

**TUGAS AKHIR**

**FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM TIMBAL DAN KADMIUM DENGAN  
TUMBUHAN LIDAH MERTUA PADA MEDIA TANAH BERKOMPOS**



**ARDISTYA DESYANTI PUTRI**

**D121 15 507**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**

**FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM TIMBAL DAN KADMIUM DENGAN  
TUMBUHAN LIDAH MERTUA PADA MEDIA TANAH BERKOMPOS**

**SKRIPSI**

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh

**ARDISTYA DESYANTI PUTRI**

**D121 15 507**



**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : *Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal Dan Kadmium Dengan Tumbuhan Lidah Mertua Pada Media Tanah Berkompos*

Disusun Oleh :

Nama : Ardistya Desyanti Putri

NIM : D12115507

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 28 Mei 2021

Pembimbing I

**Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.**  
NIP. 19590116 1987021001

Pembimbing II

**Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.**  
NIP. 197506232015042001

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



**Dr. Eng. Murnia Hustim, S.T., M.T.**  
NIP. 197204242000122000

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ardistya Desyanti Putri

NIM : D121 15 507

Program Studi : Teknik Lingkungan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

**Fitoremediasi tanah tercemar logam timbal dan kadmium dengan tumbuhan lidah mertua pada media tanah berkompos**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 31 Mei 2021

Yang Menyatakan



*Ardistya Desyanti Putri*  
Ardistya Desyanti Putri

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT. Tuhan seluruh alam, atas rahmat dan ridha-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada nabi muhammad SWT tauladan terbaik bagi manusia hingga akhir zaman. Tugas akhir yang berjudul “*Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal Dan Kadmium dengan Tumbuhan Lidah Mertua pada Media Tanah Berkompos*” ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan tugas akhir ini terdapat banyak kesulitan dan tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan serta dukungan baik berupa materi maupun dukungan moril. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Rafiuddin S. E., Msi dan Dra. Sitti Arfiah atas kasih sayang doa dan dukungan moril maupun materil yang diberikan hingga saat ini. Saudara – saudaraku Ardiansyah, Sitti Ardiyanti dan Muh. Zul Fikar Fitriadi yang selalu menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan semua keluarga yang selalu memberi motivasi serta dukungan materil.
2. Bapak Ir. Achmad Zubair, Msc, selaku pembimbing I dan ibu Dr. Roslinda Ibrahim,S.P., MT Selaku pembimbing II atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan, arahan, didikan, ilmu pengetahuan dan pengalaman mulai dari awal penelitian hingga terselesainya tugas akhir ini.
3. Ibu Dr.Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T Selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan

4. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T selaku Sekretaris Departemen Teknik Lingkungan
5. Ibu Sumiati dan kak olan yang sangat membantu dalam menyelesaikan administrasi sampai saat ini. Terima kasih karena telah dengan sabar direpotkan penulis.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik lingkungan atas segala ilmu, bantuan dan arahnya kepada penulis
7. Sahabat-sahabatku Paramesti, Winda Ayu, WD. Ariyani, Diyrnah dan Pipitong yang selalu memberikan semangat dan mendengar keluh-kesah
8. Teman-teman penghuni mega kos Tafri, Ririn, Dea dan Harley terima kasih untuk cerita, gossip dan semangat yang diberikan mulai dari awal perkuliahan sampai saat ini
9. Pak Syarifuddin yang telah sabar membantu penulis dalam mempermudah proses penelitian.
10. Saudara-saudaraku di Teknik Lingkungan 2015 yang paling banyak mengorbankan waktu dan tenaga dalam proses penelitian, terkhusus untuk saudari Dzikri Fajriah yang selalu mengingatkan dan menemani di kampus, serta teman-teman Darmawanita yang selalu memberi keceriaan dari awal perkuliahan hingga saat ini
11. Teman-teman Diksar 26 Perbakin Unhas yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman, terkhusus Amma dan Niar yang selalu memberikan cerita baru dan keceriaan.
12. Saudara/i Se-Patron 2015 atas dukungan dan perjuangan bersama, dan kesediaan berbagi cerita serta pengalaman-pengalaman berharganya, tak lupa kanda senior dan adik junior untuk segala bantuannya.
13. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) yang menjadi wadah belajar diluar perkuliahan.
14. Teman-teman magang PMMB batch 2 Angkasa Pura 1 Nisa, Gina, Arfah yang sudah menemani penulis selama magang.
15. Serta semua pihak yang terkait pada penelitian Tugas Akhir ini yang tidak sempat peneliti sebut satu persatu.

Tugas akhir ini disusun dengan segala kemampuan dan keterbatasan penulis, karena itu saran dan kritik sangat diperlukan demi kesempurnaan dalam penelitian selanjutnya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, kelemahan, dan masih jauh dari sempurna. Namun, besar harapan kiranya karya sederhana ini dapat bermanfaat bagi masyarakat serta dapat menjadi bagian dalam pengembangan ilmu pengetahuan bidang Teknik Lingkungan.

Gowa, Mei 2021

Penulis,

**Ardistya Desyanti Putri**

## ABSTRAK

ARDISTYA DESYANTI PUTRI. *Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal Dan Kadmium Dengan Tumbuhan Lidah Mertua Pada Media Tanah Berkompos* (dibimbing oleh Achmad Zubair dan Roslinda Ibrahim)

Pencemaran tanah oleh logam berat merupakan salah satu persoalan lingkungan yang serius. Salah satu cara untuk memulihkan lingkungan tanah dari kontaminasi logam berat dengan menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh komposisi media tanam, waktu detensi dan variasi konsentrasi Pb dan Cd terhadap efektifitas penyisihan, serta menganalisis kemampuan bagian tubuh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) dalam mereduksi konsentrasi logam Pb dan Cd pada tanah tercemar. Penelitian ini dilakukan dengan metode penambahan logam pencemar *artificial* Pb dan Cd dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan pada tanah berkompos. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada hari ke-0, ke-7, ke-14 dan 21, sedangkan untuk sampel tanaman pengujian dilakukan hari ke-0 dan hari ke-21. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa efektifitas penyisihan Pb tertinggi diperlihatkan pada variasi M2T3 dengan waktu detensi 21 hari sebesar 91,10% dan efektifitas terendah pada variasi M1T1 dengan waktu detensi 7 hari sebesar 66,88%, sedangkan efektifitas penyisihan Cd tertinggi diperlihatkan pada variasi M1K3 dengan waktu detensi 21 hari sebesar 92,93% sedangkan efektifitas terendah diperlihatkan pada variasi M2K1 dengan waktu detensi 7 hari sebesar 60,14%. Bagian akar tanaman lidah mertua yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam mereduksi kadar logam Pb dan Cd dibandingkan dengan pada bagian daunnya.

**Kata Kunci** : Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*), kadmium, timbal, tanah berkompos, fitoremediasi



## ABSTRACT

ARDISTYA DESYANTI PUTRI. *Phytoremediation Of Lead And Cadmium Contaminated Soil With Tongue- In-Law Plants On Composted Soil Media* (Supervised by Achmad Zubair and Roslinda Ibrahim)

Soil contamination by heavy metals is a serious environmental problem. One way to restore the soil environment from heavy metal contamination is by using the phytoremediation method. Phytoremediation is a technology for cleaning, removing, or reducing harmful pollutants, such as heavy metals, pesticides, and toxic organic compounds in soil or water using the help of plants. The purpose of this study was to analyze the effect of the composition of the planting medium, detention time, and variations in the concentration of Pb and Cd on removal effectiveness, and to analyze the ability of the body parts of the tongue-in-law plant (*Sansevieria Trifasciata*) to reduce the concentration of Pb and Cd metals in contaminated soil. This research was conducted with the addition of artificial pollutant metals Pb and Cd with predetermined concentration variations in composted soil. Soil samples were taken on the 0th, 7th, 14th, and 21st days, while the test for plant samples was carried out on the 0th and 21st days. The results showed that the highest Pb removal effectiveness was shown in the M2T3 variation with 21 day detention time of 91.10% and the lowest effectiveness in the M1T1 variation with 7 day detention time of 66.88%, while the highest Cd removal effectiveness was shown in the M1K3 variation with The detention time of 21 days was 92.93%, while the lowest effectiveness was shown in the M2K1 variation with a detention time of 7 days of 60.14%. The root of the tongue-in-law plant has a high ability to reduce levels of Pb and Cd metals compared to the leaves.

**Keywords:** Tongue-in-Law (*Sansevieria Trifasciata*), cadmium, lead, composted soil, phytoremediation

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Sistematika Penelitian	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Pencemaran Tanah	6
B. Baku Mutu Tanah	13

C. Logam Berat	16
D. Kompos	23
E. Fitoremediasi	30
F. Lidah Mertua ( <i>Sansevieria trifasciata</i> )	37
G. Jurnal yang Berkaitan	43

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Rancangan Penelitian	52
B. Waktu dan lokasi Penelitian	54
C. Bahan dan Alat Penelitian	56
D. Populasi dan Sampel	56
E. Pelaksanaan Penelitian	57
F. Diagram Alir Penelitian	63

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Pengaruh Komposisi Media Tanam, Waktu Detensi dan Variasi Konsentrasi Pb & Cd Terhadap Efektifitas Penyisihan	64
B. Analisis Kemampuan Lidah Mertua dalam Mereduksi Konsentrasi Logam Pb & Cd pada Tanah Tercemar	77

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan	85
B. Saran	86

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

No	halaman
1. Kisaran Logam Berat Dalam Tanah	14
2. Batas Kritis Unsur-Unsur Logam Berat Dalam Tanah dan Tanaman	15
3. Kandungan Logam Berat Dalam Tanah Secara Alamiah ( $\mu\text{g/g}$ )	18
4. Komposisi Hara Sekam Padi	26
5. Variasi Penelitian Menggunakan Logam Pencemar Timbal (Pb)	53
6. Variasi Penelitian Menggunakan Logam Pencemar Kadmium (Cd)	53
7. Matriks Rancangan Penelitian	55
8. Rata-Rata Pengukuran Konsentrasi Logam Timbal (Pb) pada Tanah	64
9. Analisa Persamaan Regresi Hubungan Variasi Komposisi Media dan Waktu Detensi Terhadap Penurunan Kadar Pb pada Tanah	67
10. Analisa Persamaan Regresi Hubungan Variasi Komposisi Media dan Waktu Detensi Terhadap Efektifitas Penyisihan Kadar Pb pada Tanah	68
11. Rata-Rata Pengukuran Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) pada Tanah	70
12. Analisa Persamaan Regresi Hubungan Variasi Komposisi Media dan Waktu Detensi Terhadap Penurunan Kadar Cd pada Tanah	73
13. Analisa Persamaan Regresi Hubungan Variasi Komposisi Media dan Waktu Detensi Terhadap Efektifitas Penyisihan Kadar Cd pada Tanah	75
14. Rata-Rata Efektifitas Penyerapan Pb pada Bagian Tanaman	77
15. Rata-Rata Efektifitas Penyerapan Cd pada Bagian Tanaman	81

## DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Proses Phytoacumulator Pada Tumbuhan	32
2. Proses Rhyzofiltration Pada Tumbuhan	32
3. Proses Phytostabilization Pada Tumbuhan	33
4. Proses Rhyzodegradation Pada Tumbuhan	33
5. Proses Phytodegradation Pada Tumbuhan	34
6. Proses Phytovolution Pada Tumbuhan	34
7. Bagian Tubuh Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansivearia trifaciata</i> )	39
8. Tampak Potongan Reaktor Proses	57
9. Denah Penempatan Reaktor Pencemar Logam Berat Timbal (Pb)	58
10. Denah Penempatan Reaktor Pencemar Logam Berat Kadmium (Cd)	58
11. Diagram Alir Penelitian	63
12. Grafik Penurunan Kadar Konsentrasi Logam Pb Terhadap Hubungan Waktu Detensi Pada Variasi M1	66
13. Grafik Penurunan Kadar Konsentrasi Logam Pb Terhadap Hubungan Waktu Detensi Pada Variasi M2	66
14. Grafik Efektifitas Penyisihan Kadar Logam Pb Terhadap Waktu Detensi Pada Variasi M1	68
15. Grafik Efektifitas Penyisihan Kadar Logam Pencemar Pb terhadap waktu detensi pada variasi M2	68
16. Grafik Penurunan Kadar Konsentrasi Logam Cd Terhadap Hubungan Waktu Detensi Pada Variasi M1	72

17. Grafik Penurunan Kadar Konsentrasi Logam Cd Terhadap Hubungan Waktu Detensi Pada Variasi M2	72
18. Grafik Efektifitas Penyisihan Kadar Logam Cd Terhadap Detensi Pada Variasi M1	74
19. Grafik Efektifitas Penyisihan Kadar Logam Cd Terhadap Detensi Pada Variasi M2	75
20. Grafik Efektifitas Penyerapan Kadar Logam Pb Pada Akar Tanaman	80
21. Grafik Efektifitas Penyerapan Kadar Logam Pb Pada Daun Tanaman	80
22. Grafik Efektifitas Penyerapan Kadar Logam Cd Pada Akar Tanaman	83
23. Grafik Efektifitas Penyerapan Kadar Logam Cd Pada Daun Tanaman	83

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pencemaran tanah oleh logam berat merupakan salah satu persoalan lingkungan yang serius. Hal ini disebabkan tanah yang terkontaminasi oleh logam berat tersebut kemungkinan dapat sampai pada rantai makanan yang pada akhirnya dapat membahayakan kehidupan manusia. Kontaminasi oleh logam berat seperti kadmium (Cd), seng (Zn), timbal (Pb), tembaga (Cu), kobalt (Co), selenium (Se), dan nikel (Ni) menjadi perhatian serius karena dapat menjadi potensi polusi pada permukaan daerah sekitarnya melalui air, angin, penyerapan oleh tumbuhan bioakumulasi pada rantai makanan (*Chaney et al. 1998a; Knox et al. 2000 dalam Hidayati, 2004:35*).

