Tanah**

Tanah yang berasal dari lahan pertanian sebelum dianalisis dihomogenkan terlebih dahulu untuk dilakukan analisa terhadap tanah.

## **2.4 Pembuatan Reagen**

### **2.4.1 Larutan standar Cd**

Pembuatan larutan standar Cd (0,0 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0 dan 2,5) ppm dilakukan dengan cara mengencerkan larutan induk Cd 1000 ppm secara pengenceran bertingkat.

### **2.4.2 Larutan standar Cu**

Pembuatan larutan standar Cu (0,0 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0 dan 5,0) ppm dilakukan dengan cara mengencerkan larutan induk Cu 1000 ppm secara pengenceran bertingkat.

### **2.4.3 Larutan standar Pb**

Pembuatan larutan standar Pb (0,0 ; 0,5 ; 2,0 ; 5,0 ; 8,0 dan 10,0 ) ppm dilakukan dengan cara mengencerkan larutan induk Pb 1000 ppm secara pengenceran bertingkat.

### **2.4.4 Larutan NH<sub>4</sub>OAc 1 N**

Sebanyak 7,7 g NH<sub>4</sub>OAc dilarutkan dengan akuades dalam labu 100 mL.

## **2.5. Pengerjaan Sampel**

### **2.5.1 Penetapan kadar air**

#### **2.5.1.1 Penentuan kadar air pada kentang**

Parutan kentang ditimbang  $\pm$  30 g, dimasukkan kedalam oven dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 4 jam. Angkat, dinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali.<sup>5</sup>

#### **2.5.1.2 Penentuan kadar air pada tanah**

Tanah ditimbang  $\pm$  40 g, dimasukkan kedalam oven dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 4 jam. Angkat, dinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali.

### **2.5.2 Destruksi Basah dengan Pelarut HNO<sub>3</sub>– HClO<sub>4</sub>**

Dimasukkan 1 gram sampel kentang kedalam Erlenmeyer. ditambahkan sebanyak 5 mL HNO<sub>3</sub> p.a. dan 1 mL HClO<sub>4</sub> p.a. dan dibiarkan 1 malam kemudian didestruksi mula-mula dengan suhu rendah. Setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan perlahan.

Destruksi dihentikan setelah keluar asap putih dan sisa ekstrak kurang lebih 1 mL. Tabung diangkat dan dibiarkan dingin. Ekstrak diencerkan dengan air bebas ion hingga volume tetap 10 mL dan dikocok dengan pengocok tabung hingga homogen, Larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42 dan disimpan dalam wadah botol film. Larutan ini siap dianalisis kandungan logam Pb, Cu dan Cd menggunakan AAS.<sup>5</sup>

### **2.5.3 Ekstraksi kation dari tanah**

Dimasukkan 10 gram sampel tanah kedalam Erlenmeyer. ditambahkan  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 N sebanyak 20 mL dikocok selama 5 menit dan didiamkan satu malam kemudian larutan sampel tanah ditambah sebanyak 80 ml  $\text{NH}_4\text{OAc}$  dihisap dengan pompa vakum menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Hasil saringan disimpan dalam wadah botol film dan larutan siap dianalisis kandungan logam Pb, Cu dan Cd menggunakan AAS.<sup>6</sup>

## BAB IV

### HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Kadar Air

Hasil penentuan kadar air dari kentang dan tanah ditunjukkan pada Tabel 1

**Tabel 1. Kadar air dari kentang dan tanah lokasi sampel 1**

Lokasi sampel 1	Titik	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Kadar Air (%)
Kentang	1	30.1419	5.7270	80.9900
	2	30.7578	6.9120	77.5277
	3	30.8086	4.0269	86.9293
	4	30.6198	6.7497	77.9564
	5	30.6085	5.5520	81.8612
Rata-rata				81.0529
Tanah	1	40.8747	29.9967	26.6130
	2	40.8757	30.5332	25.3023
	3	40.8716	30.6280	25.0628
	4	40.7919	30.5137	25.0660
	5	40.7484	30.0539	26.2452
Rata-rata				25.6578

**Tabel 2. Kadar air dari kentang dan tanah lokasi sampel 2**

Lokasi sampel 2	Titik	Berat Basah (gram)	Berat Kering (gram)	Kadar Air (%)
Kentang	1	30.3839	4.8474	84.0458
	2	30.3439	4.2169	86.1029
	3	30.3071	4.2685	85.9158
	4	30.3571	4.9456	83.7086
	5	30.3301	4.6678	84.6100
Rata-rata				84.8766

Tanah	1	40.7370	25.4421	37.5454
	2	40.2326	23.8044	40.8331
	3	40.7310	24.8389	39.0172
	4	40.5853	25.1192	38.1076
	5	40.4622	26.0753	35.5556
Rata-rata				38.2118

Dapat dilihat dari kedua lokasi sampel bahwa kadar air pada kentang lokasi 2 lebih besar dari pada lokasi 1, begitu juga dengan kadar air untuk tanah pada lokasi 2 lebih besar dari pada lokasi 1. Ini disebabkan karena perbedaan lokasi yang satu dialiri air dan yang satu lagi jauh dari aliran air dan suhu pada lokasi satu juga berbeda dengan lokasi 2 jadi mempengaruhi kelembaban dari tanah dan mempengaruhi kandungan air pada kentang karena keadaan lembab sering berkebalikan dengan keadaan air. Kadar dan ketersediaan air tanah sebenarnya pada setiap koefisien umum bervariasi terutama tergantung pada tekstur tanah, kadar bahan organik tanah, senyawa kimiawi dan kedalaman solum/lapisan tanah. Di samping itu, faktor iklim dan tanaman juga menentukan kadar dan ketersediaan air tanah. Faktor iklim juga berpengaruh meliputi curah hujan, temperatur dan kecepatan yang pada prinsipnya terkait dengan suplai air dan evapotranspirasi. Faktor tanaman yang berpengaruh meliputi bentuk dan kedalaman perakaran, toleransi terhadap kekeringan serta tingkat dan stadia pertumbuhan, yang pada prinsipnya terkait dengan kebutuhan air tanaman.<sup>19</sup>

### 3.2 Penentuan konsentrasi logam Cd, Cu, dan Pb dalam sampel

Penentuan konsentrasi logam Cd, Cu, dan Pb dalam sampel dilakukan dengan menggunakan kurva kalibrasi standar. Data dan analisis data terdapat pada Lampiran 1-10. Contoh perhitungan konsentrasi logam dalam sampel kentang dan tanah terdapat pada Lampiran 9.

Hasil penentuan kandungan logam Cd, Cu, dan Pb dalam kentang dan tanah tempat tumbuhnya dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Rata-rata hasil kandungan logam dalam kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2 beserta nilai ratio kentang dan tanah.**

Logam (ppm)	Lokasi 1 (Koto Baru)			Lokasi 2 (Balingka)		
	Sampel		Ratio	Sampel		Ratio
	mg/g Kentang	mg/g Tanah	mg/g kentang/ mg/g tanah	mg/g Kentang	mg/g Tanah	mg/g kentang/ mg/g tanah
Cd	0,0145	0,0316	0.459	0,0206	0,0360	0,572
	0,0198	0,0336	0.589	0,0268	0,0378	0,709
	0,0180	0,0320	0.562	0,0192	0,0313	0,612
	0,0108	0,0307	0.352	0,0206	0,0355	0,581
	0,0078	0,0264	0.542	0,0278	0,0385	0,727
Cu	0,0151	0,0278	0.543	0,0155	0,0777	0,199
	0,0120	0,0268	0.448	0,0281	0,0824	0,338
	0,0166	0,0299	0.994	0,0082	0,0687	0,119
	0,0133	0,0268	0.418	0,0111	0,0748	0,148
	0,0112	0,0268	0.110	0,0040	0,0486	0,082
Pb	0,0100	0.0902	0.110	0,0090	0.1229	0,073
	0,0074	0.0545	0.136	0,0137	0.1327	0,103
	0,0086	0.0683	0.126	0,0086	0.1208	0,071
	0,0097	0.0815	0.118	0,0077	0.0935	0,082
	0,0142	0.0923	0.154	0,0141	0.1499	0,094

Berdasarkan hasil penentuan konsentrasi dan ratio logam yang terdapat pada Table 3. terlihat kandungan logam Cd, Cu, dan Pb pada kentang dan tanah.

