

**UJI AKTIVITAS PENGIKATAN LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**



**KARYA TULIS ILMIAH**

**OLEH :  
AMADEA YOVITA LOLA YOLANDA  
NIM. 2172044**

**PROGRAM STUDI DIII FARMASI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NASIONAL  
SURAKARTA  
2020**

**UJI AKTIVITAS PENGIKATAN LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

***BINDING ACTIVITY TEST OF CADMIUM (Cd)  
IN MORINGA LEAF EXTRACT (*Moringa oleifera*)  
WITH ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY***



**KARYA TULIS ILMIAH  
DIAJUKAN SEBAGAI PERSYARATAN MENYELESAIKAN JENJANG  
PENDIDIKAN DIPLOMA III FARMASI**

**OLEH :  
AMADEA YOVITA LOLA YOLANDA  
NIM. 2172044**

**PROGRAM STUDI DIII FARMASI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NASIONAL  
SURAKARTA  
2020**

**KARYA TULIS ILMIAH**

**UJI AKTIVITAS PENGIKATAN LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Disusun Oleh:

**AMADEA YOVITA LOLA YOLANDA**

**NIM. 2172044**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji  
dan telah dinyatakan memenuhi syarat/ sah

Pada tanggal 24 Februari 2020

**Tim Penguji:**

Novena Yety L., M. Sc., Apt. (Ketua) .....

Tri Harningsih, M. Si. (Anggota) .....

Devina Ingrid A., M.Si. (Anggota) .....

Menyetujui,  
**Pembimbing Utama**



Devina Ingrid A., M. Si.

Mengetahui,  
**Ketua Program Studi  
DHI Farmasi**



Iwan Setrawan, M.Sc., Apt

## PERNYATAAN KEASLIAN KTI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Karya Tulis Ilmiah, dengan judul :

**UJI AKTIVITAS PENGIKATAN LOGAM KADMIUM (Cd)  
DALAM EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*)  
SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Jenjang Pendidikan Diploma III Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta, sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan ataupun duplikasi dari Karya Tulis Ilmiah yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar dilingkungan Program Studi DIII Farmasi STIKES Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila terdapat bukti tiruan atau duplikasi pada KTI, maka penulis bersedia untuk menerima pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh.

Surakarta, 24 Februari 2020



Amadea Yovita Lola Yolanda

NIM. 2172044

## MOTTO

“Baiklah orang bijak mendengar dan menambah ilmu,  
dan baiklah orang yang berpengertian memperoleh bahan pertimbangan”  
- Amsal 1 : 5

“Berbahagialah orang yang mendapat hikmat,  
orang yang memperoleh kepandaian,  
karena keuntungannya melebihi perak dan emas”  
- Amsal 3 : 13-14

“Bersukacitalah dalam pengharapan,  
Sabarlah dalam kesesakan dan  
Bertekunlah dalam doa” - Roma 12 : 12

“The capacity to learn is a gift;  
The ability to learn is a skill;  
The willingness to learn is a choice” - Brian Herbert

“Never stop learning;  
For when we stop learning,  
we stop growing” - Loyol Jack Lewman

“You are braver than you believe,  
stronger than you seem,  
and smarter than you think” - Christopher Robin

“All our dream can come true,  
if we have the courage to pursue them” - Walt Disney

## **PERSEMBAHAN**

Karya tulis ini penulis persembahkan untuk :

Tuhan Yesus Kristus yang selalu mengaruniakan hikmat.

Keluarga tercinta, Papa Joko Kuncahyo, Mama Yuli Sulistyawati,

Adik Olivionetta Grace Sheila.

My KTI & life struggle partner Agung Adi Laksono.

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta,

terutama untuk Bu Devina pembimbing KTI saya.

Saudara dalam iman dan sepelayanan GBIKA Boyolali.

Sahabat-sahabat setia yang selalu mendukung dan mendoakan.

Teman-teman seperjuangan D3 Farmasi Reguler B angkatan 2017.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “UJI AKTIVITAS PENGIKATAN LOGAM KADMIUM (Cd) DALAM EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya Farmasi pada Program Studi Diploma III Farmasi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.

Penulis berterimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan. Penulis menyadari bahwa penulisan Karya Tulis Ilmiah ini bukanlah sesuatu hal yang mudah, hanya dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Hartono, M. Si., Apt., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk membuat Karya Tulis Ilmiah.
2. Iwan Setiawan, M. Sc., Apt., selaku Ketua Program Studi DIII Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk membuat Karya Tulis Ilmiah.
3. Devina Ingrid Anggraini, M.Si., selaku pembimbing Karya Tulis Ilmiah, yang telah memberikan motivasi, bimbingan, nasehat dan pengarahan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah.

4. Novena Yety L., M. Sc., Apt. dan Tri Harningsih, M. Si. selaku dewan penguji yang telah meluangkan waktu, memberikan pengarahan dan saran.
5. Atur Semartini, S. S., M. Hum. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan perhatian dan bimbingan.
6. Yohana Tri W., A. Md., Far. selaku asisten dosen yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran.
7. Bapak dan ibu dosen serta asisten dosen Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional yang telah memberikan ilmu pengetahuannya kepada penulis.
8. Wibowo, A. Md., Petrus, A. Md. dan Ratriadani, A. Md. selaku laboran Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian karya tulis ilmiah
9. Dra. Farida Fatmawati dan Rahmawati Ayu Saputri, S. Si. serta seluruh staff Laboratorium Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta yang telah membantu dan membimbing dalam penelitian menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.
10. Siti Kartika Sari, M. Pd. serta seluruh staff Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Muhamadiyah Surakarta yang telah membantu penelitian determinasi Tumbuhan Kelor (*Moringa oleifera*)
11. Seluruh keluarga, papa Joko Kunchayo mama Yuli Sulistyawati dan adik Olivionetta Grace Sheila, yang dengan penuh cinta selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi sehingga dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
12. Agung Adi Laksono terimakasih atas doa, dukungan, semangat dan bantuan sepenuh hatinya selama penyelesaian Karya Tulis Ilmiah.



13. Andini Suseno, Widya Dinia, Rizky Fitri, Siti Nurjanah, Erika Jayanti dan sahabat-sahabat yang selalu memberikan perhatian, doa dan dukungannya.
14. Rekan-rekan kerja K24 Muh. Yamin terutama Nadya Bintang, Rehni Wulan dan Nur Dwi Choirulisa yang selalu mendukung Karya Tulis Ilmiah.
15. Teman - teman angkatan '17 Regular B, terimakasih atas persahabatan, kebersamaan dan dukungannya selama ini.
16. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu bagi semua pihak. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar Karya Tulis Ilmiah ini akan menjadi lebih baik lagi di penelitian yang selanjutnya.

Surakarta, 24 Februari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
A. Landasan Teori .....	4
1. Tumbuhan Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ).....	4
a. Klasifikasi Tumbuhan Kelor.....	4

b. Deskripsi Tumbuhan Kelor.....	4
c. Kandungan Daun Kelor.....	5
d. Manfaat dan Kegunaan.....	5
2. Metabolit Sekunder.....	6
a. Alkaloid.....	6
b. Fenol.....	8
c. Flavonoid.....	8
d. Saponin.....	10
e. Tanin.....	10
f. Ekstraksi.....	11
g. Uji Fitokimia.....	12
3. Hepar.....	14
a. Fungsi Hepar.....	14
b. Kerusakan Hepar.....	15
4. Logam.....	16
a. Logam Berat.....	17
b. Logam Kadmium.....	18
c. Pencemaran Logam Kadmium.....	19
d. Dampak Cemar Logam Kadmium.....	19
5. Spektrofotometri Serapan Atom.....	20
a. Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom.....	20
b. Analisis Kuantitatif.....	22
c. Penerapan Spektrofotometri Serapan Atom.....	23

6. Penelitian Serupa.....	23
B. Kerangka Pikir .....	25
C. Hipotesis .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
A. Desain Penelitian .....	27
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
C. Populasi dan Sampel .....	27
1. Populasi.....	27
2. Sampel .....	27
D. Instrumen Penelitian .....	28
1. Alat .....	28
2. Bahan .....	28
E. Identifikasi Variabel Penelitian.....	28
F. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	29
G. Alur Penelitian .....	30
1. Bagan .....	30
2. Cara Kerja .....	31
H. Analisis Data Penelitian .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
A. Hasil Determinasi .....	39
B. Persiapan Sampel.....	40
C. Pembuatan Ekstrak Daun Kelor .....	42
D. Uji Fitokimia Ekstrak Daun Kelor .....	43

E. Uji Pengikaaan Logam dengan Ekstrak Daun Kelor.....	48
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Batas maksimal logam.....	18
<b>Tabel 2.</b> Uji Fitokimia.....	33
<b>Tabel 3.</b> Data Hasil Rendemen Ekstrak Daun Kelor.....	43
<b>Tabel 4.</b> Data Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Kelor.....	44
<b>Tabel 5.</b> Data Hasil Pengukuran Sisa Logam Kadmium.....	51
<b>Tabel 6.</b> Nilai %KV Penurunan Logam Cd.....	53

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Tumbuhan Kelor ( <i>Moringa oleifera</i> ).....	5
<b>Gambar 2.</b> Kerangka Dasar Alkaloid.....	7
<b>Gambar 3.</b> Struktur Senyawa Fenol Sederhana.....	8
<b>Gambar 4.</b> Struktur Dasar Flavonoid.....	9
<b>Gambar 5.</b> Struktur Inti Tanin.....	11
<b>Gambar 6.</b> Bagan Kerangka Pikir.....	25
<b>Gambar 7.</b> Bagan Alur Penelitian.....	30
<b>Gambar 8.</b> Daun Kelor Segar.....	40
<b>Gambar 9.</b> Simplisia Daun Kelor.....	41
<b>Gambar 10.</b> Reaksi alkaloid dengan pereaksi Mayer.....	45
<b>Gambar 11.</b> Reaksi alkaloid dengan pereaksi Dragendrof.....	45
<b>Gambar 12.</b> Reaksi fenol dengan $\text{FeCl}_3$ .....	46
<b>Gambar 13.</b> Reaksi tanin dengan gelatin.....	47
<b>Gambar 14.</b> Reaksi gugus hidroksil dengan logam Cd.....	49
<b>Gambar 15.</b> Grafik kurva nilai $\text{EC}_{50}$ .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Pembuatan Etanol 90% sebanyak 3000 ml.....	60
<b>Lampiran 2.</b> Perhitungan Larutan Logam CdSO <sub>4</sub> .....	61
<b>Lampiran 3.</b> Perhitungan Larutan Sampel Ekstrak Daun Kelor.....	62
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Determinasi Tanaman Kelor.....	63
<b>Lampiran 5.</b> Perhitungan Hasil Rendemen Ekstrak Daun Kelor.....	66
<b>Lampiran 6.</b> Range Baku Cd.....	67
<b>Lampiran 7.</b> Hasil Spektrofotometri Serapan Atom.....	68
<b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Kadar Sisa Logam Cd.....	69
<b>Lampiran 9.</b> Perhitungan %Penurunan Kadar Logam Cd.....	70
<b>Lampiran 10.</b> Dokumentasi.....	72



## INTISARI

Pencemaran logam berat dapat berdampak buruk bagi kesehatan lingkungan dan makhluk hidup, salah satunya yaitu logam kadmium. Kadmium jika terpapar ke dalam tubuh manusia secara terus-menerus dapat menyebabkan sirosis hati. Metabolit sekunder yang mampu mengikat logam yaitu alkaloid, fenol, flavonoid, saponin dan tanin. Salah satu tanaman yang kaya mengandung metabolit sekunder tersebut yaitu tanaman kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor sering dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang digemari masyarakat. Pada penelitian ini dilakukan uji pengikatan logam kadmium dengan ekstrak etanol 90% daun kelor (*Moringa oleifera*), dengan cara mencampur larutan logam kadmium 20 ppm dengan masing-masing konsentrasi sampel ekstrak daun kelor dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm dan 150 ppm selama 60 menit. Sisa logam kadmium diukur dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi daun kelor dalam menurunkan kadar logam kadmium dan mengetahui nilai  $EC_{50}$  ekstrak daun kelor dalam menurunkan 50% kadar logam kadmium. Hasil yang diperoleh, ekstrak etanol 90% daun kelor yang mengandung alkaloid, fenol, flavonoid, saponin dan tanin berpotensi menurunkan logam kadmium dengan nilai  $EC_{50}$  pada konsentrasi 50 ppm.

**Kata kunci : logam kadmium, ekstrak etanol 90% daun kelor,  $EC_{50}$ , metode Spektrofotometri Serapan Atom.**

## ABSTRACT

Heavy metal pollution can have a negative impact on the health of the environment and organism, one of which is cadmium metal. If cadmium exposed to the human body continuously can cause hepar cirrhosis. Secondary metabolites that are capable of binding metals are alkaloids, phenols, flavonoids, saponins and tannins. A plant that is rich in secondary metabolites is the *Moringa oleifera* plant. Moringa leaves are often used as a food ingredient that is popular with the community. In this study a cadmium metal binding test was carried out with ethanol 90% extract of *Moringa oleifera* leaves, by mixing 20 ppm cadmium metal solution with each concentration of Moringa leaves extract sample with a variation 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm and 150 ppm for 60 minutes. The remaining cadmium measured by the Atomic Absorption Spectrophotometry. This study aims to determine the potential of Moringa leaves in reducing levels of cadmium metal and determine the EC<sub>50</sub> value of Moringa leaf extract in reducing 50% of cadmium metal content. The results obtained, ethanol extract of 90% Moringa leaves containing alkaloids, phenols, flavonoids, saponins and tannins has the potential to reduce cadmium metal with EC<sub>50</sub> values at concentrations of 50 ppm.

**Keywords : cadmium, ethanol 90% extract of Moringa leaves, EC<sub>50</sub>, Atomic Absorption Spectrophotometry.**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Perkembangan industri di era modern saat ini sedang meningkat pesat oleh karena kebutuhan manusia yang semakin meningkat pula. Hal ini membawa banyak kemudahan kemudahan bagi manusia, seperti dalam bidang teknologi, transportasi dan kebutuhan sehari-hari lainnya. Kemajuan industri juga dapat menimbulkan dampak buruk yang mengancam ekosistem lingkungan, sebagai contoh yaitu industri pertambangan yang menimbulkan pencemaran dan dapat merusak ekosistem lingkungan.

Penyebab pencemaran lingkungan yaitu salah satunya disebabkan oleh logam. Logam berat yang bersifat toksik bagi organisme antara lain yaitu logam raksa (Hg), kadmium (Cd), timah (Pb) dan khrom (Cr). Logam-logam tersebut dalam tubuh akan berikatan dengan substrat enzim, sehingga enzim tidak berfungsi sebagaimana mestinya dan menimbulkan ketidakseimbangan sistem fisiologis dalam tubuh. Salah satu logam yang dapat menimbulkan kematian bagi biota laut dalam konsentrasi 0,005-0,15 ppm yaitu logam kadmium. Pada lingkungan, Cd terkandung pada sisa limbah industri, limbah rumah tangga (Palar, 2008), yang kemudian mencemari tanah (Heriyanto, 2011), serta perairan baik pada air estuari maupun air tambak untuk industri perikanan (Suyanto dkk., 2010). Logam ini akan mengalami biotransformasi dan akumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Paparan kadmium pada tubuh manusia

secara akut dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan dan saluran cerna, osteomalasia dan osteoporosis, pendarahan otak, kanker, penyakit kardiovaskuler, nekrosis ginjal, serta sirosis hati (Palar, 2008). Menurut penelitian Ratnaningsih (2003), akumulasi logam pada hati menyebabkan peningkatan SGOT dan SGPT yang menunjukkan kerusakan pada hati.

Metabolit sekunder yang dapat mengikat ion logam antara lain yaitu alkaloid, fenol, flavonoid, saponin dan tanin karena adanya gugus hidroksil, karboksil dan amina yang dapat mengikat logam (Bijang dkk., 2018). Salah satu tanaman yang kaya akan metabolit sekunder yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor kering mengandung alkaloid, fenol (15,4 - 122 g/kg), flavonoid (5,1 - 86,6 g/kg), saponin (2 - 81 g/kg) dan tanin (1,1 - 20,6 g/kg). Daun kelor telah dimanfaatkan dalam obat tradisional dan juga dapat ditambahkan sebagai makanan untuk diet serta untuk memenuhi nutrisi. Rebusan kelor yang diminum mampu memperbaiki gangguan pencernaan, indra penglihatan, nyeri sendi, diabetes, anemia & hipertensi, sakit gigi, hemoroid, serta saluran kemih (Leone *et al.*, 2015).

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti ingin meneliti kemampuan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) untuk mengikat logam kadmium (II) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Apakah ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki potensi untuk menurunkan kadar logam kadmium (II) ?
2. Berapa nilai EC<sub>50</sub> dari ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) yang dapat menurunkan kadar logam kadmium (II) ?

## **C. Tujuan**

1. Untuk mengetahui potensi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam menurunkan kadar logam kadmium (II).
2. Untuk mengetahui nilai EC<sub>50</sub> dari ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) yang dapat menurunkan kadar logam kadmium (II).

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah memberikan informasi baru kepada masyarakat tentang kemampuan daun kelor (*Moringa oleifera*) yang berpotensi mengikat logam kadmium yang bersifat toksik. Potensi daun kelor tersebut nantinya mampu dimanfaatkan dalam makanan dan minuman yang berfungsi sebagai hepatoprotektor untuk mencegah sirosis pada organ hati.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran  $EC_{50}$  atau kemampuan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) untuk menurunkan logam kadmium (II) sebesar 50%. Penelitian ini menggunakan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm dan 150 ppm.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengembangan Obat Tradisional dan Laboratorium Kimia Instrumen Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, serta Laboratorium Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta pada bulan November 2019 sampai bulan Desember 2019.

#### **C. Populasi dan Sampel**

##### **1. Populasi**

Penelitian menggunakan populasi daun kelor (*Moringa oleifera*) yang diperoleh dari wilayah Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo.

##### **2. Sampel**

Sampel daun kelor (*Moringa oleifera*) yang diperoleh berasal dari Kelurahan Jetis, dengan metode *random probability sampling*, berarti daun yang diambil

secara acak dan homogen dari seluruh bagian tanaman dengan kriteria daun yang telah berwarna hijau tua.

#### **D. Instrumen Penelitian**

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat Spektrofotometri Serapan Atom (Thermo Scientific iCE3000 series), nampan, kain hitam, blender (Philips), ayakan no. 60 mesh, toples kaca, neraca analitik (Ohrus Pioneer), *rotary evaporator* (Ika RV 10 basic), *waterbath* (Mettler), pengaduk magnetik (Daihan Labtech), corong pisah (Iwaki), kain flanel, kertas saring, gelas ukur (Iwaki), tabung reaksi (Iwaki), pipet ukur (Iwaki), pipet volume (Pyrex), labu ukur (Iwaki), beaker glass (Pyrex), cawan porselen.

##### **2. Bahan**

Daun kelor segar, etanol 90% (Brataco), larutan HCl 2N (Merck), pereaksi Dragendraf (Merck), pereaksi Mayer (Merck), FeCl<sub>3</sub> 1% (Merck), serbuk Mg (Merck), larutan gelatin 1% (Merck), aquabidest (Ikapharmindo), kloroform p.a. (Merck), CdSO<sub>4</sub> (Merck), seri larutan baku kadmium (II) p.a. (Merck).

#### **E. Identifikasi Variabel Penelitian**

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah waktu kontak 60 menit dan diukur menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom.

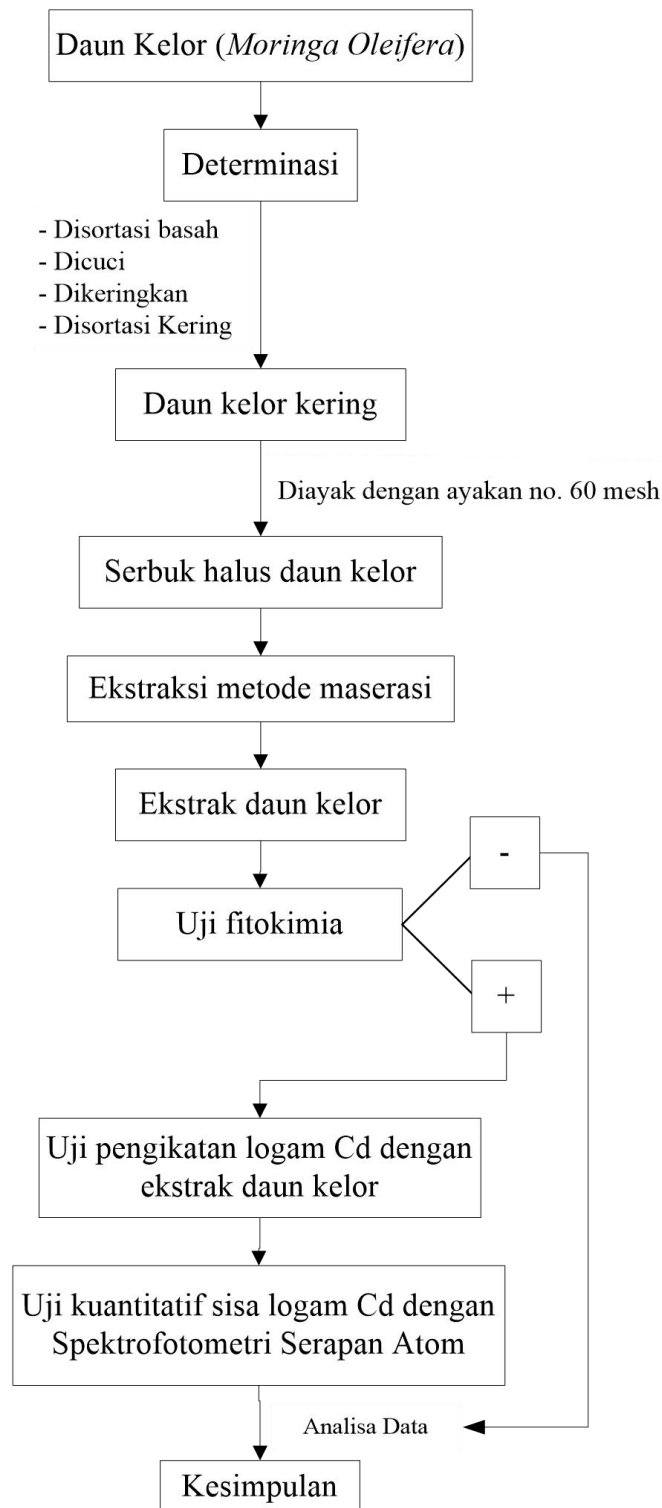
## **F. Definisi Operasional Variabel Penelitian**

Waktu kontak selama 60 menit yaitu waktu yang digunakan saat proses pencampuran antara logam kadmium (II) dengan sampel dalam berbagai variasi konsentrasi ekstrak daun kelor, dengan pengadukan konstan menggunakan pengaduk magnetik.



## G. Alur Penelitian

### 1. Bagan



Gambar 7. Bagan Alur Penelitian

## 2. Cara Kerja

### a. Determinasi Sampel

Determinasi tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

### b. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*) yang diperoleh dari Desa Jetis, Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo.

### c. Pembuatan Serbuk Simplisia

Penyiapan simplisia daun kelor (*Moringa oleifera*) dilakukan dengan cara sortasi basah untuk memisahkan kotoran atau bahan-bahan asing lainnya pada daun. Pencucian daun kelor yang telah disortasi basah dengan air mengalir bertujuan untuk menghilangkan tanah dan pengotor lainnya yang masih menempel. Tahap selanjutnya adalah proses pengeringan dengan cara dikeringanginkan sampai kering selama 5 hari dan dilakukan sortasi kering. Kemudian simplisia yang sudah benar-benar kering dilakukan penyerbukan dengan blender kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan serbuk simplisia yang halus (Departemen Kesehatan RI, 2008).

### d. Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Serbuk kering yang diperoleh ditimbang sebanyak 100 gram kemudian di maserasi dengan menggunakan etanol 90% sebanyak 1000 ml selama 7 hari, yaitu 5 hari dengan 7 bagian pelarut (700 ml) kemudian

disaring dengan menggunakan kain flannel dan kertas saring, lalu ampas dilakukan perendaman kembali dengan 3 bagian pelarut (300 ml) selama 2 hari. Maserat yang diperoleh dikumpulkan kemudian dikentalkan dengan *rotary evaporator* dan *waterbath* pada suhu tidak lebih dari 50° C hingga didapatkan ekstrak kental (Departemen Kesehatan RI, 1979).

e. Uji Fitokimia

1) Uji Alkaloid

Ekstrak yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 ml HCl 2 N dan air suling, setelah itu dipanaskan diatas penangas air selama 2 menit, kemudian didinginkan dan disaring. Filtrat yang digunakan untuk uji alkaloid adalah sebagai berikut:

- a) Filtrat ditambahkan dengan 2 tetes larutan pereaksi Mayer, kemudian dilakukan pengamatan yang terjadi. Filtrat positif mengandung alkaloid jika membentuk endapan putih atau kuning menggumpal.
- b) Filtrat ditambahkan dengan 2 tetes larutan pereaksi Dragendrof, kemudian dilakukan pengamatan yang terjadi. Filtrat positif mengandung alkaloid jika membentuk endapan jingga coklat.

2) Uji Fenol

Ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan pereaksi besi (III) klorida 1%. Keberadaan tanin akan ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna filtrat menjadi hijau atau biru kehitaman.

### 3) Uji Flavonoid

Pemeriksaan flavonoid dilakukan dengan cara yaitu ekstrak dari hasil maserasi sampel ditambahkan sepucuk spatula serbuk Mg dan HCl 2%. Keberadaan flavonoid akan ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna filtrat menjadi jingga-merah.

### 4) Uji Saponin

Ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 1 tetes HCl 2N dan diamati kembali perubahan yang terjadi. Hasil positif apabila muncul buih stabil selama 10 menit.

### 5) Uji Tanin

Suatu ekstrak akan membentuk endapan putih setelah diberi gelatin 1% jika mengandung tanin (Kumoro, 2015)

**Tabel 2. Uji Fitokimia**

<b>Senyawa Metabolit</b>	<b>Uji Fitokimia</b>	<b>Hasil (+)</b>
Alkaloid	1 ml sampel + HCl 2N + 2-3 tetes pereaksi a)Pereaksi Mayer b)Pereaksi Dragendrof	a) ↓ putih / kuning menggumpal larut b) ↓ jingga kecoklatan
Fenol	1 ml sampel + 3-4 tetes FeCl <sub>3</sub>	Hijau / biru hijau / merah ungu / biru hitam
Flavonoid	1 ml sampel + 10 tetes HCl + serbuk Mg	Merah ungu
Saponin	1 ml sampel + 1 tetes HCl 2N	Buih stabil
Tanin	1 ml sampel + 3-4 tetes gelatin 1%	↓ putih

(Sumber : Kumoro, 2015)

f. Uji Pengikatan Logam Kadmium (II) dengan Ekstrak Daun Kelor  
(*Moringa oleifera*)

1) Pembuatan Larutan Logam Kadmium (II)

a) Larutan Induk Logam Kadmium 1000 ppm sebanyak 100,0 ml

Serbuk  $\text{CdSO}_4$  ditimbang sebanyak 185,45 mg dan ditambahkan dengan aquabidest secukupnya hingga larut. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 ml, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan.

b) Larutan Kerja Logam Kadmium 100 ppm sebanyak 100,0 ml

Larutan induk logam kadmium 1000 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100,0 ml, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2) Pembuatan Larutan Sampel 1000 ppm sebanyak 100,0 ml

Ekstrak kental daun kelor (*Moringa oleifera*) sebanyak 100,0 mg dilarutkan dalam aquabidest secukupnya hingga larut. Kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100,0 ml, lalu ditambahkan aquadest hingga tanda batas dan dihomogenkan.

3) Uji Pengikatan Logam

a) Pengikatan larutan logam 20 ppm dengan larutan sampel 50 ppm selama 60 menit

Larutan kerja logam kadmium 100 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml. Kemudian

ditambahkan sebanyak 2,5 ml larutan sampel 1000 ppm ke dalam labu ukur yang sama, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Diaduk dengan pengaduk magnetik selama 60 menit.

- b) Pengikatan larutan logam 20 ppm dengan larutan sampel 75 ppm selama 60 menit

Larutan kerja logam kadmium 100 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml. Kemudian ditambahkan sebanyak 3,75 ml larutan sampel 1000 ppm ke dalam labu ukur yang sama, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Diaduk dengan pengaduk magnetik selama 60 menit.

- c) Pengikatan larutan logam 20 ppm dengan larutan sampel 100 ppm selama 60 menit

Larutan kerja logam kadmium 100 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml. Kemudian ditambahkan sebanyak 5,0 ml larutan sampel 1000 ppm ke dalam labu ukur yang sama, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Diaduk dengan pengaduk magnetik selama 60 menit.

- d) Pengikatan larutan logam 20 ppm dengan larutan sampel 125 ppm selama 60 menit

Larutan kerja logam kadmium 100 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml. Kemudian ditambahkan sebanyak 6,25 ml larutan sampel 1000 ppm ke dalam labu ukur yang sama, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Diaduk dengan pengaduk magnetik selama 60 menit.

- e) Pengikatan larutan logam 20 ppm dengan larutan sampel 150 ppm selama 60 menit

Larutan kerja logam kadmium 100 ppm dipipet sebanyak 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 ml. Kemudian ditambahkan sebanyak 7,5 ml larutan sampel 1000 ppm ke dalam labu ukur yang sama, lalu ditambahkan aquabidest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Diaduk dengan pengaduk magnetik selama 60 menit.

- g. Uji Kuantitatif sisa logam Cd dengan Spektrofotometri Serapan Atom

Masing-masing larutan sampel dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, 125 ppm dan 150 ppm, yang telah direaksikan dengan logam Cd 20 ppm selama 60 menit, kemudian ditambahkan 10 ml kloroform dan digojog. Larutan dimasukkan pada corong pisah dan didiamkan hingga fase air dan fase kloroform terpisah. Proses ekstraksi ion logam ini diulang sebanyak tiga kali (Anggraini, 2014). Fase air dianalisis dengan Spektrofotometri Serapan Atom pada  $\lambda$  228,8 nm.

## H. Analisis Data Penelitian

### 1. Kurva Baku

Persamaan regresi linier kurva baku dapat dihitung dengan rumus :

$$y = Bx + a$$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi logam

### 2. Penetapan Kadar Sisa Logam

Analisis penetapan kadar logam kadmium (II) sisa dari uji pengikatan logam pada fase air yang terukur dengan spektrofotometer serapan atom dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

C = Kadar kadmium hasil pengukuran

fp = faktor pengenceran

### 3. Persentase Penurunan Logam

Hasil pengukuran konsentrasi sisa logam kadmium berdasarkan variasi konsentrasi dihitung untuk mendapatkan persentase penurunan konsentrasi logam kadmium akibat penambahan ekstrak daun kelor. Perhitungan persentase penurunan logam yaitu (Notodarmojo, 2005) :

$$\% \text{Penurunan} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

% = Penurunan logam kadmium (II)

C<sub>0</sub> = Konsentrasi logam awal (mg/L atau ppm)

C = Konsentrasi sisa logam kadmium (mg/L atau ppm)



4. Nilai EC<sub>50</sub>

Perhitungan nilai efektivitas ekstrak daun kelor dalam menurunkan sebanyak 50% dari kadar total logam (nilai EC<sub>50</sub>) yaitu (Anggraini, 2018) :

$$y = Bx + a$$

y = % Penurunan kadar logam kadmium (II)

x = Konsentrasi ekstrak daun kelor (ppm)

5. %KV (Koefisien Variasi)

Nilai presisi pada suatu penelitian diukur dengan %KV (Koefisien Variasi). Kriteria %KV yang ideal yaitu 2% atau kurang, yang berarti semakin kecil nilai %KV maka data replikasi mengalami keterulangan yang baik. Rumus perhitungan nilai koefisien variasi atau simpangan baku relatif yaitu sebagai berikut (Harmita, 2004) :

$$\%KV = \frac{SD}{x} \times 100\%$$

KV = koefisien variasi

SD = standar deviasi

x = rata-rata nilai sampel

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) yang positif mengandung alkaloid, fenol, flavonoid, saponin dan tanin, berpotensi dalam menurunkan kadar logam kadmium (II).
2. Berdasarkan hasil uji pengikatan logam kadmium (II) dengan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*), daun kelor memiliki kemampuan EC<sub>50</sub> untuk menurunkan 50% dari kadar total 20 ppm logam kadmium (II) yaitu pada konsentrasi 50 ppm.

#### B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menyarankan :

1. Penelitian mengenai pengikatan logam berat jenis lain seperti Cu, Fe, Co, Ni dan Pb dengan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*).
2. Penelitian mengenai pengikatan logam dengan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) langsung terhadap sumber makanan yang tercemar logam berat secara langsung, seperti makanan laut dari laut yang tercemar logam, bahan makanan dari ternak yang tercemar logam, bahan makanan dari hasil pertanian yang tercemar logam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akiyama, H. F., & Iwatsuka, K. T., 2001, Antibacterial Action of Several Tannin against *Staphylococcus aureus*, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48 : 487-491
- Anggraini, D. I., 2014, Pemberian Air Kelapa Hijau Sebagai Chelating Agent Logam Pb (II), *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 6 (1): 62-66
- Anggraini, D. I., Sukirno, & Wulansari, A. D., 2014, Antidotum Logam Timbal (Pb) Secara In Vitro Dengan Seduhan Air Teh Hijau, *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 6 (2): 105-108
- Anggraini, D. I., & Nabillah, L. F., 2018, Activity Test of Suji Leaf Extract (*Dracaena angustifolia* Roxb.) on In Vitro Cholesterol Lowering, *Journal of Scientific and Applied Chemistry*, 21 (2): 54 – 58
- Ashok, P. K., & Upadhyaya, K., 2012, Tannins are Astringent, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1 (3): 45-49
- Badan Standarisasi Nasional, 2009, SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Bijang, C. M., Latupeirissa, J., & Ratuhanrasa, M., 2018, Biosorpsi Ion Logam Tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ) Pada Biosorben Rumpun Laut Coklat (*Padina australis*), *Indo. J. Chem. Res.*, 6(1), 26-37
- Cahyani, S. L., & I Made Sukadana, 2016, Skrining Fitokimia dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas DPPH Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) di Ende, *Jurnal Penelitian Kimia Udayana*, 6 (2): 410-416
- Cheng, J., & Sun, Y., 2002, Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. a review, *Bioresource Technology*, 83: 1 –11
- Coky, N. W. C., dkk., 2014, Uji Aktivitas Mengkelat Logam dari Ekstrak Etanol Bekatul Beras Hitam dengan Metode Ferrous Ion Chelating (FIC), *Jurnal Penelitian Kimia Udayana*, 8 (1): 26-30
- Departemen Kesehatan RI, 1979, *Farmakope Indonesia edisi III*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Departemen Kesehatan RI, 1995, *Farmakope Indonesia edisi IV*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta

- Departemen Kesehatan RI, 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Departemen Kesehatan RI, 2008, *Farmakope Herbal Indonesia edisi I*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Dewi, K. P., Suliasih, Neneng., & Garnida, Y., 2016, Pembuatan *Cookies* dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Berbagai Suhu Pemanggangan, Laporan Penelitian, Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung
- Effendy, 2006, *Teori VSEPR, Kepolaran dan Gaya Antarmolekul*, Bayumedia Publishing, Malang
- Gandjar, I. G., & Rohman, A., 2012, *Analisis Obat Secara Spektroskopi dan Kromatografi*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Ghulamahdi, M., Aziz, S. A., & Nirwan, 2008, Peningkatan Laju Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid Klon Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) DC) Melalui Periode Pencahayaan. *Bul. Agronomi*, 36(1), 40-48.
- Hagerman, A. E., 2002, *Tannin Handbook*, Miami University, Ohio, USA
- Harborne, J. B., 1987, *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*, Penerbit ITB, Bandung
- Harmita, 2004, Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. I No.3, 117-135
- Hasanah, Y. U., 2006, Ekstraksi Ion Fe (III) dengan Pereaksi Ammonium Pirolidin Dithiokarbamat (APDC) dalam Pelarut Metil Iso Butil Keton (MIBK), Tugas Akhir, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Heriyanto, N. M., 2011, Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan, Tanah, Air, Ikan dan Udang di Hutan Mangrove, *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8 (4): 197-205
- Ilyas, A., 2013, *Kimia Organik Bahan Alam*, Alauddin University Press, Samata
- Isnan, W., & Nurhaedah, M., 2017, Ragam Manfaat Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) Bagi Masyarakat, *Info Teknis EBONI*, Vol 14 No. 1, 63-75

- Karamac, M., 2009, Chelation of Cu (II), Zn (II) and Fe (II) by Tannin Constituents of Selected Edible Nuts, *International Journal of Molecular Sciences*, 10: 5485-5497
- Khopkar, S.M., 2008, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta
- Kiswando, A. A., 2011, Skrining Senyawa Kimia & Pengaruh Metode Maserasi dan Refluks Pada Biji Kelor (*Moringa oleifera*, Lamk.) Terhadap Rendemen Ekstrak Yang Dihasilkan, *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, Vol. I, No. 2, 126-134
- Kumar, V., Abbas, A. K., & Fausto, N., 2009, Adaptasi Cedera & Kematian Sel dalam *Robbins & Cotran: Dasar Patologi Penyakit* edisi VII, EGC, Jakarta
- Kumoro, A. C., 2015, *Teknologi Ekstraksi Senyawa Bahan Aktif dari Tanaman Obat*, Plantaxia, Yogyakarta.
- Kusuma, E. A. S., Panggabean, A. S., & Arafat, Y., 2015, Optimasi Kinerja Analitik Pada Penentuan Kadar Fosfor Sebagai P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Pada Abu Batubara dengan Metode Spektrofotometer Visibel, *Jurnal Kimia Mulawarman*, Volume 13, No. 1, 9-14
- Leone, A., *et. al.*, 2015, Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An Overview, *International Journal of Molecular Sciences*, 16: 12791-12835
- Lestari, S., 2010, Pengaruh Berat & Waktu Kontak Untuk Adsorpsi Timbal (II) Oleh Adsorben Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.), *Jurnal Kimia Mulawarman*, 1: 6-9
- Maulina, M., 2018, *Zat-Zat yang Mempengaruhi Histopatologi Hepar*, Unimal Press, Lhokseumawe
- Meigaria, K. M., I Wayan Mudianta, & Ni Wayan Martiningsih, 2016, Skrining Fitokimia & Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*), *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*, Volume 10, Nomor 2
- Notodarmojo, S., 2005, *Pencemaran Tanah dan Air*, Penerbit ITB, Bandung
- Nurkaromah, A., & Sukandar, 2017, Modifikasi Tanin dari Biomassa Daun Akasia (*Acacia mangium* Wild) dengan Cara Polimerisasi sebagai Biosorben untuk Logam Pb (II), *Journal of Env. Engineering & Waste Management*, Vol 02 No 2: 79-91

- Palar, H., 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta
- Ratnaningsih, A., 2003, Pengaruh Kadmium terhadap Gangguan Patologik pada Hati Tikus Percobaan, *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*, Vol 4 no 1: 45-53
- Robinson, T., 1995, *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*, Bandung, Penerbit ITB
- Rudianto, Hidayah, J. H., & Irma, A. S., 2014, Biskuit Moringa Ria Sebagai Suatu Strategi Penanggulangan Gizi Kurang dan Gizi Buruk Pada Balita Miskin Berbasis Masyarakat, Laporan Penelitian, Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
- Simaremare, Eva S., 2014, Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd), *Pharmacy Journal*, Vol. 11 No. 01: 98-107
- Suhartini, M., 2013, Modifikasi Limbah Kulit Pisang Untuk Adsorben Ion Logam Mn(II) & Cr(IV), *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 14 No. 2: 229-234
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., & Retnaningsih, 2010, Residu Logam Ikan dari Perairan Tercemar di Pantai Utara Jawa Tengah, *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol 01 No. 02
- Suzuki, Y., Sawada, K., & Chihara, K., 2003, *Adsorption Characteristic of Tannin for Heavy Metal Ion*, Department of Industrial Chemistry, Meiji University, Jepang
- Vincken, J.P., L. Heng, A. De Groot, & J.H. Gruppen, 2007, Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom, *Phytochemistry Journal*, 68: 275-297.
- Voight, R., 1995, *Teknologi Farmasi diterjemahkan oleh Soendani N,S.*, UGM Press, Yogyakarta
- Widawati, W., Sastrono, A., & Jusuf, R., 2008, *Efek Toksik Logam*, Penerbit Andi, Bandung
- Yanuartono, Purnamaningsih, H., Nururrozi, A., & Indarjulianto, S., 2017, Saponin : Dampak terhadap Ternak, *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, Vol. 6 No. 2: 79-90