

**STUDI PENGARUH PEMBERIAN CAMPURAN LUMPUR  
LAPINDO SEBAGAI MEDIA TANAM TERHADAP  
KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN PERTUMBUHAN PADA  
SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)**

Oleh :

MUHAMMAD JAROT ERWIYANSYAH

MINAT BUDIDAYA PERTANIAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

**2014**

**STUDI PENGARUH PEMBERIAN CAMPURAN LUMPUR  
LAPINDO SEBAGAI MEDIA TANAM TERHADAP  
KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN PERTUMBUHAN PADA  
SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)**

Oleh :

MUHAMMAD JAROT ERWIYANSYAH  
105040207111030

MINAT BUDIDAYA PERTANIAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
MALANG**

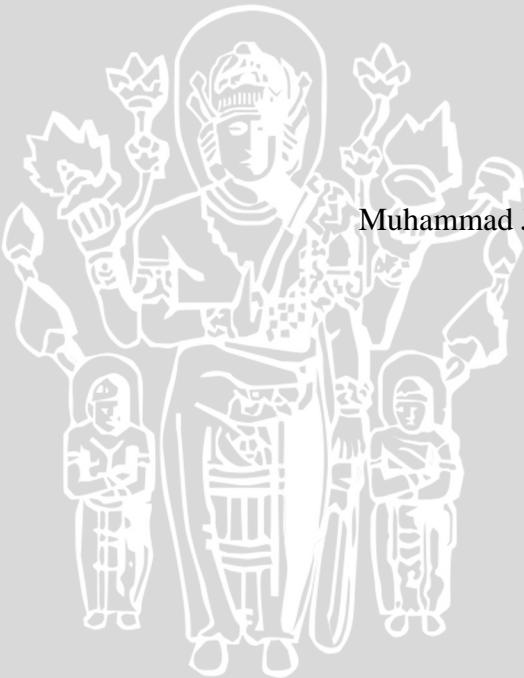
**2014**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi manapun. Dan didalam skripsi ini saya tidak menulis pendapat yang pernah ditulis sebelumnya atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2014

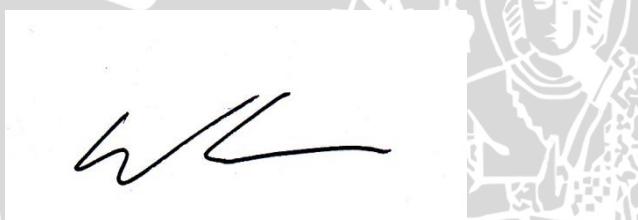
Muhammad Jarot Erwiyansyah



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Studi Pengaruh Pemberian Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Media Tanam Terhadap Kandungan Logam Berat dan Pertumbuhan pada Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*)  
Nama Mahasiswa : Muhammad Jarot Erwiyansyah  
NIM : 105040207111030  
Jurusan : Budidaya Pertanian  
Program Studi : Agroekoteknologi  
Minat : Sumberdaya Lingkungan  
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama



Karuniawan Puji W, SP, MP.,Ph.D

NIP.197308231997021001

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Bambang Guritno

NIP.194506071974121001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan,



Dr. Ir. Nurul Aini, MS  
NIP. 19601012 198601 2 001



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



**Prof. Dr. Ir. Husni Th Sebayang, MS.**  
NIP. 19530825 198002 1 002

Penguji II,



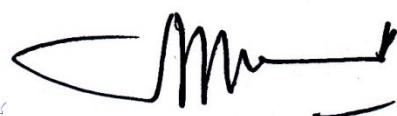
**Prof. Dr. Ir Bambang Guritno**  
NIP. 19450607 197412 1 001

Penguji III,



**Karuniawan Puji W, SP, MP., Ph.D**  
NIP. 19730823 199702 1 001

Penguji IV,



**Dr. Ir Nurul Aini, MS.**  
NIP. 19730823 199702 1 001



## RINGKASAN

**Muhammad Jarot Erwiyansyah. 105040207111030. Studi Pengaruh Pemberian Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Media Tanam Terhadap Kandungan Logam Berat dan Pertumbuhan pada Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*). Di bawah Bimbingan Karuniawan Puji W. SP. MP.,Ph.D sebagai pembimbing utama dan Prof.Dr.Ir Bambang Guritno sebagai pembimbing pendamping.**

---

Lumpur marine atau lumpur lapindo mengandung beberapa unsur logam dari hasil industri diantaranya Cd, Cu, Pb dan lain-lain. Berdasarkan hasil analisis kandungan oksida dan logam yang dilakukan Wiguna *et al.*, (2009), lumpur marine atau lumpur lapindo mengandung beberapa unsur logam seperti Cu sebesar 20-29 ppm dan logam Pb 6-7 ppm. Unsur logam yang mencemari lingkungan dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan tanaman keracunan, sehingga lingkungan yang tercemar tidak dapat dimanfaatkan. Hasil penelitian Rahayu (2008) menyatakan bahwa lumpur lapindo mengandung unsur hara seperti N, P, K, Na, Ca, Mg, C organik dan mempunyai nilai kapasitas pertukaran kation yang tinggi. Meskipun unsur hara yang terkandung dalam lumpur lapindo rendah, tidak menutup kemungkinan apabila lumpur lapindo dimanfaatkan untuk media pertumbuhan tanaman. Karena terdapat unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman pada lumpur lapindo.

Tanaman sawi hijau merupakan tanaman sayuran yang dikonsumsi masyarakat yang disajikan dalam bentuk variasi makanan. Tanaman sawi memiliki perakaran yang menyebar ke semua arah permukaan tanah (Cahyono, 2003). Sehingga unsur logam yang terdapat pada lumpur lapindo juga akan terakumulasi oleh sistem perakaran sawi hijau yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman itu sendiri. Pada kondisi cekaman logam berat tanaman mengekspresikan protein spesifik sebagai respon terhadap akumulasi logam berat dan kadar garam di lingkungan, seperti senyawa osmolit dan fitokelatin (Hirata *et al.*, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh campuran lumpur lapindo sebagai media tanam terhadap kandungan logam berat dan pertumbuhan tanaman sawi hijau. Hipotesis pada penelitian ini ialah (1) Pemanfaatan lumpur marine (Limbah Lumpur Lapindo) sebagai media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan sawi hijau (*Brassica juncea L.*). (2) Prosentase pemberian campuran lumpur lapindo yang tinggi pada media tanam akan menghasilkan serapan logam berat yang rendah pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*). Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan media 100 % lumpur lapindo, 75 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi, 50 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi, 35 % lumpur lapindo : 25 % kotoran sapi : 40 % tanah, 25 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi : 50 % tanah 10 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi : 40 % tanah dan 0 % lumpur lapindo : 100 % tanah. Untuk menganalisis variasi perlakuan digunakan uji F taraf 5%.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman,



jumlah daun, bobot segar tanaman, bobot segar total tanaman, berat kering tanaman, luas daun, bobot akar dan panjang akar tanaman. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan L1 (100 % lumpur lapindo) menunjukkan hasil terendah dari perlakuan yang lainnya dan tidak dapat tumbuh pada umur tanaman 21 hst, 28 hst dan 35 hst. Hasil tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kontrol atau L7 (100% tanah) yang menunjukkan hasil tertinggi dari tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, bobot akar, panjang akar dan hasil tanaman sawi hijau. Hasil teringgi pada luas daun ditunjukkan pada perlakuan L3 (50% lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi) pada umur 14 hst yaitu  $179.48 \text{ cm}^2$ , pada umur 21 hst yaitu 281.01. pada umur 28 hst yaitu  $427.72 \text{ cm}^2$  dan 35 hst yaitu  $538.82 \text{ cm}^2$ . Perlakuan 100% media lumpur lapindo, campuran lumpur lapindo dengan kompos kotoran sapi dan tanah serta perlakuan 100% tanah (kontrol) mengalami penurunan laju pertumbuhan pada umur 21-28 hst dan 28-35 hst. Penambahan 25% kompos kotoran sapi dengan 75 % lumpur lapindo mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman pada umur tanaman 28 hst-35 hst sebesar  $0.04 \text{ g.g}^{-1} \text{ hari}^{-1}$ . Pada media yang tercemar lumpur lapindo ringan, menunjukkan serapan logam berat yang tinggi pada tanaman yang ditunjukkan pada perlakuan L6 (10% lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40% tanah) dengan kandungan logam Si (5.10%), Ti (3.30%), Cr (1.20%), Mn (0.32%), Fe (16.20%), Ni (28.40%), Cu (2.50%) dan Zn (1.10%),

## SUMARRY

**Muhammad Jarot Erwiyansyah. NIM 105040207111030. Study of Effects of Mixed Lapindo Mud As Planting Media For Against Content of Heavy Metals and the Growth of Green Mustard (*Brassica juncea* L.). Under Guidance Karuniawan Puji W. SP. MP., Ph.D as the primary supervisor and mentor Prof.Dr.Ir Bambang Guritno as companion.**

---

Marine mud or Lapindo mud contains some elements of industrial metals including Cd, Cu, Pb and others. Based on analysis of the content of the metal oxide and conducted Wiguna *et al.*, (2009), marine mud or Lapindo mud containing some metal elements such as Cu at 20-29 ppm and Pb at 6-7 ppm. Metallic elements that pollute the environment in high amounts can cause poisoning crops, so that the polluted environment can not be utilized. The results of the study Rahayu (2008) states that Lapindo mud contains nutrients such as N, P, K, Na, Ca, Mg, organic C and has a value of high cation exchange capacity. Although nutrients are contained in the low Lapindo mud, it is possible if the Lapindo mud used for plant growth media. Since there are nutrients required for plant growth at Lapindo mud.

Green mustard plant is a vegetable crop that is consumed by people who are presented in the form of a variety of foods. Mustard plants have roots that spread in all directions the ground (Cahyono, 2003). So the metal element contained in the Lapindo mud will also be accumulated by green mustard root systems that can affect the growth of the plant itself. In the heavy metal stress conditions plants expressing a specific protein in response to the accumulation of heavy metals and salinity in the environment, such as compounds osmolit and fitokelatin (Hirata *et al.*, 2005).

This study aims to knows and study the effect of the Lapindo mud mixture as a planting media to heavy metal content and growth of mustard greens. The hypothesis in this study is (1) Utilization of marine mud (waste Lapindo mud) as a planting media significantly affect the growth of green mustard (*Brassica juncea* L.). (2) Percentage of Lapindo mud mixture giving high at planting media will result in a low uptake of heavy metals in green mustard (*Brassica juncea* L.). This research was conducted by randomized block design (RBD) with treatment media 100% Lapindo mud, mud Lapindo 75%: 25% composted cow manure, 50% Lapindo mud: 50% composted cow manure, 35% Lapindo mud: 25% cow manure: 40% soil, 25% Lapindo mud: 25% composted cow manure: 50% 10% Lapindo mud soil: cow dung compost 50%: 40% and 0% of land Lapindo mud: 100% of the land. Treatment used to analyze the variation of the F test level of 5%.

The results showed that treatment of a mixture of Lapindo mud at planting medium significantly affect plant height, number of leaves, plant fresh weight, plant dry weight, leaf area, root weight and root length of plants. Results showed L1 treatment (100% Lapindo mud) shows the lowest result of the treatment and can not grow on plant age 21 dap, 28 and 35 dap. The highest result is shown in



the control treatment or L7 (100% soil) which shows the highest yield of plant height, number of leaves, plant fresh weight, plant dry weight, root weight and root length. The results of the ultimate in leaf area indicated in the treatment of L3 (50% Lapindo mud + 50% Cow manure compost) at 14 dap is  $179.48 \text{ cm}^2$ , at 21 dap is 281.01, at 28 dap is  $427.72 \text{ cm}^2$  and at 35 dap is  $538.82 \text{ cm}^2$ . Treatment of 100% media Lapindo mud, Lapindo mud mixture with cow manure compost and soil as well as soil treatment 100% (control) decreased growth rate at age 21-28 dap and 28-35 dap. Addition of 25% composted cow manure with 75% Lapindo mud is able to increase the rate of plant growth on plant age 28 dap- 35dap at  $0.04 \text{ gg-1 day}^{-1}$ . In the Lapindo mud media is low contaminate , showing high uptake of heavy metals in plants shown in the treatment of L6 (10% Lapindo mud + 50% cow manure compost + 40% soil) with metal content Si (5.10%), Ti (3.30%), Cr (1.20%), Mn (0.32%), Fe (16.20%), Ni (28.40%), Cu (2.50%) and Zn (1.10%),



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis adalah putra kedua dari empat bersaudara yang dilahirkan di kota Jepara pada tanggal 11 Januari 1992 dari pasangan suami istri H. Noor Hadi dengan Hj. Linda Rismawati.

Penulis memulai pendidikannya di TK Mashitoh Bandung rejo Jepara (1996-1998) dan SD Negeri 2 Bandung rejo Jepara (1998-2004), melanjutkan di SMP Negeri 1 Kalinyamatan Jepara (2004-2007), kemudian meneruskan pendidikan di SMA Negeri 1 Pecangaan Jepara (2007-2010). Pada tahun 2010 penulis melanjutkan di jenjang Perguruan Tinggi dengan Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Minat Sumber Daya Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SPMK (Seleksi Penerimaan Minat dan Kemampuan).

Selama menempuh pendidikan di Universitas Brawijaya (UB) periode 2012-2013 penulis pernah menjadi Staf Divisi PSDM di LKM Unit Aktivitas Band Universitas Brawijaya (UAB UB). Serta mengikuti kegiatan kepanitiaan UAB UB dalam event sosial. Penulis juga ikut berpartisipasi dalam kegiatan kegiatan penjurusan Budidaya Pertanian sebagai peserta PRIMORDIA pada tahun 2012. Pada tahun 2013 penulis berpartisipasi sebagai panitia dalam kegiatan PRIMORDIA.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat yang dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Studi Pengaruh Pemberian Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Media Tanam Terhadap Kandungan Logam Berat dan Pertumbuhan pada Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*)”**.

Dalam penyusunan penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Karuniawan Puji W., Sp, MP, Ph.D., selaku dosen pembimbing utama atas saran, bimbingan dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Dr. Ir. Bambang Guritno selaku dosen pembimbing atas nasehat dan arahan dalam penulisan skripsi penelitian ini hingga selesai.
3. Prof. Dr. Ir. Husni Thamrin Sebayang, MS., selaku dosen penguji atas saran dan sumbangannya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Hari selaku ketua Gapoktan Kurnia Farm atas bantuan penyediaan tempat penelitian.
5. Alm. Bapak dan Ibu tercinta, Mas Akris, Eva, Cica, Keluarga Mas Afif, Mas Sofi , Mas Luthfi, Mas Bambang, Mas Nurul dan Vina untuk do'a, semangat, motivasi dan perhatian yang telah diberikan.
6. Teman seperjuangan Agroekoteknologi 2010, Keluarga Amateur, Perry, Alim, Nano, John, Ian, Budi, Taufik, Rara, Tia, Ica, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang selalu memberikan bantuan, do'a, motivasi dan semangat yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan demi perbaikan tulisan ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang pertanian.