Hal ini disebabkan karena tanah merupakan kumpulan dari berbagai macam batuan mineral baik berasal dari alam maupun sebagai limbah dari kegiatan manusia. Tanah merupakan tempat tumbuh bagi tumbuhan dan merupakan sumber pengambilan zat-zat hara bagi kebutuhan tumbuhan, sehingga kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam dalam tanaman yang tumbuh di atasnya. Pemasukan air dan logam-logam dari tanah ke dalam tanaman kentang, disebabkan oleh penyerapan oleh bulu-bulu akar yang terdapat pada permukaan luar dari umbi kentang atau melalui stomata pada umbi sehingga mengakibatkan terserapnya logam. Besarnya kandungan logam

disebabkan karena interaksi langsung dengan tanah yang mengandung logam-logam. Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah, dan spesies tanaman.<sup>12</sup>

Ketersediaan unsur logam dan penyerapannya oleh tanaman ditentukan juga oleh konsentrasi total dan bentuk dari logam tersebut di dalam tanah selain faktor geokimia pada zona perakaran. Faktor genetik dan jenis tumbuhan juga menentukan penyerapan logam pada zona perakaran dan akar/tajuk pada tingkat yang bervariasi. Penyerapan juga ditentukan oleh tipe jaringan tanaman dan perlakuan yang diberikan pada tanah.<sup>20</sup>

Logam berat dalam tanah pada prinsipnya berada dalam bentuk bebas (mobil) maupun tidak bebas (immobil). Dalam keadaan bebas, logam berat dapat bersifat racun dan terserap oleh tanaman. Sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik, ataupun anorganik lainnya.<sup>12</sup>

Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan tanah, kandungan bahan organik dan kapasitas penukaran kation rendah. Pada keadaan ini logam berat Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan berupa ion yang bergerak bebas pada larutan tanah. Jika logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman.<sup>12</sup>

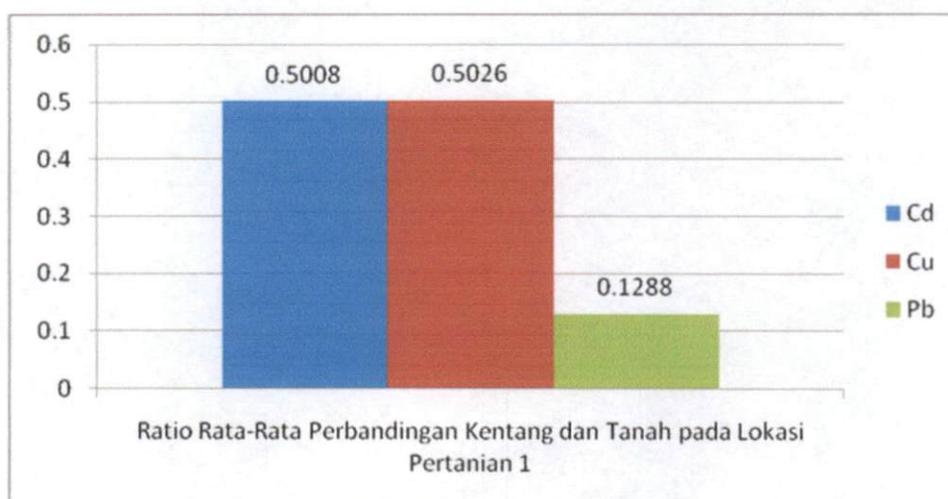
Timbal tidak akan larut ke dalam tanah jika tanah tidak terlalu masam. Pengapuran tanah mengurangi ketersediaan timbal dan penyerapan oleh tanaman. Timbal akan diendapkan sebagai hidroksida, fosfat dan karbonat.<sup>12</sup>

Logam berat memasuki lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang berlangsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan. Pemasok logam berat dalam tanah pertanian antara lain bahan agrokimia (pupuk dan pestisida), asap kendaraan bermotor, bahan induk pembentuk tanah itu sendiri, seperti Hg pada batuan sedimen pasir (0,29 ppm), Pb pada batuan granit (24 ppm).<sup>12</sup>

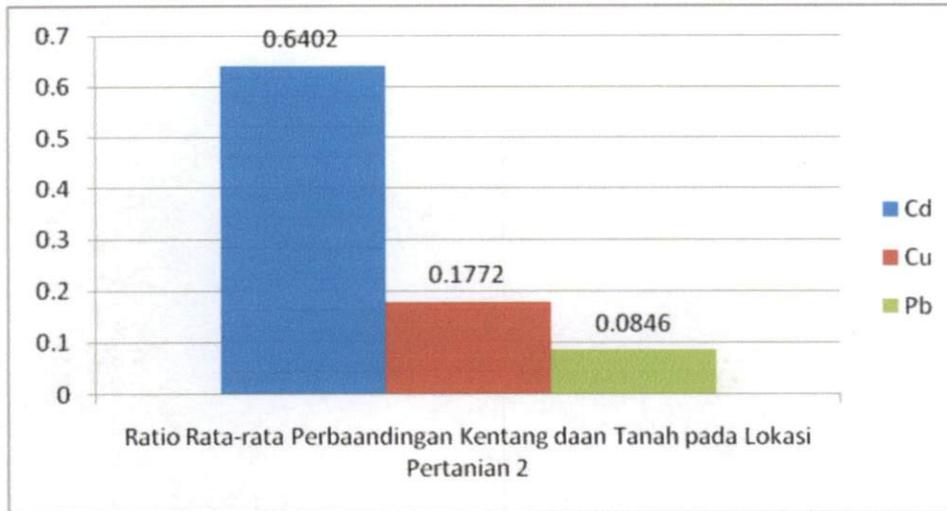
Logam Cu, walaupun tidak dalam jumlah yang besar dalam tanah, juga terdapat dalam tumbuhan. Hal ini disebabkan logam Cu juga merupakan unsur hara mikro bagi tumbuhan. Adapun kegunaan logam Cu terutama dalam pembentukan klorofil sedangkan pada manusia Cu dibutuhkan sebagai kompleks Cu-protein yang mempunyai fungsi tertentu dalam pembentukan haemoglobin, kolagen, pembuluh darah dan myelin otak. Disamping itu Cu juga terlibat dalam proses pembentukan energi untuk metabolisme serta dalam aktivitas tirosin. Logam Cu juga berakibat racun bagi manusia apabila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan.

Logam Cd dan Pb adalah logam berat yang bersifat racun dan tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam proses metabolisme. Walaupun demikian dalam penelitian ini juga ditemukan kandungan kedua logam tersebut dalam sampel dan kandungan Pb yang didapatkan dalam sampel ini disebabkan karena lahan pertanian terdapat di tepi jalan raya, sehingga polusi dari kendaraan bermotor dengan kandungan logam Pb dan Cd dapat memberikan polusi terhadap tanah dan daun tanaman, sehingga terserap oleh tanaman. Dapat kita lihat langsung pada gambar perbandingan rasio pada kentang dan tanah pada lokasi lahan pertanian 1 dan 2.

Analisa berdasarkan ratio kandungan logam pada kentang dan tanah berdasarkan hasil analisis kandungan logam Cd, Cu dan Pb didapatkan sebagai berikut :



Gambar 1. Ratio rata-rata kandungan logam pada kentang dan tanah pada lokasi pertanian 1



Gambar 2. Ratio rata-rata kandungan logam pada kentang dan tanah pada lokasi pertanian 2

Dari hasil percobaan ternyata ratio kandungan logam-logam berat pada kentang dan tanah pada lokasi lahan pertanian 1 relatif lebih tinggi dari lokasi lahan pertanian 2, walaupun kadar logam berat seperti Cd pada tanah lokasi 2 relatif lebih tinggi dari lokasi lahan pertanian 1. Dari pengamatan bahwa lokasi lahan pertanian 1 yang berada disekitar pemukiman dan jalan raya yang padat dengan aktivitas manusia dapat menjadi salah satu penyebab pencemaran terhadap tanah, namun kandungan logam berat total pada tanah pada lokasi lahan pertanian 2 relatif lebih tinggi dari lokasi lahan pertanian 1. Juga diamati bahwa kadar air pada kentang dan tanah pada lokasi lahan pertanian 1 relatif lebih rendah dari lokasi lahan pertanian 2 namun untuk menjelaskan mekanisme absorpsi logam-logam berat oleh kentang masih terlalu dini untuk dilakukan, karena beberapa parameter tanah yang lain yang terkait pada lokasi lahan pertanian 1 dan lokasi lahan pertanian 2 masih belum dipelajari..

Namun untuk kandungan ketiga logam yang didapatkan tidak melebihi ambang batas untuk kandungan logam berat dalam tanah dan tanaman secara alamiah.

Kadar logam berat didalam tanah secara alamiah sangat rendah.<sup>12</sup> Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Kandungan Logam Berat Dalam Tanah Secara Alamiah**

Logam	Kandungan (rata-rata) (ppm)
As	100
Co	8
Cu	20
Pb	10
Zn	50
Cd	0,06
Hg	0,03

Data lengkap nilai ambang batas unsur logam berat bagi tanaman ini dapat dilihat dalam Tabel 5.

**Tabel 5. Nilai Ambang Batas Unsur Logam Berat Bagi Tanaman**

Logam Berat	Konsentrasi (ppm)
Cr	1-2
Hg	2-5
Cd	5-10
Pb	10-20
Cu	15-20
Ni	20-30
Zn	150-200

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan untuk kandungan logam dalam kentang dan tanah dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata konsentrasi logam Cd, Cu dan Pb dalam kentang dan tanah pada lokasi 1 dan 2 untuk titik 1,2,3,4 dan 5, bahwa besarnya konsentrasi logam yang ada ditanah mempengaruhi besarnya kandungan logam berat yang ada di kentang.
2. Dari analisa berdasarkan ratio rata-rata kandungan logam pada kentang dan tanah bahwa daya serap kentang terhadap logam yang ada ditanah relatif lebih tinggi pada lokasi lahan pertanian 1 dibandingkan daya serap kentang terhadap logam yang ada ditanah pada lokasi lahan pertanian 2.
3. Konsentrasi untuk ketiga logam Cd, Cu, dan Pb tidak melebihi kandungan jumlah kandungan normal logam berat yang terdapat pada tanah.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan melakukan penelitian dengan pengambilan sampel pada lokasi yang masih dalam satu daerah dan hanya dibedakan yang satu berada dipemukiman dan yang berada dipinggir jalan raya sehingga didapatkan perbandingan yang lebih signifikan dan didapatkan informasi serta perbandingan dimana penanaman tanaman kentang yang lebih aman dan berkualitas baik kemudian dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan logam berat pada kentang beserta kulitnya famili *Solanum Tuberosum* lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Setiadi, S.F., Nurulhuda, *Kentang, Varietas, dan Pembudidayaan*, Penebar Swadaya, Jakarta, Maret 1993, 11 – 18)
2. Darmono. *Logam dalam Sistem Biologi*. UI Press.(1995), hal 1-20.
3. M. Yusuf, N., A. M. Lubis., Mamat, A. P., Gaffar, A., Ali, M., Go B. H., Nurhayati, H., *Kesuburan Tanah*, Penerbit Universitas Lampung, Lampung, 1988, hal 10-72, 241-245, 249-256, 272-282.
4. Dwidjoseputro, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia, Jakarta, 1985.
5. Sulaeman, Suparto, Eviati. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah (2005)
6. Jackson, M. L. *Soil Chemical Analysis*. Penerbit Agricultural Experiment Station, Madison, Wisconsin. Prentice-Hall of India Private Limited New Delhi, 1973.
7. Sudarmaji, J. Mukono, Corie. *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan*. Bagian Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2 No. 2 (2006).
8. Connel, Des. W dan Gregory J. Miller. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta : UI Press.(1995)
9. Palar. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta. 1994. hal. 133-139
10. S. E . Manahan. *Toxicological Chemistry and Biochemistry*. 3<sup>rd</sup> edition. United States of America: Lewis Publisher (2003).
11. T. Notohadiprawiro. *Logam Berat Dalam Pertanian*. Universitas Gadjah Mada (2006).
12. Charlena. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Pada Sayur- Sayuran*. 2004. hal. 1-4
13. Heryando, P., *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta, 1984, hal 26,61-93, 116-131.
14. Kaim, W., Brigittes, S., *Bioinorganic Chemistry : Inorganic Elements in The Chemistry of Live*, Jhon Willey & Sons, New York, 1994, pp 160.
15. J. Lagowski. *Macmillan Encyclopedia of Chemistry*. Vol 2. Macmillan References USA. New York (1997).

16. V. Azis. *Analisis Kandungan Sn, Zn dan Pb Dalam Susu Kental Manis Kemasan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Islam Indonesia (2007)
  
17. F. S. Cultery. *Sediment on Heavy Metal Uptake by Pilychaete Arenicola Marina*. University of Aberdeen (1997)
  
18. O. Mulyani. *Studi Perbandingan Cara Destruksi Basah Pada Beberapa Sampel Tanah Asal Aliran Sungai Citarum Dengan Metode Konvensional dan Bomb Teflon*. Master Theses. JBPTITBPP (2007)
  
19. Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja grafindo Persada, Jakarta. Hal: 60-72.
  
20. Knox AS, Seaman J, Andriano DC, Pierzynski G. 2000. *Chemostabilization of metals in contaminated soils*. Di dalam: Wise DL, Trantolo DJ, Cichon EJ, Inyang HI, Stottmeister U(ed). *Bioremediation of Cotaminated Soils*. New York: MarcekDekker Inc. hlm 811-836.
  
21. Jones Jr., J.B.1984. *Laboratory guide of exercises in conducting soil tests and plant analysis*. Benton Laboratories, INC, Athens.Georgia.
  
22. Titik, I., Wani, H. Hh., *Hubungan Tanah, Air dan Tumbuhan*. IKIP Semarang Press, 1995, hal 14-75, 25-37.
  
23. Ali, W. A., A. M Lubis, Nurhayati, H., M. Yusuf, N., *Kimia Tanah*. Penerbit Universitas Lampung, 1988, hal 10-17.
  
24. Perez, Angela L., and Kim A. Anderson., *Distribution and Fate Background and Bioavailable Metal in Oregon Agricultural soil, and Plants*, Oregon State University, 2007.
  
25. SNI 7387 : 2009. *Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Bahan Pangan*, hal 4-6.
  
26. Hidayati, Nuril, *Phytoremediation and Potency of Hyperaccumulator Plants*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2003.
  
27. Nurhayati, Luluk Ika. *Serapan Kadmium pada Tanah Inseptisol Brebes dengan Tanaman Indikator Bawang Merah*. IPB Bogor, 2003

## Lampiran 1

### Data pengukuran sampel dengan SSA- Nyala

Tabel 6. Kandungan Logam Cd pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2.

No.	Unsur  Cd	Lokasi Lahan Pertanian 1				Lokasi Lahan Pertanian 2			
		C (mg/L)	mg Cd/g Kentang	C (mg/L)	mg Cd/g Tanah	C (mg/L)	mg Cd/g Kentang	C (mg/L)	mg Cd/g Tanah
	blanko pelarut	kentang 0,018		Tanah 0.036		Kentang 0.018		Tanah 0.036	
1.	1a	0.2000	0.0130	2.3820	0.0320	0.3820	0.0202	2.2180	0.0359
	1b	0.2550	0.0160	2.3090	0.0311	0.4000	0.0211	2.2360	0.0362
		0.2280	0.0145	2.3455	0.0316	0.3910	0.0206	2.2270	0.0360
2.	2a	0.3270	0.0216	2.4910	0.0335	0.5090	0.0268	2.3450	0.0379
	2b	0.2730	0.0180	2.5090	0.0338	0.5090	0.0268	2.3270	0.0377
		0.3000	0.0198	2.5000	0.0336	0.5090	0.0268	2.3360	0.0378
3.	3a	0.2730	0.0180	2.3450	0.0315	0.3820	0.0202	1.9450	0.0315
	3b	0.2730	0.0180	2.4180	0.0325	0.3450	0.0182	1.9270	0.0312
		0.2730	0.0180	2.3815	0.0320	0.3635	0.0192	1.9360	0.0313
4.	4a	0.18200	0.0120	2.2910	0.0308	0.4000	0.0211	2.1820	0.0353
	4b	0.1450	0.0096	2.2730	0.0306	0.3820	0.0202	2.2000	0.0356
		0.16350	0.0108	2.2820	0.0307	0.3910	0.0206	2.1910	0.0355
5.	5a	0.1090	0.0072	1.9640	0.0264	0.5270	0.0278	2.3820	0.0385
	5b	0.1270	0.0084	1.9640	0.0264	0.5270	0.0278	2.3820	0.0385
		0.1180	0.0078	1.9640	0.0264	0.5270	0.0278	2.3820	0.0385

## Lampiran 2

### Data pengukuran sampel dengan SSA-Nyala

Tabel 7. Kandungan Logam Cu pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2.

No.	Unsur  Cu	Lokasi Lahan Pertanian 1				Lokasi Lahan Pertanian 2			
		C (mg/L)	mg Cu/g Kentang	C (mg/L)	mg Cu/g Tanah	C (mg/L)	mg Cu/g Kentang	C (mg/L)	mg Cu/g Tanah
	blanko pelarut	Kentang 0.067		Tanah 0.140		Kentang 0.067		Tanah 0.089	
1.	1a	0.2600	0.0172	2.0600	0.0277	0.3110	0.0160	4.8000	0.0777
	1b	0.2000	0.0130	2.0800	0.0279	0.2890	0.0150	4.8000	0.0777
		0.2300	0.0151	2.0700	0.0278	0.3000	0.0155	4.8000	0.0777
2.	2a	0.1800	0.0120	1.9600	0.0264	0.5560	0.0293	5.1110	0.0827
	2b	0.1800	0.0120	2.0200	0.0027	0.5110	0.0269	5.0670	0.0820
		0.1800	0.0120	1.9900	0.0268	0.5335	0.0281	5.0890	0.0824
3.	3a	0.2200	0.0146	2.2200	0.0299	0.1780	0.0094	4.2220	0.0683
	3b	0.2800	0.0185	2.2200	0.0299	0.1330	0.0070	4.2670	0.0691
		0.2500	0.0166	2.2200	0.0299	0.1555	0.0082	4.2445	0.0687
4.	4a	0.2200	0.0146	1.9800	0.0266	0.2000	0.0106	4.6440	0.0752
	4b	0.1800	0.0120	2.0000	0.0269	0.2220	0.0117	4.6000	0.0744
		0.2000	0.0133	1.9900	0.0268	0.2110	0.0111	4.6220	0.0748
5.	5a	0.1600	0.0105	2.0200	0.0272	0.0890	0.0046	3.0000	0.0486
	5b	0.1800	0.0119	1.9600	0.0264	0.0670	0.0035	3.0000	0.0486
		0.1700	0.0112	1.9900	0.0268	0.0780	0.0040	3.0000	0.0486

### Lampiran 3

#### Data pengukuran sampel dengan SSA-Nyala

Tabel 8. Kandungan Logam Pb pada kentang dan tanah pada lokasi 1 dan lokasi 2.

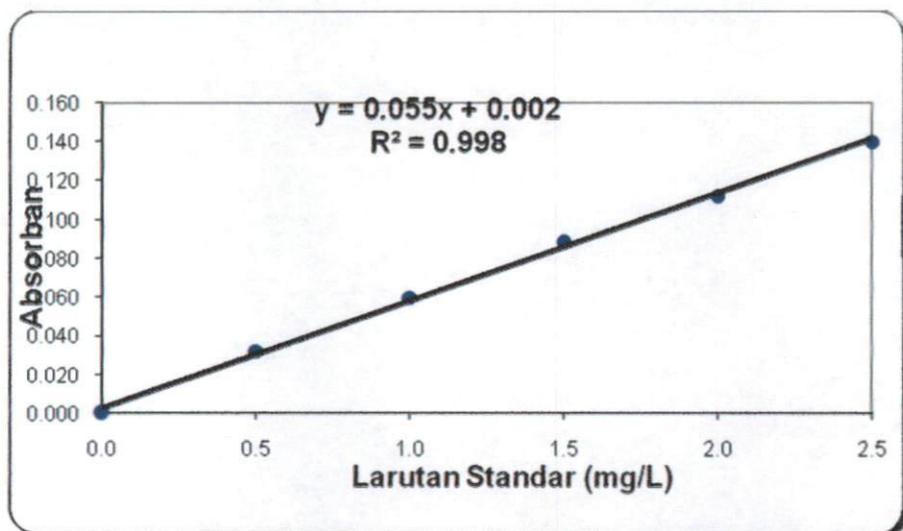
No.	Unsur  Pb	Lokasi Lahan Pertanian 1				Lokasi Lahan pertanian 2			
		C (mg/L)	mg Pb/g Kentang	C (mg/L)	mg Pb/g Tanah	C (mg/L)	mg Pb/g Kentang	C (mg/L)	mg Pb/g Tanah
	blanko pelarut	kentang 0.086		Tanah 0.069		Kentang 0.086		Tanah 0.069	
1.	1a	0.1550	0.0100	6.7070	0.0902	0.1720	0.0090	7.2930	0.1180
	1b	0.1550	0.0100	6.7070	0.0902	0.1720	0.0090	7.8970	0.1278
		0.1550	0.0100	6.7070	0.0902	0.1720	0.0090	7.5950	0.1229
2.	2a	0.1210	0.0080	4.0690	0.0547	0.2760	0.0146	8.1210	0.1314
	2b	0.1030	0.0068	4.0340	0.0543	0.2410	0.0127	8.2760	0.1339
		0.1120	0.0074	4.0515	0.0545	0.2585	0.0137	8.1985	0.1327
3.	3a	0.1210	0.0080	5.1210	0.0689	0.1720	0.0090	7.3790	0.1194
	3b	0.1380	0.0091	5.0340	0.0677	0.1550	0.0082	7.5520	0.1222
		0.1295	0.0086	5.0775	0.0683	0.1635	0.0086	7.4655	0.1208
4.	4a	0.1380	0.0091	6.1720	0.0830	0.1380	0.0072	6.1380	0.0993
	4b	0.1550	0.0102	5.9480	0.0800	0.1550	0.0082	5.4140	0.0876
		0.1465	0.0097	6.0600	0.0815	0.1465	0.0077	5.7760	0.0935
5.	5a	0.2070	0.0136	6.8450	0.0921	0.2590	0.0136	9.5170	0.1540
	5b	0.2240	0.0148	6.8790	0.0925	0.2760	0.0146	9.0170	0.1459
		0.2155	0.0142	6.8620	0.0923	0.2675	0.0141	9.2670	0.1499

**Lampiran 4**  
**PERSAMAAN REGRESI LOGAM Cd**

**Tabel 9. Persamaan regresi larutan standar Kadmium.**

No.	Larutan standar (mg/L)	Absorban
1.	0	0,000
2.	0,5	0,032
3.	1,0	0,060
4.	1,5	0,088
5.	2,0	0,112
6.	2,5	0,140
	$\Sigma x = 7,5$	$\Sigma y = 0,432$

Kurva kalibrasi standar cadmium



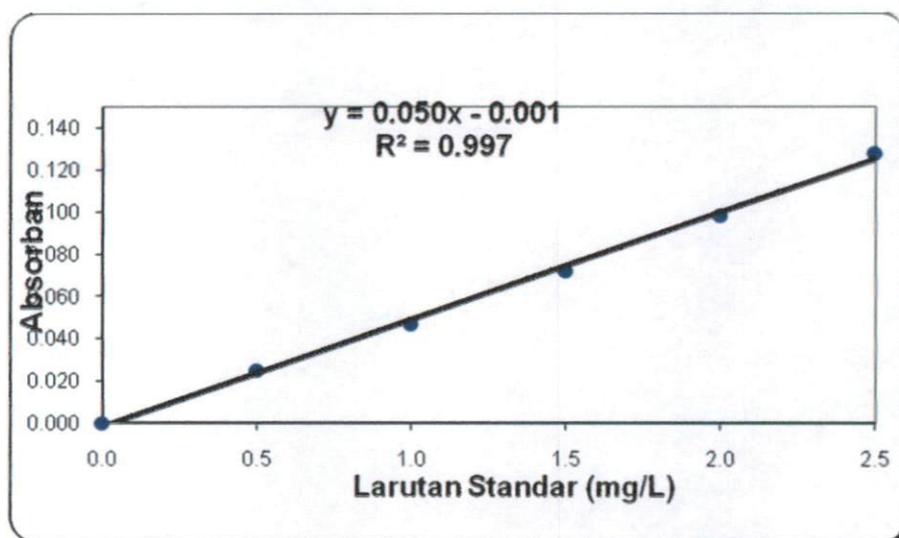
**Gambar 3. Kurva Regresi Standar Cd**

**Lampiran 5**  
**PERSAMAAN REGRESI LOGAM Cu**

**Tabel 10. Persamaan regresi larutan standar tembaga**

No.	Larutan standar (mg/L)	Absorban
1.	0	0,000
2.	0,5	0,025
3.	1,0	0,047
4.	1,5	0,072
5.	2,0	0,098
6.	2,5	0,128
	$\Sigma x = 7,5$	$\Sigma y = 0,472$

Kurva kalibrasi standar tembaga



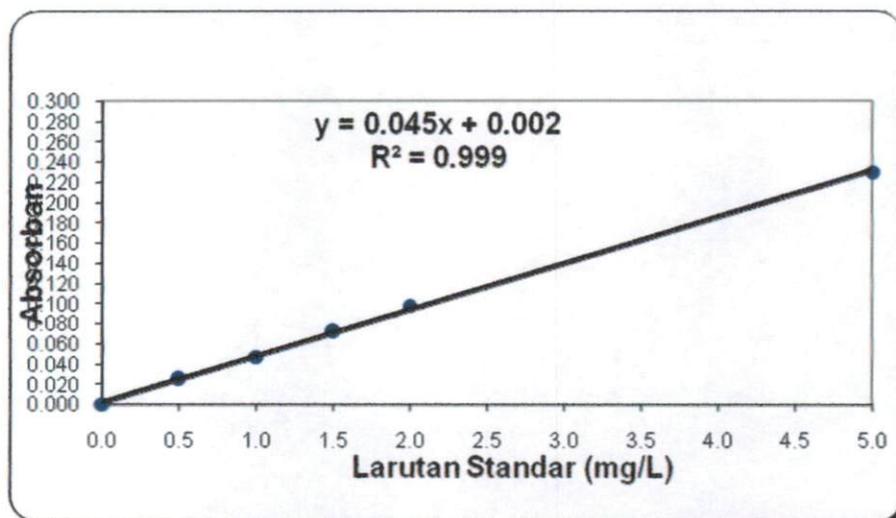
**Gambar 4. Kurva Regresi Standar Cu**

**Lampiran 6**  
**PERSAMAAN REGRESI LOGAM Cu**

**Tabel 11. Persamaan regresi larutan standar tembaga.**

No.	Larutan standar (mg/L)	Absorban
1.	0	0,000
2.	0,5	0,025
3.	1,0	0,047
4.	1,5	0,072
5.	2,0	0,098
6.	5,0	0,230
	$\Sigma x = 7,5$	$\Sigma y = 0,472$

Kurva kalibrasi standar tembaga



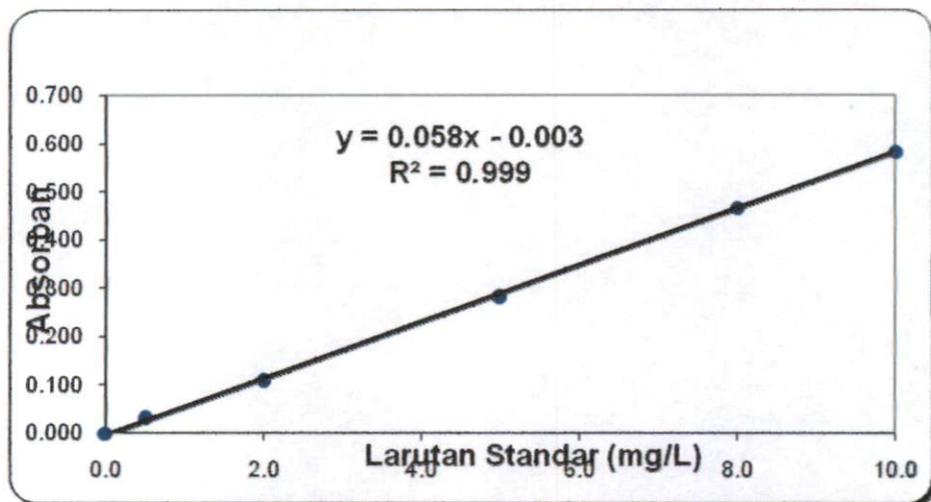
**Gambar 5. Kurva Regresi Standar Cu**

**Lampiran 7**  
**PERSAMAAN REGRESI LOGAM Pb**

**Tabel 12. Persamaan regresi larutan standar timbal.**

No.	Larutan standar (mg/L)	Absorban
1.	0	0,000
2.	0,5	0,030
3.	2,0	0,108
4.	5,0	0,280
5.	8,0	0,465
6.	10,0	0,583
	$\sum x = 25,5$	$\sum y = 1,466$

Kurva kalibrasi standar Timbal



**Gambar 6. Kurva Regresi Standar Pb**

## Lampiran 8

### Contoh Perhitungan kadar air pada kentang dan tanah.

#### a. Kadar air kentang pada lokasi 1

$$\text{Berat cawan penguap} = 79,0916 \text{ g}$$

$$\text{Berat kentang basah + cawan penguap} = 109,4755 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kentang basah} &= (\text{berat kentang basah} + \text{berat cawan penguap}) - \\ &\quad \text{berat cawan penguap} \\ &= 30,3839 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Berat kentang kering + cawan penguap} = 83,9390 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kentang kering} &= (\text{berat kentang kering} + \text{berat cawan penguap}) \\ &\quad - \text{berat cawan penguap} \\ &= 4,8474 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat kentang basah(gram)} - \text{berat kentang kering(gram)}}{\text{Berat kentang basah (gram)}} \times 100\%$$

$$\text{- Pada titik 1} = \frac{(30,3839 - 4,8474) \text{ g}}{30,3839 \text{ g}} \times 100 = 84,0458 \%$$

$$\text{- Pada titik 2} = 86,1029 \%$$

$$\text{- Pada titik 3} = 85,9158 \%$$

$$\text{- Pada titik 4} = 83,7086 \%$$

$$\text{- Pada titik 5} = 84,6100 \%$$

Berat kentang kering rata-rata untuk 1 lahan pertanian

$$\frac{(84,0458 + 86,1029 + 85,9158 + 83,7086 + 84,6100) \%}{5} = 84,8766\%$$

5

**b. Kadar air tanah pada lokasi 1**

$$\text{Berat cawan penguap} = 79,0916 \text{ g}$$

$$\text{Berat tanah basah + cawan penguap} = 119,9663 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah basah} &= (\text{berat tanah basah} + \text{berat penguap}) - \text{berat cawan} \\ &\text{penguap} \\ &= 40,8747 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Berat tanah kering + cawan penguap} = 109,0883 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah kering} &= (\text{berat tanah kering} + \text{berat cawan penguap}) - \\ &\text{berat cawan penguap} \\ &= 29,9967 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat tanah basah (gram)} - \text{berat tanah kering (gram)}}{\text{Berat tanah basah (gram)}} \times 100 \%$$

- Pada titik 1 =  $\left( \frac{40,8747 - 29,9967}{40,8747} \right) \text{ g} \times 100 = 26,6130 \%$

- Pada titik 2 = 25,3023 %

- Pada titik 3 = 25,0628 %

- Pada titik 4 = 25,0660 %

- Pada titik 5 = 26,2452 %

Berat tanah kering rata-rata untuk 1 lahan pertanian

$$\frac{(26,6130 + 25,3023 + 25,0628 + 25,0660 + 26,2452) \%}{5} = 25,6578 \%$$

5

**c. Kadar air kentang pada lokasi 2**

$$\text{Berat cawan penguap} = 79,0916 \text{ g}$$

$$\text{Berat kentang basah + cawan penguap} = 109,2335 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kentang basah} &= (\text{berat kentang basah} + \text{berat cawan penguap}) - \\ &\quad \text{berat cawan penguap} \\ &= 30,1419 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Berat kentang kering + cawan penguap} = 84,8186 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kentang kering} &= (\text{berat kentang kering} + \text{berat cawan penguap}) - \\ &\quad \text{berat cawan penguap} \\ &= 5,7270 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat kentang basah(gram)} - \text{berat kentang kering(gram)}}{\text{Berat kentang basah (gram)}} \times 100\%$$

- Pada titik 1 =  $\left( \frac{30,1419 - 5,7270}{30,1419} \right) \times 100 = 80,9900 \%$
- Pada titik 2 = 77,5277 %
- Pada titik 3 = 86,9293 %
- Pada titik 4 = 77,9564 %
- Pada titik 5 = 81,8612%

Berat kentang kering rata-rata untuk 1 lahan pertanian

$$\frac{(80,9900 + 77,5277 + 86,9293 + 77,9564 + 81,8612) \%}{5} = 81,0529\%$$

5

**d. Kadar air tanah pada lokasi 2**

$$\text{Berat cawan penguap} = 79,0916 \text{ g}$$

$$\text{Berat tanah basah + cawan penguap} = 119,8286 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah basah} &= (\text{berat tanah basah} + \text{berat penguap}) - \text{berat cawan} \\ &\quad \text{penguap} \\ &= 40,7370 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Berat tanah kering + cawan penguap} = 104,5337 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah kering} &= (\text{berat tanah kering} + \text{berat cawan penguap}) - \text{berat} \\ &\quad \text{cawan penguap} \\ &= 25,4421 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Berat tanah basah(gram)} - \text{berat tanah kering(gram)}}{\text{Berat tanah basah (gram)}} \times 100 \%$$

- Pada titik 1 =  $\left( \frac{40,7370 - 25,4421}{40,7370} \right) \text{ g} \times 100 = 37,5454\%$

- Pada titik 2 = 40,8331%

- Pada titik 3 = 39,0172%

- Pada titik 4 = 38,1076%

- Pada titik 5 = 35,5556%

Berat tanah kering rata-rata untuk 1 lahan pertanian

$$\frac{(37,5454 + 40,8331 + 39,0172 + 38,1076 + 35,5556) \%}{5} = 38,2118 \%$$

5

## Lampiran 9

### Contoh Perhitungan Konsentrasi Logam dalam Sampel Kentang dan Tanah dengan Menggunakan Kurva Kalibrasi Standar.

#### 1. Kandungan logam Cd pada lahan pertanian 1

a. Untuk perhitungan konsentrasi Cd dalam sampel kentang.

Absorban Cd dalam sampel dengan pengukuran Cd tertinggi pada titik 2a = 0,020 dan 2b = 0,017

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,055x + 0,002$$

$$\text{Titik 2a} = 0,020$$

$$0,020 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 0,327 \text{ mg/L}$$

Kadar air = 84,8766 %

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$84,8766 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8488 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8488) \text{ g}$$

$$= 0,1512 \text{ g}$$

Larutan Cd 10 mL = 0,01 L

Konsentrasi Cd dalam kentang :

$$= \frac{0,327 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,01 \text{ L Cd} = 0,00327 \text{ mg Cd}$$

$$1 \text{ L lar Cd}$$

$$= \frac{0,00327 \text{ mg Cd}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,02162 \text{ mg Cd/g kentang}$$

$$0,1512 \text{ g kentang}$$

$$\text{Titik 2b} = 0,017 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 0,273 \text{ mg/L}$$

Larutan Cd 10 mL = 0,01 L

Konsentrasi Cd dalam kentang :

$$= \frac{0,273 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,01 \text{ L Cd} = 0,00273 \text{ mg Cd}$$

1 L lar Cd

$$= \frac{0,00273 \text{ mg Cd}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,0180 \text{ mg Cd/g kentang}$$

0,1512 g kentang

b. Untuk perhitungan konsentrasi Cd dalam sampel tanah.

Absorban Cd dalam sampel dengan pengukuran Cd tertinggi pada titik 2a

$$= 0,139 \text{ dan } 2b = 0,140$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,055x + 0,002$$

$$\text{Titik 2a} = 0,139$$

$$0,139 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 2,491 \text{ mg/L}$$

Kadar air = 25,6578 %

1 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$25,6578 \% \times 10 \text{ gram} = 2,566 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 2,566) \text{ g}$$

$$= 7,434 \text{ g}$$

Larutan Cd 100 mL = 0.1 L

Konsentrasi Cd dalam 10 g tanah :

$$= \frac{2,491 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,2491 \text{ mg Cd}$$

1 L lar Cd

$$= \frac{0,2345 \text{ mg Cd}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,03350 \text{ mg Cd/g tanah}$$

7,434 g tanah

$$\text{Titik 2b} = 0,140$$

$$0,140 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 2,509 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cd } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cd dalam 10 g tanah :

$$= \frac{2,509 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,2509 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,2509 \text{ mg Cd}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,03375 \text{ mg Cd/g tanah}$$

### **Kandungan logam Cd pada lokasi pertanian 2**

a. Untuk perhitungan konsentrasi Cd dalam sampel kentang.

Absorban Cd dalam sampel dengan pengukuran Cd tertinggi pada titik 5a

$$= 0,031 \text{ dan } 5b = 0,031$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,055x + 0,002$$

$$\text{Titik 5a} = 0,031$$

$$0,031 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 0,527 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 81,0529 \%$$

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$81,0529 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8105 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8105) \text{ g}$$

$$= 0,1895 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cd } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cd dalam kentang :

$$= \frac{0,527 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,01 \text{ L Cd} = 0,00527 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00527 \text{ mg Cd}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0278 \text{ mg Cd/g kentang}$$

$$\text{Titik 5b} = 0,031$$

$$0,031 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 0,527 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cd } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cd dalam kentang :

$$= \frac{0,527 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,01 \text{ L Cd} = 0,00527 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00527 \text{ mg Cd}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0278 \text{ mg Cd/g kentang}$$

b. Untuk perhitungan konsentrasi Cd dalam sampel tanah.

Absorban Cd dalam sampel dengan pengukuran Cd tertinggi pada titik 5a

$$= 0,131 \text{ dan } 5b = 0,135$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,055x + 0,002$$

$$\text{Titik 5a} = 0,133$$

$$0,133 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 2,382 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 38,2118 \%$$

1 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$38,2118 \% \times 10 \text{ gram} = 3,821 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 3,821) \text{ g}$$

$$= 6,179 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cd } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cd dalam 10 g tanah :

$$= \frac{2,382 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,2382 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,2382 \text{ mg Cd}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,03854 \text{ mg Cd/g tanah}$$

$$\text{Titik 5b} = 0,133$$

$$0,133 = 0,055x + 0,002$$

$$X = 2,382 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cd } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cd dalam 10 g tanah :

$$= \frac{2,382 \text{ mg Cd}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,2382 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,2382 \text{ mg Cd}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,03854 \text{ mg Cd/g tanah}$$

## 2. Kandungan logam Cu pada lokasi pertanian 1

a. Untuk perhitungan konsentrasi Cu dalam sampel kentang.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Cu tertinggi pada titik 3a = 0,010 dan 3b = 0,013

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,050x - 0,001$$

$$\text{Titik 2a} = 0,010$$

$$0,010 = 0,050x - 0,001$$

$$X = 0,220 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 84,8766 \%$$

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$84,8766 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8488 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8488) \text{ g}$$

$$= 0,1512 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cu } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,220 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,01 \text{ L Cu} = 0,00220 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00220 \text{ mg Cu}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,01455 \text{ mg Cu/g kentang}$$

$$\text{Titik 3b} = 0,013$$

$$0,013 = 0,050x - 0,001$$

$$X = 0,280 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cu } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,280 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cd}} \times 0,01 \text{ L Cd} = 0,0028 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00280 \text{ mg Cu}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,0185 \text{ mg Cd/g kentang}$$

b. Untuk perhitungan konsentrasi Cu dalam sampel tanah.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Cu tertinggi pada titik 3a

$$= 0,110 \text{ dan } 3b = 0,110$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,050x - 0,001$$

$$\text{Titik 3a} = 0,110$$

$$0,110 = 0,050x - 0,001$$

$$X = 2,220 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 25,6578 \%$$

1 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$25,6578 \% \times 10 \text{ gram} = 2,566 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 2,566) \text{ g}$$

$$= 7,434 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cu } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam 10 g tanah :

$$= \frac{2,220 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,1 \text{ L Cu} = 0,2220 \text{ mg Cu}$$

$$= \frac{0,2220 \text{ mg Cu}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,02986 \text{ mg Cu/g tanah}$$

$$\text{Titik 3b} = 0,110$$

$$0,110 = 0,050x - 0,001$$

$$X = 2,220 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cu } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam tanah :

$$= \frac{2,220 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,1 \text{ L Cu} = 0,2220 \text{ mg Cu}$$

$$= \frac{0,2220 \text{ mg Cu}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,02986 \text{ mg Cu/g tanah}$$

### **Kandungan logam Cu pada lokasi pertanian 2**

a. Untuk perhitungan konsentrasi Cu dalam sampel kentang.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Cu tertinggi pada titik 2a = 0,027 dan 2b = 0,025

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,045x + 0,002$$

$$\text{Titik 2a} = 0,027$$

$$0,027 = 0,045x + 0,002$$

$$X = 0,556 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 81,0529 \%$$

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$81,0529 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8105 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8105) \text{ g}$$

$$= 0,1895 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cu } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,556 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,01 \text{ L Cu} = 0,00556 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00556 \text{ mg Cu}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0293 \text{ mg Cu/g kentang}$$

$$\text{Titik 2b} = 0,025 = 0,050x + 0,002$$

$$X = 0,511 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cu } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,511 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,01 \text{ L Cu} = 0,00511 \text{ mg Cd}$$

$$1 \text{ L lar Cu}$$

$$= \frac{0,00511 \text{ mg Cu}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0269 \text{ mg Cu/g kentang}$$

$$0,1895 \text{ g kentang}$$

b. Untuk perhitungan konsentrasi Cu dalam sampel tanah.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Cu tertinggi pada titik 2a

$$= 0,232 \text{ dan } 2b = 0,230$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,045x - 0,001$$

$$\text{Titik 2a} = 0,232$$

$$0,232 = 0,045x + 0,002$$

$$X = 5,111 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 38,2118 \%$$

1 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$38,2118 \% \times 10 \text{ gram} = 3,821 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 3,821) \text{ g}$$

$$= 6,179 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cu } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam 10 g tanah :

$$= \frac{5,111 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,5111 \text{ mg Cd}$$

$$1 \text{ L lar Cu}$$

$$= \frac{0,5111 \text{ mg Cu}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,08272 \text{ mg Cu/g tanah}$$

$$6,179 \text{ g tanah}$$

$$\text{Titik } 2b = 0,230$$

$$0,230 = 0,045x + 0,002$$

$$X = 5,067 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Cu } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam 10 g tanah :

$$= \frac{5,067 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,1 \text{ L Cd} = 0,5067 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,5067 \text{ mg Cu}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,08200 \text{ mg Cu/g tanah}$$

### 3. Kandungan logam Pb pada lokasi pertanian 1

a. Untuk perhitungan konsentrasi Pb dalam sampel kentang.

Absorban Pb dalam sampel dengan pengukuran Pb tertinggi pada titik 5a = 0,009 dan 5b = 0,010

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,058x - 0,003$$

$$\text{Titik } 5a = 0,009$$

$$0,009 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 0,207 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 84,8766 \%$$

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$84,8766 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8488 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8488) \text{ g}$$

$$= 0,1512 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Pb } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Pb dalam kentang :

$$= \frac{0,207 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,01 \text{ L Pb} = 0,00207 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00207 \text{ mg Pb}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,0136 \text{ mg Pb/g kentang}$$

$$\text{Titik } 5b = 0,010$$

$$0,010 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 0,224 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Pb } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Pb dalam kentang :

$$= \frac{0,224 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,01 \text{ L Pb} = 0,00224 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00224 \text{ mg Pb}}{0,1512 \text{ g kentang}} = 0,0148 \text{ mg Pb/g kentang}$$

b. Untuk perhitungan konsentrasi Pb dalam sampel tanah.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Pb tertinggi pada titik 5a

$$= 0,394 \text{ dan } 5b = 0,395$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,058x - 0,003$$

$$\text{Titik } 5a = 0,394$$

$$0,394 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 6,845 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 25,6578 \%$$

10 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$25,6578 \% \times 10 \text{ gram} = 2,566 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 2,566) \text{ g}$$

$$= 7,434 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Pb } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Pb dalam 10 g tanah :

$$= \frac{6,845 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,1 \text{ L Pb} = 0,6845 \text{ mg Pb}$$

$$= \frac{0,6845 \text{ mg Pb}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,09208 \text{ mg Pb/g tanah}$$

$$\text{Titik } 5b = 0,395$$

$$0,396 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 6,879 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Pb } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Pb dalam 10 g tanah :

$$= \frac{6,879 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,1 \text{ L Pb} = 0,6879 \text{ mg Pb}$$

$$= \frac{0,6879 \text{ mg Pb}}{7,434 \text{ g tanah}} = 0,09253 \text{ mg Pb/g tanah}$$

### **Kandungan logam Pb pada lokasi pertanian 2**

a. Untuk perhitungan konsentrasi Pb dalam sampel kentang.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Pb tertinggi pada titik 5a

$$= 0,012 \text{ dan } 5b = 0,013$$

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,058x - 0,003$$

$$\text{Titik } 5a = 0,012$$

$$0,012 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 0,259 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar air} = 81,0529 \%$$

1 gram kentang terdapat air sebanyak :

$$81,0529 \% \times 1 \text{ gram} = 0,8105 \text{ g}$$

Berat kering kentang :

$$= (1 - 0,8105) \text{ g}$$

$$= 0,1895 \text{ g}$$

$$\text{Larutan Cu } 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,259 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,01 \text{ L Cu} = 0,00259 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00259 \text{ mg Cu}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0136 \text{ mg Cu/g kentang}$$

$$\text{Titik 5b} = 0,013$$

$$0,013 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 0,276 \text{ mg/L}$$

Larutan Cu 10 mL = 0,01 L

Konsentrasi Cu dalam kentang :

$$= \frac{0,276 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L lar Cu}} \times 0,01 \text{ L Cu} = 0,00276 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,00276 \text{ mg Cu}}{0,1895 \text{ g kentang}} = 0,0146 \text{ mg Cu/g kentang}$$

b. Untuk perhitungan konsentrasi Pb dalam sampel tanah.

Absorban Cu dalam sampel dengan pengukuran Pb tertinggi pada titik 5a = 0,549 dan 5b = 0,520

Persamaan regresi dari kurva kalibrasi standar

$$Y = 0,058x - 0,003$$

$$\text{Titik 5a} = 0,549$$

$$0,549 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 9,517 \text{ mg/L}$$

Kadar air = 38,2118 %

10 gram tanah terdapat air sebanyak :

$$38,2118 \% \times 10 \text{ gram} = 3,821 \text{ g}$$

Berat kering tanah :

$$= (10 - 3,821) \text{ g}$$

$$= 6,179 \text{ g}$$

Larutan Pb 100 mL = 0,1 L

Konsentrasi Pb dalam 10 g tanah :

$$= \frac{9,517 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,1 \text{ L Pb} = 0,9517 \text{ mg Cd}$$

$$= \frac{0,9517 \text{ mg Pb}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,15402 \text{ mg Pb/g tanah}$$

$$\text{Titik } 5b = 0,520$$

$$0,520 = 0,058x - 0,003$$

$$X = 9,017 \text{ mg/L}$$

$$\text{Larutan Pb } 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

Konsentrasi Pb dalam 10 g tanah :

$$= \frac{9,017 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L lar Pb}} \times 0,1 \text{ L Pb} = 0,9017 \text{ mg Cd}$$

$$1 \text{ L lar Pb}$$

$$= \frac{0,9017 \text{ mg Pb}}{6,179 \text{ g tanah}} = 0,14592 \text{ mg Pb/g tanah}$$

$$6,179 \text{ g tanah}$$

### Lampiran 10

#### Contoh Perhitungan Ratio Kandungan logam Cd, Cu dan Pb dalam Sampel

##### Kentang dan Tanah lokasi sampel 1 dan 2.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}}$$

Untuk Logam Cd

$$\text{Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0145 \text{ mg/g kentang}}{0,0316 \text{ mg/g tanah}} = 0,459$$

$$1. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0198 \text{ mg/g kentang}}{0,0336 \text{ mg/g tanah}} = 0,589$$

$$2. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0180 \text{ mg/g kentang}}{0,0320 \text{ mg/g tanah}} = 0,562$$

$$4. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0108 \text{ mg/g kentang}}{0,0307 \text{ mg/g tanah}} = 0,352$$

$$5. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0078 \text{ mg/g kentang}}{0,0264 \text{ mg/g tanah}} = 0,542$$

$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,459 + 0,589 + 0,562 + 0,352 + 0,542}{5} = 0,5008$$

Untuk Logam Cu

$$1. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0151 \text{ mg/g kentang}}{0,0278 \text{ mg/g tanah}} = 0,543$$

$$2. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0120 \text{ mg/g kentang}}{0,0268 \text{ mg/g tanah}} = 0,448$$

$$3. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0166 \text{ mg/g kentang}}{0,0299 \text{ mg/g tanah}} = 0,994$$

$$4. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0133 \text{ mg/g kentang}}{0,0268 \text{ mg/g tanah}} = 0,418$$

$$5. \text{ Ratio} = \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0112 \text{ mg/g kentang}}{0,0268 \text{ mg/g tanah}} = 0,11$$

$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,543 + 0,448 + 0,994 + 0,418 + 0,11}{5} = 0,5026$$

Untuk Logam Pb

$$\begin{aligned} \text{Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0100 \text{ mg/g kentang}}{0,0902 \text{ mg/g tanah}} = 0,11 \\ 1. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0074 \text{ mg/g kentang}}{0,0545 \text{ mg/g tanah}} = 0,136 \\ 2. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0086 \text{ mg/g kentang}}{0,0683 \text{ mg/g tanah}} = 0,126 \\ 3. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0097 \text{ mg/g kentang}}{0,0815 \text{ mg/g tanah}} = 0,118 \\ 4. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0142 \text{ mg/g kentang}}{0,0923 \text{ mg/g tanah}} = 0,154 \end{aligned}$$

$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,110 + 0,136 + 0,126 + 0,118 + 0,154}{5} = 0,1288$$

5

Untuk Logam Cd

$$\begin{aligned} 1. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0206 \text{ mg/g kentang}}{0,0360 \text{ mg/g tanah}} = 0,572 \\ 2. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0268 \text{ mg/g kentang}}{0,0378 \text{ mg/g tanah}} = 0,709 \\ 3. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0192 \text{ mg/g kentang}}{0,0313 \text{ mg/g tanah}} = 0,612 \\ 4. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0206 \text{ mg/g kentang}}{0,0355 \text{ mg/g tanah}} = 0,581 \\ 5. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0278 \text{ mg/g kentang}}{0,0385 \text{ mg/g tanah}} = 0,727 \end{aligned}$$

$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,572 + 0,709 + 0,612 + 0,581 + 0,727}{5} = 0,640$$

5

Untuk Logam Cu

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0155 \text{ mg/g kentang}}{0,0777 \text{ mg/g tanah}} = 0,199 \\
 2. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0281 \text{ mg/g kentang}}{0,0824 \text{ mg/g tanah}} = 0,338 \\
 3. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0082 \text{ mg/g kentang}}{0,0687 \text{ mg/g tanah}} = 0,119 \\
 4. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0111 \text{ mg/g kentang}}{0,0748 \text{ mg/g tanah}} = 0,148 \\
 5. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0040 \text{ mg/g kentang}}{0,0486 \text{ mg/g tanah}} = 0,082
 \end{aligned}$$

$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,199 + 0,338 + 0,119 + 0,148 + 0,082}{5} = 0,177$$

5

Untuk Logam Pb

$$\begin{aligned}
 \text{Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0090 \text{ mg/g kentang}}{0,1229 \text{ mg/g tanah}} = 0,073 \\
 1. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0137 \text{ mg/g kentang}}{0,1327 \text{ g/g tanah}} = 0,103 \\
 2. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0086 \text{ mg/g kentang}}{0,1208 \text{ g/g tanah}} = 0,071 \\
 3. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0077 \text{ mg/g kentang}}{0,9348 \text{ g/g tanah}} = 0,082 \\
 4. \text{ Ratio} &= \frac{\text{mg/ g kentang}}{\text{mg/ g Tanah}} = \frac{0,0141 \text{ mg/g kentang}}{0,1499 \text{ g/g tanah}} = 0,094
 \end{aligned}$$

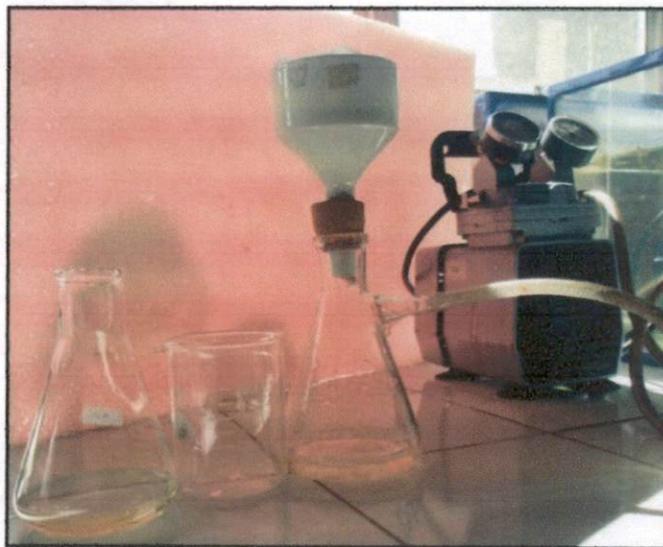
$$\text{Ratio rata-rata} = \frac{0,073 + 0,103 + 0,071 + 0,082 + 0,094}{5} = 0,0846$$

5

**Lampiran 11**  
**Gambar Proses Destruksi Kentang dan Ekstraksi Tanah**



**Gambar 7. Destruksi kentang**



**Gambar 8. Ekstraksi Tanah**

## Lampiran 12

### Gambar Hasil Destruksi Kentang dan Ekstraksi Tanah dan blanko pelarut



**Gambar 9. Hasil destruksi kentang,dan tanah lokasi sampel 1  
(A = blanko, B = ekstraksi tanah dan C = destruksi kentang)**



**Gambar 10. Hasil destruksi kentang dan ekstraksi tanah lokasi sampel 2  
(A = blanko, B = ekstraksi tanah dan C = destruksi kentang)**

**Lampiran 13**  
**Gambar AAS Reyleight WFX-320**



**Gambar 11. AAS Rayleight WFX-320**

**Lampiran 14**  
**Gambar Lokasi Lahan pertanian 1**



**Gambar 12. Lokasi Lahan Pertanian 1 (Koto Baru Padang Panjang)**