Kadmium (Cd) merupakan golongan logam berat yang umumnya dapat ditemukan pada tanah dan air dalam kadar rendah. Logam berat Cd dapat diperoleh dari sumber alami (gunung berapi), penggunaan agrokimia pupuk dan pestisida, pertambangan maupun industri (bahan ikutan dari pengolahan dan produksi Pb, Zn, Cu, minyak, serta batu bara) (Dewi, 2010). Logam berat Cd merupakan logam yang bila masuk kedalam lingkungan menyebabkan logam berat Cd masuk ke dalam rantai makanan dan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup khususnya manusia yang dapat menyebabkan terganggunya sistem fisiologi tubuh manusia berupa sistem sirkulasi darah dan jantung, sistem respirasi (pernapasan), sistem urin, kerusakan pada sistem reproduksi, sistem syaraf dan kerapuhan tulang.

Timbal (Pb) pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Namun, logam berat Pb juga bisa berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alaminya. Logam berat Pb merupakan salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah dengan konsentrasi berlebih.

Logam berat Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Jumlah logam berat Pb didalam tanah yang telah melebihi standar baku mutu menyebabkan lingkungan tidak dapat mengadakan pembersihan sendiri (*self purification*), sehingga diperlukan suatu alternatif pengolahan khusus (Robin *et al*, 2015).

Logam berat yang berada dalam tanah sangat sulit terdegradasi maka perlu dilakukan suatu metode untuk memperbaiki kualitas tanah. Beberapa metode remediasi logam berat yang ada saat ini antara lain adalah metode isolasi, imobilisasi, penurunan toksisitas/mobilitas, pemisahan fisika dan metode ekstraksi. Salah satu metode penurunan toksisitas/mobilitas logam berat yang aplikatif baik secara *in situ* maupun *ex situ*, mudah pengerjaannya, relatif murah dan bersahabat dengan lingkungan adalah teknik fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan pemulihan lahan yang tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar, baik logam berat maupun senyawa organik (Schnoor *et al*, 2003).

Keuntungan utama dari aplikasi fitoremediasi dengan sistem lainnya menurut Miller (1996) adalah kemampuannya yang lebih rendah sifat toksisitasnya, lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih ekonomis, selain itu keuntungan fitoremediasi selain mudah juga merupakan alternatif yang murah dibandingkan dengan cara remediasi fisik-kimia maupun bioremediasi (bakteri, kapang dan jamur). Kelemahan fitoremediasi adalah dari segi waktu yang dibutuhkan lebih lama dan juga terdapat kemungkinan masuknya kontaminan ke dalam rantai makanan melalui konsumsi hewan dari tanaman tersebut. Keterbatasan sistem fitoremediasi yang paling utama adalah yang berhubungan dengan batasan konsentrasi kontaminan yang dapat ditolerir oleh tanaman, masalah kebocoran kontaminan yang sangat larut dalam air dan lamanya waktu yang diperlukan pada fitoremediasi tanah tercemar (Subroto, 1996). Tanaman yang dapat dipakai sebagai tanaman fitoremediasi memiliki banyak jenis, seperti tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*), tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas L*), sri rezeki (*Aglaonema sp*), puring (*Cordyline Fruicosa*), dan tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*)



Dalam penelitian ini, tanaman yang akan digunakan adalah tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*). Pemilihan jenis tanaman ini karena tanaman lidah mertua diketahui memiliki keunggulan yang jarang ditemukan pada tanaman lain, diantaranya sangat resisten terhadap polutan dan bahkan mampu menyerapnya. Hal ini dikarenakan tanaman lidah mertua mengandung bahan aktif *pregnane glikosid* yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino (Purwanto,2006)

Tanaman lidah mertua merupakan tanaman hiperakumulator yang dapat meremediasi tanah yang tercemar logam berat Pb dan Cd. Meyranda (2015) menyatakan bahwa kemampuan lidah mertua dalam mengurangi kandungan timbal (Pb) yang terkandung dalam tanah tertinggi dengan nilai Pb 400 ppm = 56,63% dan untuk kandungan kadmium (Cd) mengalami pengurangan dengan nilai konsentrasi 60 ppm = 44,01 %.

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Meyranda (2015) variasi konsentrasi pencemar yang diberikan terhadap tanaman yaitu, logam timbal (Pb) sebesar 200 ppm dan 400 ppm, sedangkan logam kadmium (Cd) sebesar 40 ppm dan 60 ppm, dan tanah yang digunakan tidak mengandung kompos. Melihat hal tersebut, maka perlu adanya penambahan variasi konsentrasi yang lebih tinggi dan penggunaan tanah yang mengandung kompos. Variasi konsentrasi yang akan digunakan yaitu logam timbal (Pb) sebesar 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm sedangkan logam kadmium (Cd) sebesar 40 ppm, 60 ppm dan 80 ppm. Hal ini untuk mengetahui lebih jelas batas efektifitas penyisihan tanaman lidah mertua dalam menyerap logam berat pada tanah jika konsentrasinya ditambahkan. Serta, untuk mengetahui lebih jelas pengaruh penggunaan tanah berkompos terhadap kemampuan penyerapan tanaman lidah mertua.

Berdasarkan uraian diatas maka terbentuklah judul berikut sebagai tugas akhir: “*Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dengan Tumbuhan Lidah Mertua Pada Media Tanah Berkompos*”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka pokok permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut;

1. Bagaimana pengaruh komposisi media tanam, waktu detensi dan variasi konsentrasi Pb dan Cd terhadap efektifitas penyisihan
2. Bagaimana kemampuan bagian tubuh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) dalam mereduksi konsentrasi Pb dan Cd pada tanah tercemar
3. Bagaimana perbandingan penyerapan logam Pb dan Cd oleh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*)

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Untuk menganalisis pengaruh komposisi media tanam, waktu detensi dan variasi konsentrasi Pb dan Cd terhadap efektifitas penyisihan
2. Untuk menganalisis kemampuan bagian tubuh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) dalam mereduksi konsentrasi logam Pb dan Cd pada tanah tercemar.
3. Mengetahui perbandingan penyerapan logam Pb dan Cd oleh tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*)

## **D. Manfaat Penelitian**

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi titik acuan untuk lebih menggali informasi dan menjadi media pembelajaran untuk para peneliti yang akan datang dalam meneliti lebih lanjut mengenai fitoremediasi tanah tercemar logam berat Pb dan logam berat Cd dengan menggunakan tumbuhan lidah mertua pada tanah berkompos, dan juga dapat meminimalisir pencemaran logam berat Pb dan logam berat Cd pada tanah

## **E. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium
2. Pengukuran efektifitas dalam penelitian ini dibatasi pada karakteristik limbah artifisial yang akan diteliti di laboratorium, yaitu logam berat timbal (Pb) dan logam berat kadmium (Cd) dalam tanah berkompos
3. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*)
4. Kompos yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos organik (kotoran kambing, sekam padi dan tanah)
5. Faktor eksternal (kadar air, pH dan suhu) dalam penelitian ini diabaikan

## **F. Sistematika Penulisan**

Untuk membantu mengetahui materi-materi yang dibahas dalam penelitian ini, maka uraian secara singkat bab demi bab adalah sebagai berikut;

### **1. BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penyusunan tugas akhir

### **2. BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini berisi tentang cara atau teori-teori dari berbagai literatur yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

### **3. BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini dikemukakan jenis penelitian, waktu dan lokasi, kerangka pikir, alat dan bahan, pelaksanaan penelitian dan analisis data.

#### **4. BAB IV Pembahasan**

Bab ini berisi analisis penelitian yang akhirnya akan mengeluarkan suatu *output* yang merupakan arahan atau rencana yang direkomendasikan

#### **5. BAB V Penutup**

Bab ini disimpulkan hasil analisis serta diberikan beberapa saran yang berhubungan dengan hasil penelitian itu sendiri.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pencemaran Tanah**

Pencemaran tanah merupakan masuk atau dimasukkannya zat atau sesuatu ke dalam tanah baik secara sengaja maupun tidak sengaja yang merusak tatanan kimia tanah sehingga berubah dari kondisi awalnya. Pencemaran tanah sebagian besar disebabkan oleh limbah padat berupa sampah baik sampah organik maupun sampah anorganik. Sampah-sampah ini kemudian masuk dan menyerap ke dalam tanah hingga beratus-ratus tahun lamanya karena tidak dapat terurai dalam tanah sedangkan yang dapat terurai kemudian akan menjadi tanah humus. Polutan yang terus menerus dalam tanah akan masuk ke rantai makanan melalui tumbuhan sehingga menyebabkan menurunnya kualitas organisme (Bahtiar, 2007:6)

Berdasarkan UU No. 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengolahan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 150 tahun 2000 tentang pengendalian kerusakan tanah untuk produksi bio-massa: ‘Tanah adalah salah satu komponen lahan berupa lapisan teratas kerak bumi yang terdiri dari bahan mineral dan bahan organik serta mempunyai sifat fisik kimia, biologi, dan mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan/atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya (Agrisamudra, 2015).

## 1. Penyebab Pencemaran Tanah

Mukhlis *et al* (2011) menyatakan penyebab pencemaran tanah berasal dari hasil pembuangan limbah yang mengandung bahan-bahan anorganik yang sukar terurai dalam tanah seperti plastik, kaca, kaleng, dll. Lahan pertanian umumnya menerima paling banyak pencemar dari atmosfer, batuan, pupuk buatan, pestisida dan limbah industri yang memiliki kandungan logam berat dalam jumlah sedikit, namun jika terus menerus terjadi akan terakumulasi ke dalam tanah dan berbahaya bagi lingkungan serta makhluk yang hidup didalamnya.

Pencemaran tanah disebabkan oleh beberapa hal yaitu kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkutan minyak, zat kimia, atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*Illegal Slumping*) (Al khoiriyah, 2015).

Poham (2014) menyatakan pencemaran tanah dapat terjadi karena hal-hal di bawah ini, yaitu sebagai berikut;

### a. Pencemaran tanah secara langsung

Misalnya karena penggunaan pupuk secara berlebihan, pemberian pestisida, dan pembuangan limbah yang tidak dapat diuraikan seperti plastik, kaleng, botol dan lain-lainnya

### b. Pencemaran tanah melalui air

Air yang mengandung bahan pencemar (polutan) akan mengubah susunan kimia tanah sehingga mengganggu jasad yang hidup di dalam atau di permukaan tanah

### c. Pencemaran tanah melalui udara

Udara yang tercemar akan menurunkan hujan yang mengandung bahan pencemar yang mengakibatkan tanah tercemar. (Al-khoriyah, 2015)

## 2. Sumber Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah mempunyai hubungan erat dengan pencemaran udara dan pencemaran air, sehingga terdapat ribuan sumber pencemaran tanah dan berbagai jenis zat pencemar, selain itu pencemaran tanah juga bersumber dari limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian. Dibawah ini gambaran mengenai sumber pencemaran tanah :

- a. Hidrokarbon dari minyak tanah yang berasal dari kerusakan tangki-tangki penyimpanan bawah tanah (senyawa *benzene*, *etil-benzena*, *toluene*, *xylene*, senyawa-senyawa *alkena*, MTBE)
- b. Tumpahan atau bocornya zat-zat pelarut dan zat pencuci pakaian (*aseton*, *trikloroetilen*, *formaldehida*, dan *perkloroetilen*)
- c. Kebocoran dari zat pencemaran yang berasal dari tempat pembuangan limbah padat timbal (Pb), merkuri (Hg), khrom (Cr), kadmium (Cd), bakteri, dan hidrokarbon.
- d. Air yang mengalir yang membawa zat pencemar dan membuang pada tempat-tempat dimana air masuk kedalam tanah
- e. Masuknya pestisida dan herbisida yang digunakan di pertanian kedalam tanah (berbagai macam bahan kimia seperti *DDT*, *lindane*, *organoklorin*, *organofosfat*, *karbamat*)
- f. Penumpukan dari proses peleburan logam dan mesin-mesin yang menggunakan tenaga batubara (seng, kadmium, timbal, dan merkuri) penumpukan timbal yang berasal dari pabrik penempatan timbal atau dari proses penghancuran limbah yang berasal dari timbal
- g. Kebocoran dari gardu-gardu listrik.

## 3. Komponen Bahan Pencemar Tanah

Komponen-komponen bahan pencemar yang diperoleh dari sumber-sumber bahan pencemara tersebut di atas antara lain berupa:

- a. Senyawa organik yang dapat membusuk karena diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa-sisa makanan, daun, tumbuhan-tumbuhan dan hewan yang mati.
- b. Senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan, menyebabkan tanah menjadi kurang subur
- c. Pencemaran udara berupa gas yang larut dalam air hujan seperti oksida nitrogen ( $\text{NO}$  dan  $\text{NO}^2$ ), oksida belerang ( $\text{SO}^2$  dan  $\text{SO}^3$ ), oksida karbon ( $\text{CO}$  dan  $\text{CO}^2$ ), menghasilkan hujan asam yang akan menyebabkan tanah bersifat asam dan merusak kesuburan tanah atau tanaman.
- d. Pencemaran berupa logam-logam berat yang dihasilkan dari limbah industri seperti Hg, Zn, Pb, dan Cd dapat mencemari tanah.
- e. Zat radioaktif yang dihasilkan dari PLTN, reaktor atom atau dari percobaan lain yang menggunakan atau menghasilkan zat radioaktif.

#### **4. Dampak Pencemaran Tanah**

Berbagai dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran tanah diantaranya (Amzani, 2012);

##### **a. Dampak pada kesehatan**

Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena. Kromium berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal. Paparan kronis (terus-menerus) terhadap benzena pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kemungkinan terkena leukemia. Merkuri (air raksa) dan *siklodiena* dikenal dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan mungkin tidak bisa diobati, PCB dan *siklodiena* terkait pada keracunan hati, organofosfat dan karmabat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Ada beberapa macam dampak pada kesehatan seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata dan ruam kulit untuk



paparan bahan kimia yang disebut diatas. Dosis yang besar pada pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian.

b. Dampak pada lingkungan atau ekosistem

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman dimana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama. Pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun/berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya bahkan dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut.

## **5. Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Tanah**

Pencegahan dan penanggulangan merupakan dua tindakan yang tidak dapat dipisahkan dalam arti biasanya kedua tindakan ini dilakukan untuk saling menunjang, apabila tindakan pencegahan sudah tidak dapat dilakukan, maka dilakukan tindakan penanggulangan. Namun demikian pada dasarnya kita semua sependapat bahwa tindakan pencegahan lebih baik dan lebih diutamakan dilakukan sebelum pencemaran terjadi, apabila pencemaran sudah terjadi baik secara alami maupun akibat aktifitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, baru kita lakukan tindakan penanggulangan.

Tindakan pencegahan dan tindakan penanggulangan terhadap terjadinya pencemaran dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan macam bahan pencemar yang perlu ditanggulangi. Langkah-langkah pencegahan dan

penanggulangan terhadap terjadinya pencemaran antara lain dapat dilakukan sebagai berikut (Muslimah, 2015);

a. Langkah Pencegahan

Pada umumnya pencegahan ini adalah berusaha untuk tidak menyebabkan terjadinya pencemaran, misalnya mencegah/mengurangi terjadinya bahan pencemar, antara lain:

- 1) Sampah organik yang dapat membusuk/diuraikan oleh mikroorganisme antara lain dapat dilakukan dengan mengukur sampah-sampah dalam tanah secara tertutup dan terbuka, kemudian dapat diolah sebagai kompos/pupuk. Untuk mengurangi terciumnya bau busuk dari gas-gas yang timbul pada proses pembusukan, maka penguburan sampah dilakukan secara berlapis-lapis dengan tanah.
- 2) Sampah senyawa organik atau senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan oleh mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara membakar sampah-sampah yang dapat terbakar seperti plastik dan serat baik secara individual maupun dikumpulkan pada suatu tempat yang jauh dari pemukiman, sehingga tidak mencemari udara daerah pemukiman. Sampah yang tidak dapat dibakar dapat digiling/dipotong-potong menjadi partikel kecil, kemudian dikubur.
- 3) Pengolahan terhadap limbah industri yang mengandung logam berat yang akan mencemari tanah, sebelum dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan agar dilakukan proses pemurnian.
- 4) Sampah zat radioaktif sebelum dibuang, disimpan dahulu pada sumur-sumur atau tangki dalam jangka waktu yang cukup lama sampai tidak berbahaya, baru dibuang ke tempat yang jauh dari pemukiman, misalnya pulau karang, yang tidak berpenghuni atau ke dasar lautan yang sangat dalam.
- 5) Penggunaan pupuk pestisida tidak digunakan secara sembarangan namun sesuai dengan aturan dan tidak sampai berlebihan.
- 6) Usahakan membuang dan memakai detergen berupa senyawa organik yang dapat dimusnahkan/diuraikan oleh mikroorganisme.

## b. Langkah Penanganan

Penanganan khusus terhadap limbah domestik yang berjumlah sangat banyak diperlukan agar tidak mencemari tanah. Pertama sampah tersebut kita pisahkan ke dalam sampah organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*) dan sampah yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*non-biodegradable*). Akan sangat baik jika setiap rumah tangga bisa memisahkan sampah atau limbah atas dua bagian yakni organik dan anorganik dalam dua wadah berbeda sebelum diangkut ketempat pembuangan akhir.

Sampah organik yang terbiodegradasi bisa diolah, misalnya dijadikan bahan urukan, kemudian kita tutup dengan tanah sehingga terdapat permukaan tanah yang dapat kita pakai lagi, dibuat kompos, khusus kotoran hewan dapat dibuat biogas dll sehingga dalam hal ini bukan pencemaran tanah yang terjadi tetapi proses pembusukan organik yang alami.

Sampah anorganik yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme. Cara penanganan yang terbaik dengan daur ulang. Kurangilah penggunaan pupuk sintetik dan berbagai bahan kimia untuk pemberantasan hama seperti pestisida. Limbah industri harus diolah dalam pengolahan limbah, sebelum dibuang ke sungai atau ke laut. Kurangilah penggunaan bahan-bahan yang tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme (*non-biodegradable*). Salah satu contohnya adalah dengan mengganti plastik sebagai bahan kemasan/pembungkus dengan bahan yang ramah lingkungan seperti dengan daun pisang atau daun jati. Ada beberapa langkah penanganan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran tanah diantaranya:

### 1) Remediasi

Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu *in-situ (on-site)* dan *ex-situ (off-site)*. Pembersihan *on-site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari pembersihan, *venting* (injeksi) dan bioremediasi.

Pembersihan *off-site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya yaitu, tanah tersebut disimpan di bak/tangki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolah air limbah. Pembersihan *off-site* ini jauh lebih mahal dan rumit.

## 2) Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbondioksida dan air) (Muslimah, 2015).

## 3) Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah teknologi pembersihan, penghilangan/pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida dan senyawa organik beracun dalam tanah/air dengan menggunakan bantuan tanaman

## **B. Baku Mutu Tanah**

Kementerian Pertanian bagian penelitian dan pengembangan memaparkan baku mutu tanah (*soil quality standard*) belum tersedia karena sulit untuk didefinisikan dan dikuantitatifkan serta tidak dikonsumsi langsung oleh manusia dan hewan. Akibatnya di Indonesia, pemantauan dan pemulihan mutu lingkungan tidak terlaksana secara terpadu karena hanya ada baku mutu udara dan air. Masalah utama yang dihadapi dalam menentukan mutu tanah adalah tanah mempunyai banyak fungsi kalau baku mutu tanah ditetapkan hanya berdasarkan suatu fungsi dapat bertentangan dengan fungsi yang lain

Menurut USDA (2003) indikator mutu tanah adalah sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta proses dan karakteristik yang dapat diukur untuk memantau berbagai perubahan dalam tanah. Indikator mutu tanah akan menentukan kemampuan tanah untuk memenuhi fungsinya. Untuk mengetahui pencegahan dan penanggulangan pencemaran logam berat yang mencemari lingkungan sangat penting diketahui batas/nilai ambang logam.

Nilai ambang logam berat yang tercemar dalam tanah berbeda pada masing-masing negara, karena adanya perbedaan kemampuan sifat tanah untuk menyangga logam berat. Di Inggris dan Belanda, nilai ambang batas untuk Pb 5-6 kali lebih besar dari negara industri lainnya. Untuk Indonesia dengan tingkat pelapukan tanah yang intensif, kemungkinan daya sangga tanah terhadap logam berat lebih rendah sehingga nilai ambang batasnya akan lebih rendah dari negara industri tersebut. Ada beberapa hasil penelitian yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk tindakan reklamasi lahan. Pada **Tabel 1** dicantumkan data kisaran nilai ambang logam berat dalam tanah (Pickering, 1980).

**Tabel 1.** Kisaran Logam Berat dalam Tanah

No.	Logam berat	Nilai ambang dalam tanah (ppm)
1	As	0,1 – 4,0
2	B	2 – 100
3	F	30 – 300
4	Cd	0,1 – 7,0
5	Mn	100 – 4000
6	Ni	10 – 1000
7	Zn	10 – 300
8	Cu	2 – 100
9	Pb	2 – 200

**Sumber:** Peneliti Balitbangtan di Balai Penelitian Tanah

Dalam **Tabel 2** tertera ambang batas yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengingatkan telah terjadi pencemaran pada suatu daerah, sehingga arahan penanggulangannya dapat ditetapkan. Hal untuk standarisasi

mutu lingkungan, agar lingkungan hidup terjaga terutama sungai dan lahan pertanian.

**Tabel 2.** Batas Kritis Unsur-Unsur Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman

Elemen	Satuan	Tanah		Tanaman		Spesifikasi Metode
		Batas normal	Batas kritis	Batas normal	Batas Kritis	
Ag	mg/Kg	0.01-8	2	0.1-0.8	1-4	<i>Soil Survey Laboratory Methodh Manual USDA 2004 p.167-365, 616-643</i>
As	mg/Kg	0.1-40	20-50	0.02-7	1-20	
Au	mg/Kg	0.001-0.02	-	<0.0017	<1	
Cd	mg/Kg	0.01-2.0	3-8	0.1-2.4	4-200	
Co	mg/Kg	0.5-65	25-50	0.02-1	4-40	
Cr	mg/Kg	5-1500	75-100	0.03-14	2-18	
Cu	mg/Kg	2-250	60-125	5-20	5-64	<i>Soil Survey Laboratory Methodh Manual USDA 2004 p.167-365, 616-643</i>
Hg	mg/Kg	0.01-0.5	0.3-5	0.005-0.17	1-8	
Mn	mg/Kg	20-10000	1500-3000	20-1000	100-7000	
Mo	mg/Kg	0.1-40	2-10	0.03-5	-	
Ni	mg/Kg	2-750	100	0.02-5	8-220	
Pb	mg/Kg	2-300	100-400	0.2-20	-	
Sb	mg/Kg	0.2-10	5-10	0.0001-0.2	1-2	
Se	mg/Kg	0.1-5	5-10	0.001-2	3-40	
Sn	mg/Kg	1-200	50	0.2-6.8	63	
Ti	mg/Kg	0.1-0.8	1	0.03-3	-	
Zn	mg/Kg	1-900	70-400	1-400	100-900	

Sumber : Alloway, B.J., *Heavy Metal in Soil* Balckie Academic and Professional 1995. Dalam Eviati *et al*, *Analisis Kimia Tanah, Tanaman Air, dan pupuk* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian Edisi 2 2009

### C. Logam Berat

Pencemaran tanah oleh logam berat merupakan salah satu persoalan lingkungan yang serius, akibat adanya tanah yang terkontaminasi oleh logam berat tersebut kemungkinan dapat sampai pada rantai makanan yang pada akhirnya dapat membahayakan kehidupan manusia. *United State Enviroment Agency* (US EPA) mendata logam berat yang merupakan pencemar utama berbahaya yaitu Sb,

Ag, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Sr, dan Zn (Sukhendrayatna, 2001), namun terdapat pula logam berat seperti Cr, Cu, Fe, Mn, Mo yang merupakan unsur hara mikro yang esensial bagi tanaman, tetapi bila jumlahnya terlalu besar akan menjadi racun bagi tanaman. Kontaminasi oleh logam berat seperti kadmium (Cd), seng (Zn), timbal (Pb), tembaga (Cu), kobalt (Co), selenium (Se), dan nikel (Ni) menjadi perhatian serius karena dapat menjadi potensi polusi pada permukaan di daerah sekitarnya melalui air, angin, penyerapan oleh tumbuhan bioakumulasi pada rantai makanan. (*Chaney et al.* 1998a; *Knox t al.* 2000 dalam Hidayati, 2004 : 35).

Menurut Connel dan Miller (1995) dalam Palar (2008), logam berat adalah suatu logam dengan jenis lebih besar. Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak atau dapat ditempa, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi serta bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam. Selain itu, logam berat adalah unsur yang mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik. Karakteristik daripada logam berat adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki spesifikasi grafiti yang sangat besar
- b. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur intanida dan aktinida.
- c. Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup (Palar, 2008).

Menurut Darmono (1995) sifat logam berat sangatlah unik, yaitu tidak dapat dihancurkan secara alami dan cenderung terakumulasi dalam rantai makanan melalui proses biomagnifikasi. Pencemaran logam berat ini menimbulkan berbagai permasalahan diantaranya:

- a. Berhubungan dengan estetika (perubahan warna, bau dan rasa air )
- b. Berbahaya bagi kehidupan tanaman dan binatang
- c. Berbahaya bagi kesehatan manusia
- d. Mengakibatkan kerusakan pada ekosistem

Pemasok logam berat dalam tanah pertanian antara lain bahan agrokimia (pupuk dan pestisida), asap kendaraan, bahan bakar minyak, pupuk organik, buangan limbah rumah tangga, industri dan pertambangan (Alloway, 1995).

Logam berat yang terdapat di dalam tanah atau sedimen dapat melakukan proses pertukaran ion dan adsorpsi terutama pada partikel halus dengan permukaan yang luas dan gugus bermuatan negatif, seperti tanah liat (kaolinit, klorit, *montmorilonit*) zat-zat humin (asam humus, asam fulfik, asam humin) dan oksida-oksida Fe dan Mn. Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang stabil dan sulit untuk diuraikan. Selain itu juga dijelaskan bahwa logam berat dalam tanah yang membahayakan kehidupan organisme dan lingkungan adalah dalam bentuk terlarut. Akan tetapi, logam berat didalam tanah mampu membentuk kompleks dengan bahan organik dalam tanah sehingga menjadi logam yang tidak larut. Logam yang diikat menjadi kompleks organik ini sukar untuk dicuci serta relatif tidak tersedia bagi tanaman. Dengan demikian senyawa organik tanah mampu mengurangi bahaya potensial yang disebabkan oleh logam berat beracun.

### **1. Timbal (Pb)**

Timbal disebut juga dengan plumbum. Timbal merupakan logam berat dalam kelompok IV dan periode 6 dari tabel periodik unsur kimia, mempunyai berat atom 207,21 g/mol, berat jenis 11,34 g cm<sup>-3</sup>, nomor atom 82, titik leleh 327,2 °C, titik didih 1.620 °C, bersifat lunak, dan berwarna biru atau *silver* abu-abu dengan kilau logam dan biasanya ditemukan sebagai mineral yang berkombinasi dengan unsur-unsur lain seperti belerang (PbS, PbSO<sub>4</sub>) atau oksigen (PbCO<sub>3</sub>) (Sudarmadji *et al*, 2006). Timbal adalah logam peringkat kelima setelah Fe, Cu, Al, dan Zn dalam produksi logam. Timbal 95% bersifat anorganik dan pada umumnya dalam bentuk garam anorganik yang kurang larut dalam air. Penggunaan Pb terbesar adalah dalam industri baterai kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Timbal digunakan pada bensin untuk kendaraan, cat dan pestisida. Pencemaran Pb dapat terjadi di udara, air, maupun tanah. Pencemaran Pb merupakan masalah utama, tanah dan debu sekitar jalan raya pada



umumnya telah tercemar bensin bertimbal selama bertahun-tahun (Sunu, 2001 dalam Al-khoriyah 2015).

Pencemaran logam berat Pb dalam tanah merupakan bagian dari siklus logam berat. Pembuangan limbah ke tanah apabila melebihi kemampuan tanah dalam mencerna limbah akan mengakibatkan pencemaran tanah. Jenis limbah yang potensial merusak lingkungan hidup adalah limbah yang masuk dalam bahan beracun berbahaya (B3) yang didalamnya terdapat logam-logam berat. Menurut Arnold (1990 dalam Subowo *et al* 1995), antara lain Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni. Logam berat Cd, Hg dan Pb dinamakan sebagai logam *non-esesial* dan pada tingkat tertentu menjadi logam beracun bagi mahluk hidup. Kandungan logam berat didalam tanah secara alamiah sangat rendah, kecuali tanah tersebut sudah tercemar (**Tabel 3**). Kandungan logam dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh diatasnya, kecuali terjadi interaksi di antara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, jenis logam, pH tanah, dan spesies tanaman (Darmono 1995).

**Tabel 3** Kandungan Logam Berat Dalam Tanah Secara Alamiah ( $\mu\text{g/g}$ )

Logam	Kandungan (Rata-Rata)	Kisaran Non Populasi
As	100	5-3000
Co	8	1-40
Cu	20	2-300
Pb	10	2-200
Zn	50	10-300
Cd	0,06	0,05 – 0,7
Hg	0,03	0,01 – 0,3

**Sumber :** *Peterson & alloway* (1979) dalam Darmono (1995)

Logam berat Pb juga dapat berasal dari pertanian misalnya pupuk organik, pupuk kandang dan pestisida. Pupuk kimia kebanyakan mengandung unsur-unsur mikro dan makro, dimana unsur tersebut umumnya mengandung logam berat dalam jumlah kecil misalnya logam (Cd dan Pb) yang biasanya digunakan sebagai

unsur ikatan. Pupuk anorganik ini apabila secara terus menerus ditambahkan ketanah dapat meningkatkan kandungan Pb didalam tanah

Timbal sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, dan akar. Perpindahan Pb dari tanah ke tanaman tergantung komposisi dan pH tanah, serta KTK (kapasitas tukar kation). Konsentrasi timbal yang tertinggi (100-1000 mg/Kg) akan mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesis dan pertumbuhan. Timbal hanya akan mempengaruhi tanaman bila konsentrasi tinggi (Anonim,1998).

Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan tanah, kandungan bahan organik, serta KTK tanah rendah, sehingga pada keadaan tersebut Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan berupa ion yang dapat bergerak bebas pada larutan tanah, maka akan terjadi proses penyerapan Pb pada akar tanaman . Logam berat dalam tanah pada prinsipnya berada dalam bentuk bebas (*mobile*) maupun tidak bebas (*immobile*). Dalam keadaan bebas, logam berat dapat bersifat racun dan terserap oleh tanaman. Sedangkan dalam bentuk tidak bebas dapat berikatan dengan hara, bahan organik, ataupun anorganik lainnya. Dengan kondisi tersebut, logam berat selain akan mempengaruhi ketersediaan hara tanaman juga dapat mengkontaminasi hasil tanaman, jika logam memasuki lingkungan tanah, maka akan terjadi keseimbangan dalam tanah, kemudian akan terserap oleh tanaman melalui akar, selanjutnya akan terkontribusi kebagian tanaman lainnya.

Kandungan logam timbal (Pb) ini melebihi ambang batas tersebut maka akan berbahaya bagi makhluk hidup sehingga dapat menyebabkan toksik. Konsentrasi Pb yang melebihi ambang batas bagi tumbuhan akan mengalami gangguan pada sel-sel pertumbuhannya dalam menyerap unsur-unsur seperti N, P dan Mg, sehingga adanya gangguan tersebut akan merusak metabolisme mineral nutrisi, fotosintesis dan transpirasi bagi tanaman. Tanaman akan mengalami penghambatan pada siklus nutrisi dan perpindahan kation penting (Cs, Mg, K) oleh kation Cu dan Ni sehingga menghasilkann penurunan konsentrasi kation pada lapisan organik. Menurut Haryanti dkk (2013), serapan logam Pb salah satunya di pengaruhi oleh faktor fisiologis tanaman sehingga dapat mempengaruhi

kemampuan tanaman untuk mengambil unsur logam yang ada di dalam tanah. Prinsip penyerapan Pb dalam tanaman yaitu semakin besar kandungan Pb yang berada di dalam tanah akan menyebabkan semakin besar juga logam Pb yang akan diserap oleh tanaman, hal ini disebabkan adanya perbedaan antara kandungan Pb dengan media tanah dan tanaman kandungan yang berbeda tersebut akan mengakibatkan perpindahan logam Pb secara difusi dan osmosis, dimana massa zat pada media dengan kandungan yang tinggi akan berpindah ke media dengan kandungan yang rendah sehingga perpindahan kandungan akan terjadi penyerapan Pb oleh tanaman.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa pencemaran mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan produksi tanaman serta diikuti dengan gejala yang tampak. Kerusakan tanaman karena pencemaran berawal dari tingkat biokimia (gangguan proses fitoremediasi, respirasi, serta biosintesis protein dan lemak), selanjutnya tingkat untrastrktural (disorganisasi sel membran), kemudian tingkat sel (dinding sel, mesofil, pecahnya inti sel) dan diakhiri dengan terlihatnya gejala pada jaringan daun seperti klorosis dan nekrosis (Malhotra and Khan, 1984)

Menurut Gothberg (2008), tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi sari suatu tumbuhan. Kurnia (2004) menambahkan kerusakan tanaman akibat terpapar Pb juga menyebabkan pertumbuhan dan penampilan tanaman yang tidak optimal, berupa terjadinya nekrosis, klorosis dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan penampilan tanaman yang tidak estesis.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar Pb dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan Pb, kadar Pb dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Dua jalan masuknya logam Pb ke dalam tumbuhan yaitu melalui akar dan daun. Setelah Pb masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik yaitu terdapat bercak pada daun dan menyebabkan daun menguning. Kerusakan lainnya yang ditemukan juga dapat berupa penurunan penyerapan air,

pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna (Hutagalung, 1982)

## **2. Kadmium (Cd)**

Kadmium adalah logam kebiruan yang lunak, termasuk golongan II B tabel berkala dengan konfigurasi elektron  $[\text{Kr}] 4d^{10}5s^2$ . Unsur ini bernomor atom 48, mempunyai bobot atom 112,41 g/mol dan densitas  $8,65\text{g/cm}^3$ . Titik didih dan titik lelehnya berturut-turut  $765^\circ\text{C}$  dan  $320,9^\circ\text{C}$ . Pemasukan Cd melalui makanan adalah 10 - 40  $\mu\text{g/hari}$ , sedikitnya 50% diserap oleh tubuh (Laegreid, 1999)

Logam Cd merupakan salah satu jenis logam berat yang banyak digunakan dalam berbagai kegiatan industri kimia Indonesia, seperti; industri pelapisan logam, industri baterai nikel-kadmium, industri cat, industri PVC, atau plastik dan industri lainnya. Logam Cd dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri kimia tersebut karena sifat kadmium yang lunak dan tahan korosi (Darmono, 2001).

Logam Cd merupakan logam yang lunak dan relatif jarang ditemukan di lingkungan, sebagian logam Cd dapat larut dalam air dan sebagian lainnya seperti oksida kadmium dan kadmium sulfida hampir tidak larut. Logam Cd jika menguap ke atmosfer akan secepatnya teroksidasi sedangkan yang berada dalam tanah kemudian diserap oleh tanaman dan memasuki rantai makanan tergantung dari jumlah ketersediaan logam Cd dalam tanah (World Bank Group, 1998:1). Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibanding logam berat lainnya seperti timbal.

Unsur Cd terdapat dalam tanah secara alami dengan rata-rata rendah yaitu 0,4 mg/kg tanah. Pada tanah yang bebas polusi kandungannya adalah 0,06-1,1 mg/kg. Peningkatan kandungan logam berat Cd dapat diperoleh dari asap kendaraan bermotor dan pupuk fosfat yang terakumulasi di tanah. Ion logam berat ( $\text{Cd}^{2+}$ ) merupakan bentuk yang dapat diserap oleh tanaman diantara unsur mineral penting yang dibutuhkan tanaman. Pada umumnya tanaman menyerap hanya sedikit (1-5%) larutan Cd yang ditambahkan ke dalam tanah. Akumulasi dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan kandungan logam berat Cd dalam

tanah dan tanaman yang sedang tumbuh. Logam atau persenyawaan Cd yang terdapat di udara dalam bentuk partikular, akan dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan. Pada tumbuhan yang menyerap partikular logam berat Cd akan mengalami peristiwa terjadinya hambatan terhadap penyerapan zat besi yang sangat dibutuhkan oleh klorofil (zat hijau daun) tumbuhan.

Penyerapan Cd dari tanah oleh tanaman dipengaruhi oleh total pemasukan Cd dalam tanah, pH, kandungan Zn jenis tanaman dan kultivar. Penyerapan Cd akan tinggi pada pH rendah dan menurun pada pH tinggi, jika logam berat Cd masuk ke dalam lingkungan menyebabkan logam berat Cd masuk ke dalam rantai makanan dan masuk ke dalam mahluk hidup khususnya manusia berupa sistem sirkulasi darah dan jantung, sistem respirasi (pernafasan), sistem urin, kerusakan pada sistem reproduksi, sistem syaraf dan kerapuhan tulang. Logam berat Cd merupakan logam yang bila masuk kedalam tubuh akan mengendap dan berakumulasi dalam waktu tertentu. Akibatnya akan menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal tetapi juga testis, jantung, hati, otak dan sistem darah. Logam Cd juga dapat mengakibatkan gangguan psikologi dikarenakan kemiripan sifat kimianya dengan seng (Zn) (Achmad, 2004).

Rekomendasi pemasukan Cd menurut gabungan FAO/WHO dengan batas toleransi tiap minggunya adalah 420 µg untuk orang dewasa dengan berat badan 60 Kg. Pemasukan Cd rata-rata pada tubuh manusia ialah 10-20% dari batas yang telah direkomendasikan. Unsur Cd dapat mengurangi serapan ion-ion hara karena daya afinitas yang tinggi dari logam berat tersebut pada kompleks pertukaran kation (Kurniansyah,1999).

## **D. Kompos**

### **1. Pengertian**

Pengertian kompos merupakan hasil penguraian dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat oleh populasi berbagai macam mikroorganisme dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab dan aerobik atau anaerob

(Wikipedia). Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) kompos adalah pupuk campuran yang terdiri atas bahan organik (seperti daun dan sekam yang membusuk) dan kotoran hewan.

Kompos merupakan jenis pupuk yang berasal dari hasil akhir penguraian sisa-sisa hewan maupun tumbuhan yang berfungsi sebagai penyuplai unsur hara tanah sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki tanah secara fisik, kimia, maupun biologis (Surtanto, 2002). Secara fisik, kompos mampu menstabilkan agregat tanah, memperbaiki aerasi dan drainase tanah, serta mampu meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Secara kimiawi, kompos dapat meningkatkan unsur hara tanah makro maupun mikro dan meningkatkan efisiensi pengambilan unsur hara tanah. Sedangkan secara biologis, kompos dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang mampu melepaskan hara bagi tanaman.

Menurut Indriani (2011), pengomposan dari beberapa macam bahan organik dapat mempercepat laju dekomposisi kompos serta menambah kandungan unsur hara dari kompos yang dihasilkan. Pengomposan bahan organik yang berasal dari limbah tanaman dapat berlangsung lebih cepat apabila ditambahkan dengan kotoran hewan. Beberapa limbah tanaman, seperti sekam memiliki kandungan karbon, selulosa, serta lignin yang tinggi sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk didekomposisi.

Pengomposan bertujuan untuk mengaktifkan kegiatan mikroba agar mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Selain itu, pengomposan juga digunakan untuk menurunkan nisbah C/N bahan organik agar menjadi sama dengan nisbah C/N tanah (10-12) sehingga dapat diserap dengan mudah oleh tanaman. Agar proses pengomposan berlangsung optimum, maka kondisi saat proses harus dikontrol. Kualitas kompos ditentukan oleh tingkat kematangan kompos seperti warna, tekstur, bau, suhu, pH, serta kualitas bahan organik kompos. Bahan organik yang tidak terdekomposisi secara sempurna akan menimbulkan efek yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Penambahan kompos yang belum matang ke dalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan penyerapan bahan *nutrient* antara tanaman dan mikroorganisme tanah. Menurut Surtanto (2002), keadaan tersebut dapat mengakibatkan terganggunya

pertumbuhan tanaman. Kompos yang berkualitas baik secara visual dicirikan dengan warna yang cokelat kehitaman menyerupai tanah, bertestur remah, dan tidak menimbulkan bau busuk.

Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambahkan kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum dimiliki kompos antara lain : (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal, (2) menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas, dan (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah berikut ini diuraikan fungsi kompos dalam memperbaiki kualitas kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah :

a. Sifat fisik kompos

Kompos memperbaiki struktur tanah yang semula padat menjadi gembur sehingga mempermudah pengolahan tanah. Tanah berpasir menjadi lebih kompak dan tanah lempung menjadi lebih gembur. Penyebab kompak dan gemburnya tanah ini adalah senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai serta miselium atau hifa yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah dengan struktur tanah yang baik ini berarti difusi O<sub>2</sub> atau aerasi akan lebih banyak sehingga proses fisiologis di akar akan lancar. Kadar bahan organik yang tinggi di dalam tanah memberikan warna yang gelap (warna humus coklat kehitaman), sehingga penyerapan energi sinar matahari lebih banyak dan fluktuasi suhu di dalam tanah dapat dihindarkan.

b. Sifat kimia kompos

Kompos merupakan sumber hara makro dan mikromineral secara lengkap meskipun dalam jumlah yang relatif kecil (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, B, Mo dan Si). Dalam jangka panjang pemberian kompos dapat memperbaiki pH dan meningkatkan hasil tanaman pertanian pada tanah-tanah masam. Pada tanah-tanah yang kandungan P-tersedia rendah, bentuk fosfat organik mempunyai peranan penting dalam penyediaan hara tanah karena hampir

sebagian besar P yang diperlukan tanah terdapat pada senyawa P-organik. Sebagian besar P-organik dalam organ tanaman terdapat sebagai *fitin*, *fosfolipid*, dan *asam nukleat*. Kedua yang terakhir hanya terdapat sedikit karena dalam bahan organik tanah karena senyawa tersebut mudah digunakan oleh jasad renik tanah. Turunan senyawa-senyawa tersebut sangat penting dalam tanah (karena kemampuannya membentuk senyawa dengan *kation polivalen*), terdapat dalam jumlah relatif tinggi, tetapi yang dekomposisinya lambat ialah *inositol*.

c. Sifat biologis kompos

Kompos banyak mengandung mikroorganisme (fungi, aktinomisetes, bakteri, dan alga). Dengan ditambahkan kompos ke dalam tanah tidak hanya jutaan mikroorganisme yang ditambahkan, akan tetapi mikroorganisme yang ada dalam tanah juga terpacu untuk berkembang. Gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan mikroorganisme tanah akan dipergunakan untuk fotosintesis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih cepat. Aktifitas berbagai mikroorganisme di dalam kompos menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan, misalnya auksin, giberelin, dan sitokinin yang memacu pertumbuhan dan perkembangan akar-akar rambut sehingga daerah pencarian makan lebih luas

## 2. Sumber Bahan Kompos

Bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber kompos yang berasal dari limbah/hasil pertanian dan non-pertanian (limbah kota dan limbah industri) (Kurnia *et al*, 2001). Dari hasil pertanian antara lain berupa sisa tanaman (sekam dan brangkas), sisa hasil pertanian (sekam padi, kulit kacang tanah, ampas tebu dan belotong), pupuk kandang (kotoran sapi, kerbau, ayam, itik, dan kuda) dan pupuk hijau.



a. Sekam Padi

Sekam adalah hasil sampingan dari usaha pertanian berupa tangkai dan batang tanaman serealia yang telah kering, setelah biji-bijinya dipisahkan. Menurut Ekawati (2003), Sekam padi memiliki kandungan hara yang berguna untuk meningkatkan kesuburan tanah. Kandungan hara yang terkandung dalam sekam padi disajikan pada **Tabel 4**

**Tabel 4** Komposisi Hara Sekam Padi

No	Parameter	Kadar
1	Selulosa (%)	36,65
2	Lignin (%)	6,55
3	pH	6,98
4	Kadar C-organik (%)	41,30
5	Kadar N (%)	1,02
6	Rasio C/N	40,49

**Sumber :** Ekawati (2003)

Sekam memiliki rasio C/N tinggi selain itu sekam padi juga memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi sehingga sulit didekomposisi oleh mikroorganisme. Maka dari itu, diperlukan suatu dekomposer yang mempunyai aktivitas selulolitik tinggi dengan dikeluarkannya *enzim selulose*. Penambahan sekam yang sudah diolah menjadi kompos secara konsisten dalam jangka waktu panjang dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah.

Selain itu sekam padi merupakan adsorben alami. Adsorben sering digunakan dalam proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penempelan molekul-molekul tertentu pada suatu permukaan (adsorbat). Sedangkan, adsorben merupakan suatu padatan yang digunakan dalam proses adsorpsi untuk menyerap molekul adsorbat (Kamal, 2009). Mengenai peran sekam padi sebagai adsorben alami telah banyak dibuat *paper/jurnal ilmiah* yang membahas mengenai ini. Pemanfaatan sekam padi sebagai salah satu adsorben alami karena secara komposisi kimia, sekam padi memiliki kadar karbon (arang) sebesar 1,33% dan *silica* 16,98% (Junaedi, 2015). Dia juga menambahkan bahwa arang sekam padi mampu menyerap ion logam berat jenis timbal (Pb) selama 120 menit dengan nilai efisiensi mencapai nilai 34,01%. Selain timbal,

arang sekam padi juga dapat menghilangkan ion nikel (Ni) dan juga besi (Zn) dalam perairan (Taha et al, 2014)

b. Kotoran kambing

Kotoran kambing ialah kotoran yang dihasilkan oleh kambing yang memiliki bentuk dan bau yang khas. Kotoran kambing bisa saja disebut *inthil*. Kotoran kambing ini juga biasa digunakan sebagai pupuk organik dalam pertanian yang dapat dipakai untuk bertani dan mengolah lahan. Karakteristik pupuk organik kotoran kambing (*inthil*) berbentuk butiran-butiran kecil, tingkat kadar air yang rendah merupakan faktor yang penting dalam hal mudah dalam pengolahan dan kualitas pupuk lebih baik dibanding dengan ternak yang lain, seperti sapi maupun kerbau.

Kotoran kambing mengandung bahan organik yang dapat menyediakan zat hara bagi tanaman melalui proses penguraian. Proses ini terjadi secara bertahap dengan melepaskan bahan organik yang sederhana untuk tanaman. Feses kambing mengandung sedikit air sehingga mudah terurai. Kadar hara pupuk kandang kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk kandang yang lain. Menurut Bayu (2011), kotoran kambing mempunyai kadar hara N lebih tinggi dari kotoran hewan yang lain yaitu 2,43%. Nitrogen yang tinggi ini bisa digunakan dalam menjaga kesuburan tanah.

Pupuk kotoran kambing mengandung nilai rasio C/N sebesar 21,12% (Cahaya dan Nugroho, 2009). Selain itu, kadar hara kotoran kambing mengandung N sebesar 1,41%, kandungan P sebesar 0,54%, dan kandungan K sebesar 0,75% (Hartatik, 2006). Pengomposan membutuhkan rasio C/N dan kadar hara untuk aktivitas mikroorganisme. Kandungan pada kotoran kambing menunjukkan bahwa bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Penambahan kotoran kambing merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan kompos.

### 3. Jenis-Jenis Kompos

Pengelompokan jenis-jenis pupuk kompos bisa dilihat dari tiga aspek. Pertama, dilihat dari proses pembuatannya, yaitu ada kompos aerob dan anaerob. Kedua, dilihat dari dekomposernya, yaitu ada kompos yang menggunakan mikroorganisme ada juga yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Ketiga, dilihat dari bentuknya ada yang berbentuk cair dan ada juga yang berbentuk padat. Berikut ini beberapa contoh dari jenis-jenis pupuk kompos yang umum dipakai:

a. Pupuk kompos aerob

Pupuk kompos aerob dibuat melalui proses biokimia yang melibatkan oksigen. Bahan baku utama pembuatan pupuk kompos aerob adalah sisa tanaman, kotoran hewan atau campuran keduanya. Proses pembuatannya memakan waktu 40-50 hari

b. Pupuk bokashi

Pupuk bokashi merupakan salah satu tipe pupuk kompos anaerob yang paling terkenal. Ciri khas pupuk bokashi terletak pada jenis inokulan yang digunakan sebagai starternya, efektifitas mikroorganisme (EM<sub>4</sub>). Inokulan ini terdiri dari campuran berbagai macam mikroorganisme pilihan yang biasa mendekomposisi bahan organik dengan cepat dan efektif.

c. Vermikompos

Vermikompos merupakan salah satu produk kompos yang memanfaatkan makroorganisme sebagai pengurai. Makroorganisme yang digunakan adalah cacing tanah dari jenis *lubricus* atau jenis lainnya. Vermikompos dibuat dengan cara memberikan bahan organik sebagai pakan kepada cacing tanah. Kotoran yang dihasilkan cacing tanah inilah yang dinamakan vermikompos. Jenis organisme lain yang bisa digunakan untuk pembuatan kompos adalah belatung (*maggot black soldier fly*).

d. Pupuk organik cair

Pupuk organik cair merupakan pupuk kompos yang dibuat dengan cara pengomposan basah. Prosesnya bisa berlangsung aerob maupun anaerob.

Pupuk organik cair dibuat karena lebih mudah diserap oleh tanaman. Dari beberapa praktek, pupuk organik cair lebih efektif diberikan pada daun dibandingkan pada akar (kecuali pada sistem hidroponik). Penyemprotan pupuk organik cair pada daun harus menggunakan takaran atau dosis yang tepat. Pemberian dosis yang berlebihan akan menyebabkan kalayuan daun dengan cepat.

#### **4. Manfaat Penggunaan Kompos**

Tanaman yang dipupuk dengan pupuk organik (pupuk kompos) cenderung memiliki kualitas yang baik bila dibandingkan dengan tanaman yang dipupuk dengan pupuk an-organik. Pupuk kompos memiliki banyak manfaat bila ditinjau dari beberapa aspek, diantaranya:

- a. Aspek ekonomi
  - 1) Dapat menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah
  - 2) Mengurangi ukuran dan volume limbah
  - 3) Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya
- b. Aspek lingkungan
  - 1) Mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah
  - 2) Mengurangi kebutuhan tanah untuk penimbunan
- c. Aspek bagi tanaman
  - 1) Meningkatkan kesuburan tanah
  - 2) Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah
  - 3) Meningkatkan kapasitas serap air tanah
  - 4) Meningkatkan aktivitas mikroba tanah
  - 5) Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen )
  - 6) Meningkatkan kemampuan tanah menyerap nutrisi
  - 7) Memperbaiki aerasi tanah
  - 8) Sumber unsur hara tanaman yang lengkap
  - 9) Sumber energi dan media hidup mikroorganisme tanah
  - 10) Memperbaiki warna tanah

## E. Fitoremediasi

### 1. Pengertian

Fitoremediasi adalah teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (*hiperakumulator plant*). Terdapat beberapa keunggulan dari karakteristik tanaman hiperakumulator yaitu, mampu menyerap lebih dari 10.000 ppm Mn, Zn, Ni, Se, dan menyerap lebih dari 100 ppm untuk Cd, Cr, Pb dan Co.

Fitoremediasi merupakan salah satu metode remediasi dengan mengandalkan peran tumbuhan, untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan mengimobilisasi bahan pencemar logam berat atau polutan. Tanaman mempunyai toleransi terhadap logam berat yang bersifat esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan (Hardiani, 2009).

Fitoremediasi memiliki kegunaan untuk membersihkan logam, pestisida, pelarut minyak mentah dan limbah cair yang diperoleh dari tempat penampungan sampah. Fitoremediasi dilakukan secara langsung pada tanaman hidup yang berguna untuk mendegradasi dan meremediasi tanah, lumpur, sedimen dan perairan yang mengalami pencemaran lingkungan. Tanaman memiliki dua cara untuk menyerap ion ke dalam akar tanaman yaitu aliran massa dan difusi. Proses pertama dari fitoremediasi adalah adanya interaksi *rizoferik* pada zona perakaran yang merubah unsur-unsur di dalam tanah dari bentuk yang tidak dapat diserap menjadi bentuk yang dapat diserap tanaman.

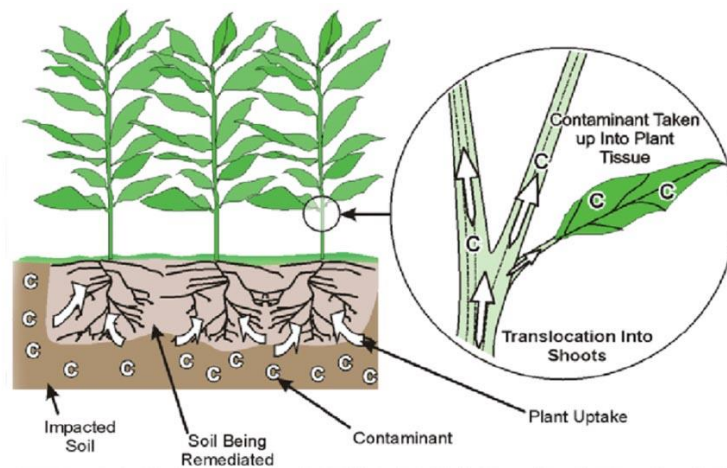
Menurut Hayati (2010), semua tanaman memiliki kemampuan menyerap logam yang bervariasi. Logam berat akan diserap tanaman dan ditranslokasi ke tajuk untuk kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen. Logam yang ditranslokasikan di dalam tubuh tumbuhan melalui jaringan pengangkut kemudian didetoksifikasi yaitu dengan melokalisasi logam pada jaringan dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar, trikoma, dan lateks. Polutan hasil fitoremediasi yang dilepaskan oleh tanaman ke udara, dapat

berbentuk seperti senyawa awal polutan atau dirubah menjadi senyawa yang berbeda.

## 2. Mekanisme Fitoremediasi

Proses dalam fitoremediasi ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/pencemar yang berada disekitarnya.

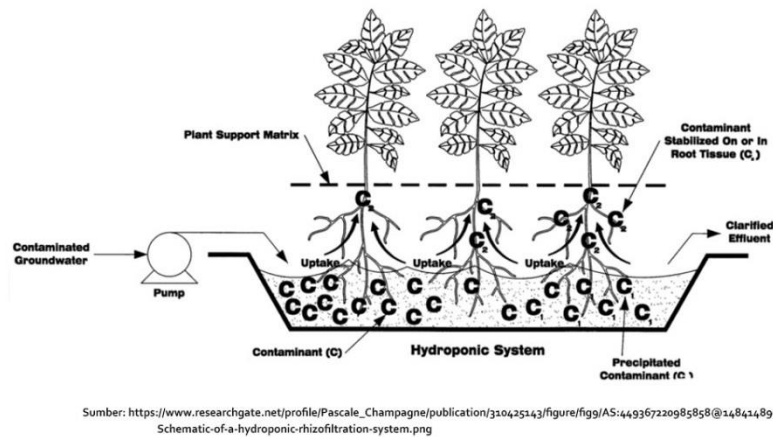
- a. *Phytoaccumulator*, yaitu merupakan proses tumbuhan/tanaman dalam menarik zat kontaminan dalam tanah dan diakumulasikan disekitar akar tumbuhan. Proses ini disebut *hyperaccumulation*. Akar tanaman menyerap limbah logam dari tanah dan mentranslokasinya ke bagian tanaman yang berada diatas tanah batang, dan daun tanaman. Setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda untuk menyerap dan bertahan dalam berbagai limbah logam.



**Gambar 1.** Proses *Phytoaccumulator* pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)

- b. *Rhizofiltration*, yaitu proses adsorpsi/ pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar tersebut sehingga membentuk suatu lapisan tipis atau film pada permukaannya. Di lapangan, aplikasi *rhizofiltration* dapat dilakukan langsung dengan cara menanam tanaman fitoremediasi di atas permukaan badan air tercemar, atau dengan cara air yang tercemar disalurkan

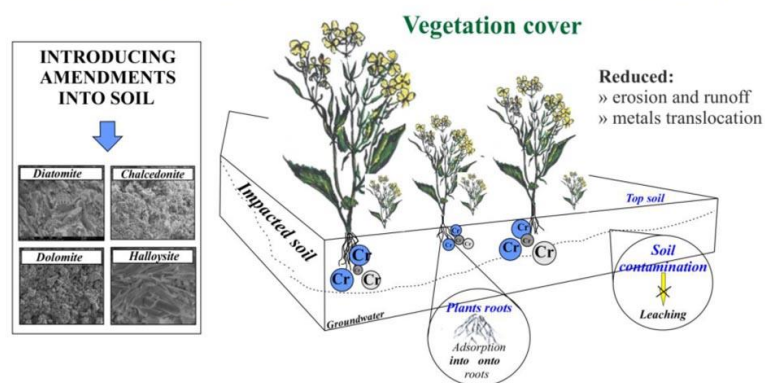
ke sebuah media rumah kaca dimana tanaman fitoremediasi dapat tumbuh dengan optimal.



**Gambar 2.** Proses *Rhizofiltration* pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)

- c. *Phytostabilization*, yaitu proses penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar tanaman yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media tercemar. Di lapangan, mekanisme *phytostabilization* umumnya digunakan pada daerah yang telah memetakan bagi tanaman karena tingginya tingkat kontaminan logam seperti di area reklamasi, karena tumbuhan fitoremediasi berperan untuk mengoptimalkan tanah yang tercemar menjadi tanah yang siap ditanami oleh tanaman reklamasi.

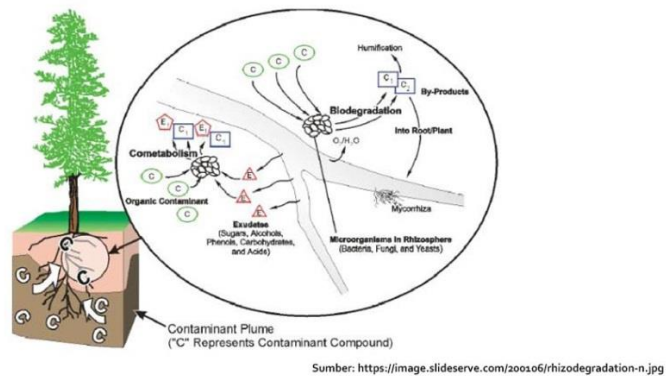
### CONCEPT OF AIDED PHYTOSTABILIZATION



**Gambar 3.** Proses *Phytostabilization* pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)

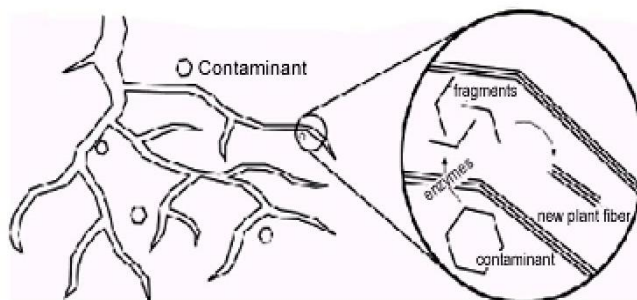
- d. *Rhizodegradation*, mekanisme ini disebut juga dengan *enhanced rhizosphere biodegradation or plant-assisted bioremediation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya, ragi, fungi dan bakteri

### Rhizodegradation



**Gambar 4.** Proses *Rhizodegradation* Pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)

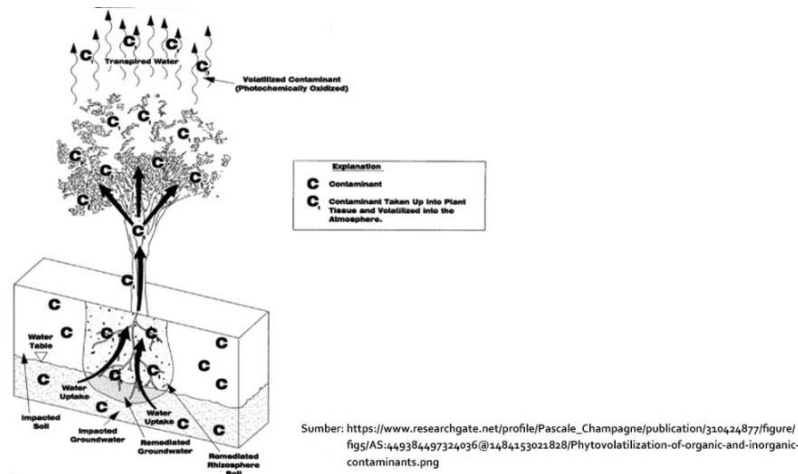
- e. *Phytodegradation*, yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan bantuan enzim. Hasil rombakan zat kontaminan tersebut tersusun atas molekul yang lebih sederhana dan dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Adapun enzim yang bekerja pada proses ini diantaranya *nitrodictase*, *laccase*, *dehalognase* dan *nitrilase*, proses ini dapat berlangsung di seluruh bagian tumbuhan baik itu pada daun, batang dan akar atau diluar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.



**Gambar 5.** Proses *Phytodegradation* pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)



- f. *Phytovolization*, merupakan suatu proses yang dimana zat tercemar yang terserap oleh tanaman fitoremediasi akan dirombak oleh tanaman tersebut dan menghasilkan zat lain yang tidak berbahaya, hasil rombakan tersebut akan tertranspirasi kemudian menguap ke atmosfer.



**Gambar 6.** Proses *Phytovolation* pada Tumbuhan (Dwiana, 2015)

Menurut Sarwoko Mangkoediharjo & Ganjar Samudro (2010), mekanisme fitoremediasi terbagi atas fitoproses dalam media tumbuh dan fitoproses dalam tumbuhan.

a. Fitoproses dalam media tumbuh

Tiga fitoproses berikut ini berlangsung dalam tanah pada zona akar tumbuhan:

- 1) Fitostabilisasi : proses immobilisasi kontaminan dalam tanah. naiknya kontaminan dalam tanah disebabkan terbawa aliran air tanah dan juga disebabkan karena proses transpirasi tumbuhan. Proses naiknya kontaminan ke zona akar menghasilkan kontaminan terakumulasi (hiper akumulasi) sehingga tidak bergerak (*immobile*) keluar zona akar
- 2) Rizofiltrasi : proses adsorpsi atau presipitasi kontaminan pada akar atau penyerapan ke dalam akar. Proses adsorpsi adalah ikatan ionik, karena itu proses ini terjadi untuk kontaminan yang mempunyai perbedaan muatan ion dengan ion akar.

- 3) Rizodegradasi : penguraian kontaminan dalam tanah oleh aktivitas mikroba. Mikroba hidup dalam zona akar dari pasokan sumber karbon organik dari tumbuhan ( $C_6H_{12}O_6$ ), asam amino, protein, alkohol, vitamin yang dikenal sebagai eksudat akar tumbuhan.
- b. Fitoproses dalam tumbuhan
- Tiga fitoproses berikut berlangsung dalam tumbuhan, sebagai kelanjutan proses di atas:
- 1) Fitoekstraksi : proses penyerapan kontaminan dari medium tumbuhnya. Kontaminan terserap tumbuhan selanjutnya terdistribusi kedalam berbagai organ tumbuhan (translokasi)
  - 2) Fitodegradasi : penguraian kontaminan yang terserap melalui proses metabolik dalam tumbuhan.
  - 3) Fitovolatilasi : proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap tumbuhan

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung (Hardiani, 2009), sebagai berikut :

- a. Penyerapan oleh akar. Agar tanaman dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan disekitar akar (*rizosfer*) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tanaman. Senyawa- senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa-senyawa *hidrofobik* diserap oleh permukaan akar.
- b. Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikut aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (*xylem* dan *floem*) ke bagian tanaman lainnya.
- c. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga logam tidak menghambat metabolisme tanaman. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tanaman mempunyai mekanis mendetoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar.

### 3. Kelebihan dan Kekurangan Fitoremediasi

Pada setiap proses yang dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran pasti terdapat kelebihan dan kekurangan, begitu pula pada proses fitoremediasi. Kelebihan dari proses fitoremediasi, yaitu :

- a. Biaya operasi lebih murah
- b. Tanaman juga dapat digunakan sebagai hiasan
- c. Pencemaran pada tanah bisa berkurang secara alamiah
- d. Tanah juga akan mengalami perbaikan akibat adanya aktivitas akar
- e. Tanah menjadi lebih subur kembali
- f. Tanaman hiperakumulator masuk dalam kriteria tanaman dengan syarat tumbuh yang tidak membutuhkan nutrisi tinggi dan tidak rewel.
- g. Tanaman lebih tahan lama dibanding mikroorganisme pada konsentrasi dan kontaminan yang cukup tinggi

Keuntungan lain dari fitoremediasi yaitu dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik, prosesnya dapat dilakukan secara *insitu* dan *eksitu*, mudah diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, teknologi yang ramah lingkungan dan bersifat estetik bagi lingkungan, dapat mereduksi kontaminan dalam jumlah yang besar.

Dampak negatif yang dikhawatirkan adalah terjadinya keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga atau terjadinya akumulasi logam pada predator-predator jika mengkonsumsi tanaman yang telah digunakan dalam proses fitoremediasi. Bagi manusia, termakannya senyawa logam berat dalam konsentrasi tinggi, dapat mengakibatkan gejala keracunan seperti iritasi gastrointestinal akut, rasa logam pada mulut, muntah, sakit perut dan diare (Panjaitan, 2009). Kerugian fitoremediasi ini adalah prosesnya memerlukan waktu lama, bergantung kepada keadaan iklim, dapat menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat pada jaringan dan biomasa tumbuhan, dan dapat mempengaruhi keseimbangan rantai makanan pada ekosistem (Al Khoiriyah, 2015)

## F. Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*)

Di Indonesia, nama *Sansevieria trifasciata* lebih dikenal dengan sebutan lidah mertua (*mother-in-laws tongue*). Ada juga yang menjuluki dengan nama *snake plant* (tanaman ular) mungkin karena corak beberapa jenis tanaman ini mirip dengan corak ular. Tanaman lidah mertua merupakan tanaman hias yang mempunyai keanekaragaman warna dan bentuk daun, serta mudah untuk tumbuh di halaman rumah tanpa banyak perawatan. Tanaman lidah mertua memiliki keunggulan yang jarang ditemukan di tanaman lain, diantaranya sangat resisten terhadap polutan dan bahkan mampu menyerapnya. Hal ini dikarenakan tanaman lidah mertua mengandung bahan *antipregnane glikosid* yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan beberapa senyawa asam amino (Purwanto, 2006).

Tanaman lidah mertua merupakan tumbuhan dengan akar rimpang horizontal berwarna merah kuning dan mempunyai tinggi 0,4-1,8 m. Daun dari tanaman lidah mertua berjumlah 2-6 helai per tanaman, berbentuk garis yang menyempit pada pangkal dengan ujung runcing. Tanaman ini dapat ditemui dari daratan rendah hingga ketinggian 1-1000 meter di atas permukaan laut (Yuni Pratiwi, 2014).

Lidah mertua yang memiliki banyak spesies yang dapat dibedakan dari bentuk, warna, dan motif daun dengan ciri keindahan yang berbeda antara lain *Sansevieria Trifasciata* local (*Sansevieria Trifasciata*), *sanseviera hibrida*, *sansivireria mutase* (*Golden Wendi*), dan *sansevieria trifasciata* daun unik (*Twister Tsunami*) (Julianti, 2003). Tanaman lidah mertua (*Sansevieria Trifasciata*) merupakan tanaman yang dapat mengikat polutan dan logam berbahaya seperti Arsen (As), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Merkuri (Hg), Nikel (Ni), Seng (Zn) Dan Timbal (Pb) (Yunisa dkk, 2017). Menurut Ratmawati dan Fatmasari (2018), efisiensi penyerapan lidah mertua mencapai 70,50% (418 mg/kg). Lidah mertua memiliki kemampuan penyerapan logam Pb melalui *rhizofiltrasi* (Zulkoni Dkk, 2017).

## 1. Taksonomi

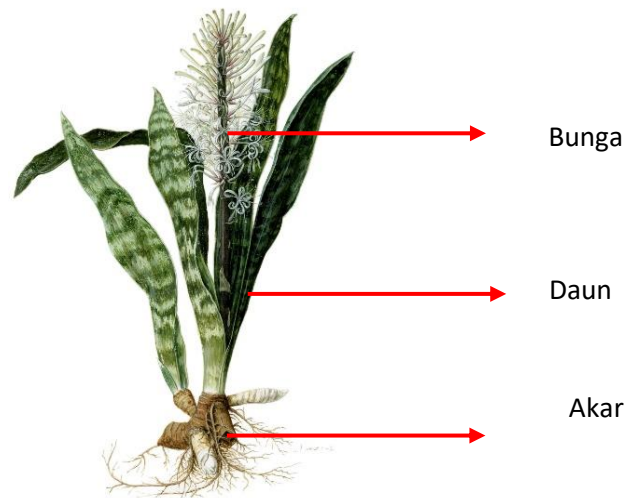
Klasifikasi *Sansevieria Trifasciata* menurut Stover (1983) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermathophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Liliales
Family	: Agavaceae
Genus	: <i>Sansevieria Trifasciata</i>
Spesies	: <i>S. Trifasciata</i>

Sebagian besar tumbuhan *Sansevieria Trifasciata* berasal dari benua Afrika, dan sebagian yang lain berasal dari Asia. *Sansevieria Trifasciata* digolongkan oleh Linnaeus ke dalam genus aloe pada tahun 1753. Di tahun 1763 *Sansevieria trifasciata* disebut “*Cordyline*” oleh Adanson. Pada tahun 1786 diubah namanya menjadi “*Acynta*” dan beberapa tahun kemudian tumbuhan tersebut diberi naman “*Sansevierina*”. Di tahun 1794 Thunberg mengganti pengejaannya menjadi “*Sansevieria trifasciata*”. (Stover,1983)

## 2. Morfologi

Morfologi tanaman lidah mertua keseluruhan organ tubuh tanaman lidah mertua terdiri dari dua kelompok, yaitu organ *vegetative* dan organ *generatif*. Bagian *vegetative* meliputi akar, batang,dan daun, sedangkan bagian *generatif* meliputi rimpang, bunga, dan biji (Novik, 2013). Bagian-bagian pada tanaman lidah mertua



**Gambar 7.** Bagian Tubuh Tanaman Lidah Mertua (*Sarcocorndia*)

Keterangan :

a. Daun

Tanaman lidah mertua mudah dikenal dari daunnya yang tebal dan banyak mengandung air (*fleshy dan succulent*) sehingga dengan struktur daun seperti ini membuat tanaman lidah mertua tahan terhadap kekeringan karena proses penguapan air dan laju transpirasi dapat ditekan. Daun tumbuh di sekeliling batang semu di atas permukaan tanah. Bentuk daun panjang dan meruncing pada bagian ujungnya serta tulang daun sejajar.

b. Akar

Akar Sebagaimana tanaman monokotil lainnya, akar tanaman lidah mertua berupa akar serabut atau juga disebut *wild root* (akar liar). Semua akar tumbuhan dari pangkal batang dan berbentuk serabut. Akar yang sehat berwarna putih dan tampak berisi (gemuk), sedangkan akar yang sakit berwarna coklat.

c. Bunga

Bunga tanaman lidah mertua, tumbuh tegak dari pangkal batang. Bunga lidah mertua termasuk bunga berumah dua, putih dan serbuk sari tidak berada dalam satu kuntuk bunga,. Bunga yang memiliki putik disebut bunga betina, sedangkan yang memiliki serbuk sari disebut bunga jantan. Bunga ini mengeluarkan aroma wangi, terutama pada malam hari.(Tjitrosopomo,1998)

#### d. Biji

Biji dihasilkan dari pembuahan serbuk sari pada kepala putik. Biji memiliki peran penting dalam perkembangbiakan tanaman. Biji tanaman lidah mertua berkeping tunggal seperti pertumbuhan monokotil lainnya. Bagian paling luar dari biji berupa kulit tebal yang berfungsi sebagai lapisan pelindung, disebelah dalam kulit terdapat embrio yang merupakan bakal calon tanaman (Anonim,2011).

### 3. Kelebihan dan Kekurangan Tanaman Lidah Mertua

Beberapa manfaat tanaman lidah mertua adalah sebagai tanaman hias di dalam ruangan (*indoor*) dan pekarangan (*outdoor*), sebagai tanaman obat yang telah teruji secara klinis berefek positif terhadap penyakit diabetes dan ambien. Beberapa tanaman lidah mertua dapat diambil seratnya untuk bahan baku tekstil terutama di negara China dan New Zaeland. Di Afrika getah digunakan sebagai anti racun ular dan serangga. Tanaman lidah mertua dapat membersihkan polutan dari udara. Berdasarkan penelitian NASA (Badan Antariksa Amerika Serikat), tanaman lidah mertua dapat menyerap 107 jenis polutan termasuk di antaranya nikotin dari tembakau, karbonmonoksida, sampai dioksin-zat maha beracun hasil pembakaran plastik atau naftalena (Syariefa,2013).

Hal itu dikarenakan di dalam tiap helai daun tanaman lidah mertua mengandung bahan aktif *pregnane glikosid* yaitu zat yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan beberapa senyawa asam amino. lidah mertua memiliki kandungan beberapa antioksidan seperti tanin, saponin, flavonoid dan alkalois. Kandungan kimis yang berasal di tanaman lidah mertua yaitu *ruscogenin*, serat, hemiselulosa, sanseverigenin, pregnane glikolid, saponin dan tanin Beberapa senyawa beracun yang bisa diuraikan oleh tanaman ini diantaranya *kloroform, benzene, xilen, folmaldehid, dan triklorotilen*. *Kloroform* adalah senyawa beracun yang menyerang sistem saraf manusia, jantung, hati, paru-paru, dan ginjal melalui sistem pernapasan dan sirkulasi darah (Syariefa, 2013 dalam Whika Febria Dkk, 2014).

Tanaman lidah mertua memiliki keunggulan yaitu resisten terhadap polutan. Polutan yang dapat diikat oleh tanaman lidah mertua pada logam berat seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Kholoform, Kromium (Cr) dan benzenen. Tanaman lidah mertua memiliki kemampuan untuk menyerap racun berguna dalam penghijauan lingkungan. Tanaman ini dimanfaatkan untuk menyerap racun asap buangan kendaraan dari knalpot. Sementara itu sebagai tanaman hias, tanaman lidah mertua bisa menangani *sick building syndrome*, yaitu keadaan ruangan yang tidak sehat akibat tingginya konsentrasi gas karbondioksida, zat nikotin dari asap rokok, dan penggunaan AC dalam ruangan. (Purwanto, 2006)

Tanaman ini mampu mengakumulasi polutan logam berat karena mengandung senyawa-senyawa kimia seperti  $\beta$ -sitosteril (Gonzalez Dkk, 1972), steroidal saponim (Said Dkk, 2015) dan memiliki gugus *sulfidril* (-SH) serta gugus karbonil (-CO) yang berpotensi untuk mengikat logam berat. Tanaman ini dapat tumbuh dalam kondisi dengan sedikit air dan cahaya matahari sehingga cocok dengan iklim tropis. Daun tumbuhan ini tebal dan banyak mengandung air (sukulen) sehingga sangat tahan kekeringan. Keistimewaan lidah mertua adalah memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungannya. Kelebihan lainnya yaitu tanaman lidah mertua termasuk tanaman yang sangat mudah perbanyakannya. Perbanyakkan tanaman dapat dilakukan secara *generatif* dengan biji ataupun secara *vegetative* dengan setek, pemisahan anakan, cabut pucuk, dan kultur jaringan (*cloning*). Sedangkan kekurangan dari tanaman ini yaitu waktu pertumbuhannya relatif lambat. (Purwanto,2006)

Tumbuhan lidah mertua memiliki kemampuan untuk menahan substansi toksik yang dilakukan dengan cara biokimia dan fisiologi yang mana dapat menahan substansi *non-nutritif* organik yang dapat dilakukan pada bagian permukaan akar. Bahan tercemar pada logam berat tersebut akan dilakukan metabolisme melalui jumlah proses yang termasuk reaksi oksidasi, reduksi dan *hidrolisa enzimatis*. Adanya kemampuan tanaman lidah mertua dapat mengikat logam berat maka tanaman ini dapat dijadikan sebagai fitoremediasi

Mekanisme penyerapan logam berat oleh tanaman lidah mertua dapat dilakukan dengan melakukan penyerapan dan akumulasi. Mekanisme tersebut



dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu dengan penyerapan logam melalui akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lainnya dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu yang bertujuan untuk menjaga tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. Tumbuhan yang dapat menyerap logam maka akan dilakukan apabila logam tersebut harus dibawa ke dalam larutan yang berada di sekitar akar (*rizosfer*) yang dilakukan dengan beberapa cara tergantung pada spesies tumbuhan. Mekanisme selanjutnya yaitu logam dibawa masuk ke dalam *xilem* dan *floem* menuju ke bagian tumbuhan lainnya (Nurhayati, 2018)

## G. Jurnal Yang Terkait Penelitian

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
1	Rhenny Ratnawati dan Risna Dwi Fatmasari	2018	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansevieria trifasciata</i> Trifasciata) Dan Jengger Ayam (Elosia Plumosa)	Konsentrasi Pb akhir pada tanah dan nilai efektifitas penyisihan pada reaktor lidah mertua ( <i>sansevieria trifasciata</i> trifasciata) kontrol, 200 mg/Kg, 500 mg/Kg secara berturut-turut adalah 30 mg/Kg (68,42%), 60 mg/Kg (79,38%): dan 112 mg/Kg (81,08%). Sementara pada reaktor jengger ayam konsentrasi Pb akhir secara berturut-turut adalah 59 mg/Kg (37,89%), 115 mg/Kg(60,48%) dan 239 mg/Kg(59,63). Penyebaran konsentrasi Pb akhir pada reaktor lidah mertua pada konsnetrasi 500 mg/Kg tertinggi dalam akar dan daun dengan nilai 246 mg/Kg dan 172 mg/Kg.	Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 3 No. 2. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sipil, Universitas PGRI Adi Buana
2	Anthony Setyawan dan Yayok Surya. P	2016	Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua (Sanseviera Trifasciata) Untuk Absorpsi Tembaga (Cu) Industri Peleburan Tembaga	Logam berat CuSO4 yang diberikan kedalam media tanam memberikan pengaruh terhadap perubahan fisik tanaman. Nilai presentase efektifitas penyerapan tanaman lidah mertua ( <i>sansevieria trifasciata</i> trifasciata) yaitu sebesar 30,3% untuk 1000 ppm, 33,4% untuk 800 ppm, 38,7% untuk 600 ppm, 57,3% untuk 400 ppm, dan 35,4% untuk 200 ppm.	Jurnal Envirotek Vol.9 No. 1. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
3	Alfia Patandungan, Syamsidar HS, dan Aisyah	2014	Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (Vetiver Zizanioides) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar	Sampal tanah tercemar logam Cd yang digunakan bersumber dari TPA Tamangapa Makassar dengan menggunakan kompos sebagai stimulan untuk mengetahui daya serap dari tanaman akar wangi (vetiver zizanioides). Perbandingan tanah tercemar (TT) dan kompos (K) dengan beberapa perbandingan. Hasil analisa terhadap akumulasi logam Cd pada tanaman akar wangi dengan penambahan kompos sebagai stimulan mengalami fluktuasi. Perbandingan 4,5 (TT) : 1,5 (K) mengalami kenaikan hingga minggu ke-3 sebesar 0,048 mg/Kg kemudian mengalami penurunan pada minggu berikutnya sebesar 0,22 mg/Kg. Hal ini karena tanaman dalam keadaan lewat jenuh.	Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Alauiddin Makassar
4	Nini Astuti Alwi, Asmawati dan Syarifuddin Liong	2018	Phytoaccumulation Of Chromium (VI) Metal Ion By Snake Plant ( <i>Sansevieria trifasciata</i> Prain)	The snake plant has no potential as hyperaccumulator plant for Cr (VI) because it is only able to accumulate metal ions Cr (VI) below 1000 ppm. The accumulation of Cr (VI) metal ions in the snake plant was the largest in the third week, which was 6,30 mg/Kg	Indonesia Chimica Acta Vol. 11 No. 2. Department Of Chemistry, Faculty Of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
5	Watimena Nababan, A. Wibowo Nugroho Jati, I. Indah Murwani	2017	Efektivitas Penyerapan Logam Berat Cd Dan Kadmium Oleh Tumbuhan Ketul ( <i>Bidens Pilosa L</i> ), Dengan Penambahan Mikoriza Dan EDTA	Pada umumnya tanaman yang tumbuh pada lahan terkontaminasi masih dapat tumbuh dengan normal, namun laju fisiologi pada tanaman tersebut telah berubah (Sutrisno dan Kuntastyuti, 2013). Kisaran logam Cd sebagai pencemar dalam tanaman adalah 0,2-0,8 ppm (soepardi,1993) dengan batas kritis 10-20µg/gram bahan kering dalam tanaman (pratiwi,2012).	Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta
6	Kusnadi	2016	Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansivieria Sp</i> ) Di Kota Tegal dengan Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	Pada hukum Ismbeer-beer disebutkan jika konsentrasi suatu zat bertambah, maka nilai absorbansi akan bertambah dan sebaliknya jika nilai transmisi akan berkurang. Hasil absorbansi tersebut didapat pada konsentrasi 1,6 ppm. Koefektifitas kolerasi 0,9936 ini menunjukkan garis linier pada rentang kosentrasi akurasi tinggi proses pengggukuran absorbansi larutan seri baku karena memenuhi kriteris penerimaan yaitu > 0,98	PSEJ 1 (1), Prodi Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal, Indonesia
7	Dwiana Inggriani	2015	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansivieria Trifasciata</i> ) Di Tempat Pembuangan Akhir Muara Fajar	Sudarmaji <i>et al</i> (2006) dan Qhy (2013) menyatakan paparan bahan tercemar Pb dapat menyebabkan gangguan pada organ sebagai berikut gangguan neurologi, gangguan terhadap fungsi ginjal, gangguan terhadap sistem reproduksi, gangguan terhadap sistem hemopotik, gangguan terhadap sistem syaraf.	Skripsi Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Riau, Pekanbaru

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
8	Moh. Prayudi T. A	2015	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Cr dengan Tumbuhan Akar Wangi Pada Media Tanah Berkompos	Tanaman akar wangi mampu memulihkan tanah tercemar oleh logam artifisial atau logam buatan krom dalam media tanam dengan proses fitoremediasi dengan di tandakan pada persentase serapan yang terjadi selama 5 minggu pada tanamana. Akumulasi logam krom pada media media tanam kompos 60% : 40% tanah tertinggi mencapai 64,83% dengan jumlah tanaman 9, sedangkan pada media tanam kompos 40% : 60% tanah mencapai 66,14% dengan jumlah tanamn 9. Hal ini dapat disebabkan karena adanya proses eksudat akar. Penambahan kompos sangat berpengaruh terhadap proses penurunan logam krom pada media tanam, dengan penggunaan komposisi kompos 40% : 60% tanah lebih dapat menurunkan logam berat krom dibandingkan dengan komposisi kompos 60% : 40%.	Skripsi Program Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin
9	Ayu Ika Pratiwi	2016	Fitoakumulasi Ion Logam Tembaga (II) Oleh Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansevieria trifasciata Trifasciata Prain</i> )	Tanaman lidah mertua tidak berpotensi sebagai tanaman hiperakumulator terhadap logam Cu, akumulasi ion logam Cu (II) pada tanaman lidah mertua tersebar pada minggu kedua dan pada konsentrasi 400 ppm sebesar 256,274 mg/Kg berat kering. Jenis mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman lidah mertua yaitu rhizofitrasi	Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
10	Meyranda Yusuf	2015	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd dengan Menggunakan Tanaman Lidah Mertua ( <i>Sansevieria trifasciata Trifasciata</i> )	Kemampuan tanaman lidah mertua ( <i>sansevieria trifasciata trifasciata</i> ) dalam mengurangi kandungan timbal (Pb) yang terkandung dalam tanah berdasarkan konsentrasi adalah Pb kontrol = -0,49%, Pb 200 ppm = 33,87% dan Pb 400 ppm = 56,63%. Pengurangan konsentrasi kadmium (Cd) yang terkandung dalam tanah berdasarkan konsnetrasi adalah Cd kontrol == -0,31%, Cd 40 ppm = 37,72% dan Cd 60 = 44,01%	Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Univeristas Hasanuddin
11	Sandra Sukmaning Adji, Deetje Sunarsih dan Sri Hamda	2008	Pencemaran Logam Berat Dalam Tanah dan Tanaman Serta Upaya Mengurangnya	Upaya mengurangi kandungan logam berat dalam tanah dengan remediasi secara biologi yaitu menggunakan tanaman bioakumulator mampu menjerap dan mengakumulasikan logam berat di dalam jaringan tanaman. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa beberapa vegetasi mampu menurunkan kandungan logam berat tersedia dalam tanah serta mengakumulasi logam berat dalam jaringan tanaman.	Disajikan Dalam Seminar Nasional Kimia XVII Di FMIPA UGM , Yogyakarta
12	Dede Haryanti Dkk	2013	Potensi Beberapa Jenis Tanaman Hias Sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Dalam Tanah	Kemampuan tanaman hias menunjukkan bahwa kemampuasn tanaman hias dalam menyerap logam Pb berbeda dan tergantung dengan jenis tanaman. Tanaman Hanjuang ( <i>Cordyline frucosa</i> ) mempunyai kemampuan menyerap logam Pb yang lebih tinggi dengan nilai 2,36 mg/Kg/hari, diikuti oleh tanaman sambang sambang dara ( <i>excoecaria cochinesis</i> ) dengan nilai 1,70 mg/Kg/hari. Tanamn yang paling menyerap logam Pb adalah tanaman lidah mertua ( <i>sansevieria trifasciata trifasciata</i> ) dengan nilai konsentrasi logam Pb yaitu 0,65	Jurnal Penelitian Sains Vol. 16 No 2

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
13	Benny Hidayat	2015	Remediasi Tanah Tercemar Berat dengan Menggunakan Biochar	Tanah secara alamiah mengandung logam berat, sebagian logam berat tersebut berperan dalam proses fisiologis tanaman seperti Fe, Cu, Zn dan Ni, tetapi dengan jumlah yang relatif sangat sedikit, bila berlebih akan memberikan efek toksitas kepada tanaman, tetapi Cd dan Pb sangat beracun dan sampai saat ini belum diketahui peranannya bagi tanaman, kedua unsur ini merupakan pencemar kimia utama dalam lingkungan dan sangat beracun bagi tumbuhan hewan dan manusia (Mangel and Kirkbly,1987)	Jurnal Pertanian Tropik Vol. 1 No. 1. Departemen Agroteknologi Fakultas Pertanian USU Medan
14	Ishak Juarsah Dkk		Gangguan Terhadap Tanah dan Optimalisasi Kualitas Hasil Pertanian	Logam Berat dan Produksi Hasil Menurut baku mutu tanah besarnya kadar maksimum logam berat Pb dalam tanah untuk penggunaan pertanian adalah 150 ppm. Pb berpengaruh nyata terhadap penurunan pertumbuhan tanaman, terutama pada konsentrasi Pb . 150 ppm sudah terlihat gangguan terhadap proses tumbuh tanaman	Jurnal Balai Penelitian Tanah
15	Charlena / 2004		Pencemaran Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Sayur-Sayuran.	Logam berat memasuki lingkungan tanah melalui penggunaan bahan kimia yang berlangsung mengenai, penimbunan debu, hujan atau pengendapan, pengikisan tanah dan limbah buangan. Interaksi logam berat dan lingkungan tanah dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu proses sorpsi atau desorpsi, difusi pencucian dan degradasi. Besarnya penyerapan logam berat dalam tanah dipengaruhi oleh sifat bahan kimia, kepekatan bahan kimia dalam tanah dipengaruhi oleh sifat bahan kimia, kepekatan bahan kimia dalam tanah	Falsafah Sain, Program Pascasarjana, Institusi Pertanian Bogor

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
16	Reskianingsih Sampe Buntu	2020	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dengan <i>Vetiveria Zizanioides</i> Pada Media Tanah Berkompos	Semua reaktor dengan variasi perlakuan yang berbeda memiliki kemampuan untuk menyisihkan kontaminan logam Pb dan Cd pada tanah tercemar. Perlakuan terbaik logam Pb diperlihatkan oleh variasi perlakuan M2T3 dengan efektifitas penyisihan sebesar 55,74% sedangkan perlakuan terbaik logam Cd diperlihatkan oleh variasi perlakuan M1K3 dengan efektifitas penyisihan sebesar 57,21%. Perlakuan media tanam dengan perbandingan kompos 70% : 30% tanah pada logam Pb memiliki tingkat penyisihan logam yang tinggi dibandingkan dengan komposisi kompos 30% : 70% tanah sedangkan pada logam Cd media tanam tertinggi ditunjukkan oleh perbandingan kompos 30 % : 70% tanah dibandingkan dengan komposisi tanah 70% : 30% tanah. Perbandingan konsentrasi logam mengalami penurunan setiap minggunya sehingga menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak yang digunakan maka penyisihan logam juga akan semakin meningkat.	Skripsi Department Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
17	Juhriah, Sri Suhadiyah Dan Reski Mandasari	2017	Respon Pertumbuhan Tanaman Jenger Ayam Merah <i>Celosia Plumose</i> (Voss) Burv Pada Tanah Tercemar logam Berat Kadmium	Kadmium (Cd) merupakan logam berat pencemar lingkungan yang dapat menyebabkan klorosis, nekrosis, layu serta gangguan fotosintesis & transpirasi sehingga menghambat pertumbuhan. Kadmium dapat terakumulasi dalam kadar yang tinggi pada bagian tanaman dapat dikonsumsi, sehingga lebih beresiko bagi kesehatan manusia. (Sudadi dkk, 2008)	Jurnal ilmu alam dan lingkungan, department biologi fakultas MIPA univeritas hasanuddin



No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
18	Ana alvia dewi	2019	Pengaruh tanaman lidah mertua (Sansevieria trifasciata) sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Ciplukan (Physalis angulata L)	Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi Pb 10 ppm tidak menghambat pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang akar tanaman ciplukan. Penanaman lidah mertua pada tanaman ciplukan dengan pemberian konsentrasi 0 ppm, 10 ppm dan 30 ppm tidak berpengaruh terhadap hasil tanaman ciplukan. Lidah mertua mampu menyerap logam Pb sebesar 7,52-18,25 ppm sedangkan pada tanaman ciplukan masih dibawah ambang batas 0,5 ppm dengan nilai 0,25-0,49 ppm	Skripsi Program Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember
19	Anthony setyawan dan yayok surya. P	2016	Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua (Sansevieria Trifasciata) Untuk Absorpsi Tembaga (Cu) Industri Peleburan Tembaga	Hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui tanaman lidah mertua dapat menurunkan kadar logam berat CuSO4. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kadar dengan penurunan tertinggi terdapat pada hari ke-7 sampai dengan hari ke-21, setelah hari ke-21 yaitu hari ke-28 dan hari ke-35 penurunan kadar mulai berkurang pada konsentrasi 1000 ppm dan 800 ppm. Dan pada konsentrasi 600 ppm, 400 ppm dan 200 ppm konsentrasi penurunan cenderung berhenti. Nilai presentase efektifitas penyerapan tanaman lidah mertua (Sansevieria trifasciata) yaitu sebesar 30,3% untuk 1000 ppm, 33,4% untuk 800 ppm, 38,7% untuk 600 ppm, 57,3% untuk 400 ppm dan 35,4% untuk 200 ppm.	Jurnal Envirotek Vol. 9 No. 1. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
20	Natalina	2017	Pengaruh Variasi Komposisi Serbuk Gergaji, Kotoran Sapi dan Kototra Kambing pada Permbuatan Kompos	Kotoran kambing ialah kotoran yang dihasilkan oleh kambing yang memiliki bentuk dan bau yang khas. Kotoran kambing bisa saja disebut <i>inthil</i> . Kotoran kambing ini juga biasa digunakan sebagai pupuk organik dalam pertanian yang dapat dipaiak untuk bertani dan mengolah lahan.	Jurnal Volume 1 Nomor 2. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Malahayati. Bandar Lampung.
21	Muhammad Trisna Afriadi	2017	Pengaruh Penambahan Pupuk Kotoran Kambing Terhadap Hasil Pengomposan Daun Kering Di TPST UNDP	Pupuk kotoran kambing mengandung nilai rasio C/N sebesar 21,12% (cahaya dan nugroho, 2009). Selain itu, kadar hara kootran kambing mengandung N sebesar 1,41%, kandungan P sebesar 0,54%, dan kandungan K sebesar 0,75% (hartati, 2006). Pengomposan membutuhkan rasio C/N dan kadar hara untuk aktifitas mikroorganisme. Kandungan pada kotoran kambing menunjukkan bahw a bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Penambahan kotoran kambing merupakan fajtor yag harus diperhatikan dalam pembuatan kompos.	Jurnal Teknik. Linkungan, Vol 6, No. 3. Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
22	Husnawati Yahya	2017	Kajian Beberapa Manfaat Sekam Padi Di Bidang Teknologi Lingkungan:Sebagi Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bagi Masyarakat Aceh	Pemanfaatan sekam padi sebagai salahsati adsorben alami karena komposisi kimia, sekam padi memiliki kadar karbon (arang) sebesar 1,33% dan silica 16,98% (Junaedi, 2015).Dia juga menambahkan bahwa arang sekam padi mampu menyerap ion logam berat timbal (Pb) selama 120 menit dengan nilai efisiensi mencapai nilai 34,01%. Selain timbal, arang sekam padi juga dapat menghilangkan ion nikel (Ni) dan juga besi (Zn)	Prosidi Seminar Nasional Biotik. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.