Malang, 13 Nopember 201

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN .....</b>	i
<b>SUMARRY .....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xi

### I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis .....	3

### II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sawi hijau .....	4
2.2 Syarat Tanah untuk Tanaman Sawi Hijau .....	5
2.3 Logam Berat .....	5
2.4 Lumpur Marine (Lumpur Lapindo) .....	6
2.4 Penggunaan Lumpur Lapindo sebagai Media Tanam .....	8
2.5 Batas Toleransi Logam Berat yang Dikonsumsi pada Sayuran .....	9

### III. BAHAN DAN METODE

3.1 Lokasi Penelitian .....	11
3.2 Alat dan Bahan .....	11
3.3 Metode Penelitian.....	11
3.4 Pelaksanaan .....	11
3.4.1 Pengambilan Media Lumpur Lapindo .....	12
3.4.2 Penyiapan Media Tanam Lumpur Lapindo .....	12
3.4.3 Pembuatan Media Tanam Lumpur dengan Kompos dan Tanah .....	12
3.4.4 Penyemaian .....	12
3.4.5 Penanaman.....	13
3.4.6 Pemeliharaan .....	13
3.4.7 Panen .....	13
3.5 Parameter Pengamatan .....	13
3.5.1 Tinggi Tanaman (cm) .....	13



3.5.2 Jumlah Daun (Helai) .....	13
3.5.3 Luas Daun ( $\text{cm}^2$ ).....	14
3.5.5 Panjang Akar Tanaman (cm).....	14
3.5.6 Bobot Akar Tanaman (g).....	14
3.5.7 Bobot Segar Tanaman (g).....	14
3.5.8 Bobot Kering Tanaman (g).....	14
3.5.9 Laju Pertumbuhan Relatif (LPR) .....	15
3.5.10 Kandungan Logam Berat pada Masing-Masing Perlakuan.....	15
3.6 Analisis Data .....	15
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil.....	16
4.1.1 Pengaruh Perlakuan Pada Pertumbuhan Sawi Hijau .....	16
4.1.2 Pengaruh Perlakuan Pada Hasil Tanaman Sawi Hijau .....	21
4.1.3 Kandungan Logam Berat Pada Tanaman Sawi Hijau .....	22
4.2 Pembahasan .....	27
4.2.1 Pengaruh Perlakuan Pada Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau .....	27
4.2.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Hasil Tanaman Sawi Hijau.....	33
4.2.3 Kandungan Logam Berat Pada Masing-Masing Perlakuan.....	33
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40
<b>LAMPIRAN</b> .....	43



**DAFTAR TABEL**

Tabel

Halaman

Teks

Tabel 1. Hasil analisis Kandungan Unsur Kimia Lumpur Lapindo.....	7
Tabel 2. Hasil Analisa Kandungan Oksida dan Logam Lumpur .....	8
Tabel 3. Batas Ambang Serapan Logam Berat pada Tanaman.....	10
Tabel 4. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian.....	11
Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman 7, 14, 21, 28, dan 35 hst. ....	16
Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Tanaman 7, 14, 21, 28 dan 35 hst.....	17
Tabel 7. Rerata Bobot Segar Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst.....	18
Tabel 8. Rerata Berat Kering Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst. ....	18
Tabel 9. Rerata Luas Daun Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst. ....	19
Tabel 10. Rerata Bobot Akar Tanaman. ....	20
Tabel 11. Rerata Panjang Akar Tanaman .....	20
Tabel 12. Rerata Bobot Segar Total Tanaman (g) dan Bobot Segar Konsumsi (g). ....	21



## DAFTAR GAMBAR

Nomor

Halaman

Teks

Gambar 1. Endapan Lumpur Lapindo.....	7
Gambar 2. Grafik Kandungan Logam Pada Lumpur Lapindo.....	22
Gambar 3. Grafik Perbandingan Serapan Logam Ti, Si, Fe dan Ni .....	23
Gambar 4. Grafik Perbandingan Serapan Logam Cr, Mn, Cu dan Zn.....	24
Gambar 5. Grafik Laju Pertumbuhan Tanaman.....	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Teks	Halaman
Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Sawi Hijau Var. Prima.....	43	
Lampiran 2. Denah pengacakan perlakuan pada plot penelitian.....	44	
Lampiran 3. Denah pengamatan sampel tanaman dalam polybag .....	45	
Lampiran 4. Sketsa Daerah Pengambilan Sampel .....	46	
Lampiran 5. Nilai Laju Pertumbuhan Tanaman.....	48	
Lampiran 6. Hasil Analisis Statistik Perlakuan Terhadap Parameter Pengamatan .....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 7 hst.....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 14 hst.....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 21 hst.....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 28 hst.....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 35 hst.....	49	
Lampiran 6. Analisis Statistik Jumlah Daun Tanaman 7 hst. ....	50	
Lampiran 6. Analisis Statistik Jumlah Daun Tanaman 14 hst. ....	50	
Lampiran 6. Analisis Statistik Jumlah Daun Tanaman 21 hst. ....	50	
Lampiran 6. Analisis Statistik Jumlah Daun Tanaman 28 hst. ....	50	
Lampiran 6. Analisis Statistik Jumlah Daun Tanaman 35 hst. ....	50	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Tanaman 14 hst. ....	51	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Tanaman 21 hst. ....	51	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Tanaman 28 hst. ....	51	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Tanaman 35 hst. ....	51	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Kering Tanaman 14 hst. ....	52	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Kering Tanaman 21 hst. ....	52	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Kering Tanaman 28 hst. ....	52	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Kering Tanaman 35 hst. ....	52	
Lampiran 6. Analisis Statistik Luas Daun Tanaman 14 hst. ....	53	
Lampiran 6. Analisis Statistik Luas Daun Tanaman 21 hst. ....	53	
Lampiran 6. Analisis Statistik Luas Daun Tanaman 28 hst. ....	53	
Lampiran 6. Analisis Statistik Luas Daun Tanaman 35 hst. ....	53	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Akar Tanaman. ....	54	
Lampiran 6. Analisis Statistik Panjang Akar Tanaman. ....	54	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Total Tanaman.....	54	
Lampiran 6. Analisis Statistik Bobot Segar Konsumsi Tanaman.....	54	
Lampiran 7. Analisi Kandungan Logam Pada Tanaman (35 hst).....	55	
Lampiran 8. Analisis Awal Kandungan Logam berat pada Lumpur Lapindo .....	61	

Lampiran 9. Perhitungan Prosentase Campuran Lumpur Lapindo .....	63
Lampiran 10. Dokumentasi .....	64



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bagian lumpur secara umum ialah unsur bumi yang memiliki sifat cenderung cair. Setiap wilayah di bumi menghasilkan lumpur yang unik sesuai kondisi geografisnya. Lumpur terdiri dari kombinasi tanah, debu, liat dan air serta kaya vitamin maupun mineral. Berbagai jenis lumpur ditemukan diantaranya adalah: Lumpur Laut Mati (Dead Sea Mud), Lumpur Moor (Moor Mud), Lumpur Vulkanik California (Volcanic Mud Bath Calistoga California), Lumpur Great Salt, Lumpur Hungaria Wellness, Lumpur Ischia Italia, Lumpur Bad Wilsnack Jerman, Lumpur Multani Mitti India, dan yang terakhir adalah lumpur Sidoarjo atau disebut lumpur marine. Lumpur lapindo sidoarjo mempengaruhi lingkungan pertanian dan menyebabkan tanaman mati karena kadar garam yang tinggi dan keracunan beberapa unsur hara berlebih (Thohiron, M dan Heru Prasetyo. 2012).

Berdasarkan hasil analisis kandungan oksida dan logam yang dilakukan Wiguna (2009), lumpur marine atau lumpur lapindo mengandung beberapa unsur logam seperti Cu (Tembaga) sebesar 20-29 ppm dan logam Pb (Timbal) 6-7 ppm. Sedangkan Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB) melaporkan kandungan logam berat berada di atas ambang batas yang ditentukan, yaitu untuk Cd (Cadmium) sebesar 10,45 ppm. Unsur-unsur logam ini merupakan unsur yang berbahaya bagi tubuh manusia. Unsur logam yang mencemari lingkungan dalam jumlah yang tinggi dapat menyebabkan tanaman keracunan, sehingga lingkungan yang tercemar tidak dapat dimanfaatkan Thohiron, M dan Heru Prasetyo. 2012). Sedangkan hasil penelitian Rahayu (2008) menyatakan bahwa lumpur lapindo mengandung unsur hara seperti N, P, K, Na, Ca, Mg, C organik dan mempunyai nilai kapasitas pertukaran kation yang tinggi.

Pemanfaatan lumpur lapindo atau campuran lumpur lapindo sebagai media tanam merupakan upaya agar lumpur lapindo atau lingkungan yang tercemar tetap dapat dimanfaatkan sebagai penanaman tanaman pertanian. Tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) ialah tanaman yang toleran terhadap unsur logam yang bersifat racun bagi tanaman. Dalam penelitian Singh dan Sinha (2005) bahwa *Brassica juncea* L. Czern (cv. Rohini) memiliki potensi dalam mengakumulasi

dan toleran terhadap logam berat. Munir (1996) menyatakan upaya untuk memperbaiki sifat fisik tanah tersebut jika digunakan untuk penanaman maupun pembibitan perlu ditambahkan bahan yang poros atau sejumlah bahan organik. Penanaman pada media atau tanah yang tercemar juga dapat mengurangi cemaran dalam tanah itu sendiri, misalnya cemaran logam berat.

Tanaman sawi hijau merupakan tanaman sayuran yang dikonsumsi masyarakat yang disajikan dalam bentuk variasi makanan. Sawi hijau merupakan sayuran yang mengandung gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Menurut data yang diterbitkan oleh Direktorat Gizi Departemen Kesehatan, tanaman sawi hijau mengandung gizi diantaranya Protein 23 mg/100g, Lemak 3 mg/100g, Karbohidrat 40 mg/100g, Ca 220,0 mg/100g, P 38,0 mg/100g, Fe 2,9 mg/100g, Vitamin A 1.940,0 mg/100g, Vitamin B 0,09 mg/100g dan Vitamin C 102 mg/100g.

Tanaman sawi memiliki perakaran yang menyebar ke semua arah permukaan tanah (Cahyono, 2003). Sehingga unsur logam yang terdapat pada lumpur lapindo juga akan terakumulasi oleh sistem perakaran sawi hijau yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman itu sendiri. Pada tanaman, logam yang terakumulasi membentuk senyawa lain salah satunya fitokelatin yang terbentuk dari asam amino seperti sintein dan glisin. Fitokelatin membentuk kompleks dengan logam berat dan berfungsi sebagai detoksifikasi terhadap logam berat pada tanaman. Dalam kondisi cekaman logam berat, tanaman mengekspresikan protein spesifik sebagai respon terhadap akumulasi logam berat dan kadar garam di lingkungan, seperti senyawa osmolit dan fitokelatin (Hirata *et al.*, 2005).

Pemanfaatan lumpur lapindo sebagai media tanam sawi hijau, menyebabkan kandungan logam berat yang terdapat pada lumpur akan diserap oleh tanaman sehingga akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman sawi hijau. Akan tetapi ada masalah lain yang timbul yaitu apabila sayuran dikonsumsi oleh manusia dikhawatirkan kandungan logam berat yang terserap tanaman akan terakumulasi dalam tubuh manusia sehingga menggaggu kesehatan bahkan menimbulkan berbagai macam penyakit dan keracunan. Berdasarkan uraian

tersebut, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh pemberian campuran lumpur lapindo sebagai media tanam terhadap kandungan logam berat dan pertumbuhan pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*). Sehingga hasil penelitian akan memberikan informasi mengenai kelayakan konsumsi dari tanaman sawi hijau yang ditanam pada media tanam campuran lumpur lapindo atau daerah yang tercemar lumpur lapindo. Pada penelitian ini akan diketahui kandungan logam berat pada masing-masing perlakuan dan pengaruh campuran lumpur lapindo pada media tanam terhadap pertumbuhan tanaman.

### 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh campuran lumpur lapindo sebagai media tanam terhadap kandungan logam berat dan pertumbuhan tanaman sawi hijau.

### 1.3 Hipotesis

1. Pemanfaatan lumpur marine (Limbah Lumpur Lapindo) sebagai media tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan sawi hijau (*Brassica juncea L.*).
2. Prosentase pemberian campuran lumpur lapindo yang rendah pada media tanam akan menghasilkan serapan logam berat yang tinggi pada sawi hijau (*Brassica juncea L.*).



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sawi hijau

Tanaman sawi hijau termasuk dalam famili Cruciferae. Nama latin dari sawi hijau ialah *Brassica juncea* L. (Haryanto, dkk, 2003). Fase vegetatif pada tanaman sawi hijau berlangsung selama perkembangan akar, daun dan batang baru. Selain itu tanaman sawi mengalami pertumbuhan kualitas yaitu tanaman akan tumbuh lebih besar dan berat tanaman tidak lagi bergantung pada endospermium sebagai penunjang pertumbuhan, melainkan pada kesediaan unsur hara dalam tanah dan faktor tumbuh lainnya seperti air, cahaya, suhu dan keadaan tanah. Fase vegetatif ini dimulai dari perkembangan benih sampai terbentuknya premedium bunga. Fase generatif tanaman sawi hijau terjadi saat pembentukan kuncup bunga daun dan biji atau pada saat pembentukan dan pendewasaan struktur penyimpanan makanan. (Anonymous, 2014)

Tanaman sawi hijau berakar serabut yang tumbuh dan berkembang secara menyebar ke semua arah di sekitar permukaan tanah, perakarannya sangat dangkal pada kedalaman sekitar 5 cm. Tanaman sawi hijau tidak memiliki akar tunggang. Perakaran tanaman sawi hijau dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, subur, tanah mudah menyerap air, dan kedalaman tanah cukup dalam (Cahyono, 2003).

Batang (*caulis*) sawi pendek sekali dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2007). Sawi hijau berdaun lonjong, halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserak (roset) hingga sukar membentuk krop (Sunarjono, 2004).

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga secara alami, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (inflorescentia) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota, bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari, dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2007). Buah sawi termasuk tipe buah polong, yakni bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2-8 butir biji

(Rukmana, 2007). Biji sawi hijau berbentuk bulat, berukuran kecil, permukaannya licin dan mengkilap, agak keras, dan berwarna coklat kehitaman (Cahyono, 2003)

## 2.2 Syarat Tanah untuk Tanaman Sawi Hijau

Tanah yang cocok untuk ditanami sawi adalah tanah yang gembur, banyak mengandung humus, subur serta pembuangan airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 sampai pH 7 (Haryanto, dkk, 2003). Sawi dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, namun yang paling baik adalah jenis tanah lempung berpasir seperti andosol. Pada tanah-tanah yang mengandung liat perlu pengolahan tanah secara sempurna, antara lain pengolahan tanah yang cukup dalam, penambahan pasir dan pupuk organik dalam dosis yang tinggi (Rukmana, 2007)

Sifat biologis tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus) dan bermacam-macam unsur hara yang berguna untuk pertumbuhan tanaman, serta pada lahan terdapat jasad renik tanah atau organisme tanah pengurai bahan organik sehingga dengan demikian sifat biologis tanah yang baik akan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Cahyono, 2003).

## 2.3 Logam Berat

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul yang tinggi. Dalam kadar rendah umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Logam berat yang sering mencemari habitat ialah Hg (Merkuri), Cd (Cadmium), As (Arsenikum), Cr (Kromium), dan Pb (Timbal). (American Geological Institute, 1976). Bahan pencemar tanah dibedakan menjadi bahan anorganik dan bahan organik. Bahan anorganik terutama logam berat seperti seng, tembaga, timbal dan arsenikum cenderung berada didalam tanah dalam waktu yang lama, meskipun status kimianya kemungkinan berubah menurut waktu. Unsur yang bersifat meracuni tanaman dapat menurunkan produksi jika konsentrasi tinggi, tetapi dalam konsentrasi rendah beberapa unsur mikro tersebut bermanfaat untuk tanaman maupun ternak (Hanafiah, 2005).

Peranan unsur logam berat pada tanaman antara beracun atau berperan dalam pertumbuhan tanaman tidak dapat dipisahkan secara jelas. Hal tersebut

berkenaan dengan jumlah unsur yang terserap serta ketahanan tumbuhan atau tanaman dalam menyerap unsur logam. Logam berat Fe (Besi), Cu (Tembaga), dan Zn (Seng) merupakan unsur hara mikro yang diperlukan tumbuhan, namun dalam jumlah yang tinggi bersifat racun. Ni (Nikel) dan Cd (Cadmium) dalam jumlah yang rendah diduga menjalankan fungsi fisiologi penting dalam tumbuhan, namun dalam jumlah yang tinggi juga bersifat racun (Mengel & Kirkby, 1987). Cu bersifat racun terhadap semua tumbuhan pada konsentrasi larutan diatas 0,1 ppm. Logam berat Cu berfungsi sebagai katalis pernapasan, penyusun enzim pembentukan klorofil dan metabolisme karbohidrat (Lahuddin, 2007). Menurut Rasyad, dkk (2008) pada keadaan Cu yang berlebihan dalam tanah, jenis tanaman tertentu mengakumulasi Cu dalam jumlah yang tinggi tanpa menunjukkan gejala keracunan pada tanaman.

Sedangkan Senyawa Cr yang stabil adalah senyawa-senyawa dari valensi III dan VI. Senyawa Cr (VI) adalah senyawa yang paling toksik, yang pada umumnya membentuk senyawa dengan oksigen sebagai kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) dan dikromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ). Kromium (III) kurang toksik dan pada umumnya berikatan dengan bahan organik dalam tanah dan lingkungan perairan. Kromium berbeda dengan logam-logam toksik lainnya seperti cadmium, raksa, timbal, dan aluminium, dimana logam Cr sangat kurang mendapat perhatian dari ahli tumbuhan. Kompleks kimia kromium merupakan halangan dalam mempelajari mekanisme toksitas kromium pada tumbuh-tumbuhan. Pengaruh kontaminasi kromium dalam fisiologi tumbuh-tumbuhan bergantung pada spesies logamnya yang berperanan terhadap mobilisasi Cr, termasuk penyerapan dan keracunan pada sistem tumbuhan (Panda and Choudhury, 2005)

#### 2.4 Lumpur Marine (Lumpur Lapindo)

Lumpur lapindo mempunyai komponen padatan mencapai 30% yang terdiri dari liat paling banyak, pasir dan debu. Komponen padatan ini dalam penampungan mengendap dan bila kurang air mengeras membentuk hamparan tanah endapan yang sangat luas seperti lahan kekeringan. Hermanto (2006) menyatakan komponen padatan tersebut kandungannya yaitu liat 71,43 %, debu 10,71% dan pasir 17,86%. Munir (1996) menyatakan, tanah dengan kandungan liat yang tinggi dalam istilah pertanian identik dengan tanah vertisol yang

mempunyai sifat vertic yaitu mengembang bila basah dan mengerut bila kering. Sifat ini disebabkan oleh kandungan mineral liat monmorilonit yang tinggi. Tanah yang berstruktur halus (liat) mudah mengalami pemasukan sehingga mengurangi ruang pori tanah dan mengurangi pergerakan air dan udara di dalam tanah. Upaya memperbaiki sifat fisik tanah tersebut jika digunakan untuk penanaman maupun pembibitan perlu ditambahkan bahan yang poros atau sejumlah bahan organik. Bahan organik yang mengandung humus dapat mempengaruhi imobilisasi logam berat misalnya Pb. Jadia dan Fulekar (2008) menyatakan imobilisasi Pb dalam tanah juga ada hubungannya dengan kemampuan bahan organik untuk membentuk kompleks khelat dengan Cd. Cekaman Cd pada tanaman akan memicu terbentuknya kompleks PC-Cd (Cobett, 2000).



Gambar 1. Endapan Lumpur Lapindo

Sedangkan Rahayu (2008) menyatakan bahwa lumpur lapindo terdapat kandungan kimia sebagai berikut pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis Kandungan Unsur Kimia Lumpur Lapindo (Rahayu, 2008).

No	Parameter	Metode	Hasil Analisis	Kriteria*
1.	N total (%)	Kjeldahl	0,07	Sangat rendah
2.	P tersedia (ppm)	Olsen	5,96	Rendah
3.	C organik (%)	Walkey dan Black	1,07	Rendah
4.	K-dd (cmol kg <sup>-1</sup> )	Pertukaran ion	0,46	Sedang
5.	Ca-dd(cmol kg <sup>-1</sup> )	Titrasi EDTA	14,26	Tinggi
6.	Mg-dd(cmol kg <sup>-1</sup> )	Titrasi EDTA	0,95	Rendah
7.	Na-dd (cmol kg <sup>-1</sup> )	Pertukaran ion	3,06	Sangat tinggi
8.	KTK (cmol kg <sup>-1</sup> )	Pertukaran ion	36,37	Tinggi
9.	pH H <sub>2</sub> O	Glass electrode	7,80	Agak alkalis
10	C/N	-	15,07	Sedang
11	KB (%)	-	51,50	Sedang

Keterangan \* = lembaga penelitian tanah (1983)

Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB) melaporkan kandungan logam berat berada di atas ambang batas yang ditentukan, yaitu untuk Cd sebesar 10,45 ppm, Cr sebesar 105,44 ppm, dan Hg sebesar 1,96 ppm. Sedangkan berdasarkan hasil analisis kandungan oksida dan logam yang dilakukan Wiguna, dkk (2009), lumpur lapindo mengandung unsur kimia sebagai berikut pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Kandungan Oksida dan Logam Lumpur (Wiguna, dkk 2009)

<b>Kandungan (%)</b>	<b>Sampel</b>	
	<b>LS-1</b>	<b>LS-2</b>
SiO <sub>2</sub>	49,62	48,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,6	19,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,12	5,98
MgO	2,12	3,12
CaO	1,98	1,68
Na <sub>2</sub> O	4,65	2,11
K <sub>2</sub> O	1,25	2,04
TiO <sub>2</sub>	0,3	0,52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,085	0,026
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	0,003	0,004
Cu (ppm)	20	29
Pb (ppm)	6	7
Zn	60	56

Keterangan: LS-01 = lumpur lapindo sampel 1; LS-02 = lumpur lapindo sampel 2

#### **2.4 Penggunaan Lumpur Lapindo sebagai Media Tanam**

Ketersediaan unsur hara logam berat pada lingkungan atau media tumbuh yang berarti erat kaitannya dengan penyerapan logam berat oleh tanaman yang dipengaruhi oleh faktor kondisi tanah dan biologi tanaman itu sendiri (fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman). Verloo (1993) menyatakan bahwa ada kejadian penyerapan suatu logam berat oleh tumbuhan dari tanah yang tercemar berat, penyerapannya lebih sedikit daripada penyerapan dari tanah yang tercemar ringan. Hal ini berkenaan dengan kenaikan pH yang lebih tinggi oleh bahan pencemar yang lebih banyak dan sejalan dengan KTK juga meningkat lebih tinggi, sehingga penyerapan oleh tanah menjadi lebih kuat.

Penelitian Rahayu (2008) menyatakan bahwa lumpur lapindo yang dicampur tanah dan *Tithonia sp* mampu menurunkan pH tanah dan kadar Na serta

lebih efektif dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering tanaman jagung. Pemanfaatan lumpur lapindo sebagai media tanam kacang hijau dilakukan oleh Utami (2011), menyatakan bahwa penambahan tingkat konsentrasi lumpur lapindo dalam media tanam mengakibatkan tinggi tanaman dan panjang akar lebih pendek dan jumlah bulu akar lebih sedikit, begitu pula pengamatan anatomi berukuran lebih kecil dibandingkan dengan tanaman kontrol.

## 2.5 Batas Toleransi Logam Berat yang Dikonsumsi pada Sayuran

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia (AGI, 1976). Tanaman sawi yang ditanam pada media lumpur lapindo akan menyerap logam dalam jumlah diatas ambang batas dan kemungkinan jika dikonsumsi oleh manusia akan menyebabkan keracunan. Badan dunia FAO/WHO melaporkan, konsumsi kandungan Cd pada makanan per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 g per orang atau 7 mg per kg berat badan. Logam Cu berdasarkan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan (POM) RI telah menetapkan batas maksimum cemaran logam berat tembaga pada sayuran segar yaitu 50 ppm. Namun demikian, Cu merupakan konstituen yang harus ada dalam makanan manusia dan dibutuhkan oleh tubuh (Acceptance Daily Intake/ADI = 0,05 mg/kg berat badan). Pada kadar ini tidak terjadi akumulasi pada tubuh manusia normal. Logam Pb menyebabkan keracunan pada sistem saraf, hemetologic, hemetotoxic dan mempengaruhi kerja ginjal. Rekomendasi dari WHO, logam berat Pb dapat ditoleransi dalam seminggu dengan takaran 50 mg/kg berat badan untuk dewasa dan 25 mg/kg berat badan untuk bayi dan anak-anak. Mobilitas timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0,53 ppm. Nilai ambang batas unsur berat bagi tanaman (Mengel dan Kirkby, 1987) disajikan pada tabel 3.



Tabel 3. Batas Ambang Serapan Logam Berat pada Tanaman

Logam Berat	Batas ambang ( $\mu\text{g g}^{-1}$ bahan kering) dalam tanaman
Cr	1-2
Hg	2-5
Cd	5-10
Pb	10-20
Cu	15-20
Ni	20-30
Zn	150-200



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan tempat Gapoktan “KURNIA FARM” di Sukun Kabupaten Malang yang terletak pada ketinggian ± 500 m dpl dengan suhu rata-rata ialah 18-27°C. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni 2014.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian alat-alat yang digunakan antara lain botol aqua, label, tongkat kayu, polybag dengan volume 25 x 12,5 x 25 cm<sup>3</sup>, meteran, sekop, penggaris, timbangan analitik, LAM, alat tulis dan kamera. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya bibit Sawi Hijau, media tanam lumpur lapindo dan kompos kotoran sapi, tanah jenis litosol, dan air untuk penyiraman tanaman.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan menggunakan tujuh variasi prosentase media tanam lumpur lapindo dengan campuran kompos kotoran sapi dan tanah yang dilakukan 3 kali ulangan (Tabel 4) sehingga terdapat 21 petak percobaan. Denah percobaan penelitian disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 4. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian.

Kode	Perlakuan
L1	100 % lumpur lapindo
L2	75 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi
L3	50 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi
L4	35 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi : 40 % tanah litosol
L5	25 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi : 50 % tanah litosol
L6	10 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi : 40 % tanah litosol
L7	0 % lumpur lapindo : 100 % tanah litosol (kontrol)

#### 3.4 Pelaksanaan

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pengambilan sampel lumpur sidoarjo, penyiapan media tanam dengan polybag, persiapan bibit, penanaman, pemeliharaan, panen, dan pengamatan parameter.

### **3.4.1 Pengambilan Media Lumpur Lapindo**

Pengambilan lumpur lapindo yang akan dibuat media tanam, akan diambil di desa Siring kecamatan Porong dengan cangkul kemudian dimasukkan dalam 10 karung plastik ukuran 50 kg. Tanah endapan yang berupa bongkahan dihancurkan sampai halus dan disimpan dalam karung plastik.

### **3.4.2 Penyiapan Media Tanam Lumpur Lapindo**

Lumpur lapindo yang tersimpan dalam karung kondisinya lembab menyebabkan lumpur memadat dan sulit untuk diolah. Kegiatan pengeringan lumpur dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan dan penyampuran dengan bahan lain (kompos kotoran sapi dan tanah). Pengeringan dilakukan dengan panas sinar matahari, apabila cuaca mendung lumpur ditutup dengan terpal. Setelah lumpur kering, dilakukan penghancuran bongkahan-bongkahan lumpur dengan menggunakan kayu balok agar menjadi bongkahan atau butiran yang lebih kecil.

### **3.4.3 Pembuatan Media Tanam Lumpur dengan Kompos dan Tanah**

Pembuatan media tanam yaitu campuran lumpur dan kompos dengan perbandingan sesuai perlakuan. 100 % lumpur lapindo, 75 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi, 50 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi, 35 % lumpur lapindo : 25 % kotoran sapi : 40 % tanah, 25 % lumpur lapindo : 25 % kompos kotoran sapi : 50 % tanah, 10 % lumpur lapindo : 50 % kompos kotoran sapi : 40 % tanah dan 0 % lumpur lapindo : 100 % tanah. Campuran dimasukkan ke dalam polibag dengan volume  $25 \times 12,5 \times 25 \text{ cm}^3$ . Setelah media tercampur, media didiamkan selama 1 minggu.

### **3.4.4 Penyemaian**

Untuk benih yang akan dipakai, dipilih dengan kondisi yang sehat, tidak terserang penyakit dan terlihat segar. Benih yang dipakai yaitu benih lokal dari Kurnia Farm. Benih disebar pada media semai setebal  $\pm 7 \text{ cm}$ . media semai dibuat dari campuran kotoran sapi dan tanah dengan perbandingan 1 : 1. Bedengan persemaian diberi naungan agar mendapat cahaya yang cukup.

### **3.4.5 Penanaman**

Bibit ditanam berumur 2 minggu. Sebelum dilakukan penanaman terlebih dahulu dibuat lubang tanam sedalam 15-20 cm. Penanaman dilakukan pada lubang tanam dengan cara memasukkan bibit sawi ke dalam lubang tanam setelah itu dibenamkan dengan tanah.

### **3.4.6 Pemeliharaan**

Pada musim kemarau atau di lahan kurang air perlu penyiraman tanaman. Penyiraman ini dilakukan dari awal sampai panen. Penyiangan dilakukan 2 kali atau disesuaikan dengan kondisi gulma. Dilakukan penggemburan bersamaan dengan penyiangan. Dilakukan penyulaman untuk mengganti tanaman yang rusak akibat hama atau tanaman mati. Penyulaman dilakukan paling lama 12 hari setelah pindah tanam.

### **3.4.7 Panen**

Pemanenan dillakukan dengan mencabut seluruh tanaman beserta akarnya. Umur panen sawi 35 hari setelah tanam sebaiknya terlebih dahulu dilihat fisik tanaman seperti warna, bentuk dan ukuran daun.

## **3.5 Parameter Pengamatan**

### **3.5.1 Tinggi Tanaman (cm)**

Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan tanah (patok standar) sampai daun tertinggi yang tegak alami. Pengukuran dilakukan pada tanaman berumur 7 hst (hari setelah tanam) dan selanjutnya dilakukan sekali dalam interval 7 hari hingga tanaman berumur 35 hari.

### **3.5.2 Jumlah Daun (Helai)**

Jumlah daun dihitung pada daun yang sudah berkembang sempurna minimal 2/3 dari daun normal. Penghitungan dilakukan pada tanaman sampel yang sama dengan pengukuran tinggi tanaman dan dimulai pada 7 hst dan selanjutnya pengukuran dilakukan sekali dalam 7 hari smpai tanaman memasuki umur 35.

### **3.5.3 Luas Daun (cm<sup>2</sup>)**

Pengukuran luas daun dilakukan pada setiap daun dari tanaman sampel destruktif. Pengukuran luas daun menggunakan LAM dan pengambilan sampel dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 hari setelah tanam.

### **3.5.5 Panjang Akar Tanaman (cm)**

Pengukuran panjang akar dilakukan untuk mengetahui pengaruh media tanam lumpur yang digunakan tanaman untuk menyerap unsur hara. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan menggunakan penggaris (cm) dari bagian pangkal akar sampai ujung akar yang terdalam dan dilakukan pada akhir penanaman (Sitompul & Guritno, 1995).

### **3.5.6 Bobot Akar Tanaman (g)**

Pengamatan atau pengukuran berat akar dilakukan untuk mengetahui perbedaan berat akar pada masing-masing perlakuan yang berbeda (Prosentase media lumpur). Pengukuran berat kering akar dilakukan pada saat panen. Akar dipisahkan dari batang dan daun, kemudian dibungkus dengan aluminium foil. Setelah itu akar dikeringkan pada suhu 75-105°C selama 2 hari. Berat kering diperoleh dengan menimbang akar yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan (Sitompul & Guritno, 1995).

### **3.5.7 Bobot Segar Tanaman (g)**

Penimbangan bobot segar tanaman dilakukan pada tanaman sampel destruktif dari tiap plot dengan menggunakan timbangan analitik dan ditimbang secara terpisah bagian atas tanaman (batang dan daun) dan bagian bawah tanaman (akar). Tanaman dibersihkan terlebih dahulu dengan air dan dikeringangkan sebelum dilakukan penimbangan. Pengambilan sampel tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 hari setelah tanam.

### **3.5.8 Bobot Kering Tanaman (g)**

Bobot kering ditimbang secara terpisah bagian atas tanaman (batang dan daun) dan bagian bawah tanaman (akar). bahan sampel dimasukkan ke dalam amlop dan diberi label sesuai dengan perlakuan, lalu dimasukkan dalam oven



pada suhu 70°C selama 48 jam, setelah itu sampel diambil dari mesin oven dan didiamkan selama 30 menit dan ditimbang, pengeringan diulang hingga bobot tetap. Penimbangan dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 hari setelah tanam.

### **3.5.9 Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)**

Laju pertumbuhan relatif menunjukkan peningkatan bobot kering dalam suatu interval waktu dalam hubungannya dengan bobot asal. Menurut Gardner *et al.*, (1991), LPR dihitung dengan rumus :

$$\text{LPR (g g}^{-1} \text{ h}^{-1}\text{)} = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

Keterangan :  $W_2$  = bobot kering total tanaman pada  $T_2$  (g)

$W_1$  = bobot kering total tanaman pada  $T_1$  (g)

$T_2$  = Waktu pengamatan ke -2 (Hari)

$T_1$  = Waktu pengamatan ke -1 (Hari)

### **3.5.10 Kandungan Logam Berat pada Masing-Masing Perlakuan**

Pengukuran kandungan logam berat pada tanaman sawi hijau dilakukan untuk mengetahui berapa besar logam berat yang diserap oleh tanaman sawi hijau pada media tanam lumpur lapindo dengan kompos ataupun tanah (pada masing-masing perlakuan). Pengukuran kandungan logam berat pada tanaman sawi hijau menggunakan metode XRF (*X-Ray Flourescence*) dengan PAN alyfical Minnipal 4 yang di ulang sebanyak 3 kali. Pengukuran kandungan logam berat dilakukan pada 35 hari setelah tanam. Pelaksanakan pengukuran kandungan logam berat di laboratorium pusat Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang.

## **3.6 Analisis Data**

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini untuk menguji variasi dari variabel yang diamati adalah analisis varians dengan menggunakan uji F pada taraf 5% dan apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter yang diamati maka dilakukan uji lanjutan dengan uji BNT pada taraf 5 %.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Pengaruh Perlakuan Pada Pertumbuhan Sawi Hijau

Hasil analisis statistik (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata pada umur tanaman 21 hst, 28 dan 35 hst. Rerata nilai tinggi tanaman akibat pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman 7, 14, 21, 28, dan 35 hst.

Perlakuan	Rerata tinggi tanaman (cm) pada berbagai umur (hst)				
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
L1	2.30	3.40	0.00 a	0.00 a	0.00 a
L2	2.50	4.30	6.20 b	7.90 b	8.73 b
L3	2.50	4.73	9.06 bc	16.16 de	19.36 d
L4	2.53	4.86	8.50 b	15.43 d	18.03 d
L5	2.53	4.83	8.60 b	13.3 c	15.00 c
L6	2.63	5.46	9.86 c	17.06 e	19.53 d
L7	2.40	6.20	14.73 d	21.76 f	24.13 e
BNT 5 %	tn	tn	3.29	1.71	1.80

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %, tn : tidak nyata.

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata pada umur tanaman 7, 14 hari setelah tanam. Sedangkan pada umur tanaman 21, 28 dan 35 perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pada umur tanaman 21 hst perlakuan L2 (75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi), L4 (35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah) dan L5 (25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah) menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan L3 (50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi). Sedangkan perlakuan L3 (50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan L6 (10 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah). Pada perlakuan L7 : 100 %

tanah menunjukkan hasil tinggi tanaman yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Pada perlakuan L1 : 100 % lumpur lapindo, menunjukkan tanaman sawi hijau tidak dapat tumbuh pada umur tanaman 21 hst sampai 35 hst atau tanaman mati dan dapat dikatakan memiliki nilai terrendah daripada perlakuan yang lain. Pada umur tanaman 35 hst perlakuan L7 : 100 % tanah menunjukkan hasil tinggi tanaman tertinggi dari seluruh perlakuan. Perlakuan L6 : 10 % + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah menunjukkan hasil tertinggi diantara perlakuan L3 : 50% lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi dan L4 : 35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah meskipun tidak berbeda nyata. Pada perlakuan (L5) 25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah dan (L2) 75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Tanaman 7, 14, 21, 28 dan 35 hst

Perlakuan	Rerata jumlah daun pada berbagai umur (hst)				
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
L1	2.33	1.33	0.00 a	0.00 a	0.00 a
L2	2.66	2.66	3.66 b	4.00 b	5.33 b
L3	2.33	3.33	5.00 c	6.66 cd	7.33 cd
L4	2.66	3.33	5.00 c	6.33 cd	6.66 c
L5	3.00	3.33	4.33 b	5.66 c	5.66 b
L6	3.00	3.33	5.66 c	8.33 e	8.00 de
L7	3.00	3.66	6.33 d	9.00 e	9.00 e
BNT 5 %	tn	tn	1.13	1.21	1.21

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %, tn : tidak nyata.

Pada tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam tidak berpengaruh nyata pada umur tanaman 7 hst dan 14 hst. Perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam memberikan pengaruh nyata pada umur 21 hst, 28 hst dan 35 hst. Pada umur 21 hst sampai dengan 35 hst perlakuan (L1) 100 % lumpur lapindo mengalami kematian. Pada umur 21 hst menunjukkan hasil jumlah daun tertinggi yaitu pada perlakuan (L7) 100 % tanah. Pada umur 28 hst perlakuan (L7) 100 % tanah menunjukkan hasil jumlah daun tertinggi dari pada perlakuan yang lain. Pada umur 35 hst perlakuan

(L7) 100 % tanah juga menunjukkan hasil tertinggi jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Tabel 7. Rerata Bobot Segar Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst

Perlakuan	Rerata bobot Basah (g) pada berbagai umur (hst)			
	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
L1	3.26	0.00 a	0.00 a	0.00 a
L2	3.46	8.06 b	9.83 b	13.63 b
L3	3.93	10.46 b	32.86 c	51.56 cd
L4	3.83	9.90 b	31.53 c	50.53 c
L5	3.20	8.63b	24.63 c	41.26 c
L6	3.60	9.60 b	33.20 c	53.06 d
L7	4.20	20.63 c	43.03 d	67.33 e
BNT 5 %	tn	4.15	5.26	11.39

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %, tn : tidak nyata.

Pada tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata pada rerata bobot basah tanaman pada umur 21 hst, 28 hst dan 35 hst. Pada perlakuan (L1) 100 % lumpur lapindo, tanaman tidak dapat tumbuh pada umur 21 hst sampai 35 hst. Pada perlakuan (L7) 100 % tanah atau perlakuan kontrol menunjukkan hasil rerata bobot segar tanaman tertinggi daripada perlakuan yang lainnya. Perlakuan L6 merupakan perlakuan yang memiliki hasil tertinggi dari bobot segar tanaman diantara perlakuan dengan campuran lumpur lapindo. Sedangkan perlakuan L2 menunjukkan hasil berat basah yang kurang baik.

Tabel 8. Rerata Berat Kering Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst.

Perlakuan	Rerata berat kering (g) pada berbagai umur (hst)			
	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
L1	0.03	0.00 a	0.00 a	0.00 a
L2	0.09	1.10 b	1.36 b	2.26 b
L3	0.33	1.26 bc	3.30 d	4.36 de
L4	0.12	1.20 b	3.06 d	3.86 c
L5	0.13	1.10 b	2.36 c	3.20 c
L6	0.40	1.20 b	3.10 d	4.06 d
L7	0.46	1.50 c	4.16 e	4.90 e
BNT 5 %	tn	0.35	0.59	0.83

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %, tn : tidak nyata.

Pada tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata pada umur 21 hst, 28 hst dan 35 hst. pada umur 21 hst, 28 hst dan 35 hst perlakuan (L1) 100 % lumpur lapindo tidak dapat tumbuh atau menunjukkan hasil terendah dari perlakuan yang lain. Pada perlakuan (L7) 100 % tanah menunjukkan hasil tertinggi daripada perlakuan yang lainnya pada umur tanaman 21 hst dan 35 hst.

Tabel 9. Rerata Luas Daun Tanaman 14, 21, 28 dan 35 hst.

Perlakuan	Rerata luas daun ( $\text{cm}^2$ ) pada berbagai umur (hst)			
	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
L1	20.80 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
L2	29.67 a	59.95 ab	95.32 b	145.51 b
L3	179.48 d	281.01 d	427.72 e	538.82 d
L4	90.64 c	148.71 c	265.72 c	381.05 c
L5	45.93 ab	60.45 ab	104.66 b	195.81 b
L6	98.96 c	143.38 c	292.65 cd	370.75 c
L7	174.04 d	282.82 d	372.31 de	484.87 d
BNT 5 %	25.37	68.96	93.60	95.05

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %, tn : tidak nyata.

Pada tabel 9 menunjukkan perlakuan pemberian campuran lumur lapindo pada media tanam berbeda nyata pada umur tanaman 14 hst, 21 hst, 28 hst dan 35 hst. hasil terendah terdapat pada perlakuan (L1) 100 % lumpur lapindo. Pada perlakuan (L1) 100 % lumpur lapindo tidak dapat tumbuh pada umur 21 hst, 28 hst dan 35 hst. Hasil tertinggi dari perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam terdapat pada perlakuan (L3) 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi pada umur 14 hst yaitu  $179.48 \text{ cm}^2$ , pada jumur 21 hst yaitu 281.01, pada umur 28 hst yaitu 427.72  $\text{cm}^2$  dan 35 hst yaitu 538.82  $\text{cm}^2$ .

Hasil analisis statistik (lampiran 6) juga menunjukkan bahwa perlakuan pemberian lumpur lapindo berpengaruh nyata pada bobot akar tanaman dan panjang akar tanaman. Rerata bobot akar tanaman akibat pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam disajikan pada tabel 10 berikut.

Tabel 10. Rerata Bobot Akar Tanaman.

Perlakuan	Rerata bobot akar tanaman (g)
L1	0.00 a
L2	0.13 a
L3	0.46 d
L4	0.23 bc
L5	0.16 ab
L6	0.36 cd
L7	0.96 e
BNT 5 %	0.17

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Pada tabel 10 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian lumpur lapindo berpengaruh nyata pada rerata bobot akar tanaman. (L1) Perlakuan 100 % lumpur lapindo menunjukkan hasil bobot akar yang rendah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan (L2) 75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi dan (L5) 25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah. Perlakuan (L7) 100 % tanah menunjukkan hasil tertinggi daripada perlakuan yang lainnya.

Tabel 11. Rerata Panjang Akar Tanaman

Perlakuan	Rerata panjang akar tanaman (cm)
L1	0.00 a
L2	3.16 b
L3	6.66 d
L4	6.70 d
L5	4.97 c
L6	6.90 d
L7	7.80 e
BNT 5 %	0.81

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Pada tabel 11 perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam memberikan pengaruh yang nyata pada panjang akar tanaman. Pada (L1) 100 % lumpur lapindo menunjukkan hasil terendah dari perlakuan yang lainnya. Pada perlakuan (L3) 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi, (L4) 35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah tidak berbeda nyata dengan perlakuan (L6) 10 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah. Perlakuan (L7) 100 % tanah menunjukkan hasil tertinggi yaitu 7.80 cm



daripada perlakuan yang lainnya. Sedangkan perlakuan L6 menunjukkan hasil panjang akar yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan L3 dan L4.

#### **4.1.2 Pengaruh Perlakuan Pada Hasil Tanaman Sawi Hijau**

Hasil analisis statistik (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata pada hasil bobot segar total tanaman dan bobot segar konsumsi tanaman. Rerata nilai bobot segar tanaman dan bobot segar konsumsi tanaman akibat pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam disajikan pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Rerata Bobot Segar Total Tanaman (g) dan Bobot Segar Konsumsi (g) Pada Berbagai Perlakuan Pada Saat Panen.

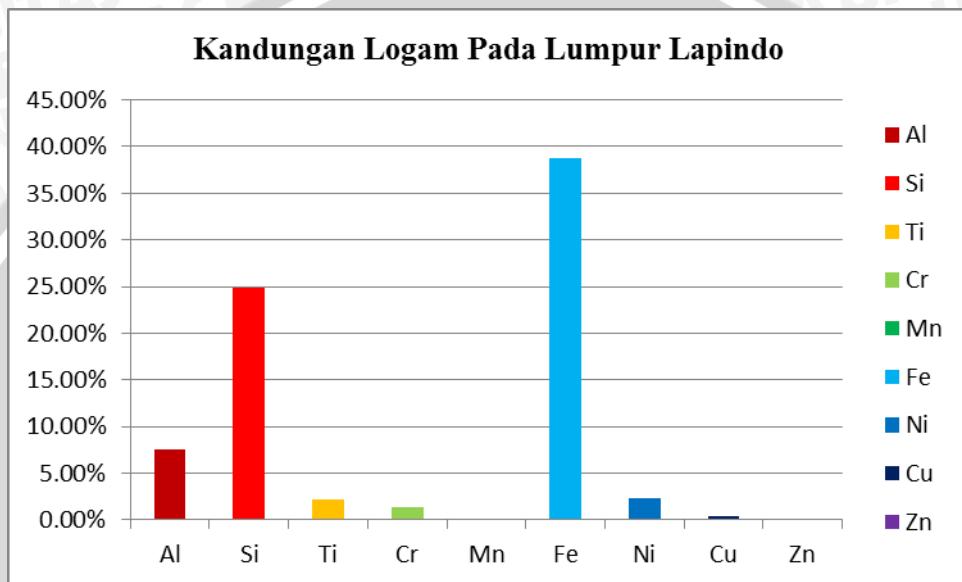
Perlakuan	Bobot Segar Total Tanaman (g)	Bobot Segar Konsumsi (g)
L1	0.00 a	0.00 a
L2	16.33 b	14.10 a
L3	53.16 c	48.16 bc
L4	48.56 c	47.70 bc
L5	41.23 c	37.96 b
L6	54.10 cd	54.40 c
L7	68.00 d	59.36 c
BNT 5 %	14.75	14.76

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.

Prosentase hasil akhir bobot segar total tanaman dari perlakuan kontrol menunjukkan perlakuan L2 sebesar 24.69 %, perlakuan L3 sebesar 81.74 %, perlakuan L4 sebesar 76.87 %, perlakuan L5 sebesar 63.76 % dan perlakuan L6 sebesar 86.49 %. Pada perlakuan (L7) 100 % tanah atau perlakuan kontrol menunjukkan hasil rerata bobot segar total tanaman tertinggi daripada perlakuan yang lainnya. Perlakuan L6 ialah perlakuan dengan hasil tertinggi daripada perlakuan campuran lumpur lapindo pada media tanam. Sedangkan perlakuan L2 menunjukkan hasil bobot segar total tanaman yang kurang baik dan perlakuan L2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan L1. Pada bobot segar konsumsi tanaman prosentase hasil akhir dari perlakuan kontrol menunjukkan perlakuan L2 sebesar 25.20 %, perlakuan L3 sebesar 84.30 %, perlakuan L4 sebesar 80.72 %, perlakuan L5 sebesar 65.99 % dan perlakuan L6 sebesar 91.188 %.

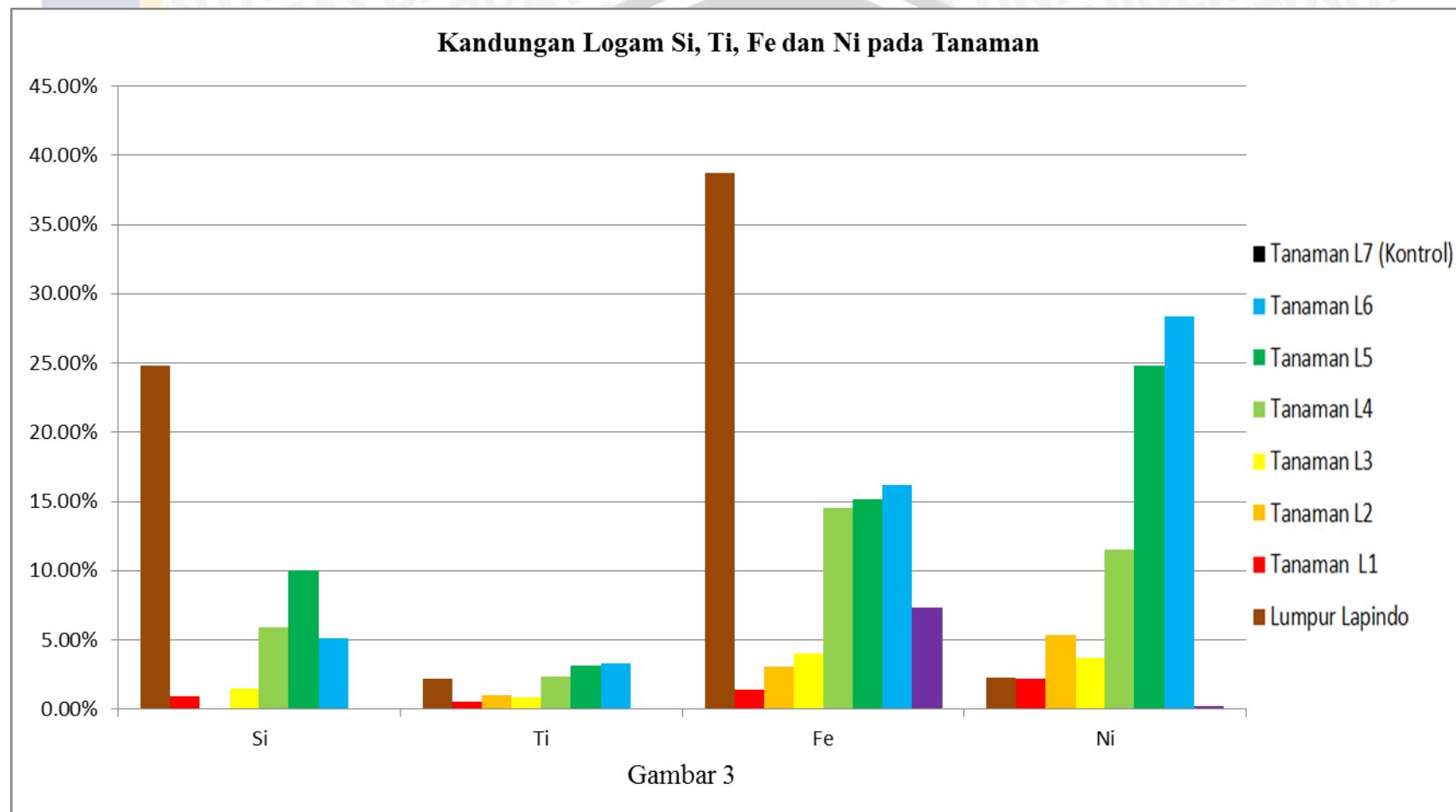
#### 4.1.3 Kandungan Logam Berat Pada Tanaman Sawi Hijau

Dari hasil laboratorium pengukuran kandungan logam berat dengan metode XRF (*X-Ray Flourescence*) menunjukkan logam berat yang terdeteksi dengan nilai yang tinggi pada tanaman yaitu Cu dan Cr. Sedangkan pada analisis awal, lumpur lapindo mengandung beberapa unsur logam yang telah disajikan pada gambar 2 berikut.

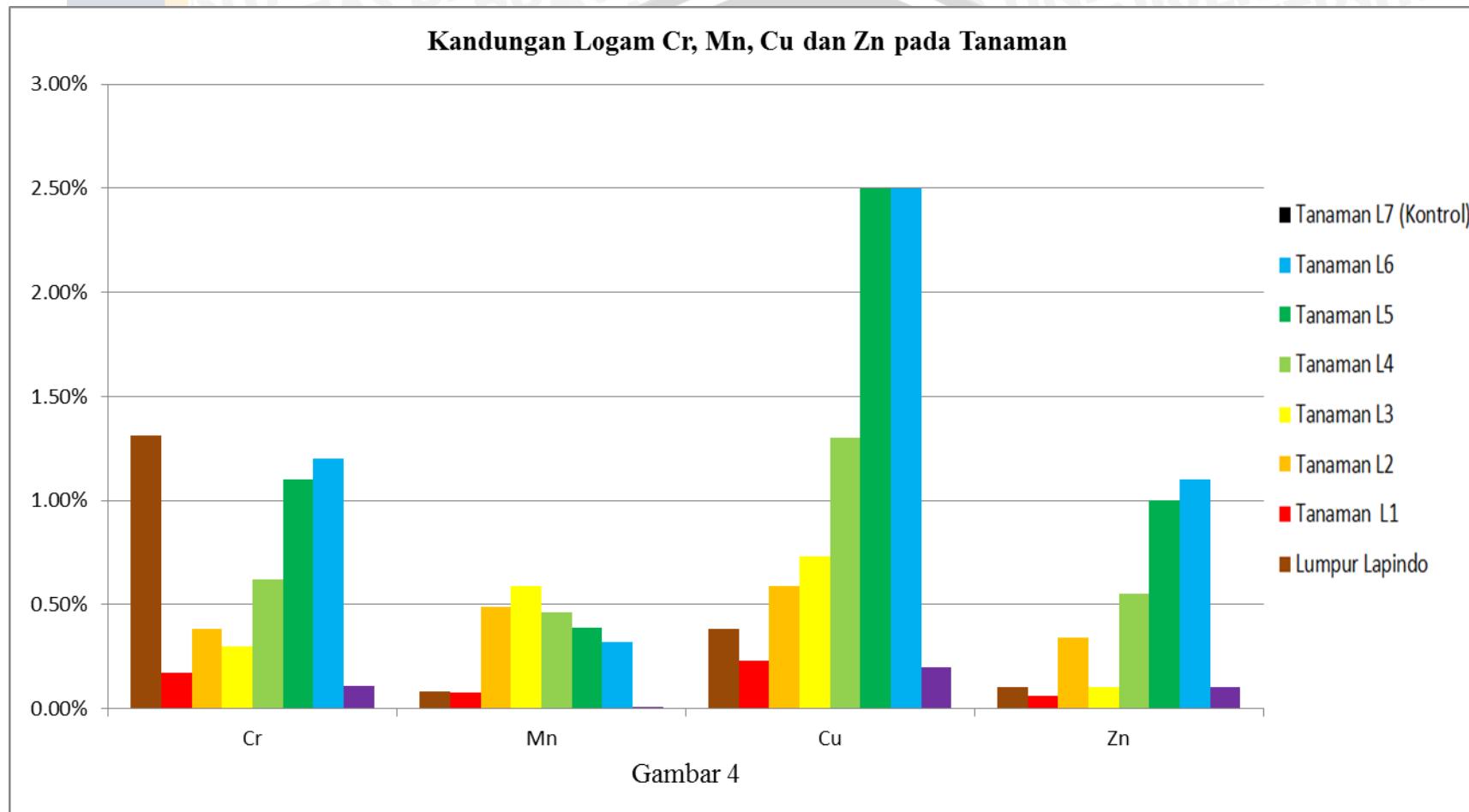


Gambar 2. Grafik Kandungan Logam Pada Lumpur Lapindo.

Hasil analisis menunjukkan bahwa analisis awal dari sampel lumpur lapindo yang digunakan sebagai media tanam dan campuran media tanam mengandung unsur logam yang cukup tinggi. Unsur logam Fe ialah unsur dengan tingkat yang paling tinggi dari unsur logam yang lainnya. Dari hasil analisis laboratorium kandungan logam pada tanaman akibat perlakuan ditemukan unsur logam Ti, Si, Ni, Fe, Mn, Zn, Cu dan Cr. Perbandingan kandungan unsur logam pada tanaman pada masing-masing perlakuan dan sampel lumpur lapindo yang disajikan pada gambar 3 dan 4 berikut.



Keterangan : L1 (100% Lumpur Lapindo), L2 (75% Lumpur Lapindo + 25% Kompos kotoran sapi), L3 (50% Lumpur Lapindo + 50 % Kompos kotoran sapi), L4 (35% Lumpur Lapindo + 25 % Kompos kotoran sapi + 25% Tanah), L5 (25% Lumpur Lapindo + 25% Kompos kotoran sapi + 50% Tanah), L6 (10% Lumpur Lapindo + 50 % Kompos Kotoran sapi + 40 % Tanah), L7 (100% Tanah).



Keterangan : L1 (100% Lumpur Lapindo), L2 (75% Lumpur Lapindo + 25% Kompos kotoran sapi), L3 (50% Lumpur Lapindo + 50 % Kompos kotoran sapi), L4 (35% Lumpur Lapindo + 25 % Kompos kotoran sapi + 25% Tanah), L5 (25% Lumpur Lapindo + 25% Kompos kotoran sapi + 50% Tanah), L6 (10% Lumpur Lapindo + 50 % Kompos Kotoran sapi + 40 % Tanah), L7 (100% Tanah).

Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Titan (Ti), Silika (Si), Kromium (Cr), Mangan (Mn), Besi (Fe), Nikel (Ni), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn) oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Ti oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.53 %), L2 (1.00 %), L3 (0.81 %), L4 (2.30 %), L5 (3.10 %), L6 (3.30 %), L7 (0.03 %). Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Ti pada sampel lumpur lapindo yaitu 2.16 %. Dari grafik perbandingan menunjukkan terjadi peningkatan serapan Ti setelah prosentase lumpur lapindo diturunkan. Tetapi pada perlakuan L3 terjadi penurunan serapan Ti dari serapan Logam Ti oleh tanaman L2 akibat perlakuan.

Perbandingan serapan Si oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.92 %), L2 (0.00 %), L3 (1.50 %), L4 (5.90 %), L5 (10.00 %), L6 (5.10 %), L7 (0.01 %). Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Si pada sampel lumpur lapindo yaitu 24.80 %. Dari grafik menunjukkan adanya peningkatan serapan logam Si dari perlakuan L3, perlakuan L4 dan perlakuan L5. Tanaman akibat perlakuan L5 menunjukkan serapan Si tertinggi dari tanaman akibat perlakuan yang lainnya. Pada perlakuan L2, tidak ditemukan logam Si dan pada perlakuan L6 terjadi penurunan serapan Si daripada perlakuan L5. Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Besi (Fe) oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Fe oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (1.40 %), L2 (3.04 %), L3 (4.03 %), L4 (14.50 %), L5 (15.10 %), L6 (16.20 %), L7 (7.32 %). Dari grafik menunjukkan terjadi peningkatan serapan logam Fe oleh tanaman akibat perlakuan setelah prosentase campuran lapindo pada media tanam diturunkan. Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Fe pada sampel lumpur lapindo yaitu 38.70 %. Hasil analisis laboratorium menunjukkan serapan Ni oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (2.21 %), L2 (5.36 %), L3 (3.67 %), L4 (11.50 %), L5 (24.80 %), L6 (28.40 %), L7 (0.21 %). Dari grafik menunjukkan terjadi peningkatan serapan logam Ni oleh tanaman akibat perlakuan setelah prosentase campuran lumpur lapindo pada media tanam diturunkan. Pada perlakuan L3 terjadi penurunan serapan Ni

daripada perlakuan L2. Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Ni pada sampel lumpur lapindo yaitu 2.29 %.

Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Cr oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Cr oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.17 %), L2 (0.38 %), L3 (0.30 %), L4 (0.62 %), L5 (1.10 %), L6 (1.20 %), L7 (0.20 %). Dari grafik menunjukkan terjadi peningkatan serapan logam Cr oleh tanaman akibat perlakuan setelah prosentase campuran lapindo pada media tanam diturunkan. Namun pada tanaman akibat perlakuan L3 terjadi penurunan serapan logam Cr dari tanaman akibat perlakuan L2. Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Cr pada sampel lumpur lapindo yaitu 1.31 %.

Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Mn oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Mn oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.07 %), L2 (0.49 %), L3 (0.59 %), L4 (0.46 %), L5 (0.39 %), L6 (0.32 %), L7 (0.01 %). Dari grafik menunjukkan kandungan Mn tertinggi terdapat pada tanaman akibat perlakuan L3. Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Mn pada sampel lumpur lapindo yaitu 0.08 %. Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Cu oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Cu oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.23 %), L2 (0.59 %), L3 (0.73 %), L4 (1.30 %), L5 (2.50 %), L6 (2.50 %), L7 (0.20 %). Dari grafik menunjukkan terjadi peningkatan serapan logam Cu oleh tanaman akibat perlakuan setelah prosentase campuran lapindo pada media tanam diturunkan. Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Cu pada sampel lumpur lapindo yaitu 0.38 %. Perbedaan perlakuan juga menunjukkan terjadi perbedaan besaran serapan Zn oleh tanaman pada media campuran lumpur lapindo dengan prosentase yang berbeda. Perbandingan serapan Zn oleh tanaman pada masing-masing perlakuan yaitu L1 (0.06 %), L2 (0.34 %), L3 (0.10 %), L4 (0.55 %), L5 (1.00 %), L6 (1.10 %), L7 (0.10 %). Sedangkan pada analisis awal kandungan logam Zn pada sampel lumpur lapindo yaitu 0.10 %.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Perlakuan Pada Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan media tanam lumpur lapindo, campuran lumpur lapindo ditambahkan kompos kotoran sapi, campuran lumpur lapindo yang ditambahkan kompos kotoran sapi dan tanah menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata pada umur tanaman 7 dan 14 hari setelah tanam. Perlakuan tanpa campuran lumpur lapindo dan kompos kotoran sapi atau 100 % tanah juga tidak memberikan pengaruh pada 7 dan 14 hst. Perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 21, 28 dan 35 hst. Perlakuan L7 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi daripada perlakuan yang lainnya. Pada perlakuan L1 tanaman tidak dapat tumbuh mulai dari umur 21 sampai 35 hari setelah tanam.

Pada perlakuan L1 tanaman tidak dapat tumbuh dikarenakan lumpur lapindo mengandung unsur-unsur yang bersifat racun bagi tanaman serta kurangnya unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K dan lainnya serta sifat fisik lumpur lapindo yang mengandung liat yang tinggi menyebabkan akar tanaman tidak dapat menjalankan fungsinya secara optimal. Munir (1996) menyatakan bahwa upaya memperbaiki sifat fisik tanah tersebut (tanah dengan kandungan liat yang tinggi) jika digunakan untuk penanaman maupun pembibitan perlu ditambahkan bahan yang poros atau sejumlah bahan organik. Pada perlakuan L7 (100% tanah) menunjukkan hasil tinggi tanaman tertinggi dari perlakuan lainnya pada umur 14, 21 28 dan 35 hari setelah tanam. Dari hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan prosentase lumpur lapindo pada media tanam menurunkan tinggi tanaman. Ini ditunjukkan pada perlakuan L2 dengan 75 % lumpur lapindo yang dicampur 25 % kompos kotoran sapi yang menghasilkan tinggi tanaman terendah dari perlakuan L3, L4, L5 dan L6. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Utami (2011), menyatakan bahwa penambahan tingkat konsentrasi lumpur lapindo dalam media tanam mengakibatkan tinggi tanaman dan panjang akar lebih pendek.

Perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur tanaman 7 dan 14 hari setelah tanam. Perlakuan pemberian lumpur lapindo pada media tanam memperlihatkan

pengaruh yang nyata pada umur tanaman 21, 28 dan 35 hari setelah tanam. Perlakuan L1 menunjukkan hasil terendah dari perlakuan yang lainnya dengan rata-rata jumlah daun 1.33 helai pada umur 14 hst dan pada umur tanaman 21, 18 dan 35 hst tanaman tidak dapat tumbuh. Rata-rata jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan L7 yaitu 9.00 helai. Sedangkan perlakuan L6 merupakan perlakuan dengan campuran lumpur lapindo pada media tanam yang memiliki hasil jumlah daun tertinggi diantara perlakuan dengan campuran lumpur lapindo pada media tanam yang lain dengan rata-rata jumlah daun yaitu 8.00 helai. Perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo dengan kompos kotoran sapi menunjukkan hasil yang cukup baik pada jumlah daun, ini ditunjukkan pada perlakuan L3 dengan komposisi media tanam 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi yang menghasilkan rata-rata jumlah daun 7.33 helai. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan rata-rata jumlah daun pada perlakuan L6 yaitu 8.00 helai. Ini dikarenakan lumpur lapindo yang mengandung unsur logam seperti Fe, Mn dan Cu (Gambar 2) yang berhubungan dengan kloroplas serta pembentukan klorofil daun, sehingga berpengaruh terhadap jumlah daun. Syekhfani (2009) menyatakan bahwa keberadaan unsur mikro Fe, Mn dan Cu memiliki fungsi sebagai pembentukan protein klorofil dan merupakan senyawa logam penting dari sejumlah enzim yang berkaitan dengan reaksi oksidasi. Rahayu (2008) dengan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa lumpur lapindo yang dicampur tanah dan *Tithonia sp* mampu menurunkan pH tanah dan kadar Na serta lebih efektif dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman jagung.

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan dengan komposisi lumpur lapindo 50 % + kompos kotoran sapi 50 % (L3) menghasilkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang cukup baik yang juga akan berpengaruh pada bobot basah tanaman. Menurut Rafael (2005), penambahan kapur dan penambahan bahan organik di lokasi yang terdampak limbah yang mengandung logam di Aznalcóllar (Seville, Spanyol), mencapai produksi biomassa tanaman lebih tinggi. Pada perlakuan L2 dengan prosentase lumpur lapindo yang cukup tinggi yaitu 75 % yang dicampur 25 % kompos kotoran sapi menunjukkan hasil yang kurang baik terhadap pertumbuhan tanaman misalnya tinggi tanaman dan jumlah daun. Ini dikarenakan pada perlakuan L2 dengan prosentase 25 % kompos kotoran sapi

belum cukup untuk membantu pertumbuhan pada media lumpur lapindo yang mengandung logam berat. Hanafiah (2005) menyatakan unsur yang bersifat meracuni tanaman dapat menurunkan produksi jika konsentrasiannya tinggi.

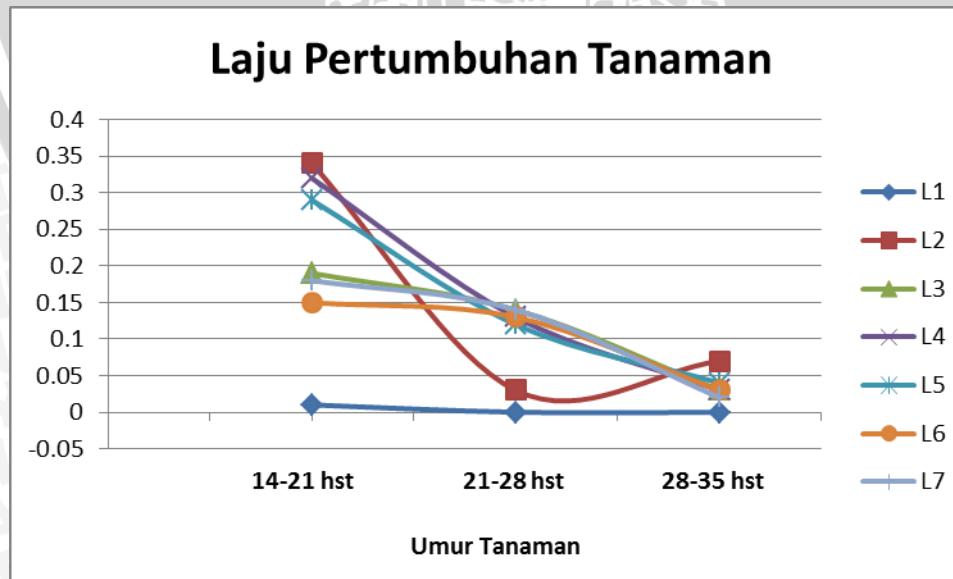
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan L3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan L6 yang artinya pada perlakuan L3 lebih efektif dalam meningkatkan bobot segar tanaman. Ini berarti bahwa dalam prosentase yang seimbang antara lumpur lapindo dengan kotoran sapi memberikan hasil pertumbuhan yang cukup baik bagi tanaman sawi hijau. Logam berat yang terkandung dalam lumpur lapindo ternyata dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan. Unsur yang bersifat meracuni tanaman dapat menurunkan produksi jika konsentrasiannya tinggi, tetapi dalam konsentrasi rendah beberapa unsur mikro tersebut bermanfaat untuk tanaman maupun ternak (Hanafiah, 2005). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa prosentase lumpur lapindo yang tinggi pada perlakuan L2 yaitu 75 % lumpur lapindo yang dicampur dengan 25 % kompos kotoran sapi memiliki hasil bobot segar tanaman yang rendah setelah perlakuan L1 (100% Lumpur lapindo) walaupun pada perlakuan L2 menunjukkan laju pertumbuhan yang cukup baik dari 14 hari setelah tanam sampai 35 hari setelah tanam. Pada perlakuan L7 menunjukkan hasil tertinggi dari perlakuan yang lainnya karena pada perlakuan ini tidak ditambahkan lumpur lapindo yang memiliki kandungan logam berat sehingga pada perlakuan ini menunjukkan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan dengan campuran lumpur lapindo dan kompos kotoran sapi.

Perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam yang erat kaitannya dengan seragam logam berat oleh tanaman ternyata berpengaruh pada berat kering tanaman pada umur 21, 28 dan 35 hari setelah tanam. Meskipun logam berat bersifat racun bagi tanaman namun pada jumlah yang cukup dan seimbang memiliki peran terhadap pertumbuhan tanaman. Misalnya logam berat Cu menurut Foth (1998), berfungsi sebagai katalisator untuk respirasi dan penyusun enzim. Ini ditunjukkan dari hasil penelitian pada perlakuan L3 terhadap berat kering tanaman dimana pada perlakuan L3 menghasilkan berat kering tertinggi setelah perlakuan kontrol (L7). Dwidjoseputro (1994) menyatakan bahwa pertumbuhan organ-organ tanaman seperti akar, batang, dan daun akan



menentukan bobot kering tanaman. Dalam prosentase lumpur lapindo yang tinggi pada L2 menhasilkan bobot kering terendah setelah L1 dan pada perlakuan L1 mengalami penuruan bobot kering dan tidak dapat tumbuh pada umur tanaman 21, 28 dan 35 hari setelah tanam. Pada perlakuan L5 dengan prosentase lumpur lapindo yang rendah yaitu 25 % menunjukkan hasil yang kurang baik. Selain karena campuran kompos sapi yang rendah hasil pada perlakuan L5 juga dikarenakan faktor penyerapan logam berat yang tinggi. Verloo (1993) menyatakan bahwa ada kejadian penyerapan suatu logam berat oleh tumbuhan dari tanah yang tercemar berat, penyerapannya lebih sedikit daripada penyerapan dari tanah yang tercemar ringan.

Dari grafik laju pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tanaman sawi hijau mengalami penurunan dan peningkatan pada setiap perlakuan. Penurunan laju pertumbuhan terjadi pada umur tanaman 21-28 hst. Penurunan laju pertumbuhan yang signifikan diperlihatkan pada perlakuan L2 pada umur tanaman 21-28 hst. Pada umur tanaman 28-35 hst tanaman sawi hijau juga mengalami penurunan pada perlakuan L1, L3, L4, L5, L6, dan L7. Sedangkan pada perlakuan L2 dimana pada umur tanaman 21-28 hst mengalami penurunan laju pertumbuhan yang drastis justru mengalami peningkatan laju pertumbuhan pada umur tanaman 28-35 hst.



Gambar 5. Grafik Laju pertumbuhan tanaman sawi hijau.

Perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam yang erat kaitannya dengan jumlah serapan logam berat ternyata mampu meningkatkan laju pertumbuhan pada perlakuan L2 (75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi) pada umur tanaman 28-35 hst. Peningkatan laju pertumbuhan tanaman dikarenakan adanya peningkatan biomassa yang cukup baik pada perlakuan L2. Ini dikarenakan logam Fe yang terserap pada tanaman perlakuan L2 (Gambar 4) merupakan bagian dari enzim yang membantu dalam pertumbuhan tanaman dalam jumlah yang cukup. Menurut Syekhfani (2009) bahwa unsur mikro (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo dan Cl) merupakan bagian enzim-enzim spesifik, selain sebagai katalisator. Grath dan Zhao (2003) menyatakan penyerapan kontaminan anorganik dari tanah oleh tanaman (phytoextraction) telah membuktikan tingkat kelayakan teknologi phytoextraction ini, dan menunjukkan hasil biomassa yang baik. Sedangkan menurut Singh dan Sinha (2005) menyatakan terjadi peningkatan pigmen fotosintesis, protein dan kadar gula pada periode awal pada perlakuan konsentrasi lumpur kontaminan (*Tannery Sludge*) yang rendah dan terjadi penurunan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan L3, L4 dan L6 memperlihatkan laju pertumbuhan yang sama walaupun dengan perlakuan yang berbeda pada umur tanaman dan 28-35 hst dengan hasil masing-masing  $0.03 \text{ g.g}^{-1} \text{ hari}^{-1}$ . Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa perbedaan ukuran tanaman yang dinyatakan dalam biomassa dapat terjadi diantara tanaman dari umur yang sama sekalipun pada lingkungan dan mendapat perlakuan yang sama.

Serapan logam berat dari media tanam yang dicampur lumpur lapindo oleh tanaman juga berpengaruh pada luas daun tanaman. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa prosentase campuran lumpur lapindo 50 % dengan kompos kotoran sapi (L3) menghasilkan luas daun tertinggi meskipun tidak berbeda nyata dari perlakuan L7 (100% tanah). Sedangkan pada L2 dengan komposisi lumpur lapindo 75 % dicampur dengan kompos kotoran sapi 25 % menghasilkan luas daun terendah setelah perlakuan L1 walaupun dari hasil analisis statistik perlakuan L2 tidak berbeda nyata dengan L1. Rendahnya hasil luas daun pada perlakuan L2 dikarenakan pada perlakuan ini adanya peningkatan prosentase lumpur lapindo yaitu 75 % sehingga tanaman pada media tanam ini akan

menyerap logam dalam jumlah yang cukup tinggi sehingga pertumbuhan tidak maksimal, serta kurangnya unsur hara yang menunjang pertumbuhan tanaman akibat rendahnya prosentase kompos kotoran sapi yaitu hanya 25 % dari volume polybag. Pada perlakuan L5 yang hasilnya tidak berbeda nyata dari perlakuan L2 yang dikarenakan kaitannya terhadap media tanam dengan kontaminasi logam yang ringan penyerapan logam beratnya lebih tinggi dibandingkan dengan media tanam yang terkontaminasi berat serta prosentase yang rendah dari kompos kotoran sapi yaitu 25 % dari volume polybag. Meskipun logam berat bersifat racun bagi tanaman tetapi dalam jumlah yang cukup atau seimbang unsur logam berat bermanfaat bagi tanaman. Lahuddin (2007) menyatakan logam berat seperti Cu berfungsi sebagai katalis pernapasan, penyusun enzim pembentukan klorofil dan metabolisme karbohidrat. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan L3 menghasilkan luas daun tertinggi dimana fungsi Cu sebagai pembentuk klorofil yang berpengaruh pada luas daun tanaman. Logam Cu merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan. Pada tumbuhan, termasuk algae, Cu berperan sebagai penyusun *plastocyanin* yang berfungsi dalam transport elektron dalam proses fotosintesis (Boney *dalam* Effendi, 2003). Pemberian campuran lapindo pada media tanam dengan prosentase yang berbeda juga berpengaruh nyata pada bobot akar dan panjang akar (tabel 10 dan tabel 11). Secara keseluruhan peningkatan prosentase lumpur lapindo pada media tanam menurunkan bobot akar dan panjang akar. Hal ini dikarenakan unsur logam berat pada media yang prosentasenya tinggi menghambat jumlah unsur essensial yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan. Selain itu menurut Barber *dalam* Connell & Miller (1995), keberadaan logam berat dapat menyebabkan terbatasnya jumlah fosfor, kalium, dan besi yang ada di dalam jaringan akar, yang akibatnya akan memperlambat pertumbuhan akar dan perkembangan jaringan meristem. Sedangkan menurut Turan *dan* A. Esringü (2007) bahwa penyerapan logam berat tertinggi terdapat pada akar tanaman dari Canola (*Brassica napus* L) dan Indian mustard (*Brassica juncea* L). Fengxiang. X. (2003) dalam penelitiannya menunjukkan terjadi penumpukan logam Cr pada tunas dan akar dari konsentrasi Cr di tanah pada *Brassica juncea* L.



#### **4.2.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Hasil Tanaman Sawi Hijau**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan terhadap hasil tanaman sawi hijau dengan perlakuan lumpur lapindo sebagai media tanam dan campuran lumpur lapindo sebagai media tanam menunjukkan bobot segar total tanaman dan bobot segar konsumsi tanaman memberikan hasil yang berbeda nyata. Secara umum bobot segar total tanaman panen (tabel 12) yang dihasilkan 16.33 g – 68.00 g (tanaman dari perlakuan L1 ialah 0.00 gr atau tanaman mati) dan secara umum bobot segar konsumsi tanaman yang dihasilkan ialah 14.10 g – 59.36 g. Perlakuan dengan campuran lumpur lapindo sebagai media tanam secara keseluruhan menurunkan hasil dari tanaman sawi hijau daripada perlakuan kontrol. Hal tersebut dikarenakan pada lumpur lapindo yang telah dilakukan analisis awal (Lampiran 8) mengandung unsur logam yang cukup tinggi. Unsur yang bersifat meracuni tanaman dapat menurunkan produksi jika konsentrasi tinggi, tetapi dalam konsentrasi rendah beberapa unsur mikro tersebut bermanfaat untuk tanaman (Hanafiah, 2005).

Prosentase campuran lumpur lapindo yang semakin rendah, justru mengakibatkan serapan logam berat meningkat (Lampiran 7). Logam berat yang semakin bertambah digunakan tanaman sebagai penambahan biomassa tanaman misalnya tinggi tanaman, sehingga berpengaruh pada hasil dari tanaman sawi hijau. Dari hasil pengamatan pertumbuhan juga menunjukkan adanya perbedaan tinggi tanaman pada perlakuan. Grath dan Zhao (2003) menyatakan penyerapan kontaminan anorganik dari tanah oleh tanaman telah membuktikan tingkat kelayakan tanaman sebagai *phytoextraction*, dan menunjukkan hasil biomassa yang baik. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) bahwa salah satu faktor pertumbuhan tanaman yang menentukan hasil tanaman ialah produksi biomassa tanaman, disamping faktor genetik dan tingkat alokasi fotosintat ke bagian yang dipanen.

#### **4.2.3 Kandungan Logam Berat Pada Masing-Masing Perlakuan**

Dari hasil analisis laboratorium yang disajikan pada grafik menunjukkan besaran serapan logam berat yang berbeda oleh tanaman pada berbagai perlakuan. Logam yang terserap oleh tanaman dari perlakuan diantaranya Si, Ti, Cr, Mn, Fe,

Ni, Zn dan Cu. Meskipun prosentase lumpur lapindo pada perlakuan L6 rendah namun pada perlakuan ini menunjukkan serapan logam berat tertinggi daripada perlakuan yang lainnya. Ini dikarenakan kemampuan akar tanaman untuk menyerap logam berat pada media yang tercemar logam berat ringan lebih besar serapan logam beratnya dari pada media tanam yang tercemar ringan. Verloo (1993) menyatakan bahwa ada kejadian penyerapan suatu logam berat oleh tumbuhan dari tanah yang tercemar berat, penyerapannya lebih sedikit daripada penyerapan dari tanah yang tercemar ringan. Hal ini disebabkan terjadinya kenaikan pH yang lebih tinggi oleh bahan pencemar yang lebih banyak dan sejalan dengan KTK juga meningkat lebih tinggi, sehingga penyerapan oleh tanah menjadi lebih kuat. Ini ditunjukkan dari hasil penelitian (Lampiran 7) bahwa terjadi peningkatan besaran serapan logam berat Cu dan Cr setelah prosentase campuran lumpur lapindo diturunkan. Selain itu lumpur lapindo dengan pH 5.8-7.2 (Habibie, Agustina dan Mochamad Nurcholis. 2014) juga berpengaruh terhadap serapan unsur logam oleh tanaman. Menurut Rao (1994), bahwa keadaan pH tanah 5.6 sudah menunjukkan sifat masam. Sarwono (1994), bahwa pada reaksi tanah yang masam, unsur-unsur mikro akan menjadi mudah larut, sehingga dapat ditemukan unsur mikro yang terlalu banyak. Unsur mikro merupakan unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga menjadi racun kalau terdapat dalam jumlah yang terlalu besar.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun tanaman menyerap logam berat dalam jumlah tertentu, tanaman sawi hijau tidak menunjukkan gejala keracunan yang nyata seperti keracunan pada daun dan dari hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tanaman sawi hijau efektif dalam menyerap logam berat seperti Cu dan Cr pada media yang terkontaminasi. Ini dikarenakan bahwa adanya mekanisme detoksifikasi oleh bagian tanaman pada cekaman logam berat pada media tanam. Pada tanaman, logam yang terakumulasi membentuk senyawa lain salah satunya fitokelatin yang terbentuk dari asam amino seperti sintein dan glisin. Fitokelatin (PC) membentuk kompleks dengan logam berat dan berfungsi sebagai detoksifikasi terhadap logam berat pada tanaman. Dalam kondisi cekaman logam berat, tanaman mengekspresikan protein spesifik sebagai respon terhadap akumulasi logam berat dan kadar garam di lingkungan, seperti senyawa osmolit

dan fitokelatin (Hirata *et al.*, 2005). Cobbet (2000) menyatakan Cekaman Cd pada tanaman akan memicu terbentuknya kompleks PC-Cd. Menurut Singh dan Sinha (2005) bahwa *Brassica juncea* L. Czern (cv. Rohini) memiliki potensi dalam mengakumulasi dan toleran terhadap logam berat. Dalam penelitiannya tanaman tersebut efektif dalam mengakumulasi logam Cr ( $1217.82 \text{ mg. g}^{-1}$ ), Fe ( $1171.72 \text{ mg. g}^{-1}$ ), Zn ( $330.93 \text{ mg. g}^{-1}$ ) dan Mn ( $592.05 \text{ mg. g}^{-1}$ ). Dari hasil penelitian juga menunjukkan kandungan logam Fe pada tanaman akibat perlakuan juga cukup tinggi, dimana Fe memiliki peran sebagai pembentukan protein pada tanaman. Menurut Syekhfani (2009) bahwa Fe berkaitan erat dengan pembentukan protein tetapi tidak merupakan penyusun.

Pada perlakuan L5 (25 % Lumpur Lapindo + 25 % Kompos kotoran sapi + 50 % Tanah) menunjukkan kandungan logam Si yang tinggi yang diikuti dengan pertumbuhan yang kurang baik dibandingan perlakuan L3, L4 dan L6 yang memiliki kandungan logam berat yang lebih rendah dibandingkan perlakuan L5. Ini berarti bahwa logam Si yang tinggi dapat menurunkan pertumbuhan tanaman sawi hijau. Tetapi menurut H.J Gong *et al.*, (2006) bahwa Peningkatan pertumbuhan tunas dengan adanya silika (Si) berkorelasi dengan penurunan konsentrasi natrium pada bibit *Oryza sativa* L. Logam Ti yang terkandung atau yang terserap oleh tanaman pada media lumpur lapindo mengalami penurunan dan peningkatan. Penurunan tingkat serapan logam Ti terjadi pada perlakuan L3 (50 % Lumpur lapindo + 50 % Kompos kotoran sapi). Peningkatan serapan Ti oleh tanaman diikuti dengan penurunan prosentase dari lumpur lapindo pada media tanam yang terjadi pada perlakuan L4, L5 dan L6. Peranan Ti terhadap tanaman menurut hasil penelitian H. Mahmoodzadeh *dan* R. Aghili (2014) bahwa konsentrasi Ti berpengaruh pada panjang radikula dan bobot segar dan penggunaan nanopartikel TiO dengan konsentrasi yang sesuai menyebabkan peningkatan perkecambahan pada biji gandum. Sedangkan jenis logam Ni juga terserap tanaman dalam konsentrasi yang tinggi juga mengalami peningkatan dan penurunan pada perlakuan campuran lumpur lapindo pada media tanam. Penurunan serapan Ni oleh tanaman akibat perlakuan terjadi pada perlakuan L3 (50 % Lumpur lapindo + 50 % Kompos kotoran sapi). Peningkatan serapan Ni oleh

tanaman diikuti dengan penurunan prosentase dari lumpur lapindo pada media tanam yang terjadi pada perlakuan L4, L5 dan L6.

Perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo memperlihatkan hasil tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tanaman, bobot kering dan luas daun yang kurang baik pada perlakuan L2 (75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi). Jenis logam berat yang terkandung dalam tanaman sawi hijau ternyata bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman yaitu jenis logam berat Cu. Lahuddin (2007) menyatakan logam berat seperti Cu berfungsi sebagai katalis pernapasan, penyusun enzim pembentukan klorofil dan metabolisme karbohidrat. Boney *dalam* Effendi (2003) menyatakan bahwa logam Cu merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan. Pada tumbuhan, termasuk algae, Cu berperan sebagai penyusun plastocyanin yang berfungsi dalam transport elektron dalam proses fotosintesis. Logam Cr belum diketahui manfaatnya bagi tumbuhan, karena jenis kompleks kimia yang berikatan dengan Cr menjadi kendala dalam mempelajari mekanisme toksitas kromium pada tumbuhan. Panda dan Choudhury (2005) menyatakan bahwa pengaruh kontaminasi Cr dalam fisiologi tumbuhan tergantung pada jenis logamnya yang berperan terhadap mobilisasi Cr, termasuk penyerapan dan keracunan pada sistem tumbuhan.

Dari hasil analisis laboratorium diketahui bahwa tanaman sawi hijau yang ditanam pada media tanam dengan campuran lumpur lapindo mengandung unsur logam berat yang melewati batas serapan logam berat oleh tanaman menurut Mengel *dan* Kirkby (1987) pada tabel 3. Diketahui pada tanaman akibat perlakuan L1 mengandung logam berat Cr ( $1.7 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $2.3 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $22.1 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tanaman pada perlakuan L2 mengandung logam berat Cr ( $5.9 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $3.8 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $53.6 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tanaman akibat perlakuan L3 mengandung logam berat Cr ( $3.0 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $7.3 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $36.7 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tanaman akibat perlakuan L4 mengandung logam berat Cr ( $6.2 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $13.0 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $115 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tanaman akibat perlakuan L5 mengandung logam berat Cr ( $11 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $25 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $248 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Tanaman akibat perlakuan L6 mengandung logam berat Cr ( $12 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $25 \mu\text{g g}^{-1}$ ) dan Ni ( $284 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Dari hasil tersebut dikatakan bahwa tanaman sawi hijau yang ditanam pada media tanam dengan campuran lumpur lapindo hasil panennya tidak dapat dikonsumsi. Sementara berdasarkan

Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan (POM) RI telah menetapkan batas maksimum cemaran logam berat tembaga (Cu) pada sayuran segar yaitu 50 ppm atau  $0.05 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sehingga dari hasil tersebut dikatakan bahwa tanaman sawi hijau yang ditanam pada media tanam dengan campuran lumpur lapindo hasil panennya tidak dapat dikonsumsi.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, bobot akar tanaman dan panjang akar tanaman masing-masing pada umur 21, 28, 35 hst dan Luas daun tanaman pada umur 14, 21, 28, 35 hst. Secara keseluruhan peningkatan prosentase campuran lumpur lapindo pada media tanam menurunkan pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tanaman, luas daun, bobot akar dan panjang akar. Tanaman sawi hijau yang ditanam pada media tanam 100 % lumpur lapindo tidak dapat tumbuh pada 21, 28 dan 35 hari setelah tanam.
2. Perlakuan L3 (50% Lumpur lapindo + 50% Kompos kotoran sapi) ialah perlakuan terbaik dari perlakuan pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam serta efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti luas daun dan bobot segar tanaman. Sedangkan pada perlakuan dengan prosentase lumpur lapindo 75 % yang dicampur kompos kotoran sapi 25 % memberikan peningkatan laju pertumbuhan pada umur tanaman 28-35 hst.
3. Variasi prosentase pemberian campuran lumpur lapindo pada media tanam memberikan pengaruh terhadap besaran serapan logam berat oleh tanaman sawi hijau. Perlakuan prosentase campuran lumpur lapindo yang rendah menunjukkan serapan logam berat yang tinggi yang ditunjukkan pada hasil serapan logam perlakuan L6 dengan Si (5.10%), Ti (3.30%), Cr (1.20%), Mn (0.32%), Fe (16.20%), Ni (28.40%), Cu (2.50%) dan Zn (1.10%), Sedangkan semua tanaman yang ditanam pada media campuran lumpur lapindo hasil panennya tidak dapat dikonsumsi karena mengandung logam berat yang cukup tinggi.



## 5.2 Saran

1. Pada daerah yang tercemar lumpur lapindo sebaiknya tidak ditanamani tanaman pangan, namun ditanami tanaman pohon, tanaman hias atau tanaman enceng gondok.
2. Penanaman tanaman pada daerah yang terkontaminasi sebaiknya dilakukan penambahan bahan organik untuk memperbaiki struktur tanah dan untuk menunjang pertumbuhan tanaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2014. www.google.com. Fase Pertumbuhan Sawi Hijau. Diakses pada tanggal 19 April 2014
- American Geological Institute. 1976. Dictionary of Geological Term. Revised Edition. Anchor Books. New York. 8 : 472 p.
- Cahyono, B, 2003. Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau (Pai-Tsai). Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. Hal : 12-62
- Cobbett, Christopher S. 2000. "Phytochelatin biosynthesis and function in heavymetal detoxification". Current Opinion in Plant Biology, 3 (3) : 211-216.
- Connell, D.W & G.J Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Diterjemahkan oleh Yanti Koestoer. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/SK/B/VII/89 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Dalam Makanan, Depkes RI, Jakarta, 1989.
- Dwidjoseputro, D. 1994. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Peraian. Kanisius. Yogyakarta.
- Fengxiang X. Han, B. B. Maruthi Sridhar, David L. Monts and Yi Su. 2003. Phytoavailability and toxicity of trivalent and hexavalent chromium to *Brassica juncea*. New Phytologist. (2004) 162 : 489–499
- Forth, H. D. 1998. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gardner, F., P. Pearce, R. B. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Jakarta. p.98-99.
- H. J. Gong, D. P. Randall & T. J. Flowers. 2006. Silicon deposition in the root reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) seedling by reducing by pass flow. Plant, Cell and Environment. Vol. 29. 1970–1979.
- Habibie, F.M, Agustin Krisna, W. dan M. Nurcholis. 2014. Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme Termofilik Penghasil Xilanase. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2 (4) : 231-238.

- Hanafiah, K., 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Press. Jakarta.
- Haryanto, W. T, Suhartini dan E,Rahayu. 2003. Sawi dan Selada. Edisi Revisi Penebar Swadaya, Jakarta. Hal:5-26.
- Hermanto, 2006. Lumpur Sidoarjo. Dialog Panjang Yang Tak Berkesudahan.
- Hirata, Kazumasa, Naoki Tsuji, dan Kazuhisa Miyamoto. 2005. Biosynthetic Regulation of Phytochelatins, Heavy Metal-Binding Peptides. Journal of Bioscience and Bioengineering, 100 (6) : 593-599.
- Homa Mahmoodzadeh, Reyhane Aghili. 2014. Effect on Germination and Early Growth Characteristics in Wheat Plants (*Triticumaestivum L.*) Seeds Exposed to TiO<sub>2</sub> Nanoparticles. Journal of Chemical Health Risks. Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. 4 (1) 29 – 36.
- Jadia, C.D., M.H. Fulekar. 2008. Phytoremediation : The Application of Vermicompost to Remove zinc, cadmium, copper, nickel and lead by sunflower plant. Environmental Engineering and Management Journal, 7 (5) : 547-558.
- Lahuddin, M., 2007. Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah. USU Press. Medan.
- Mc Grath, S.P. dan F.J.Zhao. 2003. Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. Curr Opin Biotechnol. 2003 Jun;14 (3) :277-82.
- Mengel, K. & E.A. Kirkby. 1987. Principle of Plant Nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. International Potash Institute. Bern. 687 p.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Pustaka Jaya . Jakarta.
- Panda, S.K., and S. Choudhury. 2005. Chromium Stress in Plants. Brazilian Journal of Plant Physiology. Vol.17. no. 1.
- Rafael. C, David. J, Walker, M. Pilar Bernal. 2005. Uptake of Heavy Metals and As by *Brassica juncea* Grown in a Contaminated Soil in Aznalcollar (Spain). Environmental Pollution. 138 (2005). 46-58.
- Rahayu, R.D. 2008. Pengaruh Pemanfaatan Bahan Organik Paitan (*Thitonia diversifolia*), Kotoran Ayam, Kotoran Sapi dan Lumpur Lapindo Terhadap pH Tanah dan Kation basa Tanah (dd) serta Pertumbuhan Tanaman Jagung *Zea mays* Pada Inceptiol Porong Sidoarjo. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

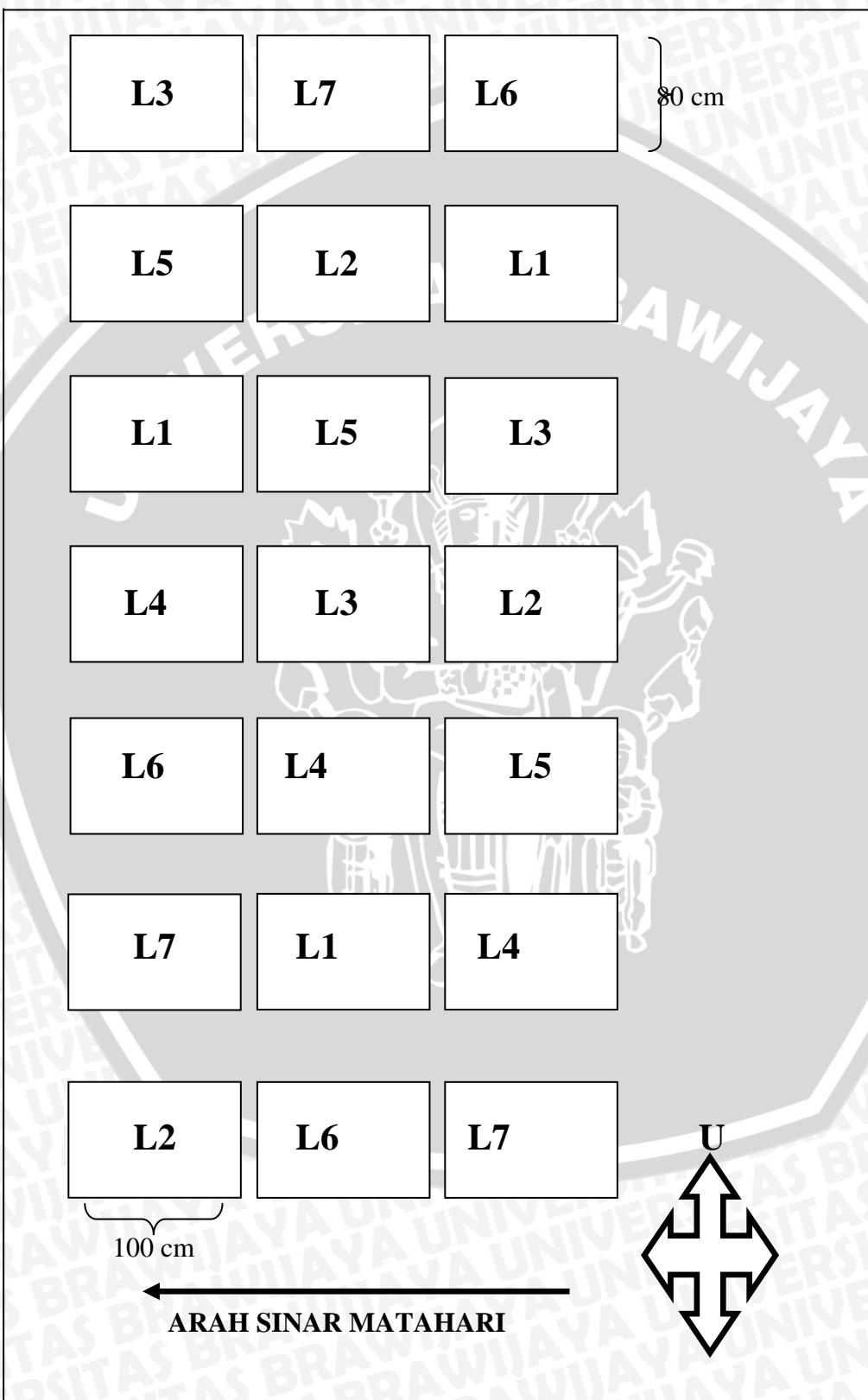
- Rasyad, A, Joko S, dan Erwan E. 2008. Journal of Environmental Science. Kandungan Logam Berat pada Jagung yang Dipupuk dengan Kompos IPAL Pabrik Pulp dan Kertas serta Kelayakannya untuk Konsumsi. Program Studi Ilmu Lingkungan PPS, Universitas Riau. Vol.1. no.2.
- Rukmana, R, 2007. Bertanam Petsai dan Sawi. Kanisius, Yogyakarta. Hal : 11-35.
- Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan. Diterjemahkan oleh H. Soesilo. Universitas Indonesia Press, 299-310. Jakarta
- Sarwono, Hardjowigeno. 1995. Ilmu Tanah. Penerbit Akademia Pressindo. Jakarta.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis bidang Pertanian. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Singh S, Sarita Sinha. 2005. Accumulation of Metals and Its Effects in *Brassica juncea* L. Czern (cv. Rohini) Grown on Various Amendments of Tannery Waste. Ecotoxicology and Environmental Safety, (62) : 118-127.
- Sitompul, S.N & B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Sunarjoyo, H. H, 2004. Bertanam 30 Jenis Sayur. Penebar Swadaya, Jakarta. Hal : 78-82.
- Syekhfani. 2009. Hubungan Hara Air Tanah dan Tanaman.Dasar-Dasar Aplikasi dan Pengelolaan Tanah Subur Berkelanjutan. PMN. Malang. Hal. 90-93.
- Thohiron, M. Heru, P, 2012. Pengelolaan Lahan dan Budidaya Tanaman Lahan Terdampak Lumpur Marine SIDoarjo. J-PAL, 3 (1) : 19-20.
- Turan. M, A. Esringü. 2007. Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb, and Zn. Plant Soil Environmental. 53 (1): 7-15
- Utami, S. Struktur Morfologi Dan Anatomi Akar Kacang Hijau Vigna Radiata Pada Media Lumpur Lapindo. ITS. Surabaya.
- Verloo, M. 1993. Chemical Aspect of Soil Pollution. ITC-Gen Publications series, (4) : 17-46
- Wiguna, I.P.A., Wahyudi C., dan Amien Widodo. 2009. Penanggulangan Semburan Lumpur Lapindo. PSKB., LPPM., ITS. Surabaya.

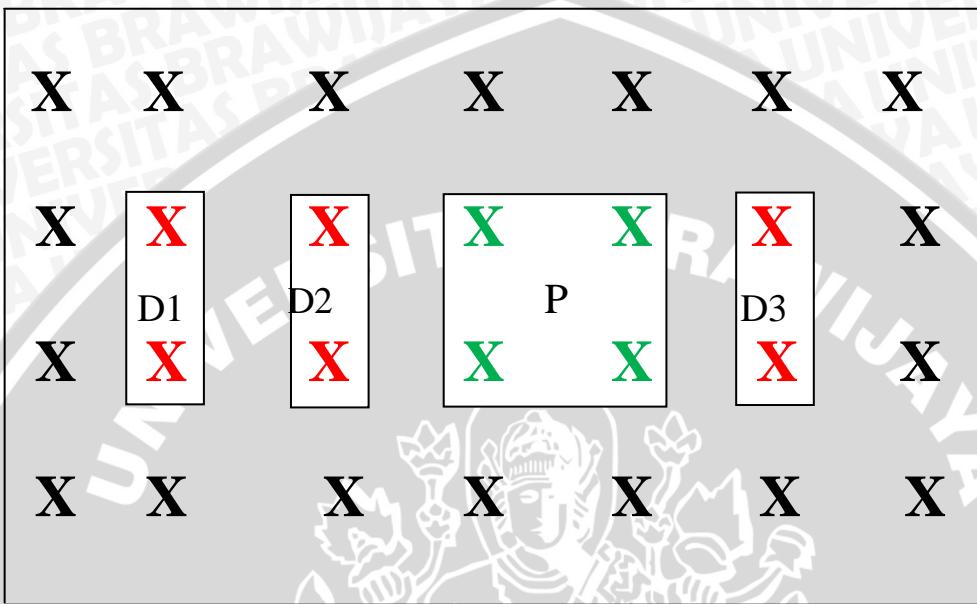
**LAMPIRAN****Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Sawi Hijau Var. Prima**

Nama lain	: Caisim (Bangkok)
Umur tanaman	: 30 hari
Batang	: Tumbuh tegak
Bentuk daun	: Panjang
Warna daun	: Hijau
Rasa	: Manis dan tidak berserat
Ketahanan	: Toleran terhadap layu dan penyakit akar
Keseragaman	: Tinggi
Potensi produksi	: 150-175 g/ tanaman
Sumber	: CV. Aditya Sentana Agro, Malang



Lampiran 2. Denah pengacakan perlakuan pada plot penelitian



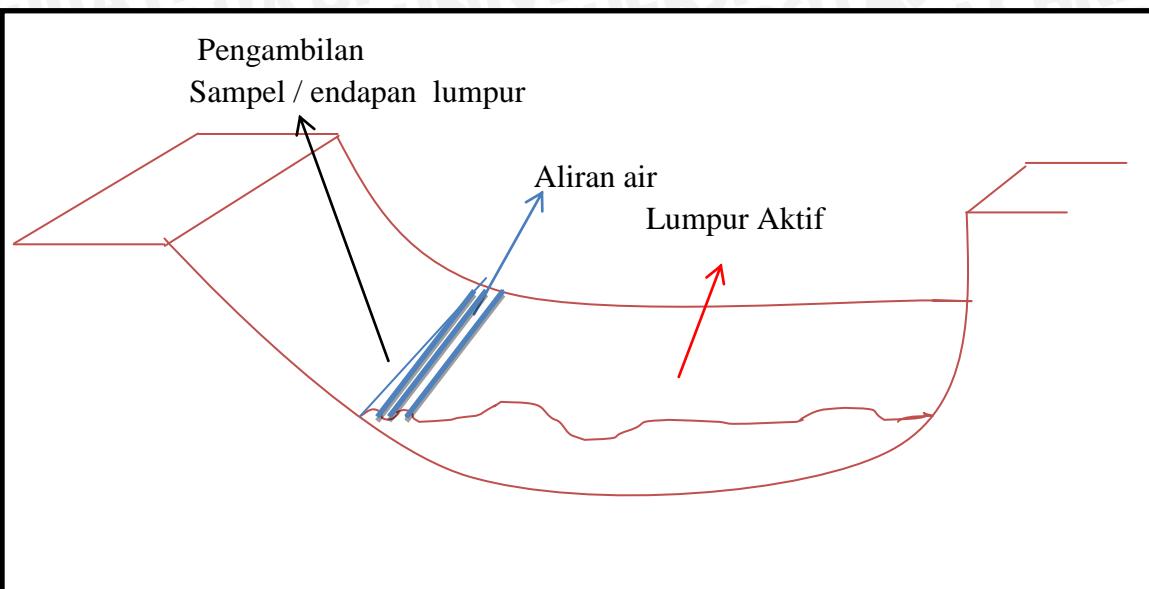
**Lampiran 3. Denah pengamatan sampel tanaman dalam polybag**

Keterangan :

**X** = Tanaman sampel dalam polybag

**X** = Tanaman pengamatan destruktif

**X** = Tanaman panen

**Lampiran 4. Sketsa Daerah Pengambilan Sampel**

**Lampiran 4. (Lanjutan)**

**Lampiran 5. Nilai Laju Pertumbuhan Tanaman**

Perlakuan	14-21 hst	21-28 hst	28-35 hst
L1	0.01	0	0
L2	0.34	0.03	0.07
L3	0.19	0.14	0.03
L4	0.32	0.13	0.03
L5	0.29	0.12	0.04
L6	0.15	0.13	0.03
L7	0.18	0.14	0.02

## Lampiran 6. Hasil Analisis Statistik Perlakuan Terhadap Parameter Pengamatan

Tabel 13. Analisis Statistik Tinggi Tanaman 7 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.208571	0.104286	0.926004	tn	3.88
Perlakuan	6	0.205714	0.034286	0.30444	tn	3.00
Galat	12	1.351429	0.112619			
Total	20	1.765714				

Tabel 14. Analisi Statistik Tinggi Tanaman 14 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	5.565714	2.782857	2.8346	tn	3.88
Perlakuan	6	13.85619	2.309365	2.352304	tn	3.00
Galat	12	11.78095	0.981746			
Total	20	31.20286				

Tabel 15. Analisi Statistik Tinggi Tanaman 21 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	11.13238	5.56619	1.615432	tn	3.88
Perlakuan	6	353.0295	58.83825	17.07617	**	3.00
Galat	12	41.34762	3.445635			
Total	20	405.5095				

Tabel 16. Analisi Statistik Tinggi Tanaman 28 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	7.30381	3.651905	3.925774	*	3.88
Perlakuan	6	913.1514	152.1919	163.6053	**	3.00
Galat	12	11.16286	0.930238			
Total	20	931.6181				

Tabel 17. Analisi Statistik Tinggi Tanaman 35 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	9.26	4.63	4.468633	*	3.88
Perlakuan	6	1189.51	198.2516	191.342	**	3.00
Galat	12	12.43333	1.036111			
Total	20	1211.203				



### Lampiran 16. (Lanjutan)

Tabel 18. Analisi Statistik Jumlah Daun Tanaman 7 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.285714	0.142857	0.72	tn	3.88
Perlakuan	6	1.619048	0.269841	1.36	tn	3.00
Galat	12	2.380952	0.198413			
Total	20	4.285714				

Tabel 19. Analisi Statistik Jumlah Daun Tanaman 14 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	1.142857	0.571429	0.911392	tn	3.88
Perlakuan	6	11.33333	1.888889	3.012658	tn	3.00
Galat	12	7.52381	0.626984			
Total	20	20				

Tabel 20. Analisi Statistik Jumlah Daun Tanaman 21 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	3.714286	1.857143	4.5	*	3.88
Perlakuan	6	77.61905	12.93651	31.34615	**	3.00
Galat	12	4.952381	0.412698			
Total	20	86.28571				

Tabel 21. Analisi Statistik Jumlah Daun Tanaman 28 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	2	1	1.8	tn	3.88
Perlakuan	6	163.619	27.26984	49.08571	**	3.00
Galat	12	6.666667	0.555556			
Total	20	172.2857				

Tabel 22. Analisi Statistik Jumlah Daun Tanaman 35 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	6	3	5.4	*	3.88
Perlakuan	6	155.3333	25.88889	46.6	**	3.00
Galat	12	6.666667	0.555556			
Total	20	168				

**Lampiran 16. (Lanjutan)**

Tabel 23. Analisi Statistik Bobot Segar Tanaman 14 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.397143	0.198571	1.197702	tn	3.88
Perlakuan	6	2.404762	0.400794	2.417425	tn	3.00
Galat	12	1.989524	0.165794			
Total	20	4.791429				

Tabel 24. Analisi Statistik Bobot Segar Tanaman 21 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	2.888571	1.444286	0.264933	tn	3.88
Perlakuan	6	654.059	109.0098	19.99627	**	3.00
Galat	12	65.4181	5.451508			
Total	20	722.3657				

Tabel 25. Analisi Statistik Bobot Segar Tanaman 28 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	85.62286	42.81143	4.877384	*	3.88
Perlakuan	6	4056.512	676.0854	77.02448	**	3.00
Galat	12	105.3305	8.77754			
Total	20	4247.466				

Tabel 26. Analisi Statistik Bobot Segar Tanaman 35 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	157.6314	78.81571	1.913666	tn	3.88
Perlakuan	6	10375.28	1729.214	41.98577	**	3.00
Galat	12	494.2286	41.18571			
Total	20	11027.14				

### Lampiran 6 ( Lanjutan )

Tabel 27. Analisi Statistik Bobot Kering Tanaman 14 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.076181	0.03809	0.699815	tn	3.88
Perlakuan	6	0.543333	0.090556	1.663726	tn	3.00
Galat	12	0.653152	0.054429			
Total	20	1.272667				

Tabel 28. Analisi Statistik Bobot Kering Tanaman 21 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	1.012381	0.50619	10.22115	**	3.88
Perlakuan	6	4.191429	0.698571	14.10577	**	3.00
Galat	12	0.594286	0.049524			
Total	20	5.798095				

Tabel 29. Analisi Statistik Bobot Kering Tanaman 28 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.232381	0.11619	0.972112	tn	3.88
Perlakuan	6	34.94571	5.824286	48.72908	**	3.00
Galat	12	1.434286	0.119524			
Total	20	36.61238				

Tabel 30. Analisi Statistik Bobot Kering Tanaman 35 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.369524	0.184762	0.815983	tn	3.88
Perlakuan	6	49.64286	8.27381	36.54048	**	3.00
Galat	12	2.717143	0.226429			
Total	20	52.72952				

### Lampiran 6. ( Lanjutan )

Tabel 31. Analisi Statistik Luas Daun Tanaman 14 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	60.90912	30.45456	0.149753	tn	3.88
Perlakuan	6	72949.24	12158.21	59.78513	**	3.00
Galat	12	2440.38	203.365			
Total	20	75450.53				

Tabel 32. Analisi Statistik Luas Daun Tanaman 21 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	1659.31	829.6548	0.55212	tn	3.88
Perlakuan	6	218116.4	36352.73	24.19208	**	3.00
Galat	12	18032.04	1502.67			
Total	20	237807.7				

Tabel 33. Analisi Statistik Luas Daun Tanaman 28 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	48.24135	24.12068	0.008714	tn	3.88
Perlakuan	6	452750.5	75458.42	27.26206	**	3.00
Galat	12	33214.7	2767.892			
Total	20	486013.5				

Tabel 34. Analisi Statistik Luas Daun Tanaman 35 hst.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	6623.182	3311.591	1.160078	tn	3.88
Perlakuan	6	682422.1	113737	39.84303	**	3.00
Galat	12	34255.53	2854.628			
Total	20	723300.8				



### Lampiran 6. ( Lanjutan )

Tabel 35. Analisi Statistik Bobot Akar Tanaman.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.015238	0.007619	0.554913	tn	3.88
Perlakuan	6	1.826667	0.304444	22.17341	**	3.00
Galat	12	0.164762	0.01373			
Total	20	2.006667				

Tabel 36. Analisi Statistik Panjang Akar Tanaman.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	0.715238	0.357619	1.69526	tn	3.88
Perlakuan	6	139.2	23.2	109.9774		3.00
Galat	12	2.531429	0.210952			
Total	20	142.4467				

Tabel 37. Analisis Statistik Bobot Segar Total Tanaman.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	582.7057	291.3529	4.251977	*	3.88
Perlakuan	6	10172.73	1695.456	24.74332	**	3.00
Galat	12	822.261	68.52175			
Total	20	11577.7				

Tabel 38. Analisis Statistik Bobot Segar Konsumsi Tanaman.

SK	db	JK	KT	F hitung		F tabel 5 %
Ulangan	2	71.39429	35.69714	0.518624	tn	3.88
Perlakuan	6	8806.546	1467.758	21.32424	**	3.00
Galat	12	825.9657	68.83048			
Total	20	9703.906				

### Lampiran 7. Analisi Kandungan Logam Pada Tanaman (35 hst)

Sample ident : *Brassica juncea* L (100 % Lumpur Lapindo)

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:09:24
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:39:39
<b>Position</b>	1

Compound	Si	S	Cl	K	Ca	Ti
<b>Conc Unit</b>	0.92 +/- 0.02 %	1.95 +/- 0.003%	74.7 +/- 0.07 %	6.48 +/- 0.03 %	10.05 +/- 0.08 %	0.53 +/- 0.006 %

Compound	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu
<b>Conc Unit</b>	0.08 +/- 0.009 %	0.17 +/- 0.005 %	0.074 +/- 0.005 %	1.40 +/- 0.02 %	2.21 +/- 0.03 %	0.28 +/- 0.004 %

Compound	Zn	Br	Sr	Re
<b>Conc Unit</b>	0.06 +/- 0.002 %	0.61 +/- 0.02 %	0.30 +/- 0.02 %	0.2 +/- 0.01 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea* L. (75 % Lumpur Lapindo + Kompos Kotoran Sapi)

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:11:34
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:41:50
<b>Position</b>	2

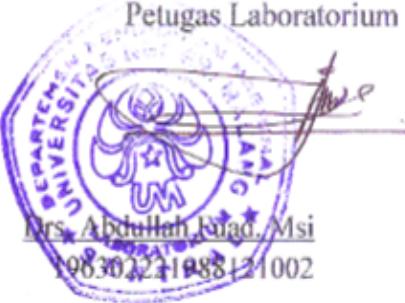
Compound	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn
<b>Conc Unit</b>	3.1 +/- 0.1 %	24.2 +/- 0.04 %	39.1 +/- 0.06	1.0 +/- 0.03 %	0.38 +/- 0.01 %	0.49 +/- 0.01 %

Compound	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Sr
<b>Conc Unit</b>	3.04 % +/- 0.02 %	5.36 +/- 0.03 %	0.59 +/- 0.03 %	0.34 +/- 0.008 %	1.8 +/- 0.03 %	1.2 +/- 0.06 %

Compound	Mo	Eu	Re
<b>Conc Unit</b>	18.7 +/- 0.2 %	0.2 +/- 0.06 %	0.5 +/- 0.09 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea L* (50 % Lumpur Lapindo + 50 % Kompos Kotoran Sapi)

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:13:46
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:44:00
<b>Position</b>	3

Compound	Si	P	K	Ca	Ti	Cr
<b>Conc Unit</b>	1.5 +/- 0.03 %	0.9 +/- 0.1 %	8.15 +/- 0.08 %	56.8 +/- 0.1 %	0.81 +/- 0.02 %	0.30 +/- 0.02 %

Compound	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br
<b>Conc Unit</b>	0.59 +/- 0.01 %	4.03 +/- 0.04 %	3.67 +/- 0.05 %	0.73 +/- 0.03 %	0.1 +/- 0.03 %	3.1 +/- 0.09 %

Compound	Sr	Mo	Re
<b>Conc Unit</b>	1.9 +/- 0.08 %	16.4 +/- 0.2 %	1.0 +/- 0.03 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea* L (35% Lumpur Lapindo + 25% Kompos Kotoran Sapi + 40% Tanah)

Application	<Standardless>
Sequence	Average of 3
Measurement period-start	23-Jun-2014 10:15:55
Measurement period-end	23-Jun-2014 10:46:09
Position	4

Compound	Si	P	K	Ca	Ti	V
Conc Unit	5.9 +/- 0.3 %	3.3 +/- 0.06 %	16.9 +/- 0.2 %	39.3 +/- 0.6 %	2.3 +/- 0.07 %	0.2 +/- 0.03 %

Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
Conc Unit	0.62 +/- 0.02 %	0.46 +/- 0.02 %	14.5 +/- 0.2 %	11.5 +/- 0.2 %	1.3 +/- 0.005 %	0.55 +/- 0.02 %

Compound	Br	Ba	Re
Conc Unit	1.6 +/- 0.06 %	0.9 +/- 0.4 %	1 +/- 0.07 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea* L (25% Lumpur Lapindo + 25% Kompos Kotoran Sapi + 50% Tanah)

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:18:03
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:48:31
<b>Position</b>	5

Compound	Si	P	K	Ca	Ti	V
<b>Conc Unit</b>	10 +/- 0.3 %	7.9 +/- 0.2 %	5.4 +/- 0.100 %	25.3 +/- 0.7 %	3.1 +/- 0.09 %	0.2 +/- 0.02 %

Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
<b>Conc Unit</b>	1.1 +/- 0.03 %	0.39 +/- 0.04 %	15.1 +/- 0.098 %	24.8 +/- 0.5 %	2.5 +/- 0.1 %	1.0 +/- 0.003 %

Compound	Ba	Re
<b>Conc Unit</b>	2 +/- 0.2 %	1 +/- 0.2 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea* L (10% Lumpur Lapindo + 50% Kompos Kotoran Sapi + 40% Tanah)

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:20:23
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:50:43
<b>Position</b>	6

Compound	Si	P	K	Ca	Ti	V
<b>Conc Unit</b>	5.1 +/- 0.5 %	8.6 +/- 0.2 %	10 +/- 0.100 %	19.4 +/- 0.2	3.3 +/- 0.08 %	0.3 +/- 0.01 %

Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
<b>Conc Unit</b>	1.2 +/- 0.06 %	0.32 +/- 0.04 %	16.2 +/- 0.4 %	28.4 +/- 0.6 %	2.5 +/- 0.03 %	1.1 +/- 0.08 %

Compound	Ba	Re	Eu
<b>Conc Unit</b>	2 +/- 0.01 %	2 +/- 0.4 %	0 +/- 0.1 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



### Lampiran 7. (Lanjutan)

Sample ident : *Brassica juncea L (100 % Tanah)*

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:22:25
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:53:17
<b>Position</b>	7

Compound	Si	P	S	K	Ca	Ti
<b>Conc Unit</b>	0.01 +/- 0.03 %	1.6 +/- 0.04 %	2.7 +/- 0.03 %	29.6 +/- 0.4 %	47.3 +/- 0.4 %	0.03 +/- 0.02 %

Compound	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn
<b>Conc Unit</b>	0.11 +/- 0.04 %	0.33 +/- 0.01 %	7.32 +/- 0.07 %	0.21 +/- 0.02 %	0.20 +/- 0.01 %	0.1 +/- 0.04 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



**Lampiran 8. Analisis Awal Kandungan Logam berat pada Lumpur Lapindo**

Sample ident : Lumpur Lapindo

<b>Application</b>	<Standardless>
<b>Sequence</b>	Average of 3
<b>Measurement period-start</b>	23-Jun-2014 10:09:24
<b>Measurement period-end</b>	23-Jun-2014 10:39:39
<b>Position</b>	1

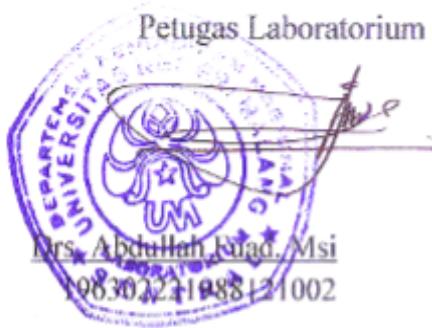
Compound	Al	Si	P	K	Ca	Ti
<b>Conc Unit</b>	7.6 +/- 0.04 %	24.8 +/- 0.1%	0.43 +/- 0.05 %	2.79 +/- 0.03 %	12.9 +/- 0.05 %	2.16 +/- 0.01 %

Compound	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu
<b>Conc Unit</b>	0.312 +/- 0.025 %	1.31 +/- 0.007 %	0.079 +/- 0.03 %	38.7 +/- 0.01 %	2.29 +/- 0.02 %	0.38 +/- 0.002 %

Compound	Zn	Sr	Mo	Eu	Re
<b>Conc Unit</b>	0.1 +/- 0.007 %	1.0 +/- 0.005 %	6.33 +/- 0.14 %	0.46 +/- 0.12 %	0.3 +/- 0.03 %

Malang, 23 Juni 2014

Petugas Laboratorium



Drs. Abdullah Riad, Msi  
196301221988121002

## Lampiran 9. Perhitungan Prosentase Campuran Lumpur Lapindo

Volume Polybag = 3 kg = 3000 g

- Prosentase Lumpur Lapindo :

100 % x 3000 g = 3000 g Lumpur Lapindo.

75 % x 3000 g = 2250 g Lumpur Lapindo.

50 % x 3000 g = 1500 g Lumpur Lapindo.

35 % x 3000 g = 1050 g Lumpur Lapindo.

25 % x 3000 g = 750 g Lumpur Lapindo.

10 % x 3000 g = 300 g Lumpur Lapindo.

- Prosentase Kompos Kotoran Sapi :

50 % x 3000 g = 1500 g Kompos Kotoran Sapi.

25 % x 3000 g = 750 g Kompos Kotoran Sapi.

- Prosentase Tanah :

50 % x 3000 g = 1500 g Tanah.

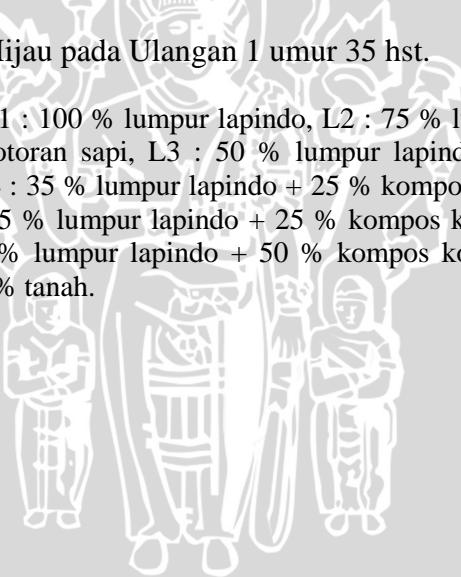
40 % x 3000 g = 1200 g Tanah.



**Lampiran 10. Dokumentasi**

Gambar 3. Tanaman Sawi Hijau pada Ulangan 1 umur 35 hst.

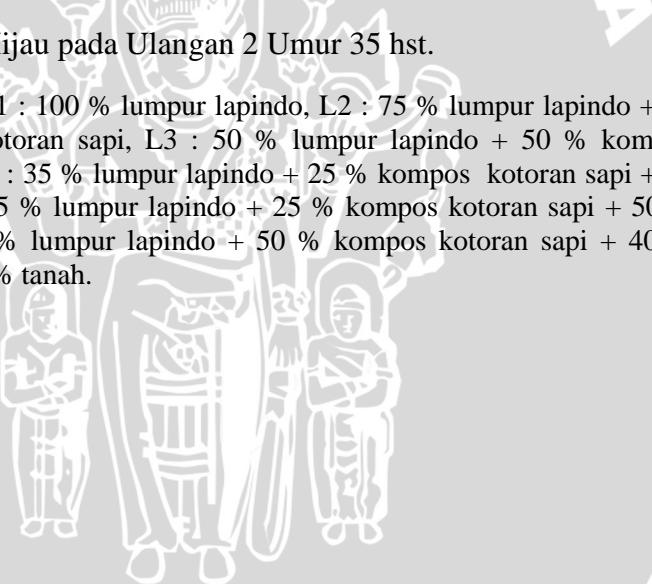
Keterangan : (1) Perlakuan L1 : 100 % lumpur lapindo, L2 : 75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi, L3 : 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi, L4 : 35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L5 : 25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah, L6 : 10 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L7 : 100 % tanah.



**Lampiran 11. (Lanjutan)**

Gambar 4. Tanaman Sawi Hijau pada Ulangan 2 Umur 35 hst.

Keterangan : (1) Perlakuan L1 : 100 % lumpur lapindo, L2 : 75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi, L3 : 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi, L4 : 35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L5 : 25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah, L6 : 10 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L7 : 100 % tanah.



**Lampiran 11. (Lanjutan)**

Gambar 5. Tanaman Sawi Hijau pada Ulangan 3 Umur 35 hst.

Keterangan : (1) Perlakuan L1 : 100 % lumpur lapindo, L2 : 75 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi, L3 : 50 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi, L4 : 35 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L5 : 25 % lumpur lapindo + 25 % kompos kotoran sapi + 50 % tanah, L6 : 10 % lumpur lapindo + 50 % kompos kotoran sapi + 40 % tanah, L7 : 100 % tanah.

