

**FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Zn DAN Cu DENGAN
MENGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI
(*Vetiveria zizanoides* L.)**

SKRIPSI

**NADIA NAHDA
1304290291
AGROEKOTEKNOLOGI**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
M E D A N
2017**

**FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Zn DAN Cu DENGAN
MENGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI
(*Vetiveria zizanoides* L.)**

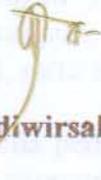
SKRIPSI

**NADIA NAHDA
1304290291
AGROEKOTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Studi Stara-1 Pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara**

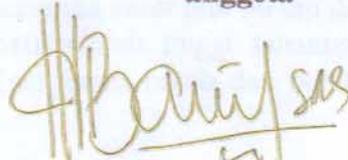
Komisi Pembimbing

Ketua



Ir. Alridiwersah, M.M.

anggota



Ir. Bambang SAS, M.Sc., Ph.D

Disahkan oleh :

Dekan



Ir. Asritanarni Munar, M.P.

Tanggal Sidang: 26 Oktober 2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (skripsi) adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan atau doctor), baik di program studi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing dan masukan tim penelaah/tim penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasi orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan nomor yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Medan, Oktober 2017



RINGKASAN

Nadia Nahda, “**FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Zn Dan Cu DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides* L.)**”. Di bawah bimbingan Bapak Ir. Alridiwirsyah, M.M. selaku ketua komisi pembimbing dan Bapak Ir. Bambang SAS, M.Sc., Ph.D. selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2017 – Juli 2107 di jalan Tuar Ujug No. 65 Kecamatan Medan Amplas dengan ketinggian tempat ± 27 meter di atas permukaan laut (mdpl). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi fitoremediasi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) terhadap logam berat Zn dan Cu melalui pengamatan tinggi tanaman, jumlah rumpun, berat basah dan kering akar, berat basah dan berat kering tajuk, serta pH tanah.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial dengan satu faktor yang diteliti yaitu : faktor pemberian logam berat (seng dan tembaga) yang terdiri dari 5 taraf yaitu : L_0 = kontrol, L_1 = 550 ppm Zn, L_2 = 750 ppm Zn, L_3 = 100 ppm Cu, dan L_4 = 150 ppm Cu dengan demikian diperoleh 5 perlakuan dengan 3 ulangan menghasilkan 15 plot, jumlah tanaman dalam satu plot dan tanaman sampel 3 tanaman, jumlah tanaman seluruhnya dan tanaman sampel seluruhnya 45 tanaman, jarak tanaman antar plot 50 cm dan jarak antar ulangan 100 cm. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman (cm), jumlah rumpun, berat basah dan kering akar (gr), berat basah dan berat kering tajuk (gr), serta pH tanah.

Pada pemberian logam berat Zn = 550 ppm memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah rumpun (anakan) dan pada pemberian logam berat Cu = 100 ppm memberikan pengaruh nyata terhadap parameter pH tanah. Pemberian logam berat Zn dan Cu pada tanaman akar wangi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, berat basah dan kering akar, berat basah dan berat kering tajuk.

Kata Kunci: vetiveria zizanioides, fitoremediasi, logam berat zn dan cu

SUMMARY

Nadia Nahda, “**HEAVY METAL PHYTOREMEDIATION of Zn and Cu USING PLANT ROOTS WANGI (*Vetiveria zizanioides* L.)**”, supervised by Mr. Ir. Alridiwirsyah, M.M. chairman of the supervising commission and Mr. Ir. Bambang SAS, M.Sc., Ph.D. as a member of the supervising commission. The study was conducted in April 2017 – July 2017 at jalan Tuar Ujung No. 65 Kecamatan Medan Amplas with a height of ± 27 meters above sea level. The objective was to investigate the potential phytoremediation of vetiver plant (*Vetiveria zizanioides* L.) on heavy metal Zn and Cu through observation of plant height, number of clumps, wet weight and root dry weight, wet weight and dry weight of crown, and soil pH.

This research using non factorial Randomized Blok Design (RAK) with one factor studied, namely : heavy metal (zinc and copper) factor consisting of 5 levels : L_0 = control, L_1 = 550 ppm Zn, L_2 = 750 ppm Zn, L_3 = 100 ppm Cu, and L_4 = 150 ppm Cu with obtained 5 treatments with 3 replicates yielding, 15 plots, the number of plants in plot an plant sample 3 plants, the total number of plants and plant sample of all 45 plants, plant spacing between plots 50 cm, and the distance between replicates 100 cm. The observed parameters were plant height (cm), number of clumps, canopy and root (gr) wet weight, dry weight of crown and root (gr), and soil pH.

In application heavy metal Zn = 550 ppm was give the significant effect on parameter of the number of clumps (seedlings) and on heavy metal giving Cu = 100 ppm gives a real effect on soil pH parameters. Application heavy metal Zn and Cu on vetiver plant has not significant effect canopy and root wet weight, canopy and root dry weight.

Keywords: vetiveria zizanioides, phytoremediation, heavy metals zn and cu

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nadia Nahda, dilahirkan pada tanggal 28 Agustus 1995 di Medan Provinsi Sumatera Utara. Merupakan anak tunggal dari pasangan Ayahanda Reffan Siregar dan Ibunda Machmidar Andriani.

Pendidikan yang telah ditempuh sebagai berikut :

1. Tahun 2007 menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Swasta Panca Budi Medan, Kecamatan Medan Sunggal, Provinsi Sumatera Utara.
2. Tahun 2010 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Swasta Panca Budi Medan, Kecamatan Medan Sunggal, Provinsi Sumatera Utara.
3. Tahun 2013 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Kemala Bhayangkari 1 Medan, Kecamatan Medan Baru, Provinsi Sumatera Utara.
4. Tahun 2013 melanjutkan pendidikan Strata-1 (S1) pada program studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Kegiatan yang sempat diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

1. Mengikuti Masa Perkenalan Mahasiswa Baru (MPMB) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2013.
2. Mengikuti MASTA (Masa Ta'aruf) PK IMM (Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PTPN III Kebun Ambalutu Kisaran, Provinsi Sumatera Utara Tahun 2016.
4. Melaksanakan Penelitian Skripsi di jalan Tuar Ujung No. 65 Kecamatan Medan Amplas dengan ketinggian tempat ± 27 m dpl, Provinsi Sumatera Utara pada bulan April 2017.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Zn Dan Cu DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizonioides* L.)”**. Tidak lupa penulis haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di yaumul'akhir nanti, amin.

Dalam kesempatan ini dengan penuh ketulusan, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orangtua penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materil.
2. Ibu Ir. Hj. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Alridiwirsah, M.M. selaku ketua komisi pembimbing skripsi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. Bambang SAS., M.Sc., Ph.D. selaku anggota komisi pembimbing skripsi pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Teman-teman yang telah mendukung dan membantu dalam penyelesaian penulisan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang sifatnya membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membutuhkan. Sebelum dan sesudahnya penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 26 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	3
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Botani Tanaman.....	5
Akar.....	6
Batang.....	6
Daun.....	6
Syarat Tumbuh.....	6
Iklim.....	6
Tanah.....	7
Logam Berat.....	7
Fitoremediasi.....	8
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	11
Tempat dan Waktu.....	11
Bahan dan Alat.....	11
Metode Penelitian.....	11
PELAKSANAAN PENELITIAN	13
Persiapan Lahan.....	13

Persiapan Polybag dan Tanah.....	13
Penyediaan bahan tanam	13
Penanaman Anakan.....	13
Aklimatisasi Tanaman Akar Wangi.....	14
Pembuatan Plang Perlakuan	14
Pengaplikasian Logam Berat.....	14
Pemeliharaan Tanaman	14
Penyiraman	14
Penyisipan.....	14
Penyiangan.....	15
Parameter Pengamatan.....	15
Tinggi Tanaman (cm)	15
Jumlah Rumpun (anakan)	15
Berat Basah Tajuk (g).....	15
Berat Basah Bagian Akar (g)	15
Berat Kering Bagian Tajuk (g).....	16
Berat kering Bagian Akar (g).....	16
pH Tanah Akhir.....	16
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
KESIMPILAN DAN SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Tinggi Tanaman (cm) Akar Wangi Umur 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat	17
2.	Jumlah Rumpun (anakan) Tanaman Akar Wangi Umur 1 dan 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat	18
3.	Berat Basah Tajuk (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat Berat	20
4.	Berat Basah Akar (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat Berat	21
5.	Berat Kering Tajuk (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat Berat	22
6.	Berat Kering Akar (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat Berat	23
7.	pH Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat Berat	24

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Histogram Jumlah Rumpun (anakan) Tanaman Akar Wangi Umur 1 dan 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat	19
2.	Histogram pH Tanah Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat	25

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Bagan Plot.....	30
2.	Bagan Sempel Tanaman	31
3.	pH Tanah Awal	32
4.	Analisis Logam Berat Cu dan Zn di Tanah	33
5.	Rataan Tinggi Tanaman (cm) Pengamatan 1 MSA	34
6.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Pengamatan 1 MSA	34
7.	Rataan Tinggi Tanaman (cm) Pengamatan 2 MSA	35
8.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Pengamatan 2 MSA	35
9.	Rataan Jumlah Rumpun (anakan) Pengamatan 1 MSA	36
10.	Daftar Sidik Ragam Jumlah Rumpun Pengamatan 1 MSA.....	36
11.	Rataan Jumlah Rumpun (anakan) Pengamatan 2 MSA	37
12.	Daftar Sidik Ragam Jumlah Rumpun Pengamatan 2 MSA.....	37
13.	Rataan Berat Basah Tajuk (g).....	38
14.	Daftar Sidik Ragam Berat Basah Tajuk	38
15.	Rataan Berat Basah Akar (g)	39
16.	Daftar Sidik Ragam Berat Basah Akar.....	39
17.	Rataan Berat Kering Tajuk (g).....	40
18.	Daftar Sidik Ragam Berat Kering Tajuk	40
19.	Rataan Berat Kering Akar (g).....	41
20.	Daftar Sidik Ragam Berat Kering Akar	41
21.	Rataan pH Tanah Akhir	42
22.	Daftar Sidik Ragam pH Tanah Akhir	42

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan manusia yang meningkat terhadap sumber daya alam menyebabkan berbagai dampak negatif berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan. Berbagai aktivitas seperti industri, pertambangan, dan transportasi turut memberikan kontribusi terhadap pencemaran air. Beberapa zat kimia berbahaya dan beracun yang mencemari lingkungan antara lain logam berat, pestisida, bahan radioaktif, senyawa nitrat, nitrit, amoniak, dan lain-lain. