

**PENENTUAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd)
PADA DAUN KELADI TIKUS (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) DENGAN
MENGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI ZAT PENGOKSIDASI
SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
HIKMAH NUR YANI
NIM. 13630014



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENENTUAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd)
PADA DAUN KELADI TIKUS (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) DENGAN
MENGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI ZAT PENGOKSIDASI
SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
HIKMAH NUR YANI
NIM. 13630014

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

**PENENTUAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd)
PADA DAUN KELADI TIKUS (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) DENGAN
MENGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI ZAT PENGOKSIDASI
SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
HIKMAH NUR YANI
NIM. 13630014

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 28 Mei 2018

Pembimbing I

Diana Candra Dewi, M.Si
NIP. 19770720 200312 2 001

Pembimbing II

Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069



Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

Elak Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**PENENTUAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd)
PADA DAUN KELADI TIKUS (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) DENGAN
MENGUNAKAN VARIASI KOMPOSISI ZAT PENGOKSIDASI
SECARA SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:
HIKMAH NUR YANI
NIM. 13630014

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 28 Mei 2018

Penguji Utama : A. Ghanaim Fasya, M.Si (.....)
NIP. 19820616 200604 1 002

Ketua Penguji : Rif'atul Mahmudah, M.Si (.....)
NIDT. 19830125 20160801 2 068

Sekretaris Penguji : Diana Candra Dewi, M.Si (.....)
NIP. 19770720 200312 2 001

Anggota Penguji : Ahmad Hanapi, M.Sc (.....)
NIDT. 19851225 20160801 1 069



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hikmah Nur Yani
NIM : 13630014
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Daun Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) dengan Menggunakan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Mei 2018
Yang membuat pernyataan,



Hikmah Nur Yani
NIM. 13630014

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Bismillah.....

Karya tulis ini ku persembahkan kepada ibu - bapak tercinta dan adik ku yang ku banggakan. Terimakasih kupersembahkan untuk ibu - bapak yang telah memberikan motivasi, doa dan dorongan moril sehingga anakmu bisa menyelesaikan studinya. Terimakasih tak lupa saya ucapkan kepada bu Diana, bu Rif'ah, pak Hanapi dan pak Naim yang telah sabar membimbing saya menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih kepada keluarga besar kimia UIN Maliki Malang khususnya KIMIA A atas kerjasamanya selama ini, kenangan indah bersama kalian sangat berarti bagiku. Terimakasih kepada tim penelitian (Lina, Iza, Nia, Isa, Mustofa, Fikri, Ayu, Amel, Fitri, Fida, Riska) atas kerjasama dan bantuannya selama ini. Terimakasih kepada teman tinggal (Mbk Intan, Etika, Enoy) yang telah menemani hari-hariku baik senang maupun sedih. Terimakasih untuk teman kos Darussalam (Susan, Eka, Terry) untuk hari-hari yang ceria bersama kalian. Terimakasih kepada Mas Taufik yang telah membantu proses analisis. Serta terimakasih kepada teman-teman kimia angkatan 2013 yang telah berjuang bersama baik suka maupun duka. Semoga kita semua bisa sukses dunia akhirat. Aaaaamiiiiin.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada seluruh hamba-Nya, yang mana hanya dengan rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “ *Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Daun Keladi Tikus (Typhonium flagelliforme Lodd.) dengan Menggunakan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)*” ini dengan semaksimal mungkin, meskipun masih jauh dari kesempurnaan.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi junjungan, Nabi Muhammad SAW yang karena ajaran Beliau kita dapat menuju jalan yang lurus, jalan yang diridhoi. Semoga Allah melimpahkan kepada Beliau, rahmat yang sesuai dengan keutamaan sebagai pahala atas amal perbuatan Beliau, serta kepada semua keluarga, sahabat, para pengikut dan juga pe cintanya yang senantiasa meneruskan perjuangan sampai saat ini hingga akhir zaman.

Penyusunan penelitian ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kewajiban jenjang S1 dalam tugas akhir berupa skripsi. Semoga kedepannya dapat terlaksana dengan sebaik-baiknya serta dapat memberikan hasil yang maksimal sehingga dapat memberikan manfaat kepada para pembaca. Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, karena itu tanpa keterlibatan dan saran dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian ini. Oleh karena itu, dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku dosen konsultan yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan nasehat kepada penulis selama menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Ahmad Hanapi, M. Sc selaku dosen pembimbing agama yang telah mengarahkan dan memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

6. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Ibu, bapak serta saudara-saudara tercinta. Terimakasih atas segala doa dan cinta kasih yang tiada henti diberikan kepada penulis serta senantiasa memberikan motivasi yang luar biasa sehingga mampu memberikan pencerahan dan penguatan kepada penulis.
8. Seluruh Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, wacana dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
9. Teman-teman Kimia A'13. Terima kasih atas kekeluargaan, semangat dan keceriaannya.
10. Moh Taufiq M.Si selaku laboran Kimia Analitik Uin Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dalam instrumentasi hasil analisis.
11. Semua rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas segala bantuan dan motivasinya kepada penulis.

Dengan menyadari atas terbatasnya ilmu yang penulis miliki, laporan hasil penelitian ini tentu jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis dengan senang hati mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan laporan selanjutnya. Terlepas dari segala kekurangan, semoga laporan ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
ملخص البحث	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Masalah	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Obat Tradisional	10
2.2 Keladi Tikus (<i>Typhonium flagelliforme</i> Lodd)	11
2.3 Logam Timbal (Pb) dan Toksisitasnya	13
2.4 Logam Kadmium (Cd) dan Toksisitasnya	16
2.5 Sumber Pencemaran Logam Pb dan Cd	19
2.6 Destruksi Basah Tertutup (<i>Refluks</i>)	22
2.7 Analisis Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Tanaman Obat	24
2.8 Prinsip Analisis Logam Berat Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	26
2.9 Instrumentasi Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	29
2.10 Gangguan-gangguan pada Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	31
2.11 Uji <i>One Way Anova</i>	33
2.12 Pemanfaatan Tanaman Sebagai Obat dalam Perspektif Islam	34
BAB III METODELOGI PENELITIAN	37
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.2 Alat dan Bahan	37

3.2.1 Alat.....	37
3.2.2 Bahan	37
3.3 Rancangan Penelitian	37
3.4 Tahapan Penelitian	38
3.5 Cara Kerja.....	39
3.5.1 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	39
3.5.2 Pembuatan Kurva Standar Kadmium	39
3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Timbal	39
3.5.4 Penentuan Zat Pengoksidasi Terbaik pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel.....	40
3.5.5 Preparasi Sampel	41
3.5.6 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel Keladi Tikus.....	41
3.5.7 Analisis Data.....	42
BAB IV PEMBAHASAN	44
4.1 Preparasi Sampel	44
4.2 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)	45
4.3 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb).....	47
4.4 Penentuan Zat Pengoksidasi Terbaik pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel.....	49
4.5 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel Daun Keladi Tikus.....	56
4.6 Tanaman Obat yang Halal dan Baik dalam Perspektif Islam.....	61
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Keladi Tikus dan Serbuk Keladi Tikus	12
Gambar 2.2	Skema Metabolisme Pb dalam Tubuh Manusia	14
Gambar 2.3	Tahapan Umum Atomisasi pada SSA	28
Gambar 2.4	Skema Umum Komponen pada Alat SSA	29
Gambar 4.1	Grafik Kurva Standar Logam Kadmium (Cd)	48
Gambar 4.2	Grafik Kurva Standar Logam Timbal (Pb)	48
Gambar 4.3	Diagram Perbandingan Rata-rata Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Serbuk Daun Keladi Tikus Berdasarkan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi.....	52
Gambar 4.4	Diagram Perbandingan Kadar Logam Pb dan Cd dalam Sampel Keladi Tikus	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Empat Kategori Timbal (Pb) dalam Darah Orang Dewasa	15
Tabel 2.2	Kisaran Umum Konsentrasi Logam Berat pada Pupuk, Pupuk Kandang, Kapur dan Kompos	20
Tabel 2.3	Parameter yang Harus Diperhatikan dalam Analisa Logam Berat...	33
Tabel 3.1	Volume Perbandingan Pengoksidasi untuk Sampel	40
Tabel 3.2	Hasil Analisis Ulangan Kadar Logam Cd	42
Tabel 3.3	Hasil Analisis Ulangan Kadar Logam Pb	42
Tabel 3.4	Rancangan Analisis Data Logam Cd dan Pb	43
Tabel 4.1	Hasil Uji <i>One Way Anova</i> Pengaruh Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Terhadap Kadar Logam Pb dalam Serbuk Daun Keladi Tikus	55
Tabel 4.2	Hasil Uji <i>One Way Anova</i> Pengaruh Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Terhadap Kadar Logam Cd dalam Serbuk Daun Keladi Tikus	55
Tabel 4.3	Hasil Uji <i>One Way Anova</i> Pengaruh Variasi Sediaan Sampel Terhadap Kadar Logam Pb	60
Tabel 4.4	Hasil Uji <i>One Way Anova</i> Pengaruh Variasi Sediaan Sampel Terhadap Kadar Logam Cd	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	73
Lampiran 2. Diagram Alir	74
Lampiran 3. Perhitungan	78
Lampiran 4. Dokumentasi	96
Lampiran 5. Uji BNT	99



ABSTRAK

Yani, Hikmah Nur. 2018. **Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Daun Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) dengan Menggunakan Variasi Komposisi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Diana Candra Dewi, M.Si ; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci : Daun Keladi Tikus, Timbal, Kadmium, Destruksi Refluks, Zat Pengoksidasi, Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Keladi tikus merupakan salah satu obat tradisional yang sering digunakan oleh masyarakat. Keberadaannya tidak terlepas dari kontaminasi logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui zat pengoksidasi terbaik untuk penentuan logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel serbuk daun keladi tikus menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan mengetahui berapa kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada masing-masing perlakuan sampel daun keladi tikus.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experimental laboratory*, yang meliputi: pembuatan kurva standar timbal (Pb) dan kadmium (Cd), penentuan zat pengoksidasi terbaik dengan variasi zat pengoksidasi HNO_3 p.a + HCl p.a (1:1), HNO_3 p.a + HCl p.a (3:1) dan HNO_3 p.a + HCl p.a (6:1) sebanyak 15 mL dengan 1 gram sampel menggunakan destruksi refluks. Selanjutnya zat pengoksidasi terbaik digunakan untuk menentukan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada masing-masing perlakuan sampel menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Hasil analisis dengan *one way* ANOVA menunjukkan bahwa zat pengoksidasi terbaik untuk logam Pb adalah HNO_3 p.a + HCl p.a (1:1) dan HNO_3 p.a + HCl p.a (3:1) untuk logam Cd dengan taraf signifikan 0.01. Diperoleh masing-masing F hitung (17,62) > F tabel (10,92) dan F hitung (11,40) > F tabel (10,92) yang artinya terdapat pengaruh signifikan antara variasi zat pengoksidasi dengan kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Kadar logam timbal (Pb) pada sampel serbuk, seduhan dan maserasi secara berturut-turut 7,572; 1,245 dan 1,494 mg/Kg. Sedangkan kadar logam kadmium (Cd) sebesar 0,703; 0,241 dan 0,398 mg/Kg.

ABSTRACT

Yani, Hikmah Nur. 2018. **Determination of the Levels of Metal Lead (Pb) and Cadmium (Cd) in the Leave *Typhonium flagelliforme* Lodd. by Using the Variation Composition of the Oxidizing Agents in Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).** Thesis. Chemistry Department of Science and Technology Faculty of Maulana Malik Ibrahim Malang State Islamic University of Malang. Adviser I: Diana Candra Dewi, M.Si ; Adviser II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci : Leave of *Typhonium flagelliforme* Lodd., Lead, Cadmium, Reflux Destruction, Oxidizing Agent, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Rodent tuber is one frequently used traditional medicine by the community. The existence can not be separated from heavy metal contamination. This research aims to know the best oxidizing agents for determination of heavy metal lead (Pb) and cadmium (Cd) in sample leave rodent tuber using atomic absorption spectroscopy (AAS) and know how many levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in sample rodent tuber.

This research is experimental laboratory, that includes: manufacture of standard curve, determination of variation oxidizing agents $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ p.a (1:1), $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ p.a (3:1) and $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ p.a (6:1) as many as 15 mL with 1 gram sample using destruction of reflux. Determination levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in each treatment samples measured use atomic absorption spectroscopy (AAS).

The result of analysis with one way ANOVA show that the best oxidizing agent is $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ p.a (1:1) for lead and $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ p.a (3:1) for cadmium with significant level 0.01. So retrieved each F count (17,62) > F table (10,92) and F count (11,40) > F table (10,92) mean that, there is a significant influence between variation of oxidizing agent with concentration of lead (Pb) and cadmium (Cd). Concentration of Pb on powder, steeping and maceration are 7,572; 1,245 and 1,494 mg/Kg. While the concentration of Cd are 0,703; 0,241 and 0,398 mg/Kg.

ملخص البحث

ياني، حكمه نور. ٢٠١٨ . تعيين مقياس الفلز الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) في أوراق الفطر (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) باستعانة تشكيلات المحتويات للمادة المصدّئة عبر الطيفية الامتصاصية الذرية (SSA) . بحث جامعي. قسم الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة الأول: ديانا جاندر دوي، الماجستير؛ المشرف الثاني : احمد حنفي، المحستير

الكلمات الرئيسية: أوراق الفطر، الرصاص، الكاديوم، التخريب الإذائي أو الإراقي، المادة المصدّئة، الطيفية الامتصاصية الذرية (SSA).

أوراق الفطر هو واحد من الطب التقليدي الذي غالبا ما يستخدم من المجتمع. ولا يمكن فصلها عن تلوث المعادن الثقيلة. وإن هذا البحث الجامعي يُهدف لمعرفة المادة المصدّئة النخبة لتعيين الذرة والرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) في أوراق الفطر مستخدما الطيفية الامتصاصية الذرية (SSA) ولمعرفة كمية مقياس والرصاص (Pb) و الكاديوم (Cd) على كل أخذ العينات العلاج من أوراق الفطر.

كان نوع هذا البحث الذي أقامه الباحثة هو المعملي التجريبي الذي يحتوي على : تكوين المنحنى المعياري من الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd)، وتحديد العوامل المؤكسدة أفضل مع مجموعة متنوعة من حمض الهيدروكلوريك-حمض النيتريك (١:١)، (١:٣)، و (١:٦) قدر ١٥ ميليلترا مع كرامواحد من النموذج مستخدما التخريب الإذائي. وعلاوة على ذلك، من الأفضل استخدام عامل مؤكسد لتحديد قدر الفلز والرصاص (Pb) والكاديوم (Cd) في كل أخذ العينات العلاج باستخدام الطيفية الامتصاصية الذرية (SSA).

وتنتائج التحليل بشكل النحو الموحد (Anova) تدل أن المادة المصدّئة النخبة للفلز Pb هي حمض الهيدروكلوريك-حمض النيتريك (١:١) و للفلز Cd حمض الهيدروكلوريك-حمض النيتريك (١:٣) بالمستوى الملحوظ ٠،٠٠١، حتى يُحصّل من كل F الحسائي (١٧،٦٢) < F الجدولي (١٠،٩٢) و F الحسائي (١١،٤٠) < F الجدولي (١٠،٩٢) بمعنى أن فيها التأثير الملحوظ بين تشكيلات المادة المصدّئة مع مقياس والرصاص (Pb) والكاديوم (Cd). ثم معيار الفلز والرصاص (Pb) في النموذج مسحوق، و النموذج التنقيعي، و النموذج الإرخائي ٧،٥٧٢ ، ١،٢٤٥ و ١،٤٩٤ مغ/كغ. في حين أن محتوى معدن الكاديوم (Cd) من ٠،٧٠٣ و ٠،٢٤١، و ٠،٣٩٨ مغ/كغ.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan kekayaan alam yang melimpah yaitu sekitar 291.850 spesies flora dari sebanyak 1.101.700 jumlah spesies flora dan fauna di dunia. Kelimpahan alam yang begitu melimpah banyak digunakan untuk sumber makanan, bahan industri, bahkan dimanfaatkan sebagai sumber obat-obatan (Masyithah, 2012). Menurut Nasution (1992) diperkirakan terdapat 100 sampai 150 famili tumbuh-tumbuhan. Sebagian besar jenis tumbuh-tumbuhan yang ada di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai tanaman industri, tanaman buah-buahan, tanaman rempah-rempah dan tanaman obat-obatan.

Obat-obatan herbal merupakan salah satu warisan budaya bangsa yang keberadaannya perlu dikembangkan dan dilestarikan. Proses pengembangan dan pelestarian warisan budaya bangsa berguna untuk meningkatkan perekonomian masyarakat dan juga menunjang pembangunan kesehatan. Indonesia merupakan negara dengan tingkat produksi dan penggunaan obat herbal yang terus meningkat. Sembiring dan Sismudjito (2015) menunjukkan bahwa sebanyak 49,5% atau setengah dari penduduk Indonesia masih menggunakan obat herbal, 4,5% diantaranya mengkonsumsi setiap hari dan sisanya mengkonsumsi sekali-sekali. Hal ini mendorong pertumbuhan usaha di bidang obat herbal, seperti usaha industri obat herbal, usaha budidaya obat herbal, dan juga usaha penyeduhan obat tradisional atau jamu.

Allah berfirman dalam Al-Quran Surat as Sajdah ayat 27 yaitu:

أَوَلَمْ يَرَوْا أَنَّا نَسُوقُ الْمَاءَ إِلَى الْأَرْضِ الْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَامُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ أَفَلَا يُبْصِرُونَ

﴿٢٧﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan, bahwasanya Kami menghalau (awan yang mengandung) air ke bumi yang tandus, lalu Kami tumbuhkan dengan air hujan itu tanaman yang daripadanya makan hewan ternak mereka dan mereka sendiri. Maka apakah mereka tidak memperhatikan? (27)”.

Surah as Sajdah ayat 27 menjelaskan bahwa Allah menciptakan berbagai macam tanaman yang bermanfaat baik untuk manusia maupun hewan. Salah satu tanaman yang bermanfaat bagi manusia adalah tanaman yang dapat dijadikan sebagai obat herbal. Obat herbal banyak dipilih karena efek sampingnya lebih sedikit jika dibandingkan dengan obat sintesis. Salah satu penyakit yang menggunakan obat herbal sebagai obat alternatif adalah penyakit kanker.

Penyakit kanker masih menjadi masalah kesehatan dunia baik di negara berkembang maupun negara maju. Penyakit kanker merupakan penyakit yang sangat berbahaya karena selama ini masih belum ditemukan obat khusus yang dapat menyembuhkan penyakit tersebut. Banyak cara dilakukan untuk menyembuhkan penyakit tersebut seperti menggunakan obat-obatan kimia dan kemoterapi. Metode pengobatan modern seperti obat-obatan kimia dan kemoterapi cenderung lebih banyak menimbulkan efek samping sehingga dipilih obat herbal sebagai obat untuk antikanker karena lebih terjangkau dan tidak banyak menimbulkan efek samping bagi penggunaanya (Sukiman dan Nuriyanah, 2016). Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, diperkirakan sebanyak 347.792 orang Indonesia atau sekitar 1,4% menderita penyakit kanker.

Oleh karena itu, diperlukan penemuan obat baru dari tanaman sebagai alternatif pengobatan yang efektif dan aman. Salah satu tanaman yang dipercaya mempunyai aktivitas antikanker adalah keladi tikus.

Keladi tikus dengan nama ilmiah *Typhonium flagelliforme* Lodd merupakan tanaman obat yang bermanfaat sebagai antikanker (Syahid, 2007). Hasil penelitian Mohan, *et al.* (2008) dan Daris (2008), menunjukkan bahwa ekstrak daun tanaman keladi tikus memperlihatkan adanya kandungan senyawa aktif fenol. Senyawa fenol merupakan golongan dari polifenol yang berfungsi sebagai antikanker. Selain itu senyawa-senyawa golongan terpenoid dan flavonoid juga mempunyai aktivitas sebagai antikanker (Culter, *et al.*, 2000). Salah satu bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat herbal adalah bagian daun. Penelitian efek ekstrak etanol daun keladi tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd) menunjukkan bahwa tanaman tersebut dapat menghambat sel kanker lidah manusia dengan konsentrasi yang paling berpotensi yaitu 125 µg/mL (Zakiyana, *et al.*, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Harhari, *et al.* (2011) menunjukkan bahwa hasil ekstrak etanol daun keladi tikus mempunyai pengaruh dalam menghambat sel kanker lidah manusia dengan potensi hambatan tertinggi pada konsentrasi 125 µg/mL.

Penggunaan tanaman keladi tikus sebagai bahan obat tradisional antikanker tidak terlepas dari parameter cemaran logam berat seperti Pb dan Cd. Pencemaran logam berat Pb dan Cd dapat bersumber dari proses penanamannya yaitu berasal dari pupuk dan air yang digunakan serta cara penanamannya. Pemasok logam berat Pb dan Cd dalam tanah pertanian antara lain bahan agrokimia yaitu pupuk dan pestisida, asap kendaraan bermotor, bahan bakar

minyak, pupuk organik, buangan limbah rumah tangga, industri, serta pertambangan. Kisaran umum konsentrasi logam Pb pada pupuk fosfat (7-225 mg/Kg), pupuk nitrat (2-27 mg/Kg), pupuk kandang (1,1-27 mg/Kg), kapur (20-1250 mg/Kg), dan kompos (1,3-2240 mg/Kg). Sedangkan untuk logam Cd secara berturut-turut 0,1-170 mg/Kg, 0,05-8,5 mg/Kg, 0,1-0,8 mg/Kg, 0,04-0,1 mg/Kg, dan 0,01-100 mg/Kg (Alloway, 1990). Tanah dan air yang digunakan dalam proses penanaman juga mempunyai potensi sebagai sumber pencemaran logam berat. Udara juga tidak lepas dari sumber pencemaran logam berat pada tanaman. Proses pencemaran logam berat dimulai dari tanah kemudian mencemari tanaman yang dikonsumsi oleh manusia dan masuk ke dalam tubuh. (Darmono, 1995). Salah satu syarat penggunaan tanaman sebagai obat adalah tidak ada kontaminasi zat yang berbahaya seperti cemaran logam berat.

Logam Pb terakumulasi dalam jaringan tanaman melalui dua cara yaitu penyerapan melalui akar dan daun. Timbal yang diserap oleh akar akan mengalami pengikatan dan pengendapan. Sedangkan penyerapan Pb melalui daun terjadi karena partikel Pb di udara yang jatuh dan mengendap pada permukaan daun. Hal tersebut terjadi karena ukuran stomata yang lebih besar dari ukuran partikel Pb. Tingkat akumulasi timbal dalam tanaman akan meningkat dengan meningkatnya kepadatan arus lalu lintas kendaraan bermotor dan akan menurun dengan bertambahnya jarak dari tepi jalan raya (Dahlan, 1989). Akumulasi logam Cd dapat disebabkan oleh asap kendaraan bermotor dan pupuk fosfat yang terakumulasi di tanah. Akumulasi dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan kandungan Cd dalam tanah. Menurut Ratnaningsih (2004), jika logam berat terakumulasi di dalam tubuh maka dapat membahayakan kesehatan

manusia karena dapat menyebabkan toksisitas kronis bila dikonsumsi secara terus menerus. Toksisitas kronis logam Cd meliputi kerapuhan tulang yang ditandai dengan timbulnya rasa sakit bahkan menyulitkan penderita untuk berjalan. Sedangkan untuk logam Pb menyebabkan penderitanya mengalami anemia dan kerusakan saluran ginjal (Palar, 1994; Kartikasari, 2016).

Analisis tentang logam berat pada tanaman keladi telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Kumar, *et al.* (2007) melakukan analisis logam timbal dan kadmium pada sampel keladi yang diperoleh dari pasar sayur di kota Anand, Gujarat, India. Hasil yang diperoleh yaitu untuk kadar logam timbal sebesar 160 mg/Kg sedangkan kadar logam kadmium sebesar 9 mg/Kg. Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Etale (2011) di Afrika Selatan tentang kandungan logam berat Pb dan Cd pada keladi dan diperoleh hasil konsentrasi logam Pb dalam keladi sebesar 1,02 mg/Kg sedangkan untuk konsentrasi logam Cd diperoleh hasil sebesar 0,56 mg/Kg. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh L. Divya, *et al.* (2015) yaitu menganalisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada sampel keladi di India dan dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Sampel keladi yang diambil dari Tripunithura menunjukkan kadar logam Pb sebesar 14,4 mg/Kg dan logam Cd sebesar 1,8 mg/Kg. Menurut peraturan Direktorat jenderal pengawasan obat dan makanan No.12 tahun 2014 tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional, batas maksimum dari cemaran logam dalam obat tradisional untuk logam Pb ≤ 10 mg/Kg dan logam Cd $\leq 0,3$ mg/Kg (BPOM, 2014).

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) merupakan suatu metode analisis unsur secara kuantitatif dimana pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Keuntungan menggunakan instrumen ini yaitu

analisisnya sangat pekat, teliti dan cepat, pengerjaannya relatif sederhana dan tidak perlu dilakukan pemisahan unsur logam dalam pelaksanaannya (Khopkar, 1990). Analisis logam Pb dan Cd menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) juga perlu dilakukan preparasi sampel dengan cara destruksi. Destruksi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan matriks di dalam sampel. Ada 2 macam metode destruksi yaitu destruksi basah dan kering (Muchtadi, 2009).

Destruksi basah merupakan proses perombakan logam organik menggunakan asam kuat baik tunggal maupun campuran, kemudian dioksidasi menggunakan zat oksidator sehingga dihasilkan logam anorganik bebas (Raimon, 1993). Muchtadi (2009) menyatakan bahwa destruksi basah tertutup menggunakan *refluks* dilengkapi dengan kondensor dan sistem yang tertutup sehingga uap yang dihasilkan tidak keluar dari sistem. Keunggulan proses ini yaitu destruksinya tinggi, tidak ada unsur volatil yang hilang serta waktu yang dibutuhkan relatif singkat yaitu sekitar 20-40 menit (Rodiana, 2013), namun untuk proses destruksi ini perlu digunakan berbagai macam larutan asam pengoksidasi yang pekat. Larutan pengoksidasi yang sering digunakan untuk mendestruksi sampel berupa asam-asam kuat baik campuran maupun tunggal seperti HNO_3 p.a, H_2O_2 p.a, HCl p.a dan H_2SO_4 p.a (Dewi, 2005).

Pemilihan destruksi basah tertutup mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Kartikasari dan Resti. Kartikasari (2016) menyatakan bahwa metode destruksi terbaik untuk analisis logam Pb pada sampel apel adalah menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan hasil rata-rata konsentrasi logamnya sebesar 8,063 mg/Kg. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Resti

(2016) bahwa metode destruksi terbaik untuk analisis logam Pb pada sampel bayam adalah destruksi menggunakan *refluks* yaitu diperoleh konsentrasi logam Pb sebesar 0,507 mg/L untuk bayam merah dan 0,527 mg/L untuk bayam hijau.

Udin, *et al.* (2016) menganalisis kadar logam Pb dan Cd pada obat herbal menggunakan 3 variasi zat pengoksidasi yaitu HNO₃; HNO₃:HClO₄ (2:1); HNO₃:HCl (1:3), diperoleh hasil bahwa zat pengoksidasi terbaik adalah HNO₃:HCl (1:3). Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Bello, *et al.* (2012) yang menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (1:3) untuk uji kadar logam Pb dan Cd pada obat herbal di Nigeria. Khan, *et al.* (2012) melakukan analisis kandungan logam Cd pada tanaman *Momordica charantia* dengan menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (3:1) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Sedangkan Mousavi, *et al.* (2014) melakukan analisis kandungan logam Pb dan Cd pada obat herbal di Iran menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (6:1) dan dianalisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

Beberapa penelitian menunjukkan adanya penggunaan variasi perlakuan sampel. Supriyati, *et al.* (2011) memvariasi serbuk biji *marianum* dengan cara diseduh dan maserasi. Sedangkan Sufitri, *et al.* (2015) hanya menggunakan metode maserasi pada tanaman obat pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* (L) Vahl). Sapri, *et al.* (2014) juga hanya menggunakan metode maserasi dengan etanol untuk mengekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui variasi komposisi zat pengoksidasi terbaik serta untuk mengetahui kadar logam Pb dan Cd pada semua jenis variasi perlakuan sampel daun keladi tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Metode yang

dilakukan untuk analisis kadar logam timbal dan kadmium pada daun keladi tikus menggunakan destruksi basah tertutup (*refluks*) dengan variasi zat pengoksidasi yang digunakan yaitu HNO₃:HCl (1:1), HNO₃:HCl (3:1), dan HNO₃:HCl (6:1). Zat pengoksidasi terbaik yang diperoleh akan digunakan untuk mendestruksi semua jenis variasi perlakuan sampel. Penelitian ini juga melakukan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh variasi zat pengoksidasi terhadap kadar logam Pb dan Cd.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas dapat diambil beberapa rumusan masalah:

1. Berapakah komposisi zat pengoksidasi yang menunjukkan hasil terbaik dari destruksi basah tertutup terhadap hasil analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel serbuk daun keladi tikus menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)?
2. Berapakah kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sediaan serbuk, seduhan, dan maserasi dari daun keladi tikus secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui komposisi zat pengoksidasi yang menunjukkan hasil terbaik dari destruksi basah tertutup terhadap hasil analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel serbuk daun keladi tikus menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

2. Mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sediaan serbuk, seduhan, dan maserasi dari daun keladi tikus secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan penelitian ini lebih terarah maka penelitian ini perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan merupakan serbuk daun keladi tikus yang diperoleh dari Materia Medica Batu Malang.
2. Destruksi yang dilakukan adalah destruksi basah tertutup menggunakan *refluks*.
3. Larutan pengoksidasi yang digunakan HNO₃:HCl (1:1); HNO₃:HCl (3:1); HNO₃:HCl (6:1).
4. Sampel yang digunakan berupa serbuk, seduhan dan maserasi daun keladi tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui variasi komposisi zat pengoksidasi terbaik dari destruksi basah tertutup terhadap hasil analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel serbuk daun keladi tikus menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
2. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daun keladi tikus.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obat Tradisional

Selama dekade belakangan ini, di tengah banyaknya jenis obat modern di pasaran dan munculnya berbagai jenis obat modern yang baru, terdapat kecenderungan global untuk kembali ke alam (*back to nature*), diantaranya dengan mendayagunakan obat tradisional. Faktor yang mendorong masyarakat untuk mengkonsumsi obat tradisional antara lain harganya yang terjangkau, memperbaiki keseluruhan sistem tubuh, efektif untuk mengobati penyakit kronis yang sulit diatasi dengan obat kimia, efek sampingnya yang relatif kecil bahkan ada yang sama sekali tidak menimbulkan efek samping jika digunakan secara tepat dan terapi sampingan, yaitu diet terhadap makanan tertentu (Dewoto, 2007).

Obat tradisional adalah obat-obatan yang diolah secara tradisional, turun-temurun, berdasarkan resep nenek moyang, adat-istiadat, kepercayaan serta kebiasaan setempat. Obat tradisional Indonesia yang dikenal sebagai jamu, telah digunakan secara luas oleh masyarakat Indonesia untuk menjaga kesehatan dan mengatasi berbagai penyakit sejak berabad-abad yang lalu jauh sebelum era Majapahit. Kedepan, pengembangan dan pemanfaatan obat bahan alam atau obat herbal Indonesia ini perlu mendapatkan substansi ilmiah yang lebih kuat, terutama melalui penelitian dan standarisasi sehingga obat herbal Indonesia dapat diintegrasikan dalam sistem kesehatan nasional (WHO, 2002).

Obat tradisional pada dasarnya dikelompokkan menjadi 3 kategori yaitu: (1) jamu, (2) obat herbal terstandar, (3) fitofarmaka (Sampurno, 2013). Jamu merupakan obat tradisional yang berisi seluruh bahan tanaman yang menjadi bahan penyusun jamu tersebut. Jamu disajikan secara tradisional dalam bentuk seduhan, pil, atau cairan. Umumnya obat tradisional ini dibuat dengan mengacu pada resep peninggalan leluhur. Obat herbal terstandar merupakan obat tradisional yang disajikan dari hasil ekstraksi bahan alam seperti tanaman obat. Fitofarmaka adalah obat tradisional yang dapat disejajarkan dengan obat modern. Proses pembuatannya telah terstandar dan ditunjang oleh bukti ilmiah sampai uji klinis pada manusia (Suharmiati dan Handayani, 2006).

2.2 Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.)

Tanaman keladi tikus merupakan tanaman sejenis talas setinggi 25 cm hingga 30 cm, termasuk tumbuhan semak, membutuhkan tempat lembab yang tidak terkena sinar matahari langsung. Bentuk daun bulat dengan ujung runcing berbentuk seperti jantung, daun berwarna hijau segar, umbi berbentuk bulat rata sebesar buah pala (Widowati dan Mudahar, 2009). Keladi tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd) adalah tanaman obat herbal yang berasal dari famili *Araceae* dan tumbuh liar di daerah atau tempat yang lembab. Keladi tikus mudah ditemukan di sepanjang pantai utara pulau Jawa. Tanaman tersebut memiliki ciri khas yaitu bentuk bunganya unik menyerupai ekor tikus. Kelopak bunga berbentuk bulat lonjong, berwarna kekuningan, bertangkai dan memiliki panjang sekitar 4-8 cm (Ridlo, *et al.*, 2012).



Gambar 2.1 Tanaman keladi tikus dan serbuk keladi tikus

Menurut klasifikasi dalam tata nama (sistematika) tumbuhan, tanaman keladi tikus termasuk ke dalam :

Divisio : Spermatophyta
 Sub division : Gymnospermae
 Kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Arales
 Famili : Araceae
 Genus : *Typhonium*
 Spesies : *Typhonium flagelliforme* (Lodd) BI.

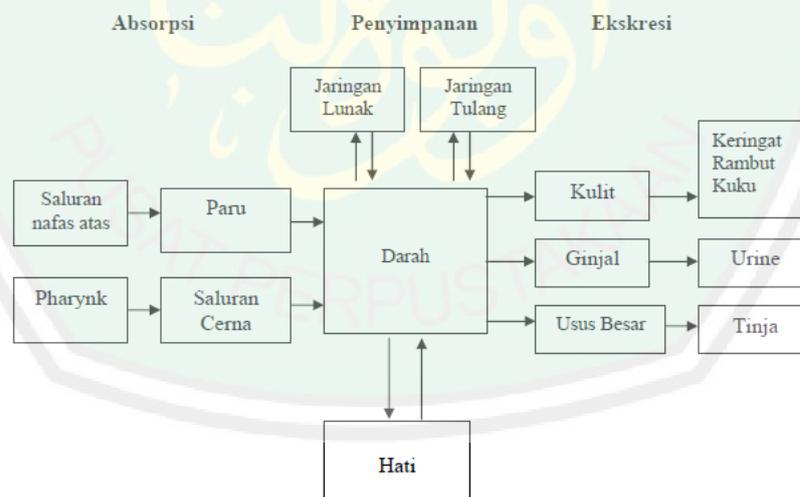
Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, prevalensi kanker di Indonesia cukup tinggi yaitu sekitar 1,4% orang Indonesia atau sekitar 347.792 menderita penyakit kanker. Menurut WHO (2002), penyakit kanker masih menjadi masalah kesehatan dunia baik di negara maju maupun negara berkembang. Sebesar dua pertiga dari jumlah tersebut terjadi di negara berkembang. Sehingga penemuan obat baru dari tanaman digunakan sebagai alternatif pengobatan yang efektif dan aman. Contoh tanaman yang dijadikan sebagai obat herbal yaitu keladi tikus.

Keladi tikus merupakan tanaman asli Indonesia yang telah digunakan oleh masyarakat sebagai obat tradisional. Tanaman ini mempunyai khasiat membunuh atau menghambat pertumbuhan sel kanker, menekan efek negatif dari proses pengobatan modern (kemoterapi) seperti rambut rontok, nafsu makan hilang, rasa mual dan rasa nyeri di tubuh. Selain itu juga dapat digunakan untuk mengobati penyakit seperti koreng, borok, dan menetralkan racun narkoba (Hariana, 2008 dalam Katrin, *et al.*, 2012). Beberapa senyawa yang berkhasiat dalam tanaman ini adalah saponin, alkaloid, glikosida, dan steroid (Syahid, 2007 dalam Sianipar, *et al.*, 2016). Adanya kandungan saponin pada tanaman keladi tikus membuktikan bahwa saponin banyak ditemukan pada daun-daunan dan dapat digunakan sebagai antikanker (Daris, 2008). Seluruh bagian dari tanaman keladi tikus mengandung senyawa antikanker yaitu baik pada daun, batang, umbi, maupun akar (Choo, *et al.*, 2001 dalam Sianipar, *et al.*, 2016). Kandungan tanaman keladi tikus yang memiliki efek antikanker adalah triperpenoid, polifenol, dan fitol (Muhadar, *et al.*, 2006).

2.3 Logam Timbal (Pb) dan Toksisitasnya

Timbal merupakan salah satu unsur dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dengan nomor atom 82 dan termasuk kelompok logam golongan IVA. Lambang tersebut diambil dari bahasa latin yaitu *plumblum*. Selain memiliki nomor atom 82, logam timbal juga memiliki massa atom sebesar 207,2. Logam timbal termasuk logam yang tahan korosi, mempunyai titik lebur rendah yaitu sekitar 327,5°C, titik didih 1740°C, memiliki kerapatan yang besar, dan sebagai penghantar listrik yang baik (Cahyadi, 2004).

Logam berat timbal (Pb) tersebar lebih luas dibandingkan logam toksik lainnya. Sumber pencemaran timbal (Pb) dapat berasal dari tanah, udara, air, hasil pertanian, makanan atau minuman kemasan, limbah tukang emas, industri rumah, baterai dan percetakan. Sumber utama limbah timbal (Pb) berasal dari gas buangan kendaraan bermotor dan juga limbah industri. Pencemaran udara diperkirakan 65% disebabkan oleh emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor. Selain itu logam timbal (Pb) juga digunakan sebagai bahan tambahan pada bensin (Mukono, *et al.*, 1991). Bahan tambahan yang biasa dimasukkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 18% etilendiklorida, 18% etilendibromida dan sekitar 2% campuran tambahan bahan bakar dari bahan-bahan yang lain (Palar, 1994).



Gambar 2.2 Skema metabolisme Pb dalam tubuh manusia (Hemberg S dalam Zens C, 1994)

Timbal masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, saluran pencernaan kemudian didistribusi ke dalam darah dan diikat oleh sel darah. Timbal di dalam tubuh terikat pada gugus sulfidril (-SH) pada molekul protein dan menyebabkan hambatan pada aktivitas kerja sistem enzim. Timbal tidak dibutuhkan oleh manusia sehingga apabila makanan atau minuman tercemar oleh logam tersebut maka tubuh akan mengeluarkannya sebagian melalui kulit, ginjal, dan usus besar. Sedangkan sisanya disimpan dalam hati, jaringan lunak serta jaringan tulang. Selain itu 90% timbal akan disimpan dalam tulang dalam bentuk Pb-fosfat [$Pb_3(PO_4)_2$].

Kadar maksimum timbal (Pb) yang masih dianggap aman dalam darah sesuai dengan yang diperkenalkan WHO dalam DepKes (2002) adalah 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ darah untuk anak-anak, sedangkan untuk orang dewasa adalah 10-25 $\mu\text{g}/\text{dl}$ darah. Tingkat keparahan akibat logam timbal (Pb) pada orang dewasa digolongkan menjadi 4 kategori yaitu sesuai Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Empat kategori timbal (Pb) dalam darah orang dewasa

Kategori	$\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ Darah	Deskripsi
A (normal)	< 40	Tidak terkena paparan atau tingkat paparan normal.
B (dapat ditoleransi)	40-80	Pertambahan penyerapan dari keadaan terpapar tetapi masih bisa ditoleransi.
C (berlebih)	80-120	Kenaikan penyerapan dari keterpaparan yang banyak dan mulai memperlihatkan tanda-tanda keracunan.
D (tingkat bahaya)	>120	Penyerapan mencapai tingkat bahaya dengan tanda-tanda keracunan ringan sampai berat.

Sumber : DepKes (2001)

Berikut adalah gejala khusus apabila keracunan Pb:

1. Gastroenteritis : keadaan yang disebabkan oleh rangsangan garam Pb pada mukosa saluran pencernaan sehingga menyebabkan pembengkakan, gerak kontraksi saluran lumen dan usus terhenti, serta peristaltik menurun sehingga terjadi konstipasi (Darmono, 1995).
2. Aminociduria : terjadi proses kelebihan asam amino dalam urine yang disebabkan oleh ikut sertanya senyawa Pb yang terlarut dalam darah ke sistem urinaria (ginjal) yang mengakibatkan terjadinya kerusakan pada saluran ginjal (Darmono, 1995).
3. Anemia : disebabkan karena logam Pb menghambat pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga terjadi anemia. Lebih dari 95% Pb yang terbawa oleh aliran darah dapat berikatan dengan eritrosit sehingga menyebabkan eritrosit dapat pecah dengan mudah (Darmono, 1995).

Baird (1995) menyatakan bahwa hasil penelitian di Australia terhadap anak dengan kandungan Pb 30 $\mu\text{g}/100$ g darah rata-rata memiliki IQ 4-5 satuan lebih rendah dibanding anak dengan kandungan Pb 10 $\mu\text{g}/100$ g darah. Badan pengawas obat dan Makanan (2014) menetapkan batas maksimum cemaran logam Pb dalam obat herbal < 10 mg/Kg

2.4 Logam Kadmium dan Toksisitasnya

Kadmium (Cd) adalah salah satu bahan alami yang terdapat dalam kerak bumi. Kadmium murni berupa logam berwarna perak putih yang lunak, tetapi bentuk tersebut tidak umum ditemukan di lingkungan. Kadmium umumnya terdapat dalam bentuk kombinasi dengan unsur lain seperti oksigen (*Cadmium Oxide*), klorin (*Cadmium Chloride*), atau belerang (*Cadmium Sulfide*).

Kebanyakan kadmium adalah produk samping dari pengecoran seng dan timah. Kadmium banyak digunakan untuk proses industri, seperti plating logam, pigmen, baterai dan plastik (Achmad, 2004).

Logam kadmium memiliki penyebaran yang sangat luas di alam. Hanya ada satu jenis mineral kadmium di alam yaitu *greenockite* (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *spalerite* (ZnS). Logam kadmium sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Logam ini telah banyak digunakan semenjak tahun 1950 dan total produksi dunia adalah sekitar 15.000-18.000/tahun. Logam kadmium dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama merupakan efek samping dari aktivitas manusia. Logam kadmium dan persenyawaannya dalam strata lingkungan, ditemukan dalam banyak lapisan.

Salah satu aktivitas yang menyumbang cukup banyak limbah logam Cd adalah banyaknya galangan-galangan kapal yang bergerak di bidang perawatan kapal dan perbaikan, salah satu bahan baku yang digunakan adalah cat. Bahan baku yang terdapat dalam cat adalah logam berat kadmium yang berguna sebagai pewarnaan (pigmen) dan pelapis agar mudah kering (Komari, *et al.*, 2013).

Kadmium dapat menimbulkan bahaya di dalam tubuh manusia, beberapa diantaranya menyebabkan tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan testikuler dan kerusakan sel-sel darah merah. Kadmium masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi dan dapat menimbulkan efek toksik (Darmono, 1995). Pada ginjal dan hati, logam kadmium terakumulasi terutama sebagai metalotionein yang mengandung asam amino sistein. Toksisitas logam kadmium disebabkan oleh adanya ikatan dengan gugus

(-SH) dalam enzim karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein dan purin, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim (Suhendrayatna, 2001).

Logam kadmium juga akan mengalami bioakumulasi dan biotransformasi dalam organisme hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Logam kadmium masuk ke dalam tubuh manusia bersama makanan yang telah terkontaminasi oleh logam kadmium atau persenyawaannya. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu yang panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya seperti timbal. Logam berat ini bergabung bersama Pb dan Hg sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tinggi pada kesehatan manusia (Connel & Miller 1995).

Logam kadmium diduga merupakan salah satu bahan karsinogen yang menyebabkan timbulnya kanker pada manusia. Selain itu, daya racun yang dimiliki oleh kadmium juga mempengaruhi sistem reproduksi dan organ-organnya. Pada konsentrasi tertentu, logam kadmium dapat mematikan sel-sel sperma pada laki-laki. Hal inilah yang mengakibatkan impotensi pada laki-laki yang terpapar uap logam kadmium. Serangan yang paling hebat dari keracunan logam Cd adalah kerapuhan tulang. Gejala rasa sakit yang ditimbulkan akan menyulitkan penderita untuk berjalan (Palar, 1994).

Logam kadmium dapat terabsorpsi oleh tubuh manusia tanpa ada yang menghalangi karena tidak ada mekanisme tubuh yang membatasinya kecuali jika tubuh memang memerlukannya. Sebagian besar kadmium yang diabsorpsi oleh tubuh akan dibuang keluar melalui urin. Keracunan kadmium dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah. Badan pengawas obat dan Makanan (2014) menetapkan batas maksimum cemaran logam Cd dalam obat herbal $< 0,3$ mg/Kg.

2.5 Sumber Pencemaran Logam Pb dan Cd

Sumber pencemaran logam Pb dan Cd dapat bersumber dari proses penanaman tanaman itu sendiri. Tanah dan air yang digunakan dalam proses penanaman mempunyai potensi sebagai sumber pencemaran logam. Sedangkan sumber pencemaran logam yang lain adalah udara (Darmono, 1995). Menurut Alloway (1990), sumber logam berat di dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuknya, seperti Pb banyak terdapat pada batuan granit (24 ppm berat) dan Cd banyak terdapat pada batuan sedimen schales (0,22 ppm berat). Mekanisme pencemaran logam berat dimulai dari tanah kemudian mencemari tanaman yang dikonsumsi manusia dan akan masuk ke dalam tubuh. Logam berat yang masuk ke dalam tanah dapat melalui proses penggunaan pupuk atau pestisida pada tanaman, hujan, penimbunan pupuk serta limbah dari proses industri (Darmono, 1995).

Pupuk yang digunakan dalam kegiatan pertanian juga merupakan pemasok logam berat dalam tanah. Tabel 2.2 menunjukkan kisaran logam berat yang terdapat di dalam pupuk.

Tabel 2.2 Kisaran umum konsentrasi logam berat pada pupuk, pupuk kandang, kapur, dan kompos (mg/Kg).

Unsur	Pupuk Fosfat	Pupuk Nitrat	Pupuk Kandang	Kapur	Kompos
Cd	0,1-170	0,05-8,5	0,1-0,8	0,04-0,1	0,01-100
Hg	0,01-1,2	0,3-2,9	0,01-0,36	0,05	0,09-21
Pb	7-225	2-27	1,1-27	20-1250	1,3-2240

Sumber: Alloway 1995

Logam berat memasuki lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan. Interaksi logam berat dan lingkungan tanah dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu: 1) proses sorpsi atau desorpsi, 2) difusi pencucian, dan 3) degradasi. Besarnya penyerapan logam berat dalam tanah dipengaruhi oleh sifat bahan kimia, kepekatan bahan kimia dalam tanah, kandungan air tanah, serta sifat-sifat tanah seperti bahan organik tanah liat (Connel & Miller 1995). Logam berat terserap kedalam jaringan tanaman melalui akar, selanjutnya akan masuk kedalam siklus rantai makanan (Alloway, 1990).

Timbal sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman yaitu daun, batang, akar, dan akar umbi-umbian. Perpindahan Pb dari tanah ke dalam tanaman tergantung pada komposisi dan pH tanah serta KTK (Kapasitas Tukar Kation). Konsentrasi timbal yang tinggi (100-1000 mg/Kg) akan mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesa dan pertumbuhan. Tanaman dapat menyerap logam Pb pada kondisi kesuburan tanah, kandungan bahan organik dan KTK tanah rendah. Pada keadaan ini, logam Pb akan terlepas dari ikatan tanah menjadi ion yang bergerak bebas pada larutan tanah. Jika tidak ada logam lain yang mampu

menghambat keberadaannya maka akan terjadi penyerapan Pb oleh akar tanaman (Charlena, 2004).

Pemasukan logam Cd rata-rata pada tubuh manusia sebesar 10-20% dari batas yang telah direkomendasikan. Unsur Cd dapat mengurangi jerapan ion-ion hara karena daya afinitas yang tinggi dari logam Cd pada kompleks pertukaran kation (Kurniansyah, 1999). Unsur logam Cd dapat terlarut dalam larutan tanah, dijerap oleh permukaan koloid organik maupun anorganik, terikat kuat dalam mineral-mineral tanah kemudian diendapkan oleh senyawa-senyawa yang berada di dalam tanah dan terkandung di dalam bahan hidup. Peningkatan kandungan Cd dapat dipengaruhi oleh asap kendaraan bermotor dan pupuk fosfat yang terakumulasi di dalam tanah. Ion Cd^{2+} adalah bentuk yang dapat diserap oleh tanaman diantara unsur mineral penting yang dibutuhkan tanaman. Umumnya tanaman hanya menyerap 1-5% larutan Cd yang ditambahkan ke dalam tanah (Charlena, 2004).

Sumber pencemaran logam Pb juga berasal dari udara akibat pembakaran bahan bakar. Selain itu, dapat bersumber dari air yang digunakan untuk irigasi. Pengairan yang bersumber dari air sungai berpotensi sebagai pencemar logam pada tanaman (Dahlan, 1989). Kontaminasi logam Pb dan Cd pada air sungai dapat disebabkan oleh buangan limbah industri serta buangan limbah rumah tangga. Sumber-sumber pencemaran limbah industri penghasil limbah Cd yaitu industri pengolahan bijih logam, industri pestisida, industri pertambangan, industri pelapisan logam dan industri proses penghilangan cat (*paint stripping*) (Istarani dan Pandebesie, 2014). Sedangkan industri yang menggunakan logam Pb sebagai bahan baku yaitu industri tekstil, industri cat, industri minyak bumi atau

pelumas, industri elektronik, industri baterai, industri penyamakan kulit dan industri gelas atau keramik (Palar, 1994).

2.6 Destruksi Basah Tertutup (*Refluks*)

Destruksi merupakan suatu perlakuan pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis. Istilah destruksi ini disebut juga perombakan senyawa organologam menjadi bentuk logam-logam anorganik (Raimon, 1993). Destruksi basah merupakan perombakan sampel organik dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran. Dalam metode destruksi basah asam-asam kuat yang digunakan adalah asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl) dan dapat juga digunakan secara tunggal maupun campuran (Mulyani, 2007).

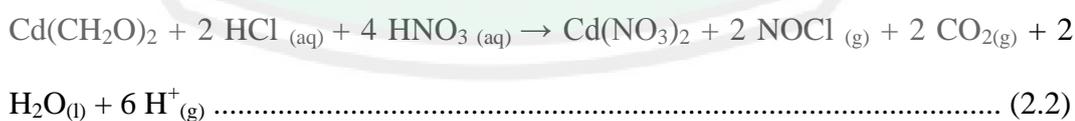
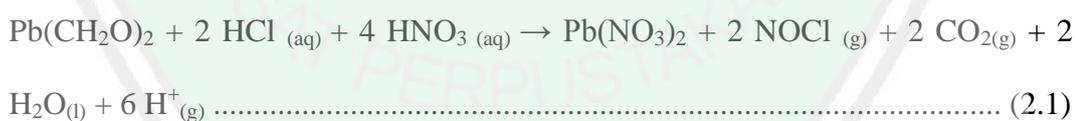
Destruksi basah tertutup merupakan reaksi pelarutan dan pemecahan sampel organik dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran yang dilakukan dalam wadah tertutup. Metode ini lebih aman terhadap penguapan dan pemuaiian dari bahan (Namik, *et al.*, 2006). Metode destruksi basah tertutup memiliki beberapa keunggulan diantaranya yaitu destruksinya tinggi, tidak ada unsur-unsur volatil yang hilang dan waktu yang dibutuhkan untuk proses destruksi relatif lebih singkat daripada destruksi basah terbuka (Rodiana, *et al.*, 2013). Kartikasari (2016) menyatakan bahwa penggunaan metode destruksi basah tertutup memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode basah terbuka. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Resti (2016), dimana resti melakukan perbandingan antara metode basah terbuka dan tertutup. Hasil yang diperoleh yaitu menunjukkan bahwa destruksi basah tertutup memberikan hasil yang lebih baik.

Metode analisis logam dalam tanaman obat dengan menggunakan refluks dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam labu destruksi yang dilengkapi dengan kondensor pendingin dan dialiri air. Sampel didestruksi menggunakan larutan pendestruksi dan dipanaskan pada temperatur 120°C. Kondensor disambungkan kemudian dialiri air mengalir yang berfungsi sebagai pendingin, sehingga uap yang keluar dari tabung akan kembali mengembun masuk ke dalam tabung. Proses destruksi dilakukan selama 4 jam, kemudian didinginkan dan disaring (Damono, 1995).

Berikut zat pengoksidasi yang sering digunakan yaitu antara lain:

1. Aqua regia (HNO₃ + HCl)

Aqua regia adalah campuran dari asam nitrat pekat dan asam klorida pekat dengan perbandingan volume 1:3 yang mampu melarutkan logam-logam mulia seperti emas dan platina. Reaksi yang terjadi jika 1 volume HNO₃ pekat dicampurkan dengan 3 volume HCl pekat yaitu (Kristianingrum, 2012):



Gas nitrosil (NOCl) akan mengubah logam menjadi senyawa logam klorida selanjutnya akan diubah menjadi kompleks anion yang sifatnya stabil dan akan bereaksi lebih lanjut dengan Cl⁻.

Udin, *et al.*, (2016) menganalisis kandungan logam Pb dan Cd pada tanaman obat dengan 3 variasi zat pengoksidasi yaitu HNO₃; HNO₃:HClO₄ (2:1); HNO₃:HCl (1:3), diperoleh hasil bahwa zat pengoksidasi terbaik adalah HNO₃:HCl (1:3). Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Bello, *et al.*, (2012) yaitu menguji kadar logam Pb dan Cd di Nigeria menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (1:3). Khan, *et al* (2012) melakukan analisis kandungan logam Cd pada tanaman *Momordica charantia* dengan menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (3:1) secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Sedangkan Mousavi, *et al.*, (2014) menganalisis kadar logam Pb dan Cd pada obat herbal di Iran menggunakan zat pengoksidasi HNO₃:HCl (6:1) kemudian di analisis dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

2.7 Analisis Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Tanaman Obat

Obat tradisional penggunaannya semakin banyak oleh berbagai kalangan masyarakat. Obat tradisional banyak digunakan karena dapat digunakan sebagai obat alternatif untuk menghindari obat-obatan kimia. Salah satu obat tradisional yang sering digunakan oleh masyarakat sebagai tanaman obat adalah keladi tikus yang mempunyai fungsi sebagai antikanker. Penelitian logam berat Pb dan Cd pada sampel keladi dan beberapa tanaman obat telah banyak dilakukan.

Ed, *et al.*, (2016) melakukan analisis kandungan logam Pb dan Cd pada tanaman keladi di Nigeria dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan diperoleh kadar logam Pb sebesar 474,14 mg/Kg dan Cd sebesar 0,51 mg/Kg. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Orisakwe, *et al.*, (2012) yaitu melakukan penelitian tentang kandungan logam Pb dan Cd pada tanaman keladi di

Nigeria secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan didapat hasil kadar logam Pb sebesar 0,22 mg/Kg dan logam Cd sebesar 0 mg/Kg. Etale (2011) melakukan analisis kandungan logam Pb dan Cd pada tanaman keladi di Afrika Selatan dan didapatkan konsentrasi logam Pb sebesar 1,02 mg/Kg sedangkan logam Cd sebesar 0,56 mg/Kg.

L, Divya, *et al.*, (2015), melakukan analisis logam Pb dan Cd pada sampel keladi diambil dari 3 tempat di India yaitu Cochin, Tripunithura, dan Ernakulam. Sampel yang dianalisis diberi 2 perlakuan yaitu dengan dikupas dan tanpa dikupas. Sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C. Sampel kering diambil sebanyak 0,5 gram dan didestruksi menggunakan microwave. Selanjutnya dianalisis secara Spektrokopi Serapan Atom. Hasil dari analisa diperoleh kadar Pb dan Cd untuk sampel yang dikupas dan tanpa dikupas yaitu daerah Cochin untuk logam Pb (6,4 mg/Kg; 6,4 mg/Kg), logam Cd (1,44 mg/Kg; 13,26 mg/Kg). Daerah Tripunithura untuk logam Pb (14,4 mg/Kg; 16,4 mg/Kg), logam Cd (1,8 mg/Kg; 2,2 mg/Kg). Sedangkan daerah Ernakulam untuk logam Pb (12,4 mg/Kg; 20,4 mg/Kg), logam Cd (0,2 mg/Kg; 1,8 mg/Kg). Penelitian lain dilakukan oleh Kumar, *et al.*, (2007) mengambil sampel keladi dari pasar sayur di kota Anand, Gujarat, India. Hasil yang didapat yaitu kadar Pb sebesar 160 mg/Kg dan Cd sebesar 9 mg/Kg. Mbabazi, *et al.*, (2010) juga melakukan analisis kadar Pb dan Cd pada sampel keladi di Uganda. Hasil yang diperoleh yaitu kadar Pb sebesar 5,06 mg/Kg dan Cd sebesar 0,274 mg/Kg.

2.8 Prinsip Analisis Logam Berat Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Prinsip dasar dari Spektroskopi Serapan Atom (SSA) yaitu interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode ini adalah alat yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel (Khopkar, 1990). Prinsip alat SSA ini didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari sumber nyala atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar akan memberikan energi menjadi bacaan absorbansi yang sebanding dengan konsentrasi (Wahidin, 2009).

Dasar dari spektroskopi serapan atom adalah penyerapan energi cahaya oleh atom bebas dari suatu unsur pada tingkat energi terendah (*ground state*). Keadaan *ground state* dari sebuah atom adalah keadaan pada saat semua elektron yang dimiliki unsur tersebut memiliki konfigurasi yang stabil. Saat cahaya diserap oleh atom, maka satu atau lebih elektron tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu ke keadaan tereksitasi. Penyerapan energi cahaya ini berlangsung pada panjang gelombang yang spesifik untuk setiap logam dan mengikuti hukum Lambert-Beer, yakni serapan berbanding lurus dengan konsentrasi uap atom dalam nyala (Vandecasteele dan Block, 1993).

Cara kerja alat ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya di ubah menjadi atom bebas. Atom tersebut kemudian 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

sesuai jenis logamnya (Darmono, 1995). Menurut Day dan Underwood (2002), apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom bebas yang bersangkutan, maka sebagian besar cahaya tersebut akan diserap dimana intensitas penyerapan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada di dalam sel.

Hubungan antara serapan atom dengan konsentrasi dapat dinyatakan dengan hukum *Lambert-Beer*, yaitu:

$$I = I_0^{-abc} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Log } I_0/I = abc \dots\dots\dots (2.4)$$

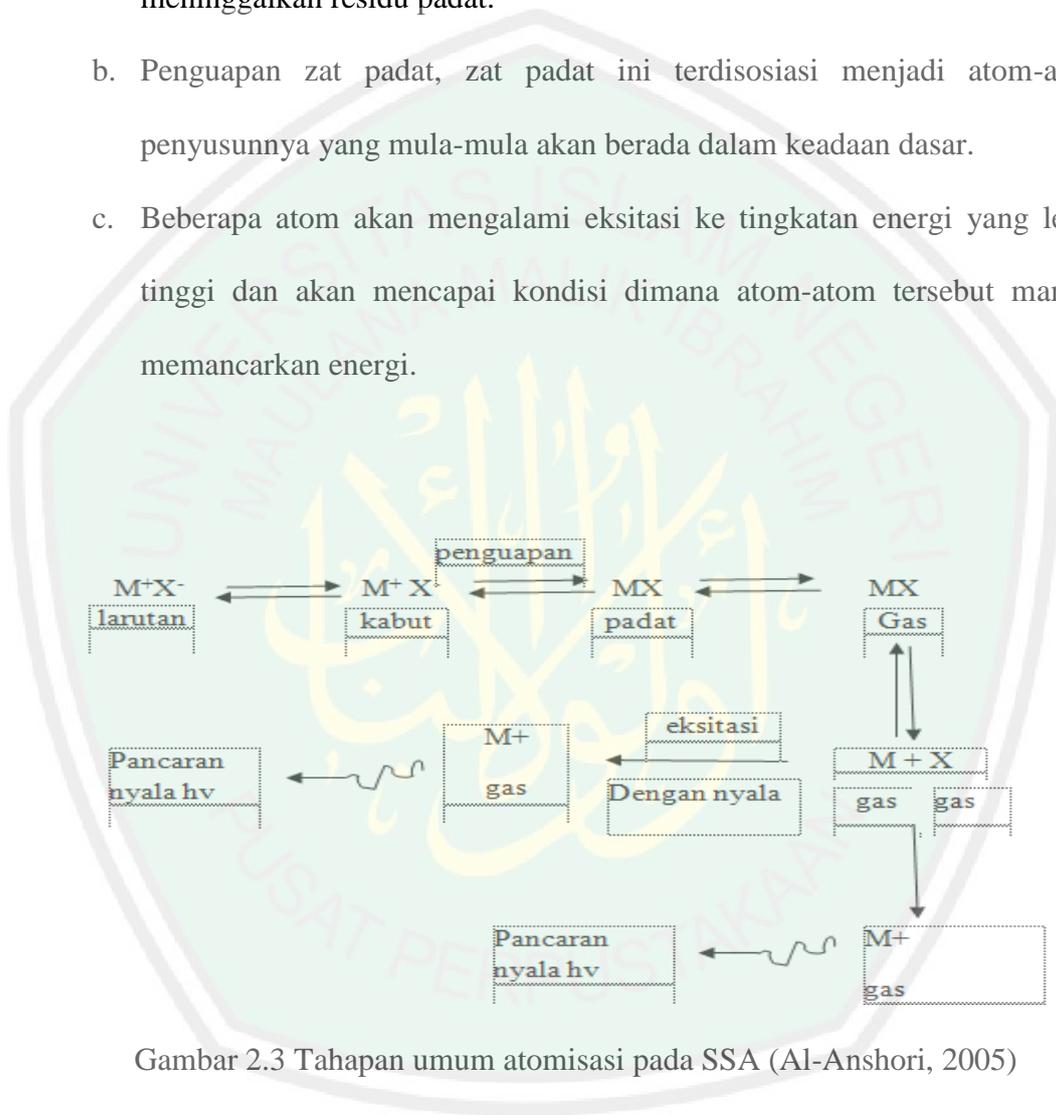
Dimana: I_0 = Intensitas mula-mula
 I = Intensitas sinar yang ditransmisikan
 a = Intensitas molar
 b = Tinggi tungku pembakaran
 c = Konsentrasi atom

Hubungan antara serapan atom konsentrasi dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi melalui kurva kalibrasi yang dibuat dari larutan standar berdasarkan logam yang ditentukan.

Sebagaimana metode spektrometri yang lain, dalam SSA sampel harus diubah ke dalam bentuk uap atom. Proses pengubahan ini dikenal dengan istilah atomisasi, pada proses ini sampel diuapkan dan didekomposisi untuk membentuk

atom dalam bentuk uap. Secara umum pembentukan atom bebas dalam keadaan gas melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (Al-Anshori, 2005):

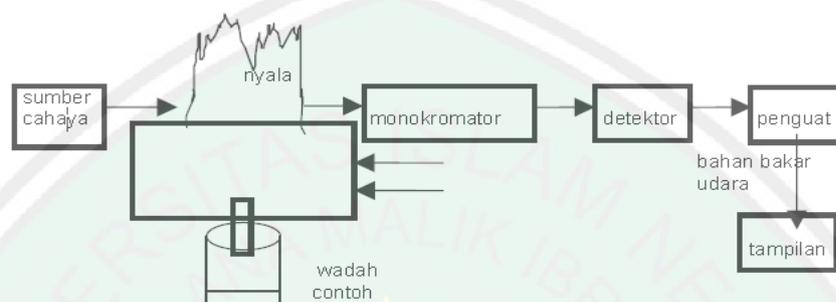
- Pengisatan pelarut, pada tahap ini pelarut akan teruapkan dan meninggalkan residu padat.
- Penguapan zat padat, zat padat ini terdisosiasi menjadi atom-atom penyusunnya yang mula-mula akan berada dalam keadaan dasar.
- Beberapa atom akan mengalami eksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi dan akan mencapai kondisi dimana atom-atom tersebut mampu memancarkan energi.



Gambar 2.3 Tahapan umum atomisasi pada SSA (Al-Anshori, 2005)

2.9 Instrumentasi Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Sistem peralatan spektroskopi serapan atom (SSA) dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.4 Skema umum komponen pada alat SSA (sumber: Al-Anshori, 2005)

2.9.1 Sumber radiasi

Sumber radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp (HCL)*. *Hallow Cathode Lamp (HCL)* terdiri dari katoda cekung silindris yang terdiri unsur yang sama dengan yang dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Pemberian tegangan pada arus tertentu maka logam mulai memijar dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

2.9.2 Tempat sampel

Sampel yang akan dianalisis dengan spektroskopi serapan atom harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asas. Ada berbagai macam alat yang digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atomnya, yaitu:

a. Nyala (Flame)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel berupa cairan menjadi bentuk uap atomnya, serta untuk proses atomisasi. Suhu yang dapat dicapai oleh nyala tergantung pada gas yang digunakan, misalnya gas asetilen-udara sebesar 2200°C. Sumber nyala asetilen-udara merupakan sumber nyala yang paling banyak digunakan. Pada sumber nyala ini, asetilen sebagai bahan pembakar sedangkan udara sebagai bahan pengoksidasi (Gandjar dan Rohman, 2010).

b. Tanpa nyala (Flameless)

Pengatoman dilakukan dalam tungku dari grafit seperti tungku yang dikembangkan oleh Masmann. Sejumlah sampel diambil sedikit (hanya beberapa μL) dan diletakkan dalam tabung grafit, lalu tabung tersebut dipanaskan dengan sistem listrik dengan cara melewatkan arus listrik pada grafit. Akibat pemanasan ini, zat yang akan dianalisis berubah menjadi atom-atom netral dan pada fraksi atom ini dilewatkan suatu sinar yang berasal dari lampu katoda berongga sehingga terjadi proses penyerapan energi sinar (Gandjar dan Rohman, 2010).

2.9.3 Monokromator

Monokromator adalah alat yang digunakan untuk memisahkan dan memilih spektrum sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan dalam analisis, didalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut dengan *chopper* (Gandjar dan Rohman, 2010).

2.9.4 Detektor

Detektor digunakan untuk mengatur intensitas cahaya yang melalui tempat pengamatan. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*). Ada 2 cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi yaitu: (a) yang memberikan respon terhadap radiasi resonansi dan radikal kontinyu; dan (b) yang hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi (Gandjar dan Rohman, 2010).

2.9.5 Readout

Readout merupakan alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau kurva yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2010).

2.10 Gangguan-Gangguan pada Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Gangguan-gangguan (*interference*) pada SSA adalah peristiwa-peristiwa yang menyebabkan pembacaan absorbansi unsur yang dianalisis menjadi lebih kecil atau lebih besar dari nilai yang sesuai dengan konsentrasinya dalam sampel. Gangguan-gangguan yang dapat terjadi dalam SSA adalah sebagai berikut (Gandjar dan Rohman, 2010):

1. Gangguan yang berasal dari matriks sampel yang mana dapat mempengaruhi banyaknya sampel yang mencapai nyala.
2. Gangguan kimia yang dapat mempengaruhi jumlah atau banyaknya atom yang terjadi di dalam nyala.

Terbentuknya atom-atom netral yang masih dalam keadaan azas di dalam nyala sering terganggu oleh dua peristiwa kimia yaitu: (a) disosiasi senyawa-senyawa yang tidak sempurna, dan (b) ionisasi atom-atom di dalam nyala.

3. Gangguan oleh absorbansi yang disebabkan bukan oleh absorbansi atom yang dianalisis melainkan absorbansi oleh molekul-molekul yang tidak terdisosiasi di dalam nyala

Adanya gangguan-gangguan di atas dapat diatasi dengan menggunakan cara sebagai berikut:

- a. Penggunaan nyala atau suhu atomisasi yang lebih tinggi
 - b. Penambahan senyawa penyangga
 - c. Pengekstraksian unsur yang akan dianalisis
 - d. Pengekstraksian ion atau gugus pengganggu
4. Gangguan oleh penyerapan non-atomik (*non atomic absorption*)

Gangguan jenis ini berarti terjadinya penyerapan cahaya dari sumber sinar yang bukan berasal dari atom-atom yang akan dianalisis. Penyerapan non-atomik dapat disebabkan oleh adanya penyerapan cahaya oleh partikel-partikel padat yang berada dalam nyala. Cara mengatasi gangguan penyerapan non atomik ini adalah bekerja pada panjang gelombang yang lebih besar atau pada suhu yang lebih tinggi.

Menurut Siddique NA dan Mujeeb M (2013) parameter yang harus diperhatikan dalam analisis logam berat yaitu terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Parameter yang harus diperhatikan dalam analisis logam berat

Parameter	Kadmium (Cd)	Timbal (Pb)
Instrumen	SSA	SSA
Lampu katoda	Kadmium	Timbal
Panjang gelombang	228,0 nm	283,31 nm
Gas pembakar	2,5 L/min (asetilen)	2,5 L/min (asetilen)
Gas pembawa	15,0 L/menit (udara)	15,0 L/menit (udara)

2.11 Uji *One Way Anova*

Analisis varians (*Analysis of Variances*) atau ANOVA adalah metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Uji dalam anova menggunakan uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari 2 sampel. Anova (*Analysis of Variances*) digunakan untuk melakukan analisis komparasi multivariabel. Teknik analisis komparatif dengan menggunakan tes “t” yakni dengan mencari perbedaan yang signifikan dari dua buah *mean* hanya efektif bila jumlah variabelnya dua. Untuk mengatasi hal tersebut ada teknik analisis komparatif yang lebih baik yaitu *Analysis of Variances* atau Anova (Resti, 2016).

Anova satu arah (*one way anova*) digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Analisis menggunakan uji anova dapat diperoleh kesimpulan (Kartikasari, 2016):

1. Apabila H_0 ditolak dan F hitung $>$ F tabel, maka faktor tersebut berpengaruh terhadap suatu variabel.
2. Sebaliknya apabila H_0 diterima dan F hitung $<$ F tabel, maka faktor tersebut tidak berpengaruh terhadap suatu variabel.

Jika % *recovery* yang lebih besar dari 100% atau hasil pengukuran lebih besar dari konsentrasi sebenarnya dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah ketidakpastian. Penyebab ketidakpastian dalam penelitian kurva

standar ini adalah adanya ketidakpastian dalam kalibrasi baik dalam penggunaan alat maupun dalam pembacaan skala. Selain itu faktor temperatur juga ikut berperan dalam kesalahan kalibrasi sehingga menyebabkan adanya ketidakpastian baku (Resti, 2016).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaktepatan dan ketidaktelitian dalam pengukuran adalah (Kartikasari, 2016):

1. Penimbangan yang tidak benar, demikian juga pemindahan analit dan baku yang tidak sesuai.
2. Ekstraksi analit dari suatu matriks yang tidak efisien.
3. Penggunaan buret, pipet, dan labu takar yang tidak benar.
4. Pengukuran menggunakan alat yang tidak terkalibrasi.
5. Kegagalan dalam melakukan analisis blanko.
6. Pemilihan kondisi pengukuran yang menyebabkan kerusakan analit.
7. Kegagalan untuk menghilangkan gangguan oleh bahan tambahan dalam pengukuran analit.

2.12 Pemanfaatan Tanaman Sebagai Obat dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan alam dan isinya seperti hewan dan tumbuh-tumbuhan mempunyai nilai yang sangat besar bagi manusia dan semuanya tidak ada yang sia-sia dalam ciptaan-Nya. Manusia diberikan kesempatan yang luas untuk mengambil manfaat dari hewan atau tumbuh-tumbuhan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Asy-Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: “*Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?*” (Asy-Syu’ara : 7).

QS. Asy-Syu’ara ditafsirkan oleh Shihab bahwa bermacam-macam tumbuhan yang baik dan bermanfaat yang ditumbuhkan oleh Allah SWT. Tumbuhan yang bermanfaat bagi makhluk hidup adalah tumbuhan yang salah satunya dapat digunakan untuk pengobatan. Contoh salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai obat ialah keladi tikus.

Keladi tikus merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit kanker. Namun pada proses penanaman, tumbuhan tersebut kadang terkontaminasi berbagai zat atau senyawa yang masuk ke dalamnya. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya cemaran seperti beberapa logam berbahaya jika dikonsumsi. Contoh logam yang berbahaya apabila dikonsumsi adalah logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd).

Logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) jika dikonsumsi sesuai anjuran atau tidak melebihi ambang batas dari SNI yaitu 10 mg/Kg untuk logam timbal (Pb) dan 0,3 mg/Kg untuk logam kadmium (Cd) maka tidak akan memberikan dampak yang buruk bagi tubuh. Sebaliknya apabila logam tersebut dikonsumsi secara berlebihan maka dapat mengakibatkan penumpukan logam didalam tubuh dan menimbulkan berbagai macam penyakit. Sehingga sangat perlu adanya keseimbangan dalam mengkonsumsi makanan atau minuman yaitu tidak terlalu berlebihan dan juga tidak melampaui batas yang harus diperhatikan serta sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Seperti firman Allah SWT dalam surat al A’raaf ayat 31.

يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿٣١﴾

Artinya : *“Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) mesjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan”* (al A’raaf : 31).

Ayat di atas menganjurkan manusia untuk tidak makan atau minum yang berlebihan yaitu tidak melampaui batas yang dibutuhkan oleh tubuh manusia sesuai dengan perintah Allah SWT.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2017 di Laboratorium Riset Kimia Analitik, Laboratorium Organik, dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA) yang dilengkapi dengan lampu katoda timbal (Pb) dan kadmium (Cd) merk Varian Spektra AA 240 (Varian Australia), seperangkat alat gelas laboratorium, neraca analitik tipe Kem, *hot plate*, lemari asap, seperangkat alat *refluks*, termometer dan bola hisap.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan standar Pb 1000 ppm, larutan standar Cd 1000 ppm, HNO₃ 65% p.a, HCl 37% p.a, aquabides, aquades, dan serbuk keladi tikus.

3.3 Rancangan penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experimental laboratory*, kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel keladi tikus dianalisis dengan metode destruksi basah tertutup menggunakan Spektroskopi Serapan Atom

(SSA) dan dilakukan dengan variasi larutan pengoksidasi yang berbeda HNO_3 p.a + HCl p.a (1:1), HNO_3 p.a + HCl p.a (3:1), dan HNO_3 p.a + HCl p.a (6:1). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor, yaitu jenis larutan pengoksidasi:

Variabel bebas : Jenis larutan pengoksidasi

Variabel terikat : Konsentrasi logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd)

Faktor pertama : Jenis larutan pengoksidasi (L.P)

P1 = HNO_3 p.a + HCl p.a (1:1)

P2 = HNO_3 p.a + HCl p.a (3:1)

P3 = HNO_3 p.a + HCl p.a (6:1)

Larutan pengoksidasi terbaik yang diperoleh akan digunakan untuk penentuan kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada sampel keladi tikus.

3.4 Tahapan penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini sebagaimana berikut:

1. Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)
2. Pembuatan kurva standar kadmium (Cd)
3. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)
4. Penentuan zat pengoksidasi terbaik pada timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel
5. Preparasi sampel
6. Penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam berbagai perlakuan sampel keladi tikus
7. Analisis data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Pengaturan alat Spektroskopi Serapan Atom Varian Spectra AA 240 meliputi panjang gelombang untuk logam Pb pada 283,3 nm, laju alir asetilen pada 2,0 L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah 0,5 nm dan kuat arus 5 mA (AAS-AA240, 2010). Sedangkan untuk logam Cd pada panjang gelombang 228,8 nm, laju alir asetilen 1,8 L/menit, laju alir udara 15,0 L/menit, lebar celah 0,5 nm dan kuat arus 4 mA (AAS-AA240, 2010).

3.5.2 Pembuatan Kurva Standar Kadmium

Larutan baku standar Cd 10 ppm dibuat dengan cara memasukkan 1 mL larutan stok Cd 1000 ppm ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan hingga tanda batas. Larutan standar 0,02 ppm, 0,04 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, dan 0,4 ppm untuk kurva standar dibuat dengan cara memasukkan 0,1 mL, 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL, dan 2 mL larutan baku standar ke dalam labu ukur 50 mL lalu diencerkan hingga tanda batas. Selanjutnya dianalisis dengan spektroskopi serapan atom (SSA) (AAS-AA240, 2010).

3.5.3 Pembuatan Kurva Standar Timbal

Larutan baku standar (PbNO_3) 10 ppm dibuat dari larutan stok Pb 1000 ppm dengan cara diambil sebanyak 1 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu ditanda bataskan dengan HNO_3 0,5 M. Larutan standar Pb 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,8 ppm, dan 1,4 ppm dibuat dengan mengambil 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL, dan 7 mL larutan baku standar 10 ppm dan dimasukkan labu ukur 50 mL lalu diencerkan dengan HNO_3 0,5 M sampai tanda batas. Selanjutnya dianalisis dengan spektroskopi serapan atom pada panjang gelombang 217 nm dan

diperoleh data absorbansi masing-masing larutan standar (Gandjar dan Rohman, 2010).

3.5.4 Penentuan Zat Pengoksidasi Terbaik pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel

Sampel serbuk keladi tikus ditimbang sebanyak 1 gram menggunakan neraca analitik dan dimasukkan dalam labu alas bulat. Sampel didestruksi dengan 15 mL campuran HNO_3 65% p.a dan HCl p.a 37% dengan komposisi seperti pada Tabel 3.1. Kemudian dipanaskan pada suhu sekitar 100°C hingga didapatkan larutan jernih dan didinginkan. Hasil destruksi refluks dingin disaring menggunakan kertas saring Whatman 42. Kemudian dimasukkan dalam labu ukur 25 mL dan diencerkan menggunakan HNO_3 0,5 M hingga tanda batas. Dianalisis logam timbal dan kadmium dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang timbal 283,3 nm dan kadmium 228,8 nm. Masing-masing larutan pengoksidasi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Langkah diatas dilakukan kembali sampai oksidator dan larutan pengencer terbaik diperoleh. Perlakuan yang sama diulangi untuk sampel cair sebanyak 10 mL. Percobaan ini bertujuan untuk menentukan zat pengoksidasi terbaik dari timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel serbuk keladi tikus, seperti Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Volume perbandingan pengoksidasi untuk sampel

Oksidator	HNO_3 p.a + HCl p.a (6:1)*	HNO_3 p.a + HCl p.a (3:1)**	HNO_3 p.a + HCl p.a (1:1)***
Destruksi			
Tertutup	12,85 mL : 2,15 mL	11,25 mL : 3,75 mL	7,5 mL : 7,5 mL

Sumber : *Mousavi (2014), **Khan (2012), ***Bello (2012) termodifikasi

Data tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut dengan metode uji variasi *One Way Anova* untuk mengetahui konsistensi kadar logam Pb dan Cd yang diperoleh dari pembacaan instrumentasi Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

3.5.5 Preparasi Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Materia Medica Batu dalam bentuk serbuk dan disimpan dalam wadah tertutup. Pembuatan seduhan simplisia dilakukan dengan cara menimbang 5 gram simplisia kering dan dimasukkan dalam beaker glass kemudian ditambah 50 mL aquabides lalu dipanaskan dengan suhu 90°C selama 15 menit dan disaring dengan kertas saring. Maserasi simplisia dilakukan dengan cara menimbang 5 gram simplisia kering kemudian direndam dengan 50 mL aquabides selama 24 jam dengan 2 jam pengadukan. Selanjutnya larutan disaring dengan kertas saring. Masing-masing larutan yang didapatkan akan dikembalikan ke volume awal.

3.5.6 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Berbagai Perlakuan Sampel Keladi Tikus

Sampel serbuk diambil sebanyak 1 gram dan dimasukkan larutan zat pengoksidasi terbaik yang telah diperoleh pada tahap penelitian sebelumnya kedalam *refluks*. Hasil destruksi *refluks* didinginkan dan disaring kedalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas. Selanjutnya dilakukan uji kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang untuk Pb 283,3 nm dan untuk kadmium 228,8 nm. Dilakukan pengulangan prosedur sebanyak 3 kali dan perlakuan yang sama diulangi untuk sampel cair sebanyak 10 mL.

Dimana: b = Kadar yang terbaca instrumen (mg/L)

V_p = Volume pengenceran (L)

W = Berat sampel (gr)

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *one way anova* untuk mengetahui apakah penggunaan variasi komposisi zat pengoksidasi mempunyai pengaruh dalam pembacaan konsentrasi Pb dan Cd terukur dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika H_0 ditolak, maka ada pengaruh variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap kadar logam timbal dan kadmium.
2. Jika H_0 diterima, maka tidak ada pengaruh variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap kadar logam timbal dan kadmium.

Rancangan analisis data menggunakan *One Way Anova* dapat dilihat pada

Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Rancangan analisis data logam Cd dan Pb

L.P	HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1)			HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1)			HNO ₃ p.a + HCl p.a (6:1)		
	Ulangan			Ulangan			Ulangan		
M	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Pb									
Cd									

Keterangan:

L.P : Larutan pengoksidasi

M : Logam

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang berjudul penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daun keladi tikus dengan menggunakan variasi komposisi zat pengoksidasi secara spektroskopi serapan atom ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti: preparasi sampel, pengaturan alat AAS, pembuatan kurva standar timbal (Pb) dan kadmium (Cd), penentuan zat pengoksidasi terbaik pada timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam sampel, penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam berbagai perlakuan sampel daun keladi tikus, dan analisis data yang diperoleh dari hasil penelitian.

4.1 Preparasi Sampel

Metode pengambilan sampel adalah tahap awal dari sebuah penelitian. Metode ini berpengaruh terhadap validasi suatu data dan kebenaran dalam mengambil kesimpulan. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak dan sampel yang dipilih diharapkan mampu mewakili populasi yang diamati. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk daun keladi tikus yang diperoleh dari Materia Medica Batu.

Berikut ulasan metode penyerbukan yang dilakukan oleh pihak Materia Medica Batu yaitu daun keladi tikus dicuci terlebih dahulu sampai bersih. Kemudian daun yang sudah bersih diletakkan diatas loyang untuk proses pengeringan. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan 2 cara. Cara yang pertama yaitu pengeringan tidak langsung terkena sinar matahari yang biasanya memakan waktu sampai 3 hari. Cara yang kedua dengan menggunakan oven

dengan suhu 40°C selama 2 hari. Setelah daun keladi tikus kering selanjutnya akan melalui tahap penggilingan atau penghalusan. Tahap akhir yaitu proses pengemasan serbuk daun keladi tikus.

Bentuk lain dari sampel yang dianalisis yaitu berupa sediaan seduhan dan maserasi. Cara preparasi sediaan seduhan dengan melarutkan 5 gram sampel serbuk ke dalam 50 mL aquabides kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 15 menit. Selanjutnya larutan disaring dan hasil yang didapat dikembalikan ke volume awal. Sedangkan cara preparasi sediaan maserasi yaitu sebanyak 5 gram sampel serbuk direndam dalam 50 mL aquabides selama 24 jam. Setelah itu larutan disaring dan volume yang didapat dikembalikan ke volume awal.

4.2 Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Penentuan kadar logam timbal dan kadmium dalam daun keladi tikus dilakukan dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Alasan pemilihan instrumen tersebut karena waktu pengerjaan yang relatif cepat, sensitif, serta sangat spesifik untuk logam-logam yang akan dianalisis. Tujuan dari pengaturan alat ini agar diperoleh populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Atom-atom akan menyerap energi radiasi yang khusus, sehingga berubah pada keadaan tereksitasi. Semakin banyak atom dikeadaan dasar maka radiasi yang diserap semakin banyak pula sehingga akan diperoleh serapan yang maksimum (Nuraini, 2011).

Optimasi alat mempunyai tujuan mencari kondisi optimum untuk menghasilkan respon terbaik. Optimasi alat dilakukan dengan memvariasikan nilai parameter dari alat tersebut. Kondisi optimum analisis suatu unsur diperoleh

dengan mengukur serapan maksimum unsur pada setiap perubahan parameter panjang gelombang, laju alir asetilen, laju alir udara, lebar celah, dan kuat arus.

Optimasi tinggi pembakar digunakan untuk mendapatkan populasi atom yang terbanyak sehingga pembakaran yang terjadi dapat tepat pada lintasan energinya. Optimasi laju alir gas pembakar dan oksidan berpengaruh pada suhu pengatoman. Apabila gas pembakarnya kurang, maka energi untuk pengatoman kurang sempurna. Laju alir gas pembakar yang paling baik digunakan untuk logam timbal 10,0 L/menit, sedangkan untuk logam kadmium 15,0 L/menit (Hendayana, 1994).

Prinsip dari metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) yaitu absorpsi cahaya oleh atom, dimana atom-atom akan menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu yang bergantung pada sifat unurnya. Logam timbal (Pb) akan menyerap pada panjang gelombang 283,3 nm, yang merupakan panjang gelombang paling kuat menyerap garis untuk melakukan transisi elektronik dari tingkat dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi (eksitasi). Cahaya pada panjang gelombang tersebut mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik atom timbal (Pb) sehingga menghasilkan garis spektrum yang tajam dengan identitas yang maksimum. Sedangkan untuk logam kadmium (Cd) akan menyerap pada panjang gelombang 228,8 nm.

Unsur x hanya akan menyerap sinar pada panjang gelombang yang sesuai dengan unurnya. Larutan sampel hasil dari destruksi yang berupa $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ akan diserap oleh pipa kapiler SSA dan menuju ke *nebulizer* untuk diubah ke dalam bentuk butiran-butiran kabut yang halus atau aerosol. Butiran halus tersebut akan masuk ke dalam *burner* dan mengalami proses atomisasi yaitu

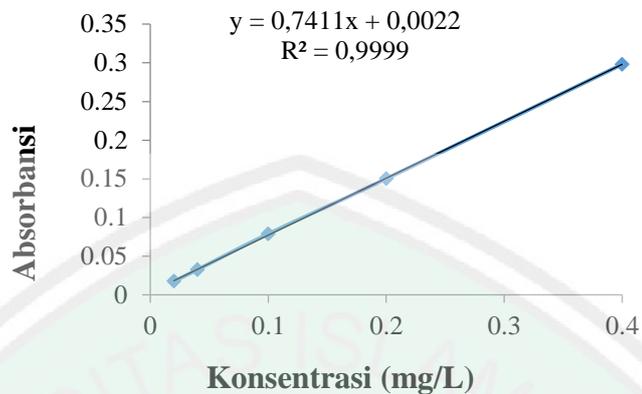
pengubahan kabut atau uap garam suatu unsur menjadi bentuk atom-atomnya (M^0), hanya logam Cd dan Pb yang mengalami atomisasi sedangkan $(NO_3)_2$ akan terbakar dan menuju gas pembuangan. Kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral pada tingkat energi terendah (*ground state*), meskipun ada beberapa atom yang akan tereksitasi secara termal oleh nyala. Atom-atom pada tingkat energi terendah akan menyerap cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Kemudian energi tersebut menuju ke detektor dimana energi cahaya akan diubah menjadi energi listrik sehingga dapat dideteksi oleh rekorder (Skoog, dkk., 1998).

4.3 Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb)

Kurva standar merupakan kurva yang digunakan untuk menyatakan hubungan antara berkas radiasi yang diabsorpsi, absorbansi (A) dan konsentrasi (C) dari serangkaian zat standar yang telah diketahui konsentrasinya. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi. Apabila konsentrasinya tinggi maka nilai absorbansinya juga akan tinggi, sedangkan apabila konsentrasinya rendah maka absorbansinya juga rendah.

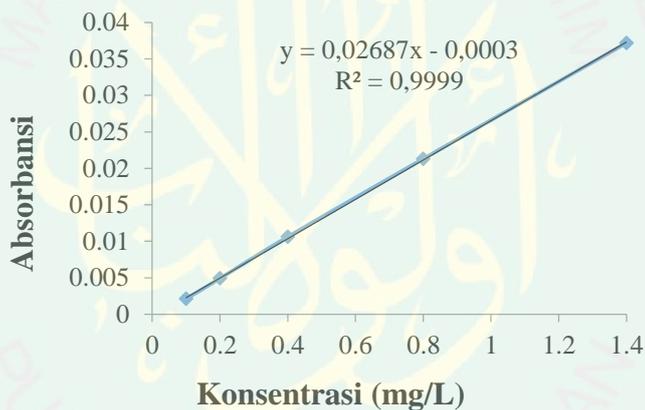
Kurva standar dibuat berdasarkan hukum Lambert-Beer, dimana dari perhitungan regresi linier yaitu $y = bx + a$ dapat ditarik garis lurus. Keabsahan kurva kalibrasi yang diperoleh dapat diuji dengan menentukan harga koefisien korelasi (R^2) yang menyatakan ukuran kesempurnaan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi yang dinyatakan dalam suatu garis lurus. Metode ini dapat menggambarkan kemampuan suatu alat untuk mendapatkan hasil pengujian yang sebanding dengan kadar analitik alat tersebut dalam sampel uji pada rentang konsentrasi tertentu. Kurva larutan standar logam kadmium dan timbal dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Kurva Standar Cd



Gambar 4.1 Grafik kurva standar logam kadmium (Cd)

Kurva Standar Pb



Gambar 4.2 Grafik kurva standar logam timbal (Pb)

Berdasarkan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai persamaan regresi untuk logam Cd yaitu $y = 0,7411x + 0,0022$ dan Gambar 4.2 menunjukkan nilai persamaan regresi untuk logam Pb yaitu $y = 0,02687x - 0,0003$, dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentasi dan a adalah intersep. Persamaan regresi logam Cd menunjukkan bahwa $y = 0,7411x + 0,0022$ linier pada range 0 – 0,4 mg/L. Sedangkan logam Pb menunjukkan bahwa $y = 0,02687x - 0,0003$ linier

pada *range* 0 – 1,4 mg/L. Selanjutnya didapatkan nilai koefisien korelasi (R^2) untuk kurva standar Cd dan Pb sebesar 0,9999.

Berdasarkan Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga nilai absorbansinya, sehingga didapatkan persamaan liniernya dengan nilai linearitas $R^2 = 0,9999$. Nilai linearitas yang diperoleh telah memenuhi syarat yang ditentukan dan sesuai dengan *Hukum Lambert – Beer*, yaitu $R^2 > 0,98$. Nilai tersebut mempunyai arti bahwa instrument Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dalam kondisi yang baik. Persamaan garis lurus yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel karena terdapat hubungan yang linier antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A).

4.4 Penentuan Zat Pengoksidasi Terbaik pada Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel

Proses analisis menggunakan SSA akan berjalan dengan baik apabila pemilihan metode destruksinya tepat. Menurut Kartikasari (2016), metode destruksi basah tertutup (*refluks*) memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode destruksi basah terbuka ataupun destruksi kering. Tujuan dari proses destruksi adalah untuk memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis. Sehingga proses destruksi perlu dilakukan sebelum menganalisis suatu unsur didalam makanan atau minuman.

Prinsip destruksi basah tertutup (*refluks*) adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, tetapi akan didinginkan oleh kondensor sehingga pelarut tersebut akan mengembun didalam kondensor.

Selanjutnya pelarut akan turun ke dalam labu alas bulat sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung (Kalaskar, 2012).

Zat pengoksidasi yang digunakan dalam metode destruksi basah tertutup ini adalah asam nitrat dan asam klorida dengan variasi sebagai berikut $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1); $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1); dan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (6:1). Tujuan dari variasi zat pengoksidasi ini untuk menentukan larutan pengoksidasi yang paling efektif untuk menganalisis kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daun keladi tikus sehingga diperoleh kadar yang maksimal. Adapun reaksi yang terjadi antara senyawa organik dengan zat pengoksidasi adalah sebagai berikut:

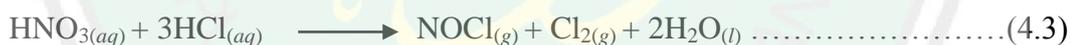


Proses destruksi ini dilakukan diatas *water bath* dengan adanya pemanasan menggunakan suhu 100 °C. Penggunaan suhu 100 °C supaya tidak melebihi suhu dari asam nitrat yaitu 121 °C. Hal tersebut untuk mencegah proses penguapan yang terlalu banyak sehingga proses destruksinya maksimal. Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang sering digunakan dalam proses destruksi, dalam keadaan panas asam ini dapat mengoksidasi logam sehingga logam akan larut sempurna. Asam nitrat akan menguraikan senyawa organik menghasilkan gas NO_2 dan CO_2 . Terbentuknya gas tersebut ditandai dengan adanya uap gas berwarna coklat kemerahan pada waktu proses destruksi yang mengindikasikan

terjadinya reaksi redoks. Adapun proses pembentukan gas NO_2 adalah sebagai berikut:



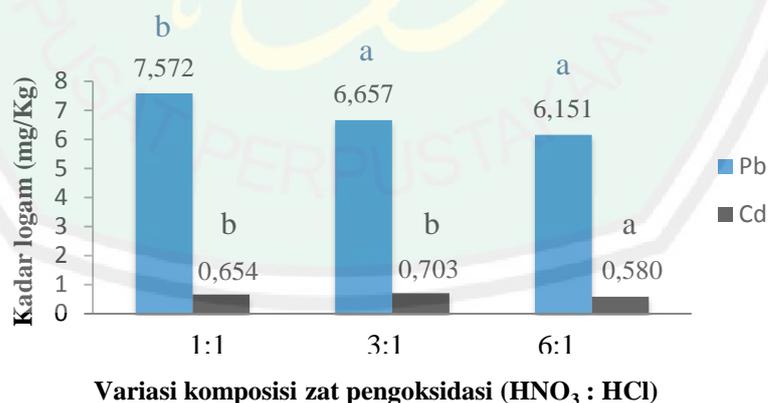
$(\text{CH}_2\text{O})_x$ dimisalkan sebagai senyawa organik dari sampel yang digunakan, selanjutnya akan dioksidasi oleh HNO_3 menghasilkan CO_2 dan H_2O . Proses oksidasi bahan organik oleh asam nitrat menyebabkan terputusnya ikatan logam dalam sampel dengan senyawa organik. Terjadi perubahan warna larutan pada saat proses destruksi berlangsung, yaitu dari larutan yang berwarna coklat menjadi kuning jernih. Berikut reaksi yang terjadi ketika aqua regia (campuran HNO_3 dan HCl) dibuat, yaitu:



Aqua regia adalah senyawa yang mudah menguap sehingga ketika proses pembuatan selesai, maka harus segera digunakan. Apabila tidak segera digunakan akan terurai menjadi HNO_3 dan HCl kembali. Reaksi $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ akan menjadi nitrosil klorida (NOCl) dan klorin pada saat proses destruksi. Asam nitrat merupakan zat pengoksidasi yang kuat. Senyawa organik yang terikat dengan

logam dapat bereaksi langsung dengan klorin bebas di aqua regia. Hal ini dikarenakan klorin merupakan oksidator yang sangat kuat.

Proses destruksi dapat dihentikan apabila larutan sudah menjadi bening yang artinya ikatan logam pada sampel dengan senyawa organik sudah terputus. Larutan hasil destruksi didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas saring whatman 42 untuk memisahkan residu yang tertinggal di dalam larutan. Kemudian diencerkan menggunakan larutan HNO_3 0,5 M sebanyak 25 mL. Menurut Rohman (2007), pemilihan larutan HNO_3 0,5 M karena larutan sampel harus berada dalam matriks yang identik dengan larutan standar sehingga terbentuk kondisi ideal dalam suatu analisis dengan metode nyala SSA. Hasil destruksi yang telah diencerkan selanjutnya dianalisis menggunakan SSA untuk mengetahui kadar logam yang ada di dalam serbuk daun keladi tikus. Perbandingan dari perolehan kadar Pb dan Cd dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram perbandingan rata-rata kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada serbuk daun keladi tikus berdasarkan variasi komposisi zat pengoksidasi

Berdasarkan Gambar 4.3, didapatkan hasil bahwa rasio pengoksidasi terbaik untuk logam Pb dan Cd berbeda. Kadar logam Pb yang paling tinggi terdapat pada zat pengoksidasi $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1) sebesar 7,572 mg/Kg, sedangkan untuk logam Cd yaitu pada zat pengoksidasi $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1) sebesar 0,703 mg/Kg. Sesuai hasil uji BNt untuk analisis logam Pb, sampel yang didestruksi menggunakan pengoksidasi $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1) berbeda nyata dengan sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ rasio (3:1) dan (6:1), sedangkan sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1) tidak berbeda nyata dengan sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (6:1). Hasil uji BNt untuk logam Cd menunjukkan bahwa sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (6:1) berbeda nyata dengan sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ rasio (1:1) dan (3:1), sedangkan untuk sampel yang didestruksi dengan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ rasio (1:1) dan (3:1) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Pengoksidasi terbaik untuk logam kadmium (Cd) adalah $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1), sedangkan logam timbal (Pb) pada $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1). Kemungkinan hasil tersebut didapat karena adanya perbedaan sifat dan golongan dari logam Pb dan Cd. Sehingga mengakibatkan perbedaan kelarutan logam tersebut dalam asam. Kerapatan logam Pb lebih besar daripada logam Cd sehingga logam Pb lebih mudah memutus ikatannya dari senyawa organik. Logam Pb juga merupakan logam oksida amfoter dengan nilai bilangan oksidasi 2 dan 4. Sedangkan logam Cd sedikit oksida basa dengan nilai bilangan oksidasi 1 dan 2. Hal ini mengakibatkan kadar logam Cd yang diperoleh lebih sedikit karena logam Cd sedikit bereaksi dengan zat pengoksidasi utama yaitu HNO_3 yang bersifat asam

kuat. Semakin besar bilangan oksidasi maka reaksi antara senyawa organik dengan asam nitrat semakin kuat pula.

Aqua regia adalah larutan pengoksidasi yang terbuat dari campuran HNO_3 pekat dan HCl pekat. Dikarenakan masing-masing komponennya memiliki fungsi yang berbeda, maka larutan pengoksidasi tersebut sangat efektif digunakan untuk melarutkan logam melebihi kemampuan dari asam pembentuknya (larutan pengoksidasi tunggal). HNO_3 merupakan asam pengoksidasi yang sifatnya kuat, berbeda dengan HCl dimana ion Cl^- nya akan membentuk ikatan dengan senyawa kompleks serta mengurangi konsentrasi dari ion logam Pb^{2+} atau Cd^{2+} yang berpotensi kembali membentuk ikatan dengan senyawa organik dalam larutan sampel (Division of Chemical Education, 2010; DGR Industrial Products, 2012).

Logam Pb berikatan dengan senyawa organik sampel yang dimisalkan bahwa senyawa tersebut mempunyai gugus hidroksil ($-\text{OH}$), dimana Pb berikatan dengan atom O sehingga panjang ikatan dari Pb-O sebesar $2,5 \text{ \AA}$ (I.D Brown, 1981). Sedangkan untuk panjang ikatan dari Cd-O sebesar $2,3 \text{ \AA}$ (Supplementary Material (EIS), 2010). Semakin panjang ikatannya maka semakin mudah untuk memutuskan ikatan antara senyawa organik dengan logam. Ikatan dari Pb-O lebih panjang dibandingkan Cd-O, artinya ikatan Pb-O lebih mudah mengalami pemutusan ikatan. Sehingga logam Cd lebih memerlukan banyak zat pengoksidasi utama yaitu HNO_3 untuk memutuskan ikatan antara logam dengan senyawa organik dalam sampel. Zat pengoksidasi terbaik logam Cd yaitu $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1). Berbeda dengan logam Pb, zat pengoksidasi yang terbaiknya yaitu $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1).

Penelitian ini didukung oleh data uji statistik *One Way Anova* untuk mengetahui pengaruh signifikan variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap konsentrasi pada penentuan kadar Pb dan Cd dalam serbuk daun keladi tikus. Uji statistik ini menggunakan taraf signifikan sebesar 99%. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis:

1. $H_0 = 0$, berarti tidak ada pengaruh antara variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd.
2. $H_1 \neq 0$, berarti ada pengaruh antara variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd.

Penentuan H_0 atau H_1 yang diterima atau tidak maka harus mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Jika nilai F hitung > nilai F tabel, maka H_0 ditolak.
2. Jika nilai F hitung < nilai F tabel, maka H_0 diterima.

Tabel 4.1 Hasil uji *One Way Anova* pengaruh variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap kadar logam Pb dalam serbuk daun keladi tikus.

Sumber Variasi	SS	Df	MS	F_{hitung}	F_{tabel}	Sig.
Perlakuan	3,1151	2	1,5575	17,62	10,92	0,000
Galat	0,5303	6	0,0884			
Total	3,6453	8				

Table 4.2 Hasil uji *One Way Anova* pengaruh variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap kadar logam Cd dalam serbuk daun keladi tikus.

Sumber Variasi	SS	Df	MS	F_{hitung}	F_{tabel}	Sig.
Perlakuan	0,02287	2	0,01144	11,40	10,92	0,000
Galat	0,00602	6	0,00100			
Total	0,02889	8				

Keterangan:

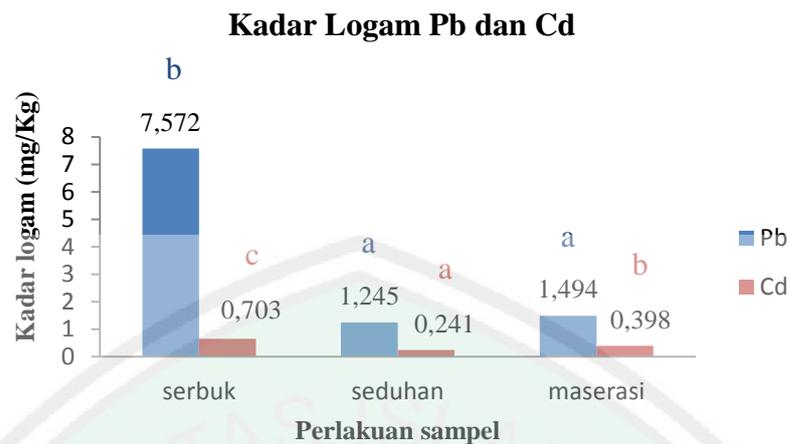
SS = Sum of Squares

MS = Mean Square

Berdasarkan Tabel 4.1 dan 4.2 dengan menggunakan tingkat kesalahan 0,01 maka diperoleh nilai F hitung untuk logam Pb dan Cd lebih besar dari nilai F tabel. Berikut ini masing-masing nilai F hitung dan F tabel untuk logam Pb dan Cd secara berturut-turut yaitu F hitung (17,62) > F tabel (10,92) dan F hitung (11,40) > F tabel (10,92). Hal ini sesuai dengan aturan dimana F hitung > F tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara variasi komposisi zat pengoksidasi terhadap perolehan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada serbuk daun keladi tikus.

4.5 Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Sampel Daun Keladi Tikus

Penentuan kadar logam Pb dan Cd pada sampel daun keladi tikus yaitu berupa serbuk, seduhan dan maserasi menggunakan zat pengoksidasi terbaik $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1) untuk logam Pb dan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1) untuk logam Cd. Penentuan kadar logam Pb dan Cd dalam masing-masing perlakuan sampel diuji dengan tiga kali pengulangan prosedur. Hal ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dan kevalidan data yang diperoleh dari setiap perlakuan. Berikut perbandingan konsentrasi logam Pb dan Cd yang diperoleh pada masing-masing perlakuan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram perbandingan kadar logam Pb dan Cd dalam variasi sediaan sampel keladi tikus

Berdasarkan Gambar 4.4, didapatkan hasil dari uji BNt untuk logam Pb yaitu sediaan serbuk berbeda nyata dengan sediaan seduhan dan maserasi sedangkan sediaan seduhan tidak berbeda nyata dengan sediaan maserasi. Uji BNt untuk logam Cd menunjukkan hasil bahwa sediaan serbuk, seduhan, dan maserasi ketiganya berbeda nyata. Kadar logam timbal (Pb) yang mempunyai nilai paling rendah terdapat pada sediaan seduhan yaitu sebesar 1,245 mg/Kg. Dimana nilai untuk kadar logam Pb pada serbuk dan maserasi masing-masing sebesar 7,572 dan 1,494 mg/Kg. Kadar logam kadmium (Cd) yang paling rendah juga terdapat pada sediaan seduhan dengan kadar sebesar 0,241 mg/Kg. Sedangkan kadar logam Cd pada sediaan serbuk dan maserasi masing-masing sebesar 0,703 dan 0,398 mg/Kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada logam Pb dan Cd, kadar logam yang paling tinggi pada sediaan serbuk dan kadar logam yang paling rendah pada sediaan seduhan. Hal ini karena pada sediaan serbuk sebelum proses destruksi dilakukan, sampel tidak mendapatkan perlakuan terlebih dahulu berbeda dengan sediaan seduhan maserasi. Sehingga kadar logam pada sediaan serbuk lebih

banyak. Nilai kadar logam tertinggi kedua terdapat pada sediaan maserasi. Hal tersebut dikarenakan pada sediaan maserasi diberikan perlakuan yaitu perendaman sampel serbuk selama 24 jam menggunakan aquabides. Selama proses perendaman berlangsung dimungkinkan logam yang ada didalam sampel larut dalam pelarut. Lamanya proses perendaman mempengaruhi banyaknya logam yang larut dalam pelarut. Proses penyaringan yang dilakukan juga mempengaruhi banyaknya kadar logam dalam sampel karena dimungkinkan logam akan terperangkap didalam residu sehingga kadarnya semakin rendah.

Sediaan seduhan mempunyai kadar logam paling rendah. Hal ini karena sediaan seduhan diberikan perlakuan terlebih dahulu sebelum didestruksi. Sampel serbuk ditambahkan pelarut aquabides dan dipanaskan diatas penangas air dengan suhu 90°C selama 15 menit terhitung ketika suhu mencapai 90°C . Adanya pemanasan dengan suhu 90°C dapat mempercepat larutnya logam dalam pelarut. Kadar logam yang terdapat pada sampel seduhan merupakan logam yang larut dalam proses penyeduhan saja selama waktu 15 menit. Sehingga apabila dibandingkan dengan sediaan maserasi, kadar logam sediaan seduhan relatif lebih sedikit karena waktu yang dilakukan pada saat proses perendaman lebih singkat yaitu hanya 15 menit. Proses penyaringan juga mempengaruhi banyaknya perolehan kadar logam dalam sampel.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya kadar logam pada masing-masing sediaan sampel yaitu polusi udara, air yang digunakan, pupuk dan media tanam (tanah lahan yang digunakan). Parmiko, dkk (2014) menyatakan bahwa polusi asap kendaraan bermotor merupakan penyebab dari perpindahan cemaran logam dari udara ke tanaman. Logam yang ada di udara akan terabsorb

oleh tanah dan mengendap didalamnya sehingga apabila tanaman tumbuh diatas tanah tersebut maka akan tercemari oleh logam yang sudah terakumulasi dalam tanah. Pencemaran melalui air disebabkan oleh limbah rumah tangga dan limbah pabrik yang secara langsung dibuang ke saluran irigrasi tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu sehingga tanaman akan mengabsorb air melalui tanah yang mengandung air tersebut.

Perpindahan logam dari tanah ke tanaman tergantung pada pH dan komposisi tanah. Ketika kondisi kesuburan tanah tinggi dan kandungan bahan organiknya juga tinggi tanaman dapat menyerap logam. Logam akan larut dalam tanah apabila keasaman tanahnya tinggi. Keasaman tanah disebabkan oleh sisa pestisida dan banyaknya kandungan pupuk yang digunakan untuk membasmi hama dan mempercepat pertumbuhan tumbuhan (Taufikurrahman, 2016).

Penentuan ada tidaknya pengaruh variasi perlakuan atau sediaan sampel terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd dapat menggunakan analisis secara statistik dengan uji data *One Way Anova*. Uji statistik ini menggunakan taraf signifikan sebesar 99%. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis:

1. $H_0 = 0$, berarti tidak ada pengaruh antara variasi sediaan sampel terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd.
2. $H_1 \neq 0$, berarti ada pengaruh antara variasi sediaan sampel terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd.

Penentuan H_0 atau H_1 yang diterima atau tidak maka harus mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Jika nilai F hitung $>$ nilai F tabel, maka H_0 ditolak.
2. Jika nilai F hitung $<$ nilai F tabel, maka H_0 diterima.

Tabel 4.3 Hasil uji *One Way Anova* pengaruh variasi sediaan sampel terhadap kadar logam Pb.

Sumber Variasi	SS	Df	MS	F _{hitung}	F _{tabel}	Sig.
Perlakuan	77,0472	2	38,5236	1605,20	10,92	0,000
Galat	0,1440	6	0,0240			
Total	77,1912	8				

Tabel 4.4 Hasil uji *One Way Anova* pengaruh variasi sediaan sampel terhadap kadar logam Cd.

Sumber Variasi	SS	Df	MS	F _{hitung}	F _{tabel}	Sig.
Perlakuan	0,331020	2	0,165510	476,67	10,92	0,000
Galat	0,002083	6	0,000347			
Total	0,333103	8				

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh nilai F hitung sebesar 1605,20 dan nilai F tabel sebesar 10,92 dengan tingkat kesalahan 0,01. Sedangkan pada Tabel 4.4 diperoleh nilai F hitung sebesar 476,67 dan nilai F tabel sebesar 10,92. Menurut aturan yang sudah ada, nilai F hitung > F tabel dimana H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya terdapat pengaruh signifikan antara variasi sediaan sampel terhadap perolehan kadar logam Pb dan Cd.

Kadar logam Pb yang didapat dari semua variasi sediaan sampel menunjukkan bahwa kadar logamnya tidak melebihi ambang batas maksimum yang telah ditetapkan oleh BPOM (2014) yaitu 10 mg/Kg. Sedangkan kadar logam Cd yang didapat menunjukkan hasil yang melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM (2014) yaitu 0,3 mg/Kg kecuali pada sediaan seduhan dengan kadar dibawah ambang batas yaitu sebesar 0,241 mg/Kg. Kadar logam yang diperoleh masih bisa ditoleransi dengan porsi konsumsi yang lebih sedikit mengacu pada ADI. ADI merupakan batas asupan harian yang diperbolehkan untuk meminimasi logam berat terhadap kesehatan manusia. Menurut SNI (2009), *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) timbal adalah

25 µg/Kg berat badan atau sama dengan 0,025 mg/Kg berat badan. Sedangkan kadmium adalah 7 µg/Kg berat badan atau setara dengan 0,007 mg/Kg berat badan. Sehingga kadar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang dapat ditoleransi oleh tubuh bila rata-rata berat badan manusia seberat 60 Kg adalah masing-masing sebanyak 1,5 mg/hari dan 0,42 mg/hari.

4.6 Tanaman Obat yang Halal dan Baik dalam Perspektif Islam

Tanaman obat adalah jenis-jenis tanaman yang mempunyai fungsi dan khasiat sebagai obat. Tanaman obat digunakan untuk proses penyembuhan maupun mencegah berbagai penyakit, salah satunya yang dialami oleh manusia. Tanaman obat merupakan salah satu kebutuhan manusia yang berperan dalam menjaga kesehatan manusia. Rasulullah SAW bersabda “*Sesungguhnya badanmu mempunyai hak atas dirimu*”. Maksud dari hadits ini yaitu untuk bisa melaksanakan pengabdian yang terbaik kepada Allah SWT. maka harus mempunyai kehidupan jasmani yang sehat karena merupakan modal utama untuk beribadah kepada sang pencipta (Shihab, 1997). Pengolahan, penyajian dan penampilan suatu obat mempunyai peran penting untuk memasarkan produk tersebut. Tetapi bagi umat Islam aspek kehalalan merupakan salah satu faktor penting dari sekedar penampilan dan rasa dari suatu obat. Agama Islam mengajarkan untuk selalu memperhatikan sumber dan kebersihan sesuatu yang dikonsumsi supaya mendapatkan makanan yang halal dan baik. Firman Allah yang menjelaskan tentang makanan yang halal dan baik terdapat dalam QS. al Maidah ayat 88:

﴿۸۸﴾ وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

Artinya: “*Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezkikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya*”.

Maksud dari Surah al Maidah ayat 88 ialah manusia diperintahkan oleh Allah SWT untuk mengonsumsi sesuatu yang halal dan baik. Makanan yang halal merupakan makanan yang tidak dilarang oleh agama. Sedangkan makanan yang baik adalah makanan yang diperbolehkan untuk dimakan menurut ilmu kesehatan. Sehingga makanan yang halal itu tidak semua baik untuk dikonsumsi.

Penelitian tentang penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daun keladi tikus ini didapatkan hasil kadar logam timbal (Pb) rata-rata sebesar 7,572 mg/Kg untuk sampel serbuk; 1,245 mg/Kg untuk sampel seduhan dan 1,494 mg/Kg untuk sampel maserasi. Sedangkan hasil kadar logam kadmium (Cd) rata-rata sebesar 0,703 mg/Kg untuk sampel serbuk; 0,241 mg/Kg untuk sampel seduhan dan 0,398 mg/Kg untuk sampel maserasi.

Banyaknya logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang dikonsumsi harus sesuai dengan yang dianjurkan oleh SNI dan tidak melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Sedangkan untuk konsumsi harian atau setiap harinya ditetapkan oleh *Adiccted Daily Intake* (ADI). Konsumsi harian menurut SNI (2009) *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) untuk timbal yaitu 0,025 mg/Kg berat badan dan kadmium sebesar 0,007 mg/Kg berat badan. Jika rata-rata berat badan manusia seberat 60 Kg, maka kadar timbal dan kadmium yang dapat ditoleransi oleh tubuh masing-masing sebanyak 1.5 mg/hari dan 0,42 mg/hari. Pada penelitian ini kadar logam Pb dan Cd paling rendah terdapat pada sediaan seduhan yaitu masing-masing sebesar 1,245 dan 0,241 mg/Kg. Jika dikonsumsi secara tidak berlebihan atau secukupnya maka tidak akan memberikan dampak

buruk bagi tubuh. Namun sebaliknya jika dikonsumsi secara berlebihan akan mengakibatkan penumpukan logam timbal dan kadmium di dalam tubuh sehingga nantinya akan terakumulasi dalam tubuh dan menimbulkan berbagai penyakit hingga kematian. Sehingga perlu menyeimbangkan konsumsi antara makanan atau minuman sesuai dengan kebutuhan tubuh dengan tidak terlalu banyak atau berlebihan sampai melampaui batas yang harus diperhatikan. Seperti firman Allah SWT. tentang keamanan pangan terdapat dalam Surah al A'raaf ayat 31.

يَا بَنِي آدَمَ خُذُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَشَرِبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿٣١﴾

Artinya: “*Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) mesjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan*”.

Surah al A'raaf ayat 31 menjelaskan tentang larangan Allah SWT. tentang hal yang berlebih-lebihan terutama untuk makan dan minum. Hal tersebut dikarenakan semua hal yang berlebihan itu tidak baik dan dapat mendatangkan berbagai macam penyakit. Oleh sebab itu kita dianjurkan untuk makan dan minum sesuai dengan kebutuhan atau tidak boleh berlebih-lebihan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang berjudul penentuan kadar logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada daun keladi tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) menggunakan variasi komposisi zat pengoksidasi secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah sebagai berikut:

1. Zat pengoksidasi terbaik yang diperoleh pada sampel serbuk daun keladi tikus menggunakan destruksi *refluks* untuk logam timbal adalah $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (1:1) sedangkan untuk logam kadmium adalah $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (3:1).
2. Kadar logam timbal yang diperoleh pada perlakuan sampel serbuk, seduhan dan maserasi berturut-turut sebesar 7,572; 1,245 dan 1,494 mg/Kg. Sedangkan kadar logam kadmium berturut-turut sebesar 0,703; 0,241 dan 0,398 mg/Kg.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan untuk memperbaiki serta mengembangkan penelitian sebelumnya yaitu:

1. Sebaiknya dilakukan uji tanpa sampel untuk mengetahui apakah kadar logam yang diperoleh murni dari sampel atau berasal dari zat pengoksidasi yang digunakan.
2. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan destruksi menggunakan *microwave* untuk membandingkan hasil mana yang lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.
- Al-Anshori, J. 2005. *Spektroskopi Serapan Atom*. Materi Ajar disajikan dalam Pelatihan Instrumentasi Analisa Kimia Universitas Padjadjaran. Desember.
- Alloway, B. J. 1990. *Heavy Metal in Soils*. Jhon Willey and Sons Inc., New York.
- Baird, C. 1995. *Environmental Chemistry*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bello, A. A. A., A., Issa O., O., Oguntibeju O., A., Ayoola G., dan O., Adejuno O. 2012. Analysis of Some Selected Toxic Metals in Registered Herbal Products Manufactured in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 11(26), pp. 6918-6922.
- BPOM. 2014. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia*, No 12 Tahun 2014.
- Cahyadi, W. 2004. *Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman*. Bandung: Fakultas Teknik UNPAS, Departemen Farmasi Pascasarjana ITB.
- Chang, H., But, P. 1987. Pharmacology and applications of Chinese Materia Medica. *World Scientific*. Vol. 2. Hongkong.
- Charlena. 2004. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Cadmium (Cd) Pada Sayur-Sayuran. *Falsafah Sain (PSL 702)*. Program Pascasarjana/ S3 / Institut Pertanian Bogor.
- Choo, C. Y., Chan, K. L., Takeya, K., dan Itokawa, H. 2001. Cytotoxic activity of *Typhonium flagelliforme* (Araceae). *Pythotherapy Resesarch*, 15:260-262.
- Connel, D. W dan Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Cutler, S. J dan Cutler, H. 2000. *Biologically Active Natural Products*. Pharmaceuticals. CRC Press LLC. Boca Raton. USA. 1-13, 17-22, 73-92.
- Dahlan, E. N. 1989. Studi Kemampuan Tanaman dalam Menjerap dan Menyerap Timbal Emisi dari Kendaraan Bermotor. *Tesis*: Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Daris, A. 2008. Fitokimia Mencegah Penyakit Degeneratif (Versi elektronik). *Majalah Medisina*, 2 (4).
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi MakhluK Hidup*. Jakarta: UI Press.

- Data Riset Kesehatan Dasar. 2013. Badan Litbangkes Kementerian Kesehatan RI dan Data Penduduk Sasaran. Jakarta: Pusdatin Kementerian.
- Day dan Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Depkes RI. Profil Kesehatan Indonesia. 2001. *Menuju Indonesia sehat 2010*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. 2002:40.
- Dewi, F. R. 2005. Pengaruh Jenis Asam Pendestruksi Terhadap Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Ikan. *Skripsi*. FMIPA UNY.
- Dewoto, H. R. 2007. Pengembangan Obat Tradisional Indonesia menjadi Fitokimia. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 57 (7): 205-211.
- DGR Industrial Products. 2012. *Analyzing Precious Metals for Content & Purity*. California: Livermore.
- Division of Chemical Education, Inc. 2010. *Chemistry Comes Alive!*; Aqua Regia, American Chemical Society.
- Dzulkarnain. 1995. *Tinjauan Hasil Penelitian Tanaman Obat di Berbagai Institusi II*, Puslitbang Farmasi Depkes RI, Jakarta.
- Ed, U., Eo, A., Sm, S. 2016. Levels of some heavy metals in Cocoyam (*Colocasia esculentum*) grown on soil receiving Effluent from a Paint Industry. *Journal Application Science Environment Management*. Vol. 20 (1) 215-218.
- Etale, A. 2011. Risk of Urban Agriculture: Lead and Cadmium Intake of Kigali Residents from Locally Grown Produce. *Research*. University of the Witwatersrand Johannesburg.
- Gandjar, I. G dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Harhari, K. P. Y., Supriatno., dan Medawati, A. 2011. Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Keladi Tikus (*Typhonium fagelliforme* Lodd.) Terhadap Proliferasi Sel Kanker Lidah Manusia (SP-C1) Secara In Vitro. *Jurnal Mutiara Medika*. Vol. 11, Nomor. 1
- Hariana, A. 2008. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya Seri 2*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 23-24.
- Hartati, S. Y. 2013. Khasiat Kunyit Sebagai Obat Tradisional dan Manfaat Lainnya. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri Volume 19 Nomor 2*. Balitro.

- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen Edisi kesatu*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Homan dan Brogan, G. X. 1993. *Lead Toxicity: Handbook of Medical Toxicology 1st edition*. Boston: Little dan Brown.
- Istarani, F dan Pandebesie, S. 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) Terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3 (1) . ISSN : 2337-3539 (2301-9271).
- Kalaskar. M.M. 2012. Quantitative Analysis of Heavy Metal From Vegetables of Amba Nalain Amravati District. *Der Phama Chemica*. 4:2373-2377.
- Kartikasari, M. 2016. Analisis Logam Timbal (Pb) pada Buah Apel (*Pylus Malus L.*) dengan Metode Destruksi Basah Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang.
- Katrin, E., Novagusda, F. N., Susanto., dan Winarno, H. 2012. Karakteristika dan Khasiat Daun Keladi Tikus (*Typhonium divaricatum (L.) Decne*) Iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Vol.8, No. 1.
- Khan, F., Sarfaraz, N., Shaheen, S., Saeed, A., Sial, Z. K., Khan, S. J., dan Shafiq, M. 2012. Comparative evaluation of copper, cobalt, cadmium and iron scavenging efficiency by *in-vivo* and *in-vitro* grown *Momordica charantia* using atomic absorption spectroscopy. *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 6(17), pp. 3301-3305.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Komari, N., Irawati, U., dan Novita, E. 2013. Kandungan Kadmium dan Seng pada Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) di Perairan Trisakti Banjarmasin Kalimantan Selatan. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. Vol. VII, No. 01. Kalimantan Selatan: FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.
- Kristianingrum, S. 2007. Modifikasi Metode Analisis Spesiasi Merkuri dalam Lingkungan Perairan. Di dalam *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta, 25 Agustus 2007.
- Kristianingrum, S. 2012. *Kajian Berbagai Destruksi Sampel Dan Efeknya*. Abstrak. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.
- Kumar, Ji. N., Soni, H., Kumar, R. N. 2007. Characterization of Heavy Metals in Vegetables Using Inductive Couple Plasma Analyzer (ICPA). *Journal Application Science Environment Management*. Vol. 11(3) 75-79.
- Kurniansyah, A. M., Kurnia, U., Sukristiyonubowo., dan Subowo. 1999. Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah Terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan

Hasil Tanam Caesin (*Brassica rapa*). *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Ikan dan Pupuk*. Puslittanak, Bogor.

- L, Divya., George, J., G, Midhun. 2015. Heavy Metal Contamination of Some Common Tubers Sold in Local Markets of Ernakulam District, Kerala, India. *International Research Journal of Biological Sciences*. Vol. 4(3), 49-52.
- Manual book. 2010. AAS- AA 240. Laboratorium Instrumentasi Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Masyithah, Z. 2012. *Pengaruh volume dan konsentrasi pelarut pada isolasi trimiristin dari limbah buah pala*. Medan : USU.
- Mbabazi, J., Bakyayita, G., Wasswa, J., Muwanga, A., Twinomuhwezi, H., dan Kwetegyeka, J. 2010. Variation in the contents of heavy metals in arable soils of a major urban wetland inlet drainage system of Lake Victoria, Uganda. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*. 15: 89-99.
- Mohan, S., Bustamam, A., Ibrahim, S., Al-Zubairi, A.S., dan Aspollah, M. 2008. Anticancerous Effect of *Typhonium flagelliforme* on Human T4-Lymphoblastoid Cell Line CEM-ss. *Research Journal of Pharmacology*, 3, pp 449-456.
- Mousavi, Z., Ziarati, P., Dehaghi, M. E., dan Qomi, M. 2014. Heavy Metal (Lead and Cadmium) in some Medicinal Herbal Products in Iranian Market. *Iranian Journal of Toxicology*. Vol 8, No 24.
- Muchtadi. 2009. *Destruksi Basah dan Kering*. Makasar: UNHAS Press.
- Muhadar, H., Widowati, L., dan Sundari, D. 2006. *Uji Aktivitas Ekstrak Etanol 50% Umbi Keladi Tikus (Typhonium flagelliforme) terhadap Sel Kanker Payudara (MCF-7 Cell Line) secara In Vitro*. Puslitbang Biomedis dan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Mukono, J. K., Sugijanto, H., dan Laksmiawati, E. 1991. *Laporan Penelitian: Status Kesehatandan Kadar Pb (timah hitam) darah pada karyawan SPBU di Jawa Timur*. Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Airlangga Surabaya.
- Mulyani, O. 2007. *Studi Perbandingan Cara Destruksi Basah Pada Beberapa Sampel Tanah Asal Citarum Dengan Metode Konvensional dan Bomb Teflon*. Tesis. Bandung: ITB.
- Namik, K., Aras, O., dan Ataman, Y. 2006. *Trace Element Analysis of Food and Diet*. The Royal Society of Chemistry: Hal 66-67.

- Nasution, R. E. 1992. *Prosiding Seminar dan Loka karya Nasional Etnobotani*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI-LIPI. Perpustakaan Nasional RI. Jakarta.
- Nuraini, T. 2011. Metode Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Sosis Kaleng Menggunakan Destruksi Basah Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Orisakwe, O. E., Nduka, J. K., Amadi, C. N., Dike, D. O., dan Bede, O. 2012. Heavy metal health risk assessment for population via consumption of food crops and fruits in Owerri, South Eastern, Nigeria. *Chemistry Central Journal*. 6:77.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Parmiko, I. P. M., Siaka, I. M., dan Suarya, P. 2014. Kandungan Logam Cu dan Zn dalam Tanah dan Pupuk serta Bioavailabilitasnya dalam Tanah Pertanian di Daerah Begudul. *Jurnal Kimia* 8 (1). Hal. 91-96.
- Putra, A., Tjahjono., dan Winarto. 2012. Efektivitas Ekstrak Umbi *Typhonium flagelliforme* Fraksi Diklorometanolik dalam Menghambat Proliferasi Sel MCF-7 Kanker Payudara. *Journal Indonesian Media Association*. Vol. 62, No. 1.
- Raimon. 1993. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Lokakarya Nasional*. Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.
- Ratnaningsih, A. 2004. Pengaruh Kadmium Terhadap Gangguan Patologik pada Ginjal Tikus Percobaan. *Jurnal Marematika, Sains dan Teknologi*, 5:53-63.
- Resti, A. 2016. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Sayur Bayam (*Amaranthus spp.*) Menggunakan Destruksi Basah Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang.
- Ridlo, H. R., Supriatno., Medawati, A., dan Rahmawati, A.D. 2012. Potensi Ekstrak Etanol Daun Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) Sebagai Induktor Apopsis Sel Kanker Lidah Manusia (SP-C1). *IDJ*. Vol. 1, No. 2.
- Rodiana, Y., Maulana, H., Masitoh, S., dan Nurhasni. 2013. Pengkajian Metode Untuk Analisis Total Logam Berat Dalam Sedimen Menggunakan *Microwave Digestion*. *Ecolab*, 7 (2) : 49-108.

- Sampurno. 2013. *Pedoman Cara Pembuatan Obat Yang Baik*. Jakarta : Badan Pengawas Obat dan Makanan Indonesia.
- Sapri., Fitriani, A., dan Narulita, R. 2014. Pengaruh Ukuran Serbuk Simplisia terhadap Randemen Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dengan Metode Maserasi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. ISBN: 978-602-19421-0-9.
- Sembiring, S dan Sismudjito. 2015. Pengetahuan dan Pemanfaatan Metode Pengobatan Tradisional pada Masyarakat Desa Suku Nalu Kecamatan Barus Jahe. *Perspektif Sosiologi*. Vol. 3, No. 1.
- Shihab, Q. 1997. *Membumikan al-Qur'an Fungsi dan Peran Wahyu dalam Kehidupan Masyarakat*. Bandung: Mizan.
- Shihab, Q. 1997. *Wawasan al-Qur'an Tafsir Maudhui atas Berbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan.
- Sianipar, N. F., Ningsih, R. P., dan Rosaria. 2016. Pengembangan Tanaman Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) Asal Indonesia Sebagai Obat Antikanker. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Vol. 4, No. 1: 65-74.
- Siddique, N. A dan M, Mujeeb. 2013. Determination of Heavy Metal in Medicinal Plants By Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). *International Journal of Phytotherapy Research*. ISSN 2278-5701.
- Skoog, A. D., F. J. Holler., dan T. A. Nieman. 1998. *Principles of Instrumental Analysis 5th ed*. Philadelphia: Harcourt Brace Collage Publishers.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2009. *SNI 7387 : 2009 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Makanan*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Sufitri, R. A., Nurdiana., dan Krismayanti, L. 2015. Uji Ekstrak Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L) Sebagai Penghambat Bakteri *Staphylococcus aureus*. *BIOTA: Jurnal Tadris IPA Biologi FITK IAIN Mataram*.
- Suharmiati dan Handayani, L. 2006. *Cara Benar Meracik Obat Tradisional*. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka.
- Suhendrayatna. 2001. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan (Heavy Metal Bioremoval By Microorganisme: A Literatur Study)*. Disampaikan pada Seminar On-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21, 1-14 Februari 2001, Seminar Forum PPI Tokyo Institute of Technology.

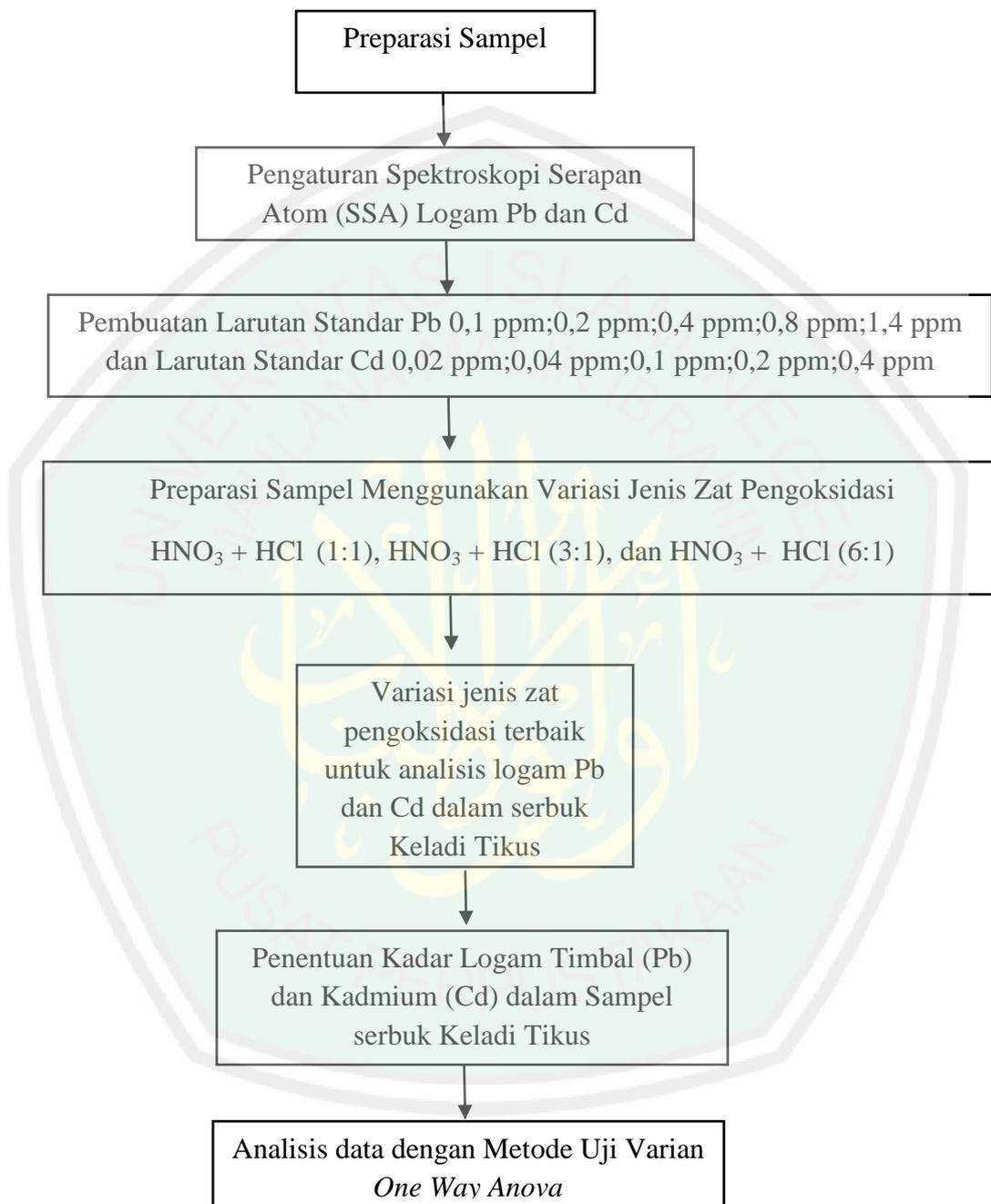
- Sukiman, H dan Nuriyanah. 2016. Potensi Bakteri Endofitik dari Tanaman Keladi Tikus Sebagai Penghasil Zat Antimikroba dan Antioksidan. *Biopropal Industri*. Vol. 7 No.1.
- Sumardi. 1981. Metode Destruksi Contoh Secara Kering dalam Analisa Unsur-Unsur Fe-Cu-Mn dan Zn dalam Contoh-Contoh Biologis. Proseding Seminar Nasional Metode Analisis. *Lembaga Kimia Nasional*. Jakarta: LIPI.
- Supriyati, N., Yanti, I., dan Sholikhah, M. 2011. Pengaruh Cara Ekstrak Terhadap Kadar Sari dan Kadar Sylymarin dalam Biji *Silybum marianum* (L.) Gaertn. *Balai Besar Litbang Tanaman Obat dan Obat Tradisional*.
- Susilowati, T. 2009. Timbal (Pb), [Http://susi-chemy.Blogspot.com](http://susi-chemy.blogspot.com) (Diakses 18 Agustus 2016).
- Sutarjadi. 1992. Tumbuhan Indonesia Sebagai Sumber Obat , Kosmetika dan Jamu. *Prosiding Seminar dan Loka Karya Naional Etnobotani*. Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Surabaya.
- Syahid, S. F dan Kristina, N. N. 2007. Induksi dan Regenerasi Kalus Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) Secara *in vitro*. *Jurnal Littri*, 13(4), h 142-146.
- Taufikurrahman. 2016. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Tanaman Rimpang Menggunakan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Uddin, A. H., Khalid, R. S., Alaama, M., M. Abdualkader, A., Kasmuri, A dan Abbas, S. A. 2016. Comparative Study of Three Digestion Methods for Elemental Analysis in Traditional Medicine Products Using Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of Analytical Science and Technology*, 7:6.
- Vandecasteele, C dan Block C. B. 1993. *Modern Methods for Trace Element Determination*. Inggris: John Wiley & Sons.
- Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatis Makro Dan Semimikro*. Jakarta: PT Kalman Media Pustaka.
- Wahidin. 2009. Analisis Zat Besi dari Susu Murni dan Minuman Fermentasi Yakult, Calpico, dan Vitacharm, Secara Destruksi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Tesis*. Program Studi Ilmu Kimia. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- WHO. 2002. *Traditional Medicine Growing Needs and Potential*. Geneva.

- Widowati, W., A. Sastiono, R., dan Yusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi.
- Widowati, L dan Mudahar, H. 2009. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol 50% Umbi Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) Terhadap Sel Kanker Payudara MCF-7 *in vitro*. *Media Litbang Kesehatan*. Vol. 19, No. 1.
- Wulandari, E. A dan Sukei. 2013. Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu Dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah (*Euchema Cottonii*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. No 2 Vol 2: 15-17.
- Zakiyana, Y., Supriatno., dan Medawati, A. 2010. Efek Ekstrak Etanol Daun Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) pada Invasi Sel Kanker Lidah Manusia (SP-C1) *in vitro*. *Mutiara Medika*. Vol. 10, No. 2: 160-166.
- Zens, C. 1994. *Occupational Medicine Third Edition Departement Of Enviromental Health University Of Cincinati Medical Center Cincinati-Ohio*.



LAMPIRAN

Lampiran 1: Rancangan Penelitian



LAMPIRAN

Lampiran 2 : Diagram Alir

1. Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

a. Untuk Logam Kadmium (Cd)

Alat SSA

- diatur panjang gelombang 228,8 nm
- diatur laju alir asetilen 1,8 L/menit
- diatur laju alir udara pada 15,0 L/menit
- diatur lebar celah 0,5 nm
- diatur kuat arus 4 mA

Hasil

b. Untuk Logam Timbal (Pb)

Alat SSA

- diatur panjang gelombang 283,3 nm
- diatur laju alir asetilen 2 L/menit
- diatur laju alir udara pada 10,0 L/menit
- diatur lebar celah 0,5 nm
- diatur kuat arus 5 mA

Hasil

2. Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)

Larutan stok Cd 1000 ppm

- diambil 1 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan menjadi 100 ppm sampai tanda batas

Larutan induk Cd 10

- diambil 0,1 mL; 0,2 mL; 0,5 mL; 1 mL dan 2 mL masing-masing dimasukkan dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan standar Cd 0,02 ppm; 0,04 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm dan 0,4 ppm
- dianalisis sederetan larutan standar Cd dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 228,8 nm.

Larutan induk 1000 ppm

3. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Larutan baku standar Pb (NO₃)₂ 1000 ppm

- diambil 1 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan menjadi 100 ppm sampai tanda batas

Larutan induk Pb 10 mL

- diambil 0,5 mL; 1 mL; 2 mL; 4 mL dan 7 mL masing-masing dimasukkan dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan standar Pb 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm dan 1,4 ppm
- dianalisis sederetan larutan standar Pb dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm.

Larutan induk 1000 ppm

4. Destruksi Sampel menggunakan Destruksi *Refluks*

Sampel Keladi Tikus

- diambil sebanyak 1 gram
- dimasukkan dalam labu alas bulat
- didestruksi dengan 15 mL campuran HNO₃ 65% p.a dan HCl 37% p.a dengan komposisi seperti pada Tabel

Oksidator	HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1)	HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1)	HNO ₃ p.a + HCL (6:1)
Destruksi Tertutup	7,5 mL : 7,5 mL	11,25 mL : 3,75 mL	12,85 mL : 2,15 mL

- dipasang kondensor
- dipanaskan sampel dengan menggunakan suhu sekitar 100°C hingga larutan jernih kemudian didinginkan
- disaring hasil destruksi refluks dingin dengan kertas Whatman no 42
- dimasukkan dalam labu ukur 25 mL dan diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M hingga tanda batas
- dianalisis logam kadmium dan timbal dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang kadmium 228,8 nm dan timbal 283,3 nm

Hasil

5. Preparasi Sampel

a. Sampel Seduhan

Sampel serbuk

- ditimbang 5 gram dan dimasukkan dalam beaker glass
- ditambah 50 mL akuabides
- dipanaskan dengan suhu 90°C selama 15 menit
- disaring dengan kertas saring
- dikembalikan ke volume awal

Hasil

b. Maserasi

Sampel serbuk

- ditimbang 5 gram simplisia
- dimasukkan dalam beaker glass
- ditambah 50 mL akuabides selama 24 jam dengan 2 jam pengadukan
- disaring dengan kertas saring
- dikembalikan ke volume awal

Hasil

6. Penentuan Kadar Logam Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam Berbagai Perlakuan Sampel Keladi Tikus

Sampel serbuk

- diambil sampel sebanyak 1 gram
- dimasukkan larutan zat pengoksidasi terbaik yang telah diperoleh pada tahap penelitian sebelumnya kedalam *refluks*.
- disaring hasil destruksi refluks dingin dan dimasukkan dalam labu ukur 25 mL
- diencerkan dengan HNO_3 0,5 M hingga tanda batas
- dilakukan uji kadar timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang untuk kadmium 228,8 nm dan untuk timbal 283,3 nm
- dilakukan pengulangan prosedur sebanyak 3 kali dan perlakuan yang sama diulangi untuk sampel cair sebanyak 10 mL

Hasil

LAMPIRAN

Lampiran 3: Perhitungan

1. Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)

- a. Pembuatan larutan baku standar Cd 10 ppm 100 mL dari larutan stok

Cd 1000 ppm

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

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 10 ppm dibuat dengan cara dipipet 1 mL dari larutan induk 1000 ppm kedalam labu takar 100 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- b. Pembuatan larutan standar 0,02 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,02 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,02 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,1 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- c. Pembuatan larutan standar 0,04 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,04 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,04 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,2 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- d. Pembuatan larutan standar 0,1 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,1 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,5 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- e. Pembuatan larutan standar 0,2 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,2 ppm dibuat dengan cara dipipet 1,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

f. Pembuatan larutan standar 0,4 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2,0 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,4 ppm dibuat dengan cara dipipet 2,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

2. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

a. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm

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

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 10 ppm dibuat dengan cara dipipet 1 mL dari larutan induk 1000 ppm kedalam labu takar 100 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- b. Pembuatan larutan standar 0,1 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,1 ppm dibuat dengan cara dipipet 0,5 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- c. Pembuatan larutan standar 0,2 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,0 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,2 ppm dibuat dengan cara dipipet 1,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

- d. Pembuatan larutan standar 0,4 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2,0 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,4 ppm dibuat dengan cara dipipet 2,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

e. Pembuatan larutan standar 0,8 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 4,0 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 0,8 ppm dibuat dengan cara dipipet 4,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

f. Pembuatan larutan standar 1,4 ppm

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

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1,4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 7,0 \text{ mL}$$

Jadi, larutan 1,4 ppm dibuat dengan cara dipipet 7,0 mL dari larutan induk 10 ppm kedalam labu takar 50 mL kemudian dilarutkan dengan larutan HNO₃ 0,5 M sampai tanda batas.

3. Pembuatan HNO₃ 0,5 M

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

$$M = \frac{65 \times 10 \times 1,4 \text{ g/L}}{63 \text{ g/mol}}$$

$$= 14,4 \text{ M}$$

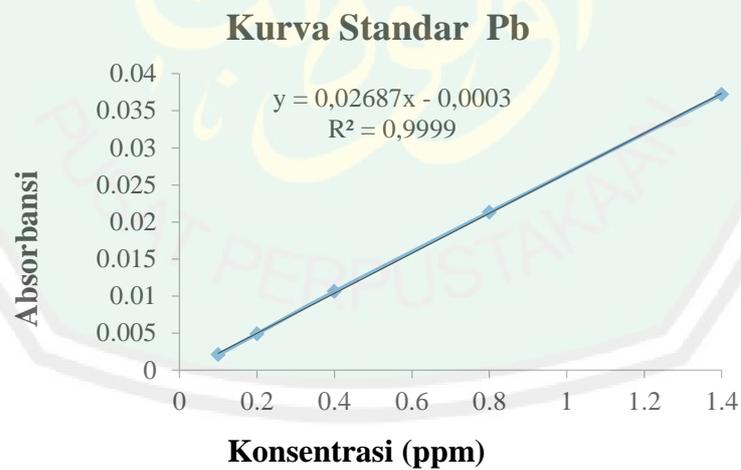
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$14,4 \text{ M} \times V_1 = 0,5 \text{ M} \times 500 \text{ mL}$$

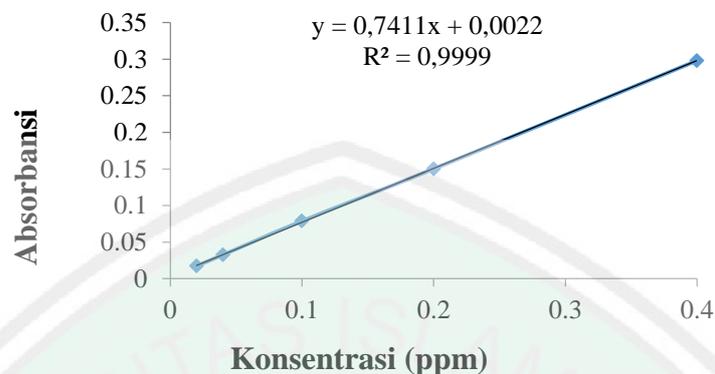
$$V_1 = \frac{0,5 \text{ M} \times 500 \text{ mL}}{14,4 \text{ M}}$$

$$V_1 = 17,36 \text{ mL}$$

4. Hasil Uji Linieritas dan Sensitivitas



Kurva Standar Cd



5. Hasil Uji LOD dan LOQ

5.1 Pb

Sampel	Konsentrasi (ppm)	y	\hat{y}	(y - \hat{y})	(y - \hat{y}) ²
Blanko	0,0	-0,0002	-0,0003	0,0001	0,00000001
Standar 1	0,1	0,0021	0,0023	-0,0002	0,00000004
Standar 2	0,2	0,0049	0,0050	-0,0001	0,00000001
Standar 3	0,4	0,0106	0,0104	0,0002	0,00000004
Standar 4	0,8	0,0213	0,0211	0,0002	0,00000004
Standar 5	1,4	0,0372	0,0373	-0,0001	0,00000001
JUMLAH					0,00000015
SD x/y					0,00017320
LOD					0,01933755
LOQ					0,06445850

5.2 Cd

Sampel	Konsentrasi (ppm)	y	\hat{y}	(y - \hat{y})	(y - \hat{y}) ²
Blanko	0,00	0,0002	0,0022	-0,0020	0,00000400
Standar 1	0,02	0,0172	0,0170	0,0002	0,00000004
Standar 2	0,04	0,0334	0,0318	0,0016	0,00000256
Standar 3	0,10	0,0778	0,0763	0,0015	0,00000225
Standar 4	0,20	0,1502	0,1504	-0,0002	0,00000004
Standar 5	0,40	0,2993	0,2986	0,0007	0,00000049
JUMLAH					0,00000938
SD x/y					0,00137113
LOD					0,00555038
LOQ					0,01850128

LOD = limit deteksi (parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat atau instrumen)

LOQ = limit kuantitas (konsentrasi terendah dari analit yang masih dapat ditentukan dan memenuhi kriteria akurasi dan presisi)

6. Hasil Uji Akurasi

6.1 Pb

a. 0,1 ppm

$$y = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0021 = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0021 + 0,0003 = 0,02687x$$

$$0,0024 = 0,02687x$$

$$x = 0,0893 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,0893 \text{ ppm}}{0,1 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 89,3 \%$$

b. 0,2 ppm

$$y = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0049 = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0049 + 0,0003 = 0,02687x$$

$$0,0052 = 0,02687x$$

$$x = 0,1935 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,1935 \text{ ppm}}{0,2 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 96,75 \%$$

c. 0,4 ppm

$$y = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0106 = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0106 + 0,0003 = 0,02687x$$

$$0,0109 = 0,02687x$$

$$x = 0,4057 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,4057 \text{ ppm}}{0,4 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 101,425 \%$$

d. 0,8 ppm

$$y = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0213 = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0213 + 0,0003 = 0,02687x$$

$$0,0216 = 0,02687x$$

$$x = 0,8039 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,8039 \text{ ppm}}{0,8 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 100,4875 \%$$

e. 1,4 ppm

$$y = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0372 = 0,02687x - 0,0003$$

$$0,0372 + 0,0003 = 0,02687x$$

$$0,0375 = 0,02687x$$

$$x = 1,3956 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Recovery} &= \frac{1,3956 \text{ ppm}}{1,4 \text{ ppm}} \times 100 \% \\ &= 99,6857 \% \end{aligned}$$

6.2 Cd

a. 0,02 ppm

$$\begin{aligned} y &= 0,7411x + 0,0022 \\ 0,0172 &= 0,7411x + 0,0022 \\ 0,0172 - 0,0022 &= 0,7411x \\ 0,0150 &= 0,7411x \\ x &= 0,0202 \text{ ppm} \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{0,0202 \text{ ppm}}{0,02 \text{ ppm}} \times 100 \% \\ &= 101 \% \end{aligned}$$

b. 0,04 ppm

$$\begin{aligned} y &= 0,7411x + 0,0022 \\ 0,0334 &= 0,7411x + 0,0022 \\ 0,0334 - 0,0022 &= 0,7411x \\ 0,0312 &= 0,7411x \\ x &= 0,0421 \text{ ppm} \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{0,0421 \text{ ppm}}{0,04 \text{ ppm}} \times 100 \% \\ &= 105,25 \% \end{aligned}$$

c. 0,1 ppm

$$\begin{aligned} y &= 0,7411x + 0,0022 \\ 0,0778 &= 0,7411x + 0,0022 \end{aligned}$$

$$0,0778 - 0,0022 = 0,7411x$$

$$0,0756 = 0,7411x$$

$$x = 0,1020 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,1020 \text{ ppm}}{0,1 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 102 \%$$

d. 0,2 ppm

$$y = 0,7411x + 0,0022$$

$$0,1502 = 0,7411x + 0,0022$$

$$0,1502 - 0,0022 = 0,7411x$$

$$0,1480 = 0,7411x$$

$$x = 0,1997 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,1997 \text{ ppm}}{0,2 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 99,85 \%$$

e. 0,4 ppm

$$y = 0,7411x + 0,0022$$

$$0,2993 = 0,7411x + 0,0022$$

$$0,2993 - 0,0022 = 0,7411x$$

$$0,2971 = 0,7411x$$

$$x = 0,4009 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{0,4009 \text{ ppm}}{0,4 \text{ ppm}} \times 100 \%$$

$$= 100,225 \%$$

7. Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Hasil Destruksi dengan Variasi Zat Pengoksidasi

a. Kadar yang terbaca instrument

Larutan pengoksidasi (15 mL)	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/Kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1) = 7,5 mL : 7,5 mL	0,320	0,305	0,302
HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1) = 11,25 mL : 3,75 mL	0,273	0,273	0,269
HNO ₃ p.a + HCl p.a (6:1) = 12,85 mL : 2,15 mL	0,258	0,230	0,265

Larutan pengoksidasi (15 mL)	Kadar Logam Timbal (Cd) mg/Kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1) = 7,5 mL : 7,5 mL	0,027	0,026	0,027
HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1) = 11,25 mL : 3,75 mL	0,029	0,028	0,029
HNO ₃ p.a + HCl p.a (6:1) = 12,85 mL : 2,15 mL	0,023	0,022	0,026

b. Kadar sebenarnya

Larutan pengoksidasi (15 mL)	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/Kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1) = 7,5 mL : 7,5 mL	7,842	7,474	7,401
HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1) = 11,25 mL : 3,75 mL	6,690	6,690	6,592
HNO ₃ p.a + HCl p.a (6:1) = 12,85 mL : 2,15 mL	6,322	5,636	6,494

Larutan pengoksidasi (15 mL)	Kadar Logam Timbal (Cd) mg/Kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
HNO ₃ p.a + HCl p.a (1:1) = 7,5 mL : 7,5 mL	0,662	0,637	0,662
HNO ₃ p.a + HCl p.a (3:1) = 11,25 mL : 3,75 mL	0,711	0,686	0,711
HNO ₃ p.a + HCl p.a (6:1) = 12,85 mL : 2,15 mL	0,564	0,539	0,637

➤ **Perhitungan Kadar Logam Pb**

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (1:1)**

$$K_s = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$A_1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,320 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,842 \text{ mg/Kg}$$

$$A_2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,305 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,474 \text{ mg/Kg}$$

$$A_3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,302 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,401 \text{ mg/Kg}$$

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (3:1)**

$$K_s = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$B_1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,273 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 6,690 \text{ mg/Kg}$$

$$B_2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,273 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 6,690 \text{ mg/Kg}$$

$$B_3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,269 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 6,592 \text{ mg/Kg}$$

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (6:1)**

$$K_s = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$C_1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,258 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 6,322 \text{ mg/Kg}$$

$$C_2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,230 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 5,636 \text{ mg/Kg}$$

$$C3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,265 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 6,494 \text{ mg/Kg}$$

➤ **Perhitungan Kadar Logam Cd**

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (1:1)**

$$Ks = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$D1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,027 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,662 \text{ mg/Kg}$$

$$D2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,026 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,637 \text{ mg/Kg}$$

$$D3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,027 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,662 \text{ mg/Kg}$$

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (3:1)**

$$Ks = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$E1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,029 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,711 \text{ mg/Kg}$$

$$E2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,028 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,686 \text{ mg/Kg}$$

$$E3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,029 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,711 \text{ mg/Kg}$$

❖ **HNO₃ p.a + HCl p.a (6:1)**

$$Ks = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$F1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,023 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,564 \text{ mg/Kg}$$

$$F2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,022 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,539 \text{ mg/Kg}$$

$$F3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,026 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,637 \text{ mg/Kg}$$

Keterangan : Ks = Konsentrasi sebenarnya (mg/Kg)

b = Konsentrasi hasil pembacaan instrumen (ppm)

V.sampel = Volume pengenceran sampel (L)

W = Berat sampel (Kg)

8. Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Masing-masing Perlakuan Sampel

a. Kadar yang terbaca instrument

Sampel	Larutan pengoksidasi terbaik logam Pb (mg/Kg)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Serbuk	0,320	0,305	0,302
Seduhan	0,052	0,047	0,051
Maserasi	0,065	0,058	0,057

Sampel	Larutan pengoksidasi terbaik logam Cd (mg/Kg)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Serbuk	0,029	0,028	0,029
Seduhan	0,010	0,009	0,010
Maserasi	0,015	0,016	0,017

b. Kadar yang sebenarnya

Sampel	Larutan pengoksidasi terbaik logam Pb (mg/Kg)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Serbuk	7,842	7,474	7,401
Seduhan	1,295	1,170	1,270
Maserasi	1,618	1,444	1,419

Sampel	Larutan pengoksidasi terbaik logam Cd (mg/Kg)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Serbuk	0,711	0,686	0,711
Seduhan	0,249	0,224	0,249
Maserasi	0,373	0,398	0,423

• **Perhitungan kadar logam Pb**

➤ **Serbuk**

$$K_s = (V.\text{sampel} \times b) / W$$

$$A_1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,320 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,842 \text{ mg/Kg}$$

$$A_2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,305 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,474 \text{ mg/Kg}$$

$$A_3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,302 \frac{\text{mg}}{\text{L}})}{0,0010202 \text{ Kg}}$$

$$= 7,401 \text{ mg/Kg}$$

➤ **Seduhan**

$$K_s = (V.\text{sampel} \times b \times 0,05 \text{ L} / 0,01 \text{ L}) / W$$

$$S_1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,052 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 1,295 \text{ mg/Kg}$$

$$S2 = \frac{0,025 L x (0,047 \frac{mg}{L} x 5)}{0,0050202 Kg}$$

$$= 1,170 \text{ mg/Kg}$$

$$S3 = \frac{0,025 L x (0,051 \frac{mg}{L} x 5)}{0,0050202 Kg}$$

$$= 1,270 \text{ mg/Kg}$$

➤ **Maserasi**

$$Ks = (V.\text{sampel} x b x 0,05 L/0,01 L) / W$$

$$M1 = \frac{0,025 L x (0,065 \frac{mg}{L} x 5)}{0,0050202 Kg}$$

$$= 1,618 \text{ mg/Kg}$$

$$M2 = \frac{0,025 L x (0,058 \frac{mg}{L} x 5)}{0,0050202 Kg}$$

$$= 1,444 \text{ mg/Kg}$$

$$M3 = \frac{0,025 L x (0,057 \frac{mg}{L} x 5)}{0,0050202 Kg}$$

$$= 1,419 \text{ mg/Kg}$$

• **Perhitungan kadar logam Cd**

➤ **Serbuk**

$$Ks = (V.\text{sampel} x b) / W$$

$$A1 = \frac{0,025 L x (0,029 \frac{mg}{L})}{0,0010202 Kg}$$

$$= 0,711 \text{ mg/Kg}$$

$$A2 = \frac{0,025 L x (0,028 \frac{mg}{L})}{0,0010202 Kg}$$

$$= 0,686 \text{ mg/Kg}$$

$$A3 = \frac{0,025 L x (0,029 \frac{mg}{L})}{0,0010202 Kg}$$

$$= 0,711 \text{ mg/Kg}$$

➤ **Seduhan**

$$Ks = (V.\text{sampel} \times b \times 0,05 \text{ L}/0,01 \text{ L}) / W$$

$$S1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,010 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,249 \text{ mg/Kg}$$

$$S2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,009 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,224 \text{ mg/Kg}$$

$$S3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,010 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,249 \text{ mg/Kg}$$

➤ **Maserasi**

$$Ks = (V.\text{sampel} \times b \times 0,05 \text{ L}/0,01 \text{ L}) / W$$

$$M1 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,015 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,373 \text{ mg/Kg}$$

$$M2 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,016 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,398 \text{ mg/Kg}$$

$$M3 = \frac{0,025 \text{ L} \times (0,017 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 5)}{0,0050202 \text{ Kg}}$$

$$= 0,423 \text{ mg/Kg}$$

LAMPIRAN

Lampiran 4: Dokumentasi



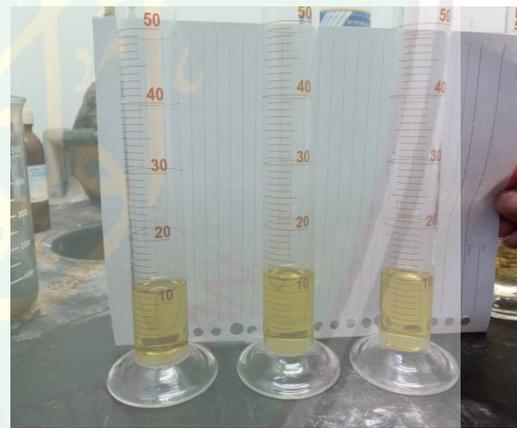
Gambar 1. Sampel serbuk daun keladi tikus



Gambar 2. Penimbangan sampel serbuk



Gambar 3. Sampel serbuk didestruksi refluks



Gambar 4. Sampel serbuk setelah didestruksi



Gambar 5. Penyaringan sampel



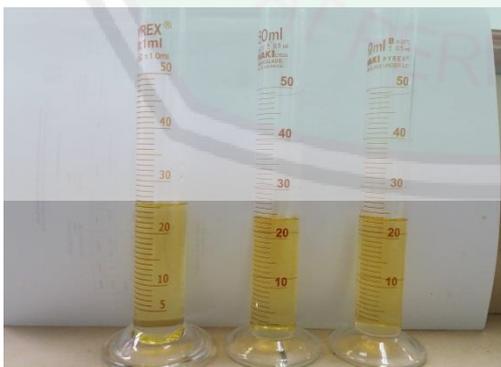
Gambar 6. Sampel setelah disaring



Gambar 7. Sediaan seduhan



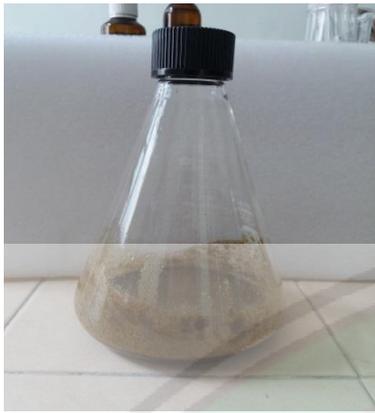
Gambar 8. Sediaan seduhan didestruksi refluks



Gambar 9. Sediaan seduhan setelah didestruksi



Gambar 10. Sediaan seduhan setelah diencerkan



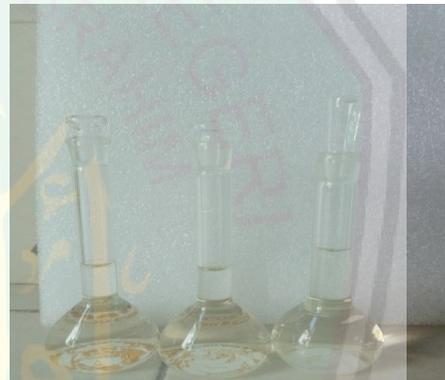
Gambar 11. Sediaan maserasi



Gambar 12. Sediaan maserasi didestruksi refluks



Gambar 13. Sediaan maserasi setelah didestruksi



Gambar 14. Sediaan maserasi setelah diencerkan

LAMPIRAN

Lampiran 5: UJI BNT

1. UJI BNT (Zat Pengoksidasi Logam Timbal)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Rasio	1:1	3
	3:1	3
	6:1	3

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Hasil

F	df1	df2	Sig.
5.440	2	6	.045

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Rasio

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.115 ^a	2	1.558	17.624	.003
Intercept	415.358	1	415.358	4699.843	.000
Rasio	3.115	2	1.558	17.624	.003
Error	.530	6	.088		
Total	419.003	9			
Corrected Total	3.645	8			

a. R Squared = .855 (Adjusted R Squared = .806)

Rasio

Dependent Variable: Hasil

Rasio	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1:1	7.572	.172	7.152	7.992
3:1	6.657	.172	6.237	7.077
6:1	6.151	.172	5.731	6.571

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1:1	3:1	.91500*	.242730	.009	.32106	1.50894
		6:1	1.42167*	.242730	.001	.82773	2.01561
	3:1	1:1	-.91500*	.242730	.009	-1.50894	-.32106
		6:1	.50667	.242730	.082	-.08727	1.10061
	6:1	1:1	-1.42167*	.242730	.001	-2.01561	-.82773
		3:1	-.50667	.242730	.082	-1.10061	.08727

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .088.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Hasil

	Rasio	N	Subset	
			1	2
Duncan ^a	6:1	3	6.15067	
	3:1	3	6.65733	
	1:1	3		7.57233
	Sig.			.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .088.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. UJI BNT (Zat Pengoksidasi Logam Kadmium)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Rasio	1:1	3
	3:1	3
	6:1	3

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Hasil

F	df1	df2	Sig.
4.583	2	6	.062

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Rasio

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.023 ^a	2	.011	11.401	.009
Intercept	3.749	1	3.749	3737.344	.000
Rasio	.023	2	.011	11.401	.009
Error	.006	6	.001		
Total	3.778	9			
Corrected Total	.029	8			

a. R Squared = .792 (Adjusted R Squared = .722)

Rasio

Dependent Variable: Hasil

Rasio	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1:1	.654	.018	.609	.698
3:1	.703	.018	.658	.747
6:1	.580	.018	.535	.625

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Rasio	Rasio
LSD	1:1	3:1	-.04900	.025861	.107	-.11228	.01428
		6:1	.07367*	.025861	.029	.01039	.13695
	3:1	1:1	.04900	.025861	.107	-.01428	.11228
		6:1	.12267*	.025861	.003	.05939	.18595
	6:1	1:1	-.07367*	.025861	.029	-.13695	-.01039
		3:1	-.12267*	.025861	.003	-.18595	-.05939

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Hasil

	Rasio	N	Subset	
			1	2
Duncan ^a	6:1	3	.58000	
	1:1	3		.65367
	3:1	3		.70267
	Sig.		1.000	.107

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3. UJI BNT (Perlakuan Sampel Logam Timbal)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Perlakuan	Maserasi	3
	Seduhan	3
	Serbuk	3

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Hasil

F	df1	df2	Sig.
4.330	2	6	.069

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	77.047 ^a	2	38.524	1605.201	.000
Intercept	106.317	1	106.317	4430.007	.000
Perlakuan	77.047	2	38.524	1605.201	.000
Error	.144	6	.024		
Total	183.508	9			
Corrected Total	77.191	8			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .998)

Perlakuan

Dependent Variable: Hasil

Perlakuan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Maserasi	1.494	.089	1.275	1.713
Seduhan	1.245	.089	1.026	1.464
Serbuk	7.572	.089	7.353	7.791

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	Mas	Sed	.24867	.126489	.097	-.06084	.55817
		Ser	-6.07867*	.126489	.000	-6.38817	-5.76916
	Sed	Mas	-.24867	.126489	.097	-.55817	.06084
		Ser	-6.32733*	.126489	.000	-6.63684	-6.01783
	Ser	Mas	6.07867*	.126489	.000	5.76916	6.38817
		Sed	6.32733*	.126489	.000	6.01783	6.63684

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .024.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Hasil

Perlakuan	N	Subset	
		1	2
Duncan ^a	Seduhan	3	1.24500
	Maserasi	3	1.49367
	Serbuk	3	7.57233
	Sig.		.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .024.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. UJI BNT (Perlakuan Sampel Logam Kadmium)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
Perlakuan	Maserasi	3
	Seduhan	3
	Serbuk	3

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Hasil

F	df1	df2	Sig.
.364	2	6	.709

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.331 ^a	2	.166	476.668	.000
Intercept	1.799	1	1.799	5181.624	.000
Perlakuan	.331	2	.166	476.668	.000
Error	.002	6	.000		
Total	2.132	9			
Corrected Total	.333	8			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

Perlakuan

Dependent Variable: Hasil

Perlakuan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Maserasi	.398	.011	.372	.424
Seduhan	.241	.011	.214	.267
Serbuk	.703	.011	.676	.729

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	Mas	Sed	.15733*	.015215	.000	.12010	.19456
		Ser	-.30467*	.015215	.000	-.34190	-.26744
	Sed	Mas	-.15733*	.015215	.000	-.19456	-.12010
		Ser	-.46200*	.015215	.000	-.49923	-.42477
	Ser	Mas	.30467*	.015215	.000	.26744	.34190
		Sed	.46200*	.015215	.000	.42477	.49923

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Hasil

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
Duncan ^a				
Seduhan	3	.24067		
Maserasi	3		.39800	
Serbu	3			.70267
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

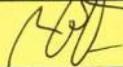
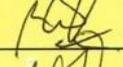
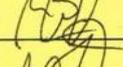
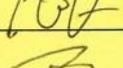
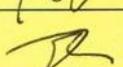
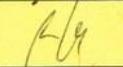
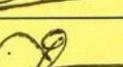
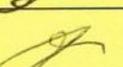
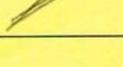
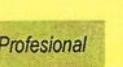
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : Hikmah Nur Yuni
 NIM : 13630014
 Judul Skripsi : Penentuan Kadar logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada daun Keladi tikus (Typhonium flagelliforme Lodd.) dengan menggunakan Variasi Komposisi zat pengoksidasi secara SSA
 Pembimbing Utama : Diana Candra Dewi, M.Si
 Pembimbing Agama : Ahmad Hanapi, M.Sc.
 Konsultan : Rifatul Mahmudah, M.Si

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Catatan (ditulis tangan)	Tanda tangan (Pembimbing)
1.	29/09 ¹⁶	Bab I		
2.	14/10 ¹⁶	Bab I - II		
3.	17/10 ¹⁶	Revisi Bab I		
4.	24/11 ¹⁶	Revisi Bab I		
5.	30/11 ¹⁶	Revisi Bab I ; Bab II		
6.	05/12 ¹⁶	Bab I - III		
7.	07/12 ¹⁶	Revisi Bab I - II ; Bab III		
8.	07/12 ¹⁶	Revisi Bab I - III		
9.	09/12 ¹⁶	Revisi Bab I - III ; Lampiran		
10.	09/12 ¹⁶	Revisi Bab I - III ; Lampiran		
11.	15/12 ¹⁶	ACC		
12.	31/07 ¹⁷	Agama bab 1 dan 2		
13.	31/07 ¹⁷	Bab 4		
14.	09/08 ¹⁷	Agama revisi bab 1,2 ; bab 4		
15.	17/10 ¹⁷	Agama revisi bab 4		
16.	17/10 ¹⁷	Revisi bab 4		
17.	26/10 ¹⁷	Revisi bab 4		
18.	06/12 ¹⁷	Revisi bab 4 ; Bab 5		
19.	06/12 ¹⁷	Konsultasi bab 4		
20.	15/12 ¹⁷	Revisi Reaksi		

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG