

**Analisis kandungan logam berat Cd, Hg, dan Pb daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Jawa Timur**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**Galih Elsy Karawid**  
**NIM. 16670053**



**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2020**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Hg, DAN Pb DAUN  
SEMANGGI (*Marsilea crenata* Presl.) DI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:  
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S. Farm)**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2020**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Hg, DAN Pb DAUN  
SEMANGGI (*Marsilea crenata* Presl.) DI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GALIH ELSY KARAWID**  
NIM. 16670053

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 15 Mei 2020

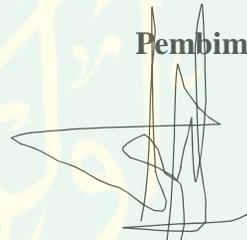
**Pembimbing I**



**Burhan Ma'arif Z.A, M.Farm., Apt.**

**NIP. 19900221 201801 1 001**

**Pembimbing II**



**drg. Arief Suryadinata, Sp.Ort.**

**NIP. 19850720 200912 1 003**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Farmasi**



**Abdul Hakim, M.P.I, M.Farm., Apt.**

**NIP. 19761214 200912 1 002**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Hg, DAN Pb DAUN  
SEMANGGI (*Marsilea crenata* Presl.) DI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**GALIH ELSY KARAWID**  
NIM. 16670053

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)  
Tanggal: 15 Mei 2020

Ketua Penguji : drg. Arief Suryadinata, Sp.Ort.  
NIP. 19850720 200912 1 003

Anggota Penguji 1. Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt.  
NIP. 19800203 200912 2 003  
2. Ach. Nashichuddin, M.A.  
NIP. 19730705 200003 1 002  
3. Burhan Ma'arif Z.A, M.Farm., Apt.  
NIP. 19900221 201801 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Farmasi

  
**Abdul Hakim, M.P.I, M.Farm., Apt.**  
NIP. 19761214 200912 1 002

**MOTTO**

**“GRANDESCUNT AUCTA LABORE”**

*by hard work, all things increase and grow*



## PERSEMBAHAN

**Teruntuk Ayah, Ibu, kedua Adikku terkasih, Tim Phytoestrogen Project dan orang-orang yang selalu ada dimasa senang ataupun sulit di tiap fase kehidupan.**

**Terimakasih.**



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Galih Elsy Karawid

NIM : 16670053

Jurusan : Farmasi

Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Judul Penelitian : Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Hg, dan Pb Daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Jawa Timur

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, 3 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



Galih Elsy Karawid  
NIM. 16670053

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga proposal skripsi yang berjudul “*Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Hg, dan Pb Daun Semanggi (Marsilea Crenata Presl.) di Jawa Timur*” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju jalan yang diridhai Allah SWT. Skripsi ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S1 di Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terimakasih dengan segenap kesungguhan dan kerendahan hati kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Prof. Dr. dr. Yuyun Yueniwati P.W., M.Kes, Sp.Rad (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan.
3. Bapak Abdul Hakim, M.P.I, M. Farm, Apt. selaku Ketua Jurusan Farmasi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt. selaku Penguji Utama yang memberikan motivasi kepada penulis untuk terus berusaha dan berinovasi.

5. Bapak Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt. selaku dosen dan pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis demi terselesainya skripsi ini.
6. Bapak drg. Arief Suryadinata Sp.Ort. selaku dosen dan pembimbing II yang bersedia memberikan solusi terhadap permasalahan yang muncul selama penulisan skripsi.
7. Bapak Ach. Nashichuddin, M.A. selaku Pembimbing Agama yang membimbing materi keagamaan dalam penyusunan skripsi.
8. Para Dosen Pengajar di Jurusan Farmasi yang telah membagi ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Keluarga penulis, khususnya kedua orang tua penulis, yakni Bapak Suwarno dan Ibu Lia Tribudi yang senantiasa mendoakan untuk kebaikan dan kesuksesan anaknya serta memberikan dukungan sepenuhnya.
10. Kawan-kawan seperjuangan Farmasyifa 2016 yang berjuang bersama selama bertahun-tahun menimba ilmu di Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
11. Semua rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuannya kepada penulis.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan

saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan proposal skripsi ini.  
Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 3 Mei 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat.....	6
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat Terapan.....	7
1.5 Batasan Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Tanaman Semanggi ( <i>Marselia crenata</i> Presl.).....	8
2.2 Simplisia.....	11

2.3 Penentuan Cemaran Logam.....	12
2.4 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	13
2.5 Logam Berat.....	14
2.5.1 Kadmium (Cd) .....	16
2.5.2 Timbal (Pb) .....	16
2.5.3 Merkuri (Hg) .....	17
2.6 Batas Kadar Logam Berat.....	18
2.7 Provinsi Jawa Timur.....	18
2.7.1 Kabupaten Kediri.....	20
2.7.2 Kota Surabaya.....	21
2.7.3 Kabupaten Pasuruan.....	22
2.7.4 Kota Batu.....	23
2.8 Konsep <i>Halalan Thoyyiban</i> dalam Produk Konsumsi.....	24
<b>BAB III KERANGKA KONSEPTUAL.....</b>	<b>28</b>
3.1 Skema Kerangka Konseptual.....	28
3.2 Kerangka Konseptual.....	29
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	31
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
4.3 Populasi dan Sampel.....	31
4.3.1 Populasi.....	31
4.3.2 Sampel.....	31
4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	32
4.4.1 Variabel Penelitian.....	32
4.4.2 Definisi Operasional.....	32
4.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	33
4.5.1 Alat.....	33
4.5.2 Bahan.....	33
4.6 Prosedur Penelitian.....	33
4.6.1 Pengambilan Sampel.....	33
4.6.2 Penentuan Cemaran Logam Berat Cd.....	34
4.6.3 Penentuan Cemaran Logam Berat Hg.....	34
4.6.4 Penentuan Cemaran Logam Berat Pb.....	35
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
5.1 Pengambilan Tanaman Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	36
5.2 Data Hasil Analisa <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS) Sampel Tanah.....	37
5.3 Data Hasil Analisa <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS) Sampel Simplisia Daun Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	38
5.4 Korelasi Kadar Logam Berat pada Tanah dengan Simplisia Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	41
5.4.1 Wilayah Kota Batu.....	44

5.4.2 Wilayah Kabupaten Pasuruan.....	45
5.4.3 Wilayah Kota Surabaya.....	46
5.4.4 Wilayah Kabupaten Kediri 1 (Kecamatan Pagu).....	47
5.4.5 Wilayah Kabupaten Kediri 2 (Kecamatan Wates).....	48
5.5 Perbedaan Akumulasi Logam Berat pada Tanaman Semanggi di Tiap Wilayah.....	48
5.6 Pengaruh Logam Berat pada Kesehatan.....	50
5.7 Upaya Penanaman Semanggi Bebas Logam Berat.....	51
5.8 Konsep <i>Halalan Thoyyiban</i> pada Produk Olahan dari Tanaman Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	52
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
6.1 Kesimpulan.....	54
6.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 5.1</b> Kadar logam berat sampel tanah.....	37
<b>Tabel 5.2</b> Kadar logam berat sampel simplisia daun semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	38
<b>Tabel 5.3</b> Perbandingan kadar ada sampel simplisia daun semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.) dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014.....	40
<b>Tabel 5.4</b> Korelasi logam berat pada tanah dengan simplisia daun semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	44



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Tanaman Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	8
<b>Gambar 2.2</b> Morfologi tanaman Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	10
<b>Gambar 2.3</b> Penampang irisan daun Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	10
<b>Gambar 2.4</b> Penampang irisan petiole Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	11
<b>Gambar 2.5</b> Penampang irisan batang Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	11
<b>Gambar 2.6</b> Peta Wilayah Kabupaten Kediri.....	20
<b>Gambar 2.7</b> Peta Wilayah Kota Surabaya.....	20
<b>Gambar 2.8</b> Peta Wilayah Kabupaten Pasuruan.....	22
<b>Gambar 2.9</b> Peta Wilayah Kota Batu.....	23
<b>Gambar 3.1</b> Kerangka Konseptual Penelitian.....	28

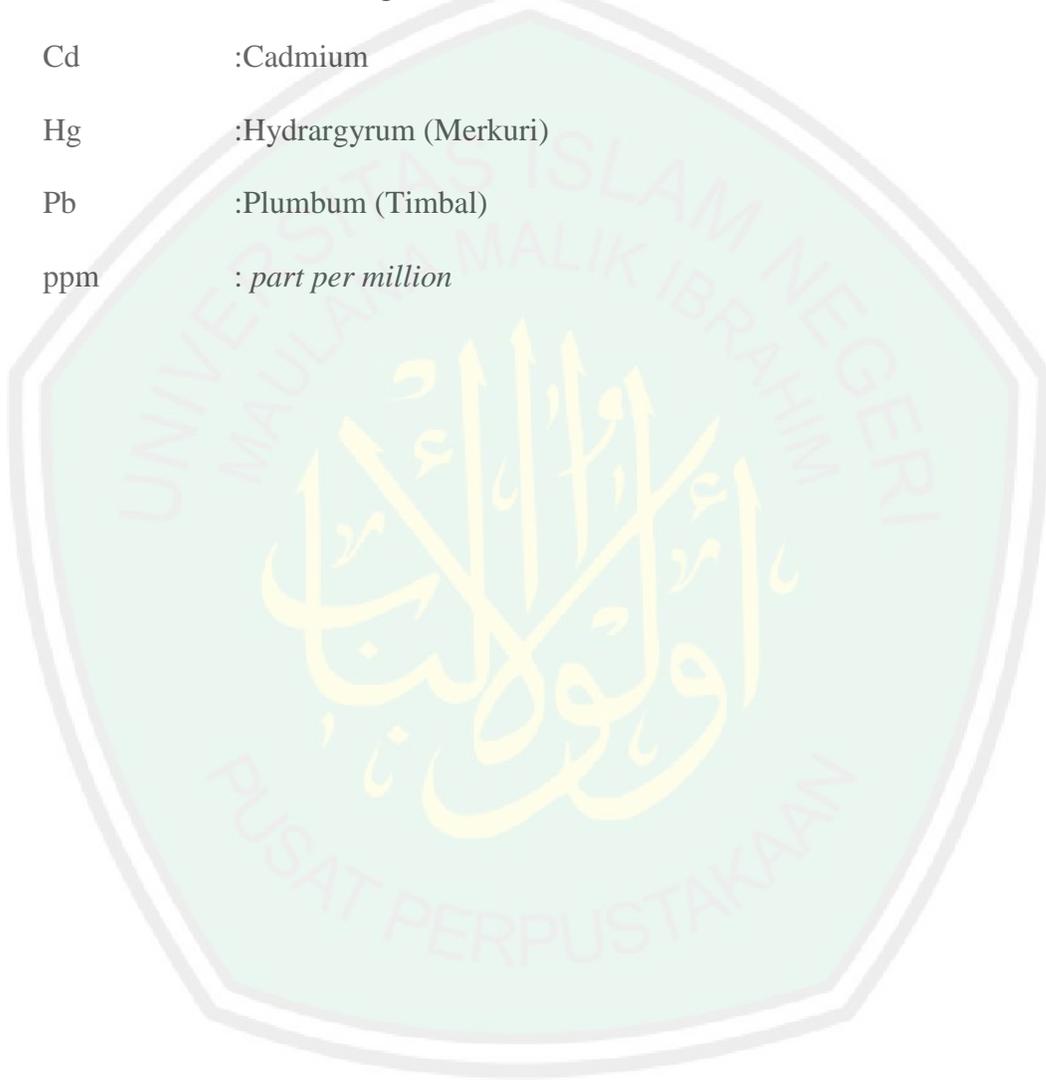
## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Analisa Logam Berat Sampel Simplisia Daun Semanggi ( <i>Marsilea crenata</i> Presl.).....	61
Lampiran 2 Data Hasil Analisa Logam Berat Sampel Tanah.....	62



## DAFTAR SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i>
BPOM	: Badan Pengawas Obat dan Makanan
Cd	: Cadmium
Hg	: Hydrargyrum (Merkuri)
Pb	: Plumbum (Timbal)
ppm	: <i>part per million</i>



## ABSTRAK

Karawid, G. E. 2020. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Hg, dan Pb Daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Jawa Timur. Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt; Pembimbing II: drg. Arief Suryadinata Sp.Ort.; Konsultan: Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt.

Pembimbing: (1) Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt.

(2) drg. Arief Suryadinata Sp.Ort.

Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) berpotensi untuk diolah menjadi produk obat herbal karena khasiat yang dimilikinya. Namun, tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki kemampuan fitoremediasi sehingga berdampak pada penimbunan logam berat yang direkomendasikan karena berbahaya untuk kesehatan tubuh. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat Cd, Hg dan Pb dari beberapa daerah di Jawa Timur untuk dibandingkan dengan Perka BPOM No. 12 tahun 2014 terkait batas logam berat untuk simplisia dan ditentukan daerah mana yang paling baik untuk budidaya semanggi sebagai bahan baku produk herbal. Metode yang digunakan yaitu menggunakan AAS pada sampel simplisia daun tanaman semanggi dan juga sampel tanah sebagai pembanding. Dari hasil pengujian sampel simplisia daun semanggi di Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi) dan Kabupaten Kediri lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates) tidak ditemukan kandungan logam berat Cd, Hg dan Pb. Untuk daerah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) menunjukkan terdapat kadmium (Cd) dengan kadar  $2,79 \text{ mg/kg} \pm 0,01$ . Wilayah Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) terdapat logam berat timbal (Pb) dengan kadar  $1,06 \text{ mg/kg} \pm 0,01$  yang masih memenuhi standar Perka BPOM No. 12 tahun 2014 sebesar 10 ppm. Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) terdapat (Cd) dengan kadar  $4,16 \text{ mg/kg} \pm 0,01$ . Daerah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang Kecamatan Purwodadi) dan Kabupaten Kediri lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates) yang tentunya memenuhi standar Perka BPOM No. 12 tahun 2014, lebih baik dari pada daerah lain dilihat dari tidak ditemukannya cemaran logam berat pada sampel simplisia daun semanggi.

**Kata kunci:** semanggi, logam berat, AAS, fitoremediasi, BPOM

## ABSTRACT

Karawid, G. E. 2020. Analysis of Cd, Hg, and Pb Heavy Metal Content in Water Clover Leaves (*Marsilea crenata* Presl.) from East Java Region. Thesis. Pharmacy Departement Faculty of Medicine and Helath Science Maulana Malik Ibrahim Islamic State University Malang. Supervisor I: Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt; Supervisor II: drg. Arief Suryadinata Sp.Ort.; Consultant: Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt.

Supervisor: (1) Burhan Ma'arif Z.A., M.Farm., Apt.

(2) drg. Arief Suryadinata Sp.Ort.

The water clover leaves (*Marsilea crenata* Presl.) has the potential to be processed into herbal medicinal products because of its properties. However, the water clover plants (*Marsilea crenata* Presl.) has a phytoremediation ability so that it has an impact on the heavy metal stockpile in plants that is not recommended because it is dangerous for health. This research was conducted to determine the content of heavy metals Cd, Hg, and Pb from several regions in East Java to be compared with Perka BPOM No. 12 tahun 2014 related to heavy metal limits for simplicia and determine which areas are best for water clover cultivation as raw material for herbal products. The method used is using AAS on simplicia of water clover leaves samples and also soil samples as a comparison. From the results of testing the simplicia water clover leaves samples in Pasuruan Regency (Capang Village, Purwodadi District) and Kediri Regency land 2 (Tawang Village, Wates District) did not find heavy metal content of Cd, Hg, and Pb. For Batu City (Pesanggrahan Subdistrict, Batu District), there are cadmium (Cd) levels of  $2.79 \text{ mg/kg} \pm 0.01$ . The Surabaya City (Sememi Subdistrict, Benowo District) area contains heavy lead (Pb) metals with levels of  $1.06 \text{ mg/kg} \pm 0.01$  which still meet Perka BPOM No. 12 tahun 2014 standards of 10 ppm. Kediri Regency land 1 (Semen Village, Pagu District) is present (Cd) grading  $4.16 \text{ mg / kg} \pm 0.01$ . The regions of Pasuruan (Capang Village, Purwodadi District) and Kediri 2 districts (Tawang Village, Wates District), which certainly meet Perka BPOM No. 12 tahun 2014 standards, are better than other regions seen from the absence of heavy metal contamination found in water clover leaves simplicia samples.

**Keywords:** water clover, heavy metal, AAS, phytoremediation, BPOM

## مستخلص البحث

كاراويد، ج. إ. ٢٠٢٠. تحليل محتوى الفلزات الثقيلة من الكاديوم (Cd)، والزنبق (Hg)، والرصاص (Pb) من ورقة السرخس المائية (*Marsilea crenata Presl*) في جاوى الشرقية. البحث الجامعي. قسم الصيدلة، كلية الطب والعلوم الصحية بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: برهان معاريف ز. أ. ، الماجستير. المشرف الثاني: طيب عارف سوريا ديناتا. المختبر: د. رائحة المطيعة، الماجستير.

السرخس المائية (*Marsilea crenata Presl*) لها الإمكانية لتكون منتج الأدوية العشبية بسبب فعاليتها. ومع ذلك، لديها القدرة على المعالجة النباتية للملوثات (*fitoremediasi*) حيث تؤثر على تخزين الفلزات الثقيلة الموصى بها. أنها تضر صحة الجسم. وقد أجري هذا البحث لمعرفة محتوى الفلزات الثقيلة من الكاديوم (Cd)، والزنبق (Hg)، والرصاص (Pb) في بعض المناطق في جاوى الشرقية لمقارنته بحد الفلزات الثقيلة للمنتجات الغذائية بمنظمة الصحة العالمية (*Perka BPOM No. 12 2014*) وتحديد أفضل المناطق لزراعة السرخس المائية للمواد الأساسية من المنتجات العشبية. واستخدم هذا البحث طريقة مطيافية الامتصاص الذري (AAS) على عينة من أوراق نبات السرخس المائية وعينة التربة أيضا كأساس للمقارنة. من نتائج اختبار عينة أوراق نبات السرخس المائية في باسوروان و كديري للأراضي الثانية (منطقة واتس) لم يتم العثور على محتوى الفلزات الثقيلة من الكاديوم (Cd)، والزنبق (Hg)، والرصاص (Pb). وأما مدينة باتو فتشير إلى وجود الكاديوم (Cd) بمقدار ٢,٧٩ ملغ / كغ ± ٠,٠١ وتحتوي مدينة سورابايا على الفلزات الثقيلة من الرصاص بمقدار ١,٠٦ ملغ / كغ ± ٠,٠١ الذي لا يزال متوافيا بمعيار منظمة الصحة العالمية وهو ١٠ فغم. و كديري للأراضي الأولى (منطقة فاغو) توجد الكاديوم (Cd) بمقدار ٤,١٦ ملغ / كغ ± ٠,٠١. إذن، باسوروان وكديري للأراضي الثانية (منطقة واتس) هما تمتلكان معايير منظمة الصحة العالمية وأفضل المناطق من غيرها، حيث لم يتم العثور على ملوثات الفلزات الثقيلة في عينة أوراق نبات السرخس المائية.

**الكلمات الرئيسية:** السرخس المائية، الفلزات الثقيلة، مطيافية الامتصاص الذري (AAS)، المعالجة النباتية للملوثات، منظمة الصحة العالمية.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki 17.500 pulau dengan iklim tropis. Kondisi geografis yang dikelilingi oleh gunung berapi mengakibatkan tanah memiliki mineral dan senyawa organik yang menjadi sumber hara tanaman (Sartohadi dkk, 2014). Dalam dunia tumbuhan, di wilayah Indonesia termasuk bagian dari flora Malesiana yang diperkirakan memiliki sekitar 25% dari spesies tumbuhan berbunga yang ada di dunia yang menempati urutan negara terbesar ketujuh dengan jumlah spesies mencapai 20.000 spesies yang mana 40%-nya merupakan tumbuhan endemik atau asli Indonesia (Kusmana dkk, 2015).

Penduduk Indonesia telah memanfaatkan tumbuhan sebagai bahan baku obat tradisional sejak zaman dahulu, yakni zaman kerajaan, era perjuangan kemerdekaan, sampai dengan saat ini (Wasito, 2011). Sebanyak 9.600 spesies tumbuhan memiliki khasiat sebagai tumbuhan obat dan kurang lebih 300 spesies telah digunakan sebagai bahan obat tradisional oleh industri obat tradisional (Kemenkes RI, 2007). Sekitar 85% dari populasi dunia pernah menggunakan tumbuhan berkhasiat untuk mengatasi masalah kesehatan dengan alasan telah menjadi budaya yang diwariskan turun menurun (Kumari *et al.*, 2016).

Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) berpotensi untuk diolah menjadi produk obat herbal karena khasiat yang dimilikinya. Beberapa manfaat *Marsilea crenata* Presl. antara lain sebagai peluruh air seni, ekspektoran, analgesik, mengobati kusta, demam, keracunan pada darah dan terapi untuk penyakit hepar (Puspitasari dkk, 2015). Ekstrak semanggi juga dapat menurunkan kadar trigliserida (Hayudanti *et al.*, 2018). Tanaman semanggi juga memiliki kandungan fitoestrogen. Aktivitas estrogenik dari fitoestrogen didukung karena terdapatnya gugus -OH pada struktur kimia penyusunnya seperti yang terdapat pada hormon estradiol (Affiyati dkk, 2018).

Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki kemampuan fitoremediasi atau kemampuan menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Purakayastha *et al.*, 2010). Kemampuan yang bermanfaat untuk mengurangi polutan pada air tersebut berdampak pada penimbunan logam berat pada tanaman semanggi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan juga menurunkan kualitas tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.). Penggunaan tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang memiliki kadar logam berat yang tinggi tidak direkomendasikan karena berbahaya untuk kesehatan tubuh (Agil, 2017).

Penelitian terdahulu yang dilakukan pada tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang dipanen pada habitat aslinya di air dan dibandingkan dengan tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang dipanen di lahan budidaya yang mendapat perlakuan pemberian air bebas polutan di daerah Benowo kota Surabaya menunjukkan hasil perbedaan hasil kontaminan logam berat. Tanaman semanggi

(*Marsilea crenata* Presl.) pada habitat aslinya di air memiliki kandungan logam berat yang tinggi dan menunjukkan pertumbuhan yang terhambat dibanding dengan tanaman yang diberi perlakuan pemberian air bebas polutan (Agil, 2017). Logam berat ini menjadi senyawa yang perlu dihindari terutama bila diolah untuk konsumsi manusia (Patwekar *et al.*, 2015).

Uji kuantitatif dan uji batas untuk menentukan konsentrasi logam berat sebagai kontaminan pada bahan baku produk makanan ataupun obat-obatan termasuk aturan dasar sebagai upaya jaminan mutu. Logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) sendiri telah terbukti sebagai kontaminan yang harus dianalisa sebelum dilakukan produksi (Patwekar *et al.*, 2015). Parameter kadar logam berat akan menunjukkan kualitas tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) pada habitat aslinya yang digunakan sebagai bahan baku obat herbal (Agil, 2017).

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi atau peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama. Keberadaan lingkungan yang memiliki tingkat polusi yang tinggi seperti daerah industri secara langsung akan mempengaruhi kualitas karena polutan yang terbentuk merupakan sumber dari logam berat yang berbahaya selain CO<sub>2</sub> atau limbah kimia lainnya. Logam berat jenis tertentu seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia (Darmono, 1995).

Allah SWT telah berfirman dalam surat An-Nahl ayat 114:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

*Artinya: “Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepada-Nya saja menyembah.”* Q.S. An-Nahl ayat 114.

Allah Ta’ala berfirman seraya memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman untuk memakan rizki yang halal lagi baik yang telah diberikan-Nya, serta mensyukurinya. Sesungguhnya Dialah yang memberikan dan mengaruniakan nikmat yang hanya Dia yang berhak mendapatkan penghambaan, yang tiada sekutu baginya (Abdullah, 2007). Dari ayat ini dapat diketahui bahwa manusia haruslah mengkonsumsi makanan yang baik. Baik dalam artian bermanfaat dan tentu saja aman untuk tubuh. Hal ini yang diharapkan dari tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) ketika dijadikan suatu produk yang dikonsumsi memiliki khasiat yang terjamin keamanannya terutama kaitanya dengan kandungan logam berat.

Pemilihan daerah Kediri (Lahan 1 dan 2), Batu, Pasuruan, dan Surabaya sendiri untuk membandingkan kadar logam berat pada tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) pada kondisi geografis dan juga kondisi lingkungan yang berbeda. Kota Surabaya sebagai pusat pemerintahan provinsi sekaligus pusat industri dan perdagangan memberikan daya tarik orang untuk datang dan menetap (BPS Jawa Timur, 2014). Kabupaten Pasuruan juga menjadi salah satu kota pusat sebaran industri di Jawa Timur selain kota Surabaya. Sedangkan kota Batu merupakan kota yang sedang mengalami pertumbuhan penduduk namun belum banyak industri yang

besar. Untuk Kabupaten sendiri merupakan wilayah yang dikelilingi oleh gunung yang salah satunya merupakan gunung vulkanik yang pertumbuhan penduduknya masih rendah dengan daerah industri yang masih sedikit (BLH Jawa Timur, 2010).

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan uji kadar logam berat pada tanaman semanggi dari beberapa daerah sehingga dapat diketahui kadar logam beratnya. Logam berat sendiri terakumulasi di lingkungan terutama dari daerah yang padat akan industri yang menghasilkan polutan (Darmono, 1995). Data dari analisa logam berat ini digunakan untuk menentukan tempat tumbuh yang optimal untuk tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dalam pengembangannya menuju produk herbal yang aman. Tahap analisa logam berat ini kedepannya dapat dikembangkan lebih lanjut lagi dalam upaya penentuan tempat pembudidayaan tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang optimum sehingga dapat dijadikan bahan baku sediaan obat herbal yang terjamin keamanannya terutama kontaminan logam beratnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perbedaan kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dari beberapa daerah di Jawa Timur?
2. Apakah kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dari beberapa daerah di Jawa Timur sesuai dengan standar Perka BPOM No. 12 tahun 2014?

### 1.3. Tujuan Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah menentukan dan membandingkan kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dari Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).

#### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Membandingkan kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dari beberapa daerah di Jawa Timur.
2. Membandingkan kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dari beberapa daerah di Jawa Timur dengan standar Perka BPOM No. 12 tahun 2014.

### 1.4. Manfaat Penelitian

#### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini memberikan data perbandingan cemaran logam berat daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) yang dapat digunakan sebagai bahan baku produk herbal sesuai dengan batas kandungan logam berat yang telah ditentukan oleh Perka BPOM No. 12 tahun 2014.

#### 1.4.2 Manfaat Terapan

Data cemaran logam berat daun tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dapat digunakan sebagai penetapan kualitas bahan baku produk simplisia daun semanggi dalam pengembangannya menuju obat herbal yang terstandar.

#### 1.5. Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini yaitu daun tanaman semanggi liar (*Marselia crenata* Presl.) yang berada di lahan persawahan wilayah Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanaman Semanggi (*Marselia crenata* Presl.)

Klasifikasi dari tanaman semanggi adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Pteriopsida
Ordo	: Marsialeales
Famili	: Marsileaceae
Genus	: Marsilea
Spesies	: <i>Marsilea crenata</i> Presl. (Afriastini, 2003)



**Gambar 2.1** Tanaman Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) merupakan salah satu tanaman yang banyak terdapat di Indonesia. *Marsilea crenata* Presl. juga mempunyai manfaat

peluruh air, ekspektoran, analgesik, mengobati kusta, demam, keracunan pada darah, dan digunakan pada penyakit hepar (Puspitasari dkk, 2015). Ekstrak semanggi juga dapat menurunkan kadar trigliserida, karena mengandung flavonoid yang dapat mempengaruhi aktivitas hubungan enzim lipoprotein lipase dengan hipotrigliseridemia (Hayudanti *et al.*, 2018).

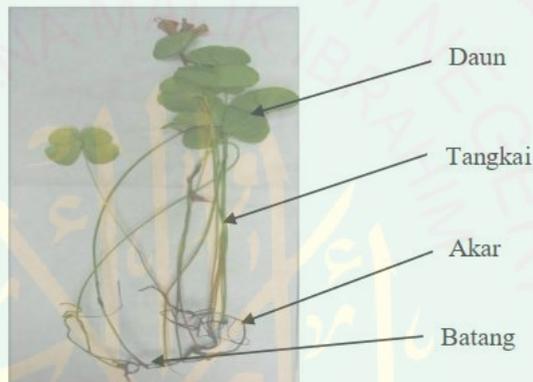
Penelitian pada tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang dipanen pada habitat aslinya di air dan dibandingkan dengan semanggi yang dipanen di lahan budidaya yang mendapat perlakuan pemberian air bebas polutan di daerah Benowo kota Surabaya menunjukkan hasil perbedaan pada beberapa parameter terutama morfologi dan kandungan logam berat. Tanaman semanggi pada habitat aslinya di air memiliki kandungan logam berat yang tinggi dan menunjukkan pertumbuhan yang terhambat dibanding dengan tanaman yang diberi perlakuan pemberian air bebas polutan (Agil, 2017).

Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) juga memiliki kandungan fitoestrogen. Fitoestrogen adalah kelompok yang sangat banyak dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung struktur non steroid yang bersifat menyerupai estrogen. Aktifitas estrogenik dari fitoestrogen didukung karena terdapatnya gugus -OH pada struktur kimia penyusunnya seperti yang terdapat pada hormon estradiol sehingga dapat memiliki aktivitas estrogenik. Salah satu tanaman yang memiliki kandungan fitoestrogen adalah semanggi (*Marsilea crenata*) (Affiyati dkk, 2018).

Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) mampu hidup pada kisaran tanah yang tergolong liat, memiliki tingkat kesuburan yang baik, pH mendekati netral, dan pengairan yang cukup, tanaman semanggi dapat dijumpai pada lahan

basah maupun saluran irigasi sawah yang merupakan habitat aslinya, akar tanaman. Semanggi berbeda dengan tanaman air lain yang mengapung di air melainkan melekat pada tanah habitat yang merupakan tanah alfisol (Hidayati dkk, 2017).

Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki daun majemuk dengan 4 daun, tangkai daun bundar dan berbulu halus di permukaan. Perbedaan morfologi diamati melalui panjang dan diameter tangkai daun, diameter batang, panjang dan kepadatan akar, dan jarak antara node dari batang (Agil,2017).

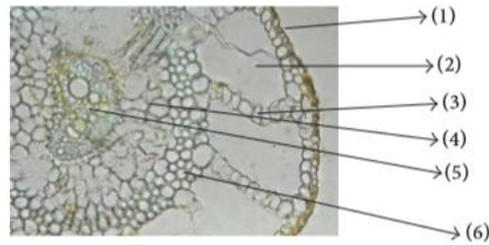


**Gambar 2.2** Morfologi tanaman Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

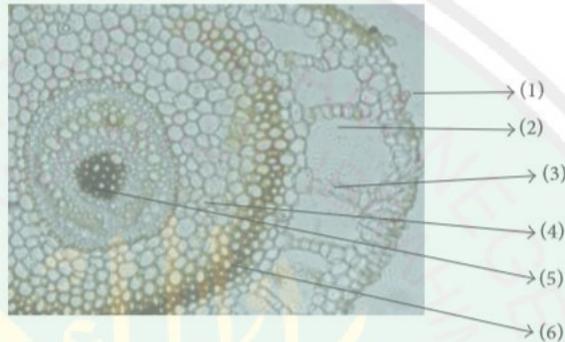
Berikut irisan dari bagian tanaman semanggi dari daerah Benowo kota Surabaya dalam Agil *et al.*, 2017:



**Gambar 2.3** Penampang irisan daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) perbesaran 400 x yang menunjukkan papilla dari bagian sel epidermis bawah menggunakan mikroskop cahaya (Agil *et al.*, 2017)



**Gambar 2.4** Penampang irisan petiole Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) (1) = epidermis, (2) = aerenkim, (3) = septum, (4) = parenkim, (5) = vascular bundle, dan (6) = inner cortex (Agil *et al.*, 2017)



**Gambar 2.5** Penampang irisan batang Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) (1) = epidermis, (2) = aerenkim, (3) = septum, (4) = parenkim, (5) = vascular bundle, dan (6) = sklerenkim (Agil *et al.*, 2017)

## 2.2 Simplisia

Simplisia adalah bahan alamiah yang digunakan sebagai obat, belum mengalami pengolahan apapun, umumnya dalam keadaan kering, langsung digunakan sebagai obat dalam atau banyak digunakan sebagai obat dalam sediaan galenik tertentu atau digunakan sebagai bahan dasar untuk memperoleh bahan baku obat. Sedangkan sediaan galenik berupa ekstrak total mengandung 2 atau lebih senyawa kimia yang mempunyai aktifitas farmakologi dan diperoleh sebagai produk ekstraksi bahan alam serta langsung digunakan sebagai obat atau digunakan setelah dibuat bentuk formulasi sediaan obat tertentu yang sesuai (Depkes RI, 1995).

Klasifikasi Simplisia Simplisia dibagi menjadi 3 golongan yaitu (Depkes RI 1995):

1. Simplisia nabati, adalah simplisia yang berupa tanaman utuh, bagian tanaman/eksudat tanaman. Yang dimaksud dengan eksudat tanaman adalah isi sel yang secara spontan keluar dari tanaman atau yang dengan cara tertentu dikeluarkan dari selnya, atau zat-zat nabati lainnya yang dengan cara tertentu dipisahkan dari tanamannya.
2. Simplisia Hewani, adalah simplisia yang berupa hewan utuh, bagian hewan atau zat-zat berguna yang dihasilkan oleh hewan dan belum berupa zat kimia murni.
3. Simplisia Pelikan (mineral), adalah simplisia yang berupa bahan pelikan atau mineral yang belum diolah dengan cara sederhana dan belum berupa zat kimia murni.

### 2.3 Penentuan Cemaran Logam

Secara umum, uji kuantitatif dan uji batas logam berat dilakukan untuk menentukan konsentrasi logam berat dalam bentuk pengotor dan kontaminan secara akurat. Logam-logam berat seperti merkuri, timbal, dan kadmium telah terbukti sebagai kontaminan dari beberapa bahan herbal. Penentuan sederhana dari logam berat dapat ditemukan di banyak farmakope dan didasarkan pada reaksi warna dengan pereaksi khusus seperti *diethyldithiocarbonate* atau *thioacetamide* dan jumlah ditentukan dengan cara membandingkan dengan suatu standar. Metode yang biasa digunakan untuk analisis adalah *inductive coupled plasma* (ICP), analisis aktivasi Neutron (NAA), *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (Patwekar *et al.*, 2015).

#### **2.4 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)**

Instrumen *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) didasari oleh peristiwa serapan atom yang pertama kali diamati oleh Fraunhofer, ketika menelaah garis-garis hitam pada spectrum matahari. Sedangkan yang memanfaatkan prinsip serapan atom pada bidang analisis adalah Alan Walsh pada tahun 1995. Analisa yang sebelumnya menggunakan cara spektrometrik metode analisis spektografik digantikan oleh *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Metode analisa menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Prinsip dasar *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel (Khopkar, 2010).

Proses serapan pada *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) tidak dapat dilakukan untuk sampel yang berbentuk molekul karena molekul tidak menyerap cahaya. Molekul-molekul harus dipecah untuk membentuk atom bebas. Proses ini disebut atomisasi dan metode atomisasi yang paling populer adalah peruraian dengan panas (Budiyanto, 2017). Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya (Sari, 2016).

Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada pada sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari: Hukum Lambert: bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan

berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi. Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut. Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$A = -\log \frac{I_o}{I_t} = \epsilon bc$$

Dimana:

$I_o$  = intensitas sumber sinar

$I_t$  = intensitas sinar yang diteruskan

$\epsilon$  = absorptivitas molar

$b$  = panjang medium

$c$  = konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

$A$  = absorbansi

Dengan

$$A = -\log \frac{I_o}{I_t} = -\log T$$

$T$  = transmittan

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day *et al.*, 2001).

## 2.5 Logam Berat

Logam digolongkan kedalam dua katagori, yaitu logam berat dan logam ringan.

Logam berat ialah logam yang mempunyai berat 5 g atau lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$ ,

dengan sendirinya logam yang beratnya kurang dari 5 g setiap  $\text{cm}^3$  termasuk logam ringan. Logam berat sejatinya unsur penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup. Sebagai *trace element*, logam berat yang esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan Zink (Zn) penting untuk menjaga metabolisme tubuh manusia dalam jumlah yang tidak berlebihan, jika berlebihan akan menimbulkan *toksik* pada tubuh. Logam yang termasuk elemen mikro merupakan kelompok logam berat yang nonesensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia yaitu: timbal (Pb), merkuri (Hg), dan cadmium (Cd). Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama (Darmono, 1995).

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan lalu bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air. Logam berat bersama dengan padatan tersuspensi akan mengendap mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan dan juga perairan sekitarnya. Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat sangat berbahaya karena bersifat toksik (Jenny, 2015).

### 2.5.1 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) ditemukan di kulit bumi ataupun hasil letusan gunung vulkanik. Selain itu cadmium dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, baik disengaja maupun tidak disengaja. Contoh penggunaan bahan bakar, kebakaran hutan, limbah industri maupun penggunaan pupuk dan pestisida. Kadmium telah digunakan secara meluas pada berbagai industri antara lain pelapisan logam, peleburan logam, pewarnaan, baterai, minyak pelumas, bahan bakar. Bahan bakar dan minyak pelumas mengandung Cd sampai 0,5 ppm, batubara mengandung Cd sampai 2 ppm, pupuk superpospat juga mengandung Cd bahkan ada yang sampai 170 ppm. Limbah cair dari industri dan pembuangan minyak pelumas bekas yang mengandung Cd masuk ke dalam perairan laut serta sisa-sisa pembakaran bahan bakar yang terlepas ke atmosfer dan selanjutnya jatuh masuk ke laut. Konsentrasi Cd pada air laut yang tidak tercemar adalah kurang dari 1 mg/l atau kurang dari 1 mg/kg sedimen laut (Darmono, 1995).

### 2.5.2 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang digunakan di industri non-pangan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Pb adalah sejenis logam yang lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS), yang sering disebut galena. Senyawa ini banyak ditemukan dalam pertambangan di seluruh dunia.

Bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan Pb ini adalah sering menyebabkan keracunan. Pb mempunyai sifat bertitik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif, sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Bila dicampur dengan logam lain, membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya, mempunyai kepadatan melebihi logam lain. Dewasa ini pelepasan Pb ke atmosfer meningkat tajam akibat pembakaran minyak dan gas bumi yang turut menyumbang pembuangan Pb ke atmosfer. Selanjutnya Pb tersebut jatuh ke laut mengikuti air hujan. Dengan kejadian tersebut maka banyak Negara di dunia mengurangi kadar Pb pada minyak bumi dan gas alam untuk mengurangi pencemaran Pb di atmosfer (Darmano, 1995).

### 2.5.3 Merkuri (Hg)

Merkuri (Hg) atau air raksa adalah logam yang ada secara alami, merupakan satu satunya logam yang pada suhu kamar berwujud cair. Logam murninya berwarna keperakan/putih keabuan-abuan, cairan tak berbau, dan mengkilap. Bila dipanaskan sampai suhu  $357^{\circ}\text{C}$ , Hg akan menguap. Walaupun Hg hanya terdapat dalam konsentrasi 0,08 mg/kg kerak bumi, logam ini banyak tertimbun di daerah penambangan. Hg lebih banyak digunakan dalam bentuk logam murni dan organik daripada bentuk anorganik. Logam Hg dapat berada pada berbagai senyawa. Bila bergabung dengan klor, belerang, atau oksigen, Hg akan membentuk garam yang biasanya berwujud padatan putih. Merkuri (Hg) terdapat di udara dari deposit mineral dan dari area industri. Logam Hg yang ada di air dan tanah terutama berasal dari deposit alam,

buangan limbah, dan akitivitas vulkanik. Logam Hg dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa Hg organik. Manusia telah menggunakan mercury oksida (HgO) dan mercury sulfida (HgS) sebagai zat pewarna dan bahan kosmetik (kream pemutih) diduga juga untuk pewarna bibir dan krim antiseptik digunakan secara meluas dalam produk lampu neon, baterai, thermometer, industri pembuatan cat, pembuatan gigi palsu, peleburan emas, pembasmi serangga (racun tikus) dan lain-lain (Darmono, 1995).

## 2.6 Batas Kadar Logam Berat

Berdasarkan Perka BPOM No. 12 tahun 2014 batas kadar logam berat pada simplisia yaitu:

- Maksimum kandungan Cd 0,3 ppm.
- Maksimum kandungan Pb 10 ppm.
- Maksimum kandungan Hg 0,5 ppm.

Kandungan logam berat tersebut merupakan batasan yang menjadi standar untuk produk obat yang mana diterapkan untuk mengantisipasi bioakumulasi logam berat yang berlebihan pada tubuh. Bioakumulasi dapat menyebabkan masalah kesehatan apabila memiliki kadar yang tinggi (BPOM RI, 2014).

## 2.7 Provinsi Jawa Timur

Jawa Timur secara geografis terletak diantara  $111^{\circ}0'$ - $114^{\circ}4'$  Bujur Timur dan  $7^{\circ}12'$ - $8^{\circ}48'$  Lintang Selatan, dengan luas wilayah sebesar 47.963 km<sup>2</sup> yang meliputi dua bagian utama, yaitu Jawa Timur dan Kepulauan Madura. Luas wilayah daratan Jawa Timur sebesar 42,541 km<sup>2</sup> (88,70%), sementara luas

Kepulauan Madura sebesar 5,422 km<sup>2</sup> (11,30%). Suhu rata-rata Jawa Timur sebesar 20,50°C-24,60°C, sedangkan jumlah curah hujan sebesar 2.136,00 mm dengan lama hari hujan sebanyak 228 hari (Pemprov. Jawa Timur, 2017). Struktur Geologi Jawa Timur di dominasi oleh Alluvium dan bentukan hasil gunung api kwarter muda, keduanya meliputi 44,5 % dari luas wilayah darat, sedangkan bantuan yang relatif juga agak luas persebarannya adalah miosen sekitar 12,33 % dan hasil gunung api kwarter tua sekitar 9,78 % dari luas total wilayah daratan. Sementara itu batuan lain hanya mempunyai proporsi antara 0-7% saja. Batuan sedimen Alluvium tersebar disepanjang sungai Brantas dan Bengawan Solo yang merupakan daerah subur. Batuan hasil gunung api kwater muda tersebar dibagian tengah wilayah Jawa Timur membujur kearah timur yang merupakan daerah relatif subur. Batuan Miosen tersebar disebelah selatan dan utara Jawa Timur membujur kearah Timur yang merupakan daerah kurang subur (Pusdaling Provinsi Jawa Timur, 2019).

### 2.7.1 Kabupaten Kediri



**Gambar 2.6** Peta Wilayah Kabupaten Kediri

Posisi geografi Kabupaten Kediri terletak antara  $111^{\circ} 47' 05''$  sampai dengan  $112^{\circ} 18' 20''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ} 36' 12''$  sampai dengan  $8^{\circ} 0' 32''$  Lintang Selatan. Kondisi topografi terdiri dari dataran rendah dan pegunungan yang dilalui aliran sungai Brantas yang membelah dari selatan ke utara. Suhu udara berkisar antara  $23^{\circ} \text{C}$  sampai dengan  $31^{\circ} \text{C}$  dengan tingkat curah hujan rata-rata sekitar 1652 mm per hari. Secara keseluruhan luas wilayah ada sekitar  $1.386.05 \text{ km}^2$  atau + 5%, dari luas wilayah provinsi Jawa Timur. Ditinjau dari jenis tanahnya, Kabupaten Kediri dapat dibagi menjadi 5 (lima) golongan, yaitu. Regosol coklat kekelabuan seluas 77.397 Ha atau 55,84 %, merupakan jenis tanah yang sebagian besar ada di wilayah kecamatan Kepung, Puncu, ngancar, Plosoklaten, Wates, Gurah, Pare, kandangan, kandat, Ringinrejo, Kras, papar, Purwoasri, Pagu, Plemahan, Kunjang dan Gampengrejo. Wilayah Kabupaten Kediri diapit oleh dua gunung yang berbeda sifatnya, yaitu Gunung Kelud di sebelah Timur yang bersifat Vulkanik dan Gunung Wilis di sebelah barat yang bersifat non vulkanik,

sedangkan tepat di bagian tengah wilayah Kabupaten Kediri melintas sungai Brantas yang membelah Wilayah Kabupaten Kediri menjadi dua bagian, yaitu bagian Barat sungai Brantas: merupakan perbukitan lereng Gunung Wilis dan Gunung Klotok. dan bagian timur Sungai Brantas (Pemb. Kediri, 2019).

### 2.7.2 Kota Surabaya



**Gambar 2.7** Peta Wilayah Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak di 07 derajat 9 menit - 07 derajat 21 menit LS (Lintang Selatan) dan 112 derajat 36 menit - 112 derajat 54 menit BT (Bujur Timur). Ketinggian kota Surabaya 3 - 6 meter di atas permukaan air laut (dataran rendah), kecuali di bagian selatan terdapat dua bukit landai di daerah Lidah & Gayungan dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan air laut dengan luas wilayah total 33.306,30 Ha. Kelembaban di kota Surabaya rata-rata minimum 50% dan maksimum 92% dengan suhu rata-rata minimum 23,6 °C dan maksimum 33,8 °C. Struktur tanah di kota Surabaya merupakan terdiri atas tanah aluvial, hasil endapan sungai dan pantai, di bagian barat terdapat perbukitan yang mengandung kapur tinggi. Topografi di daerah kota Surabaya merupakan 80% dataran rendah, ketinggian 3-6 m, kemiringan < 3

% 20% perbukitan dengan gelombang rendah, ketinggian < 30 m dan kemiringan 5-15% (Pemkot. Surabaya, 2019).

### 2.7.3 Kabupaten Pasuruan

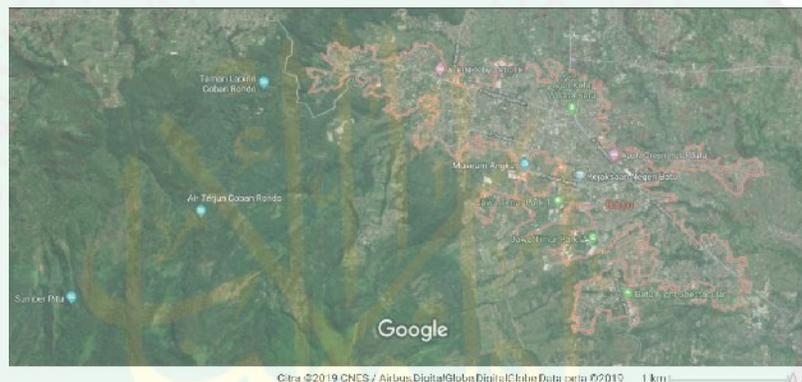


**Gambar 2.8** Peta Wilayah Kabupaten Pasuruan

Wilayah Kabupaten Pasuruan dengan luas 1.474,015 km<sup>2</sup> terletak antara 112°33'55" hingga 113°05'37" Bujur Timur dan antara 7°32'34" hingga 7°57'20" Lintang Selatan. Kondisi geologi Kabupaten Pasuruan sangat beragam, yaitu terdapat 3 jenis batuan meliputi batuan permukaan, batuan sedimen, dan batuan gunung api (gunung api kuartar muda (young quarternary) dan kuartar tua (old quarternary)). Secara topografis, beberapa daerah di kabupaten Pasuruan memiliki kelerengn 8 - 15% di sebagian Kecamatan Purwodadi, Tutur, Puspo, Tosari, Lumbang, Pasrepan, Kejayan, Purwodadi, Prigen, Pandaan, Gempol, Winongan dan Grati. Adapun kondisi menurut ketinggian. Ketinggian 12,5 – 500 mdpl seluas 50.384,02 Ha atau 34%, berpotensi untuk pengembangan pertanian, permukiman, dan perindustrian yaitu di sebagian wilayah semua kecamatan, kecuali Kecamatan

Tosari. Ketinggian 500 – 1000 mdpl seluas 21.877,17 Ha atau 14,84%, berpotensi untuk budidaya tanaman keras/tahunan dan sebagai penyangga bagi kawasan perlindungan tanah dan air serta untuk lahan pertanian tanaman pangan dengan sistem teras siring, yaitu di sebagian Kecamatan Lumbang, Gempol, Purwodadi, Tuter, Tosari, Pasrepan, Puspo, Purwodadi, dan Prigen (Pemkab. Pasuruan, 2019).

#### 2.7.4 Kota Batu



**Gambar 2,9** Peta Wilayah Kota Batu

Kota Batu terletak diantara 1220 17' sampai dengan 1220 57' Bujur Timur dan 70 44' sampai dengan 80 26' Lintang Selatan. Wilayah kota ini berada di ketinggian 700-2.000 meter dan ketinggian rata-rata yaitu 871 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara rata-rata mencapai 11-19 derajat Celsius. Dengan luas wilayah sekitar 202,30 km<sup>2</sup>, sebagian besar keadaan topografi kota Batu didominasi kawasan dataran tinggi dan perbukitan yang berlembah-lembah yang terletak di lereng

dua pegunungan besar, yaitu Arjuno-Welirang dan Butak-Kawi-Panderman. Di wilayah kota Batu, yang terletak di sebelah utara pusat kota terdapat sebuah hutan lebat yang merupakan kawasan hutan lindung, yakni Taman Hutan Raya Raden Soerjo. Jenis tanah yang berada di kota Batu sebagian besar merupakan andosol, selanjutnya secara berurutan adalah kambisol, latosol dan aluvial. Tanahnya berupa tanah mekanis yang banyak mengandung mineral yang berasal dari ledakan gunung berapi. Sifat tanah semacam ini mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi (Pemkot. Batu, 2019).

## 2.8 Konsep *Halalan Thayyiban* dalam Produk Konsumsi

Islam sangat menekankan terhadap keamanan pangan dan menganjurkan manusia untuk mengkonsumsi makanan yang bermanfaat bagi manusianya sendiri, fisik, maupun mentalnya, dan makanan itu tidak busuk dan tidak diharamkan, bersih, enak, dan lezat. Dari hal ini Allah menetapkan beberapa kewajiban dan batasan yang harus menjadi sumber acuan bagi manusia dalam segala aspek kehidupan (Tamimah *et al.*, 2018).

Allah SWT telah berfirman dalam surat An-Nahl ayat 114:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

*Artinya: “Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepada-Nya saja menyembah.”* Q.S. An-Nahl ayat 114.

Berikut penjelasan terkait ayat tersebut dari beberapa tafsir:

### 1. Tafsir Ibnu Katsir

Allah Ta'ala berfirman seraya memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman untuk memakan rizki yang halal lagi baik yang telah diberikan-Nya, serta mensyukurinya. Sesungguhnya Dialah yang memberikan dan mengaruniakan nikmat yang hanya Dia yang berhak mendapatkan penghambaan, yang tiada sekutu baginya (Abdullah, 2007).

### 2. Tafsir Al Muyassar

Maka makanlah, wahai orang-orang mukmin, dari rizki yang Allah berikan kepada kalian, dan Dia menjadikannya halal lagi baik bagi kalian. Syukurilah nikmat Allah yang diberikan kepada kalian dengan mengakuinya dan membelanjakannya dalam ketaatan kepada Allah. Jika kalian benar-benar mematuhi perintah Allah, mendengarkan lagi menaati-Nya, maka sembahlah Dia semata yang tiada sekutu bagi-Nya (Al-Qarni, 2008).

### 3. Tafsir Jalalain

(Maka makanlah) hai orang-orang yang beriman (yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan kepada Allah kepada kalian dan syukurilah nikmat Allah jika kalian hanya kepada-Nya saja menyembah) (Al-Mahalli, 2007).

### 4. Tafsir Al-Misbah

Sementara orang-orang musyrik mengingkari nikmat-nikmat Allah dan mengganti nikmat itu menjadi keburukan, maka pilihlah bagi kalian, wahai orang-orang yang beriman, jalan untuk bersyukur. Makanlah segala yang dikaruniakan Allah kepada kalian berupa rezeki yang halal dan baik. Janganlah mengharamkan sesuatu yang halal untuk diri kalian. Syukurilah

nikmat-nikmat itu dengan cara menaati Allah saja, bukan yang lain, jika kalian benar-benar hanya menyembah Allah (Shihab, 2001).

Menurut bahasa halal artinya yang diperbolehkan, secara istilah halal adalah sesuatu yang diperbolehkan oleh syariat untuk dilakukan, digunakan, atau diusahakan, karena telah terurai ikatan yang mencegahnya atau unsur yang membahayakannya dengan disertai perhatian cara memperolehnya, bukan dengan hasil muamalah yang dilarang (Mughtar, 2016). Thayyiban berasal dari bahasa Arab *thaba* yang artinya baik, lezat, menyenangkan, enak dan nikmat atau berarti pula bersih atau suci. Oleh sebab itu, kata *thayyiban* mempunyai bermacam arti yaitu baik, enak, lezat, nikmat, bersih atau suci (Yunus, 1990).

Menurut Abdul Aziz Dahlan, disebutkan bahwa *halalan thayyiban* mengandung beberapa makna yaitu membebaskan, melepaskan, memecahkan, membubarkan, dan membolehkan. Artinya segala sesuatu yang menyebabkan seseorang tidak dihukum jika menggunakannya dan sesuatu yang boleh dikerjakan menurut *syara'*. Dari pengertian segala sesuatu yang menyebabkan seseorang tidak dihukum jika menggunakan. Hal ini menyangkut kebolehan menggunakan benda - benda atau apa saja yang dibutuhkan untuk memenuhi keperluan fisik termasuk di dalamnya makanan, minuman, dan obat – obatan. Sedangkan pengertian sesuatu yang boleh dikerjakan menurut *syara'* ini berkaitan dengan kebolehan memanfaatkan, memakan, meminum, dan mengerjakan sesuatu yang telah ditentukan berdasarkan *nash* atau mengandung arti sebagai anjuran untuk mengerjakan sesuatu yang berdasarkan *nash*. *Halalan thayyiban* menurut Abdul Aziz adalah sesuatu yang

dianjurkan oleh Allah berdasarkan nash dan apabila dikerjakan tidak mengandung hukum atau akibat (Dahlan, 1996).

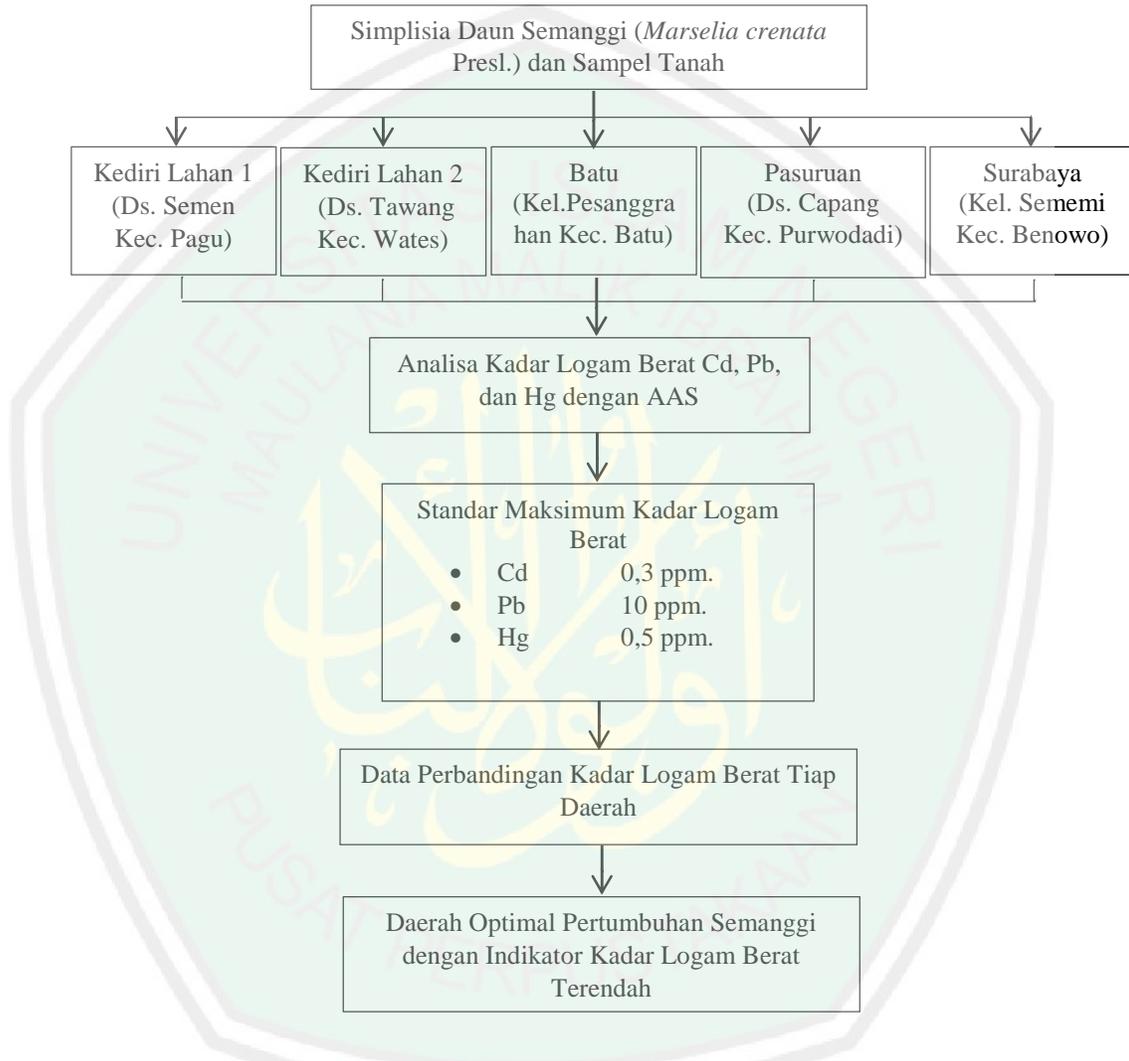
Imam Al – Ghazali di dalam memberikan makna halalan thayyiban tampaknya berbeda dengan pendapat di atas. Menurutnya sesuatu dikatakan halalan thayyiban dari segi zat bendanya sendiri itu diperoleh dengan cara yang baik, tidak berbahaya, tidak memabukkan dan dikerjakan menurut syariat agama. Jadi halalan thayyiban adalah segala sesuatu yang dihalalkan Allah dan bermanfaat bagi manusia itu sendiri baik fisik maupun mentalnya (Al-Ghazali, 2002).

Menurut Yusuf Qardhawai ahli fiqh dari Mesir, yang berhak atau berwenang menentukan kehalalan segala sesuatu adalah Allah SWT. Manusia hal ini tidak mempunyai kewenangan sedikitpun. Menurutnya siapa yang membuat halalan thayyiban, maka ia merupakan sekutu Allah. berarti telah membuat sekutu baginya. Disebutkan halalan thayyiban ialah yang dihalalkan oleh Allah menurutnya, halalan thayyiban itu berarti sesuatu yang tidak busuk yang tidak pernah diharamkan dalam sunahnya, bersih, enak dan lezat. Dengan pengertian itu Allah SWT telah menetapkan beberapa kewajiban dan batasan yang harus menjadi sumber acuan bagi manusia dalam segala aspek kehidupan. Batasan batasan itu diantaranya tentang batasan yang halal dan yang haram. Dan hal itu dilanggar oleh manusia, karena Allah SWT menjadikan semua yang ada di alam ini semata-mata untuk kepentingan makhluknya yaitu manusia (Dahlan, 1996).

### BAB III

#### KERANGKA KONSEPTUAL

##### 3.1 Skema Kerangka Konseptual



**Gambar 3.1** Kerangka Konseptual Penelitian

### 3.2 Kerangka Konseptual

Tanaman semanggi memiliki kemampuan fitoremediasi untuk mengikat logam berat. Kemampuan yang bermanfaat untuk mengurangi polutan pada air tersebut berdampak pada penimbunan logam berat pada tanaman semanggi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan juga menurunkan kualitas tanaman semanggi. Pemilihan daerah Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) sendiri untuk membandingkan kadar logam berat pada tanaman semanggi yang tumbuh liar di daerah tersebut.

Tanaman semanggi yang telah berumur 3 bulan dengan tinggi kurang lebih 10 cm dipanen dan dikeringkan dibawah sinar matahari dan untuk memastikan benar benar kering di oven dengan suhu 40°C selama 1 jam. Simplisia dari daun semanggi kemudian diserbukkan. Selain itu, sebagai pembanding di analisa pula sampel tanah dari tiap daerah sebagai pembanding. Untuk melakukan analisa logam berat pada lima daerah berbeda pada tiap daerah diperlukan sampel untuk analisa tiga logam berat yang berbeda yaitu Cd, Pb, dan Hg. Sampel kemudian di destruksi basah dengan HNO<sub>3</sub> dan dianalisa dengan instrument *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

Data hasil kadar logam berat dari daun semanggi dari berbagai daerah tersebut kemudian dibandingkan dengan standar minimal kadar logam berat yang besarnya masing-masing Cd (0,3 ppm), Pb (10 ppm), dan Hg (0,5 ppm) sehingga dapat

ditentukan apakah telah memenuhi persyaratan keamanan mutu (BPOM, 2014). Kemudian dari data hasil analisa logam berat dari tiap daerah dilihat untuk dibandingkan hasil kadar logam berat Cd, Pb, dan Hg. Daerah dengan kadar logam berat Cd, Pb, dan Hg yang paling rendah menunjukkan paling optimal untuk pertumbuhan dari tanaman semanggi.



## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yakni dengan melakukan uji logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb) dan merkuri (Hg) pada daun semanggi dengan instrument *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

#### 4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2019 sampai dengan bulan November 2019 bertempat di Laboratorium Kimia, Universitas Brawijaya.

#### 4.3 Populasi dan Sampel

##### 4.3.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) yang berada di Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).

##### 4.3.2 Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah simplisia daun semanggi (*Marselia crenata* Presl.) dan sampel tanah sebagai pembanding yang berada di Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan

Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).

#### 4.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

##### 4.4.1 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : lokasi tumbuh tanaman semanggi (*Marselia crenata* Presl.) yang berada di Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).
2. Variabel tergantung: data hasil uji logam berat daun semanggi (*Marselia crenata* Presl.) yang berada di Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo).
3. Variabel kontrol : metode pemanenan tanaman semanggi, dan suhu pengeringan simplisia.

##### 4.4.2 Definisi Operasional

1. Daun Semanggi adalah daun dari tanaman semanggi yang telah dipanen berumur 3 bulan dengan tinggi kurang lebih 10 cm.

2. Simplisia daun semanggi adalah simplisia daun semanggi yang diperoleh dari pengeringan tanaman semanggi pada sinar matahari hingga terbentuk simplisia kering yang masih berwarna hijau.

3. Uji kadar logam berat adalah prosedur yang dilakukan untuk menentukan kandungan logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) pada simplisia daun semanggi menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

#### **4.5 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **4.5.1 Alat**

Kertas saring, cawan proselen, oven, *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

##### **4.5.2 Bahan**

Simplisia daun semanggi (Kediri, Batu, Malang, Pasuruan, Surabaya), sampel tanah penanaman semanggi (Kediri, Batu, Malang, Pasuruan, Surabaya), larutan standar timbal (Pb), larutan standar merkuri (Hg), larutan standar kadmium (Cd), HNO<sub>3</sub> pekat, aquaregia.

#### **4.6 Prosedur Penelitian**

##### **4.6.1 Pengambilan Sampel**

Sampel daun semanggi dan tanah sebagai pembanding diambil pada lima daerah di Provinsi Jawa Timur. Daerah tersebut antara lain Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Surabaya (Kelurahan Sememi,

Kecamatan Benowo). Dari setiap daerah diambil dari sepuluh titik di wilayah tersebut. Sebelum di Analisa, sampel di keringkan dan untuk sampel simplisia daun semanggi diserbukkan untuk kemudian dilakukan Analisa dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

#### **4.6.2 Penentuan Cemaran Logam Berat Cd**

Langkah yang digunakan pada analisa sampel simplisia daun semanggi dan sampel tanah adalah sama. Prosedur awalnya dibuat larutan baku kadmium (Cd) dengan berbagai kadar berbeda : 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1 ppm dalam pelarut HNO<sub>3</sub> 1 %. Kemudian dimasukkan sekitar 10 g sampel ke dalam krus, dan dipijarkan hati-hati pada suhu rendah hingga mengarang. Selama pemijaran krus tidak boleh ditutup rapat. Pada bagian yang telah mengarang ditambah 2 ml asam nitrat pekat, dipanaskan hati-hati hingga asap putih tidak terbentuk lagi. Dipijarkan pada suhu 500°C hingga 600°C sampai arang habis terbakar. Didinginkan dan dilarutkan dalam HNO<sub>3</sub> 1 % dalam labu ukur 25 ml, disaring dengan kertas saring bebas abu. Diamati dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) lalu dihitung kadar kadmium (Cd) terhadap sampel awal.

#### **4.6.3 Penentuan Cemaran Logam Berat Hg**

Langkah yang digunakan pada analisa sampel simplisia daun semanggi dan sampel tanah adalah sama. Prosedur awalnya dibuat larutan baku merkuri (Hg) dengan berbagai kadar berbeda: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 ppm dalam pelarut aquaregia. Kemudian dimasukkan sekitar 10 g sampel ke dalam krus, dan dipijarkan hati-hati pada suhu rendah hingga mengarang. Selama

pemijaran krus tidak boleh ditutup rapat. Pada bagian yang telah mengarang ditambah 2 ml aquaregia, dipanaskan hati-hati hingga asap putih tidak terbentuk lagi. Dipijarkan pada suhu 500°C hingga 600°C sampai arang habis terbakar. Didinginkan dan dilarutkan dalam aquaregia dalam labu ukur 25 ml, disaring dengan kertas saring bebas abu. Diamati dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) lalu dihitung kadar merkuri (Hg) terhadap sampel awal.

#### **4.6.4 Penentuan Cemaran Logam Berat Pb**

Langkah yang digunakan pada analisa sampel simplisia daun semanggi dan sampel tanah adalah sama. Prosedur awalnya dibuat larutan baku timbal (Pb) dengan berbagai kadar berbeda : 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 ppm dalam pelarut HNO<sub>3</sub> 1 %. Kemudian dimasukkan sekitar 10 g sampel ke dalam krus, dan dipijarkan hati-hati pada suhu rendah hingga mengarang. Selama pemijaran krus tidak boleh ditutup rapat. Pada bagian yang telah mengarang ditambah 2 ml asam nitrat pekat, dipanaskan hati-hati hingga asap putih tidak terbentuk lagi. Dipijarkan pada suhu 500°C hingga 600°C sampai arang habis terbakar. Didinginkan dan dilarutkan dalam HNO<sub>3</sub> 1 % dalam labu ukur 25 ml, disaring dengan kertas saring bebas abu. Diamati dengan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) lalu dihitung kadar timbal (Pb) terhadap sampel awal.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pengambilan Tanaman Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

Pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian analisis kandungan logam berat kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb) pada daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) diambil di lima wilayah. Daerah yang dipilih untuk pengambilan sampel antara lain di Kabupaten Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu), Kabupaten Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates), Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi), dan Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) yang terletak di Provinsi Jawa Timur.

Penelitian ini menggunakan sampel berupa serbuk simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dan sampel tanah dari tiap lokasi penanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.). Masing-masing sampel kemudian di analisa menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kadar dari logam berat kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb).

## 5.2 Data Hasil Analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) Sampel Tanah

Hasil analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) pada sampel tanah pada tiap daerah penanaman adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1** Kadar logam berat sampel tanah

No	Wilayah	Kadar Logam Berat (mg/kg)		
		Cd	Hg	Pb
1	Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu)	0,00	0,00	6,60
2	Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi)	0,00	0,00	2,77
3	Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo)	0,73	0,00	3,30
4	Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu)	1,20	0,00	0,73
5	Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates)	2,61	0,00	0,00

Hasil dari analisa menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) pada Sampel tanah menunjukkan pada wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) ditemukan kadar logam berat timbal (Pb) sebesar 6,60 mg/kg, sedangkan tidak ditemukan hasil pada logam berat kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). Wilayah Kabupaten Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi) juga menunjukkan hasil yang sama yaitu hanya terdeteksi logam berat timbal (Pb) dengan kadar 2,77 mg/kg. Untuk wilayah Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo), terdapat dua logam berat yang muncul pada analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) yaitu kadmium (Cd) dengan kadar 0,73 mg/kg dan timbal (Pb) dengan kadar 3,30 mg/kg. Kadar logam berat pada Kabupaten Kediri Lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) menunjukkan kadar logam berat kadmium (Cd) 1,20 mg/kg, Pb 0,73 mg/kg, dan tidak ditemukan kandungan logam berat merkuri (Hg) pada sampel. Untuk

sampel tanah di Kabupaten Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates) hanya ditemukan kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 2,61 mg/kg. Wilayah dengan kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada daerah Kabupaten Kediri Lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates). Sedangkan wilayah dengan kadar logam berat Timbal (Pb) tertinggi terdapat ada wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu). Untuk kandungan logam berat Merkuri (Hg) tidak ditemukan pada semua wilayah pengambilan sampel tanah. Kandungan logam berat dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya jenis tanah dan kondisi tanah, selain itu logam berat masuk ke lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang langsung mengenai tanah, penimbunan debu, hujan, pengikisan tanah dan limbah buangan (Darmono,1995).

### 5.3 Data Hasil Analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) Sampel Simplisia Daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

Hasil analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) pada sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) pada tiap daerah penanaman adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.2** Kadar logam berat sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

No	Wilayah	Kadar Logam Berat (mg/kg)		
		Cd	Hg	Pb
1	Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu)	2,79	0,00	0,00
2	Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi)	0,00	0,00	0,00
3	Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo)	0,00	0,00	1,06
4	Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu)	4,16	0,00	0,00
5	Kediri 2 (Ds. Tawang Kec. Wates)	0,00	0,00	0,00

Hasil analisa logam berat dengan instrumen *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) pada sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) hanya muncul pada tiga wilayah saja. Wilayah tersebut antara lain Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu), Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo), dan Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu). Wilayah pengambilan sampel di Kabupaten Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi) dan Kabupaten Kediri lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates) tidak ditemukan kandungan logam berat kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb).

Wilayah pengambilan sampel di daerah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) hanya menunjukkan kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 2,79 mg/kg. Sedangkan wilayah pengambilan sampel Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) tidak menunjukkan adanya kandungan logam berat kadmium (Cd) dan merkuri (Hg), namun memiliki kandungan logam berat timbal (Pb) dengan kadar 1,06 mg/kg. Sedangkan wilayah pengambilan sampel Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) memiliki kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 4,16 mg/kg dan tidak ditemukan adanya kandungan logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb).

Kadar dari logam berat apabila dinyatakan dalam satuan ppm memiliki nilai perbandingan yang sama dengan satuan mg/kg. Konsentrasi kadar pada simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) apabila dibandingkan dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014 terdapat perbedaan hasil di tiap daerah.

Berikut tabel perbandingan dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014:

**Tabel 5.3** Perbandingan kadar ada sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014

No.	Wilayah	Kadar Logam Berat (ppm)			Standar Logam Berat Perka BPOM No.12 tahun 2014		
		Cd	Hg	Pb	Cd ( 0,3 ppm)	Hg ( 0,5 ppm)	Pb ( 10 ppm)
1	Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu)	2,79	0,00	0,00	Tidak memenuhi standar	-	-
2	Pasuruan (Ds. Capang Kec. Purwodadi)	0,00	0,00	0,00	-	-	-
3	Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo)	0,00	0,00	1,06	-	-	Memenuhi standar
4	Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu)	4,16	0,00	0,00	Tidak memenuhi standar	-	-
5	Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates)	0,00	0,00	0,00	-	-	-

Sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang memiliki kandungan logam berat dari Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) dan Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) memiliki kadar logam berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014. Hal ini menunjukkan perlu adanya perlakuan tertentu pada saat penanaman ataupun pemanenan sehingga didapatkan hasil simplisia yang memiliki kadar logam berat sesuai dengan standar Perka BPOM No.12 tahun 2014. Sedangkan pada sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Kota Surabaya (Kelurahan

Sememi, Kecamatan Benowo) yang memiliki kandungan logam berat Pb masih dibawah batas maksimum standar Perka BPOM No.12 tahun 2014.

#### **5.4 Korelasi Kadar Logam Berat pada Tanah dengan Simplisia Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)**

Tanah di persawahan padi tempat tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) biasa tumbuh dapat tercemar logam berat melalui perlakuan pada area sawah itu sendiri. Perlakuan seperti pemberian pupuk, pestisida, dan bahkan pengairan yang airnya masih terdapat limbah dapat meningkatkan cemaran logam berat pada tanah. Selain itu, keberadaan limbah dari kegiatan manusia memiliki kadar logam berat relatif lebih tinggi dibandingkan dengan logam berat yang secara alami terdapat pada lingkungan tersebut (Handayanto, 2016).

Keberadaan cemaran logam berat pada tanah persawahan yang dimungkinkan karena aktifitas pemupukan, pemberian pestisida dan beberapa faktor lain dapat terlihat di kandungan logam berat pada sampel. Hasil analisa sampel tanah di semua daerah yang pasti menunjukkan adanya cemaran logam berat dan sedangkan untuk sampel simplisia tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) hanya terdapat pada tiga daerah saja. Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki kemampuan fitoremediasi logam berat yang sangat bermanfaat untuk perbaikan lingkungan di sekitarnya. Ada beberapa cara bagaimana logam berat dapat memasuki suatu tanaman yang memiliki kemampuan fitoremediasi.

Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu:

1. Fitoekstraksi, merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah kemudian diakumulasi/disimpan didalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut hiperakumulator (Tsao, 2003).
2. Fitovolatilisasi, merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dan polutan tersebut dirubah menjadi bersifat volatil dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman (Tsao, 2003).
3. Fitodegradasi, adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme didalam tanaman (Tsao, 2003).
4. Fitostabilisasi, merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi polutan didalam tanah menjadi senyawa yang non toksik (Tsao, 2003).
5. Rhizofiltrasi, adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemarnya adalah badan perairan (Tsao, 2003).

Interaksi tanaman dan mikroorganisme pada proses remediasi tanah yang tercemar. Tanaman yang tumbuh dilokasi yang tercemar belum tentu berperan secara aktif dalam penyisihan kontaminan, bisa saja tanaman tersebut berperan secara tidak langsung (Tsao, 2003).

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Penyerapan oleh akar tanaman

Dalam proses penyerapan polutan oleh tanaman, polutan-polutan tersebut harus berbentuk larutan agar dapat diserap oleh akar tanaman. Senyawa-senyawa yang dapat larut dalam air akan diserap oleh akar bersama dengan air sedangkan senyawa-senyawa yang bersifat hidrofobik diserap oleh permukaan tanaman itu sendiri (Handayani dkk, 2013).

2. Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain

Dalam proses ini, setelah polutan menembus lapisan endodermis akar tanaman kemudian diteruskan ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xylem dan floem) ke bagian tanaman lainnya (Handayani dkk, 2013).

3. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan

Dalam proses ini tanaman berusaha untuk mencegah keracunan logam terhadap selnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti pada akar agar tidak menghambat proses metabolisme tanaman (Handayani dkk, 2013).

Korelasi antara logam berat pada tanah dengan sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 5.4** Korelasi logam berat pada tanah dengan simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

No.	Wilayah	Sampel Tanah (ppm)			Sampel Simplisia Daun Semanggi (ppm)		
		Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb
1	Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu)	0,00	0,00	6,60	2,79	0,00	0,00
2	Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi)	0,00	0,00	2,77	0,00	0,00	0,00
3	Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo)	0,73	0,00	3,30	0,00	0,00	1,06
4	Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu)	1,20	0,00	0,73	4,16	0,00	0,00
5	Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates)	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### 5.4.1 Wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu)

Sampel tanah menunjukkan pada wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) ditemukan kadar logam berat timbal (Pb) sebesar 6,60 mg/kg, dan tidak ditemukan logam berat kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). Sedangkan pada simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) menunjukkan kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 2,79 mg/kg. Kadmium (Cd) yang hanya muncul pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dan tidak ada pada sampel tanah.

Penyebab terjadinya peristiwa ini dikarenakan proses fitoremediasi pada suatu tanaman bisa melalui dari berbagai sumber cemaran logam berat. Logam berat yang berada di udara akibat hasil pembakaran kendaraan dan penggunaan pupuk ataupun pestisida yang mengandung kadmium (Cd) dapat menimbulkan akumulasi logam berat kadmium pada daun melalui stomata (Hidayat dkk, 2018). Sumber cemaran logam berat kadmium pada tanah pertanian di sekitar kawasan perkotaan berasal dari sisa pembakaran bahan bakar fosil, aki bekas, baterai, pupuk dan pestisida yang mana bahan-bahan tersebut telah diketahui mengandung kadmium (Cd) (Alloway, 1995). Akumulasi kadmium (Cd) pada simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) pada wilayah Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) dimungkinkan karena penggunaan produk pupuk atau pestisida yang tinggi kadar kadmium. Wilayah persawahan yang menggunakan metode pengairan secara kontinyu seperti pada daerah dengan terasiring akan mengakibatkan pupuk atau pestisida yang digunakan dapat terlarut (Suyatman, 2018). Hal inilah yang mengakibatkan akumulasi logam berat terdapat pada bagian daun melalui udara dan tidak ditemukannya akumulasi pada bagian tanah.

#### **5.4.2 Wilayah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi)**

Sampel tanah wilayah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi) menunjukkan hasil hanya terdeteksi logam berat timbal (Pb) dengan kadar 2,77 mg/kg. Sedangkan pada simplisia daun semanggi

(*Marsilea crenata* Presl.) tidak terdapat kandungan logam berat kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb). Kandungan logam berat yang relatif kecil pada tanah tempat tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) tumbuh akan dapat diakumulasikan pada akar dan mencegahnya masuk ke jaringan batang hingga daun (Rachmadiarti *et al.*, 2018). Selain itu, tidak ditemukannya logam berat pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) mengindikasikan daerah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi) sangat minimum akan pencemaran logam berat dan dapat untuk budidaya tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.).

#### **5.4.3 Wilayah Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo)**

Untuk sampel tanah wilayah Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo), terdapat dua logam berat yang muncul pada analisa *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) yaitu kadmium (Cd) dengan kadar 0,73 mg/kg dan timbal (Pb) dengan kadar 3,30 mg/kg. Sedangkan sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) wilayah pengambilan sampel Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) tidak menunjukkan adanya kandungan logam berat kadmium (Cd) dan merkuri (Hg), namun memiliki kandungan logam berat timbal (Pb) dengan kadar 1,06 mg/kg. Kadar logam berat timbal (Pb) pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) masih berada di bawah batas standar Perka BPOM No.12 tahun 2014. Akumulasi logam timbal (Pb) dimungkinkan dari hasil pembakaran kendaraan ataupun mesin pertanian akan menghasilkan pertikel

logam berat timbal (Pb) yang kemudian partikelnya mencemari tanaman (Mulyadi, 2018). Partikel bebas logam berat timbal (Pb) hasil asap pembakaran dapat terakumulasi pada tanaman melalui celah stomata di daun (Hidayat dkk, 2018). Karena tidak dapat dipungkiri daerah Kota Surabaya merupakan daerah dengan tingkat polusi tinggi akibat dari pembakaran kendaraan atau alat pertanian.

#### **5.4.4 Wilayah Kabupaten Kediri 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu)**

Kadar logam berat pada sampel tanah Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) menunjukkan kadar logam berat kadmium (Cd) 1,20 mg/kg , Pb 0,73 mg/kg, dan tidak ditemukan kandungan logam berat merkuri (Hg) pada sampel. Sedangkan wilayah pengambilan sampel simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) Kabupaten Kediri lahan 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) memiliki kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 4,16 mg/kg dan tidak ditemukan adanya kandungan logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb). Kandungan logam berat pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di wilayah Kabupaten Kediri 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) juga masih belum memenuhi standar Perka BPOM No.12 tahun 2014. Kadar timbal (Cd) yang lebih tinggi pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dibandingkan dengan tanahnya dikarenakan sumber polutan dari jalur lain seperti penggunaan pupuk dan pestisida yang memiliki kandungan kadmium (Cd) (Wijayanti dkk, 2018). Logam kadmium (Cd) ini dapat diakumulasi di

tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) melalui stomata daun dalam bentuk partikel bebasnya di udara (Hidayat dkk, 2018).

#### **5.4.5 Wilayah Kabupaten Kediri 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates)**

Untuk sampel tanah di Kabupaten Kediri lahan 2 (Desa Tawang, Kecamatan Wates) hanya ditemukan kandungan logam berat kadmium (Cd) dengan kadar 2,61 mg/kg. Simplisia tidak terdapat kandungan logam berat kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb). Penyebab tidak adanya kadar logam berat pada sampel simplisia daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang utama adalah tidak adanya sumber polutan seperti asap hasil pembakaran kendaraan dan alat pertanian atau penggunaan pupuk dan pestisida yang mengandung kadmium (Cd). Logam berat yang memiliki konsentrasi kecil pada tanah tempat tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) tumbuh akan dapat diakumulasi pada akar dan mencegahnya masuk ke jaringan batang hingga daun (Rachmadiarti *et al.*, 2018). Sehingga tanaman semanggi yang tumbuh pada daerah ini akan lebih aman apabila digunakan untuk produk olahan konsumsi.

#### **5.5 Perbedaan Akumulasi Logam Berat pada Tanaman Semanggi di Tiap Wilayah**

Hasil perbandingan logam berat pada tanah dan simplisia bagian daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang beragam pada tiap daerah di karenakan proses fitoremediasi dan sumber polutan logam berat yang tidak hanya dari tanah. Pada proses fitoremediasi, akumulasi logam berat pada tanaman semanggi

yang berasal dari tanah lebih tinggi terdapat pada bagian akar. Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki kemampuan untuk mencegah logam berat menuju jaringan batang ataupun daun apabila masih dibatas normal dan diakumulasikan pada bagian akar (Rachmadiarti *et al.*, 2018). Dari segi sumber polutan, penggunaan pupuk dan pestisida yang disemprotkan pada tanaman dapat meningkatkan kadar logam berat pada tanaman semanggi karena bahan pertanian tersebut memiliki kandungan logam berat seperti kadmium (Cd) (Wijayanti dkk, 2018). Selain itu, asap kendaraan ataupun mesin pertanian akan menghasilkan partikel logam berat timbal (Pb) yang dapat ikut mencemari tanaman melalui udara (Mulyadi, 2018). Partikel bebas logam berat yang terdapat pada udara akan terakumulasi pada tanaman terutama bagian daun melalui celah stomata sebagai jalur masuknya (Hidayat dkk, 2018). Wilayah persawahan yang menggunakan metode mengairan secara kontinyu seperti pada daerah dengan terasiring akan mengakibatkan pupuk atau pestisida yang digunakan dapat terlarut dan cemaran logam berat tidak terakumulasi di tanah (Suyatman, 2018). Faktor-faktor tersebutlah yang mengakibatkan perbedaan antara kandungan logam berat pada simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dan tanah.

Wilayah Kabupaten Kediri 1 (Desa Semen, Kecamatan Pagu) dan juga Kota Batu (Kelurahan Pesanggrahan, Kecamatan Batu) memiliki akumulasi logam berat kadmium pada sampel simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang diduga karena penggunaan pupuk dan pestisida yang mengandung kadmium (Cd) (Wijayanti dkk, 2018). Sedangkan wilayah Kota Surabaya (Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo) pada sampel simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) memiliki kandungan logam berat Pb yang diduga berasal dari asap

hasil pembakaran kendaraan ataupun alat pertanian (Mulyadi, 2018). Kedua sumber kontaminan ini dapat memasuki tanaman melalui stomata pada daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang mana akan terakumulasi pada bagian daun (Hidayat dkk, 2018). Untuk daerah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi) dan Kabupaten Kediri 2 (Desa Tawang Kecamatan Wates) pada sampel simplisia daun tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) tidak ditemukan adanya kandungan logam berat. Dilihat dari segi toksisitas yang mana batas toleransi maksimum Pb sebesar 10 ppm dan Cd 0,3 ppm, dapat disimpulkan bahwa kandungan Cd lebih berbahaya bagi tubuh (BPOM, 2014). Sehingga daerah yang paling optimal untuk tempat tumbuh tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) adalah Kabupaten Pasuruan (Desa Capang, Kecamatan Purwodadi) dikarenakan pada sampel tanah tidak ditemukan cemaran Cd.

### **5.6 Pengaruh Logam Berat pada Kesehatan**

Akumulasi logam berat akan mengakibatkan gangguan pada kesehatan manusia. Maka suatu produk yang dikonsumsi manusia perlu untuk dievaluasi kadar logam beratnya. Tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) sendiri yang memiliki kemampuan fitoremediasi dapat mengikat logam berat dan apabila kadar yang diikat tinggi akan mengakibatkan masalah kesehatan apabila dikonsumsi secara terus menerus.

Timbal (Pb) dapat menyebabkan keracunan akut maupun keracunan kronik. Jumlah Pb minimal di dalam darah yang dapat menyebabkan keracunan berkisar antara 60-100 mikro gram per 100 ml darah. Pada keracunan akut biasanya terjadi

gejala yang timbul berupa mual, muntah, sakit perut hebat, kelainan fungsi otak, anemi berat, kerusakan ginjal bahkan kematian dapat terjadi dalam 1-2 hari. Kelainan fungsi otak terjadi karena timbal (Pb) ini secara kompetitif menggantikan mineral-mineral utama seperti seng, tembaga, dan besi dalam mengatur fungsi mental manusia (Santi, 2001).

Kadmium (Cd) dapat terakumulasi dalam kadar yang tinggi pada bagian tanaman yang dapat dikonsumsi tanpa menimbulkan gejala, sehingga lebih berisiko bagi kesehatan manusia. Pada manusia, akumulasi kronis dalam ginjal melebihi 200 mg Cd kg<sup>-1</sup> dapat menyebabkan disfungsi ginjal, kerapuhan dan deformasi tulang, serta kanker paru-paru (Nawrot *et al.*, 2006; Staessen *et al.*, 1999).

### **5.7 Upaya Penanaman Semanggi Bebas Logam Berat**

Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang memiliki kemampuan fitoremediasi logam berat yang sangat tinggi apabila ingin dilakukan budidaya tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) untuk menjadi suatu produk kesehatan harus memperhatikan beberapa faktor. Karena kemampuan fitoremediasi tersebut, pemilihan tempat budidaya haruslah di daerah yang minim tingkat polusi logam beratnya. Perlu diketahui polusi logam berat yang dimaksud tidak hanya dari tanah saja, melainkan dari asap kendaraan yang berlebihan, limbah buangan, atau bahkan metode perawatan yang harus menggunakan pupuk atau pestisida yang bebas dari logam berat. Dengan memperhatikan hal ini, produk tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) yang dihasilkan akan memiliki manfaat kesehatan dan terjaga keamanannya.

### 5.8 Konsep *Halalan Thoyyiban* pada Produk Olahan dari Tanaman Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

Hasil dari penelitian analisa logam berat pada tanaman semanggi di berbagai daerah sendiri telah menunjukkan bahwa terdapat daerah yang masih belum memenuhi parameter kadar logam berat yang telah ditetapkan. Pada dasarnya tanaman semanggi apabila diolah menjadi makanan masih memenuhi aspek halal. Secara istilah halal adalah sesuatu yang diperbolehkan oleh syariat untuk dilakukan, digunakan, atau diusahakan, karena telah terurai ikatan yang mencegahnya atau unsur yang membahayakannya dengan disertai perhatian cara memperolehnya, bukan dengan hasil muamalah yang dilarang (Muchtari, 2016).

Dilihat dari segi *thayyiban* ataupun kualitas dari tanaman semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) untuk dikonsumsi, ada dua daerah yang belum memenuhi standar tersebut. Daerah Kota Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu) dan Kabupaten Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu) yang tidak memenuhi standar Cd pada Perka BPOM No.12 tahun 2014. Sehingga apabila terdapat produk olahan dari daerah tersebut masih belum dapat dikatakan sebagai produk yang *thayyib*.

Untuk wilayah Kota Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo), Kabupaten Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi), dan Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates), dikarenakan tanaman semanggi yang dihasilkan telah memenuhi standar Perka BPOM No.12 tahun 2014, apabila pada daerah tersebut tanaman semangginya digunakan untuk suatu produk herbal sudah dapat dikatakan *halalan thayyiban*. Menurut Imam Al-Ghazali, sesuatu dikatakan *halalan thayyiban* dari segi zat bendanya sendiri itu diperoleh dengan cara yang baik, tidak berbahaya, tidak

memabukkan dan dikerjakan menurut syariat agama. Jadi halal dan thayyiban adalah segala sesuatu yang dihalalkan Allah dan bermanfaat bagi manusia itu sendiri baik fisik maupun mentalnya (Al-Ghazali, 2002).



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa kandungan logam berat Cd, Hg, dan Pb pada daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Jawa Timur dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat perbedaan kadar logam berat Cd, Hg dan Pb pada daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dari beberapa daerah di Jawa Timur. Sampel yang terdapat kandungan Cd berada Kota Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu) dan Kabupaten Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu). Sedangkan daerah Kota Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo) terdapat logam berat Pb. Daerah yang tidak terdeteksi kandungan logam berat berada di Kabupaten Pasuruan dan Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates).
2. Daerah yang tidak memenuhi standar Perka BPOM No.12 tahun 2014 berada di Kota Batu (Kel. Pesanggrahan, Kec. Batu) dan Kabupaten Kediri 1 (Ds. Semen, Kec. Pagu) yang tidak memenuhi standar Cd, Untuk daerah yang memenuhi standar Perka BPOM No.12 tahun 2014 berada di Kota Surabaya (Kel. Sememi, Kec. Benowo), Kabupaten Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi), dan Kediri 2 (Ds. Tawang, Kec. Wates). Dari beberapa wilayah tersebut daerah yang paling optimal untuk tempat tumbuh tanaman semanggi (*Marsilea crenata*

Presl.) berada di wilayah Kabupaten Pasuruan (Ds. Capang, Kec. Purwodadi).

## 5.2 Saran

Berdasarkan analisa kandungan logam berat Cd, Hg, dan Pb pada daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) di Jawa Timur, saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan pada daerah tertentu saja dan perlu adanya penelitian lanjutan agar profil daerah yang memiliki tanaman semanggi dan kontaminan logam beratnya menjadi lebih luas.
2. Perlu adanya penelitian untuk mengetahui bagaimana kondisi control yang optimal terkait kontaminan logam berat sehingga dapat diketahui metode budidaya semanggi yang sesuai.
3. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sumber kontaminan dari mana saja yang dapat diakumulasi oleh tanaman semanggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Affiyati, A.N, Ciptono, Nurcahyo, H., 2018. Pengaruh Ekstrak Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Terhadap Jumlah Kelenjar Endometrium dan Ketebalan Lapisan Endometrium Tikus Putih Betina (*Rattus norvegicus*, L.). *Jurnal Prodi Biologi* Vol. 7 No. 1
- Afriastini JJ. 2003. *Marsilea crenata C.Presl*. Di dalam: de Winter WP, Amoroso VB, editor. *Cryptograms: Ferns and fern allies*. Bogor: LIPI
- Agil, M, Kusumawati, I, and Neny Purwitasari, N., 2017. Phenotypic Variation Profile of *Marsilea crenata* Presl. Cultivated in Water and in the Soil. *Hindawi Journal of Botany* Volume 2017, Article ID 7232171
- Alfia, P., Syamsidar HS., dan Aisyah, Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan Tpa Tamangapa Antang Makassar 2016 *Al-Kimia* Vol 4 No. 2
- Al-Ghazali. 2002. *Benang Tipis Antara Halal dan Haram*. Surabaya: Putra Pelajar.
- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metal in Soils*. 2<sup>nd</sup> edition. New York. Blackie Academic and Profesional-Chapman and Hall.
- Al-Mahalli, Jalaludin, I., as-Suyuti. 2007. *Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Al-Qarni, A. 2008. *At-Tafsir Al-Muyassar*. Cetakan ke 1. Penerjemah: Tim Qisthi Press. Jakarta. Qisthi Press.
- BLH Jawa Timur. 2010. Buku Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provisnsi Jawa Timur Tahun 2010. Surabaya: BLH Jawa Timur
- B POM RI. 2014. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Indonesia
- BPS Jawa Timur. 2014. Laporan Eksekutif Lingkungan Hidup Jawa Timur 2014. Surabaya: BPS Jawa Timur
- Budiyanto, F. 2017. *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* sebagai Metode Analisis Logam Berat. *Jurnal Oseana*. Volume XLII, Nomor 3.
- Dahlan, A.A. 1996. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: Ictiar Baru Van Hoeve.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press
- Day, R.A., Underwood, A.L. 2001. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Surabaya: Erlangga

- Depkes RI, 1995. *Materia Medika Indonesia. Jilid VI*. Jakarta: Depkes RI
- Handayani, *et. al.*, 2013, Efisiensi Fitoremediasi Pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan *Salvina Molesta Mitchel*, Kediri: Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Hayudanti, D, Wirjatmadi, B, Adriani, M., 2018. Effect Of Water Clover (*Marsilea Crenata*) Extract on Triglicerydes of The Hypertriglycerides Rats. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences* e-ISSN: 2289-7577. Vol. 5: No. 6
- Hidayat, M.Y., Fauzi, R. 2018. Desain Lanskap Mitigasi Dampak pencemaran Logam Berat Timbel di Kawasan Industri Kadu Manis. Seminar Nasional Geomatika 2018.
- Hidayati, R.K, Rachmadiarti, F, Rahayu, Y.S., 2017. Profil Protein Semanggi Air (*Marsilea crenata*) yang Ditanam pada Kombinasi Media Tanam Lumpur Lapindo dan Tanah Alfisol. *LenteraBio* Vol. 6 No. 1, : 16–22
- Jenny Caroline, 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Jurnal Sains dan Teknologi Penerapan III*. ISBN 978-698569-1-0.
- Kelly.E.B.1997. *Ground Water Polution: Phytoremediation*. New York: McGraw-Hill
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2007. *Kebijakan Obat Tradisional Indonesia (KONTRANAS)*. Jakarta: Departemen Menteri Kesehatan Republik Indonesia
- Khopkar, S.M., 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press
- Kumari, R, Kotecha, M., 2016. A review on the Standardization of herbal medicines. *International Journal of Pharma Sciences and Research (IJPSR)* Vol 7 No 02
- Kusmana, C, Hikmat, A., 2015. Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Vol. 5 No. 2: 187-198 e-ISSN: 2460-5824
- Muchtar, Ali. 2016. Konsep Makanan Halal dalam Tinjauan Syariah dan Tanggung Jawab Produk Atas Produsen Industri Halal. *Ahkam*. Vol. XVI, No. 2.
- Mulyadi. 2018. Logam Berat Pb pada Tanah Sawah dan Gabah di Sub-Das Juwana Jawa Tengah. *Agrologia*. 2(2).

- Nawrot, T., M. Plusquin, J. Hogervorst, H.A. Roels, H. Celis, L. Thijs, J. Vangronsveld, E.V. Hecke, and J.A. Staessen. 2006. Environmental exposure to cadmium and risk of cancer: A prospective population-based study. *Lancet Oncology* 7.
- Patwekar, S.L, B., Arvind S, S., Gaikwad M, R., Pedewad S, P., Potulwar A., 2015. Standardization of herbal drugs: An overview. *The Pharma Innovation Journal*. 4(9): 100-104
- Pemerintah Kota Batu., 2019. *Profil dan Sejarah Kota Batu*. [www.batukota.go.id](http://www.batukota.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017. *Geografi Jawa Timur*. [www.jatimprov.go.id](http://www.jatimprov.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Pemkab. Kediri, 2019. *Profil Kabupaten Kediri*. [www.kedirikab.go.id](http://www.kedirikab.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Pemkab. Pasuruan, 2019. *Profil Geografi Kabupaten Pasuruan*. [www.pasuruankab.go.id](http://www.pasuruankab.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Pemkot. Surabaya, 2019. *Geografi Kota Surabaya*. [www.surabaya.go.id](http://www.surabaya.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Purakayastha TJ and Chhonkar PK. 2010. Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils. *Berlin Heidelberg*, Springer
- Pusdaling Provinsi Jawa Timur, 2019. *Keadaan Alam Jawa Timur*. [pusdaling.jatimprov.go.id](http://pusdaling.jatimprov.go.id) (diakses pada tanggal 11 Juni 2019)
- Puspitasari, Y, Suciati, Agil, M., 2015. Isolasi Senyawa Terpenoid Dari Fraksi N-Heksana Daun *Marsilea crenata* Presl. Pada Hasil Kcv Fraksi No.2. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol.2 No.1
- Rachmadiarti, F., Trimulyono, G. 2018. The Efficacy of *Salvinia molesta* Mitch. And *Marsilea crenata* Presl, as Phytoremediators of Lead Pollution. *Journal of Applied Horticulture*. 20(1).
- Santi, D.N. 2001. Pencemaran Udara Oleh Timbal (Pb) Serta Penanggulangannya. Medan. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Sari, R.K. 2016. Potensi Mineral Batuan Tambang Bukit 12 dengan Metode XRD, XRF dan AAS. *Jurnal Eksakta*. Vol. 2.
- Sartohadi, J., Suratman; Jamulya dan Sari, N. I. 2014. *Pengantar Geografi Tanah*. Cetakan ke 3. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Shihab, M. Q. 2001. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.

- Staessen, J.A., H.A. Roels, D. Emelianov, T. Kuznetsova, L. Thijs, J. Vangronsveld, and R. Fagard. 1999. Environmental exposure to cadmium, forearm bone density, and risk of fractures: A prospective population study. *Lancet* 353(9159)
- Suyatman, U. 2018. Teologi Lingkungan dalam Kearifan Masyarakat Sunda. *Al-Tsaqafa Jurnal Ilmiah Peradaban Islam*. Vol. 15 No. 1.
- Tamimah, Herianingrum, S., Ratih, I.S., Rofi'ah, K., Kulsum, U. 2018. Halalan Thayyiban: The Key of Successful Halal Food Industry Development. *Ulumuna: Jurnal Studi Keislaman* Vol. 4 No. 2
- Tsao, D.T. 2003. *Phytoremediation : Advance in Biochemical Enggining*. Berlin. Heidelberg:Springer.
- Wasito., H. 2011. *Obat Tradisional Kekayaan Indonesia*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Wijayanti, B.K., Wahyuningsih, N.E., Budiyo. 2018. Efektivitas Kalsium Karbonat Dengan Variasi Ketebalan Media dalam Mengurangi Kadar Kadmium pada Larutan Pupuk. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Volume 6 Nomor 6
- Yunus, M. 1990. *Kamus Arab – Indonesia*. Jakarta: Yayasan Penyelenggara Penterjemah dan Penafsir Al-Qur'an.

LAMPIRAN



## Lampiran 1

Data Hasil Analisa Logam Berat Sampel Simplisia Daun Semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA  
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-554403  
http://kimia.ub.ac.id, email : kimia@ub.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISIS**

NO : TN.01 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2020

1. Data Konsumen
  - Nama : Galih Elsy Kara
  - Instansi : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Malang
  - Alamat : Jl. Gajayana No. 50 Malang
  - Telepon : 085859777583
  - Status : Mahasiswa S-1
  - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
  - Nama Sampel : *Simplisia Daun Tanaman Semanggi*
  - Wujud : Padat
  - Warna : Hijau
  - Bau : Ada Bau
4. Prosedur Analisis : Dilakukan oleh Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 17 Desember 2019
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1.	Batu	Cd	2,79 ± 0,01	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
2.	Pasuruan	Cd	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
3.	Surabaya	Cd	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
4.	Pagu	Cd	4,16 ± 0,01	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
5.	Wates	Cd	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
6.	Batu	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
7.	Pasuruan	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
8.	Surabaya	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
9.	Pagu	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
10.	Wates	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
11.	Batu	Pb	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
12.	Pasuruan	Pb	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
13.	Surabaya	Pb	1,06 ± 0,01	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
14.	Pagu	Pb	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
15.	Wates	Pb	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS

## Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo.
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Mengenal  
Ketua Jurusan Kimia,  
  
Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19731020 200212 1 001

Malang, 06 Januari 2020

Ketua Unit Analisis dan Pengukuran,

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si.  
NIP. 19700720 199702 1 001

## Lampiran 2

## Data Hasil Analisa Logam Berat Sampel Tanah



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA  
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-554403  
http://kimia.uib.ac.id, email : kimia@ub.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISIS**

NO : T.02 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2020

1. Data Konsumen  
 Nama : Galih Elsy Kara  
 Instansi : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Malang  
 Alamat : Jl. Gajayana No. 50 Malang  
 Telepon : 08585977583  
 Status : Mahasiswa S-1  
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas  
 2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen  
 3. Identifikasi Sampel  
 Nama Sampel : **Tanah**  
 Wujud : Padat  
 Warna : Hitam  
 Bau : Tidak Ada Bau  
 4. Prosedur Analisis : Dilakukan oleh Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang  
 5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung  
 6. Tanggal Terima Sampel : 17 Desember 2019  
 7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1.	Batu	Cd	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
2.	Pasuruan	Cd	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
3.	Surabaya	Cd	0,73 ± 0,00	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
4.	Pagu	Cd	1,20 ± 0,00	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
5.	Wates	Cd	2,61 ± 0,08	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
6.	Batu	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
7.	Pasuruan	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
8.	Surabaya	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
9.	Pagu	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
10.	Wates	Hg	Tidak Terdeteksi	mg/kg	Aquaregia	AAS
11.	Batu	Pb	6,60 ± 0,21	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
12.	Pasuruan	Pb	2,77 ± 0,10	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
13.	Surabaya	Pb	3,30 ± 0,10	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
14.	Pagu	Pb	0,73 ± 0,00	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS
15.	Wates	Pb	Tidak Terdeteksi	mg/kg	HNO <sub>3</sub>	AAS

Catatan:

1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo.  
 2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 06 Januari 2020

Mengetahui,  
 Ketua Jurusan Kimia,

Ketua Unit Analisis dan Pengukuran,

Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D.  
 NIP. 19731020 200212 1 001

Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si.  
 NIP. 19700720 199702 1 001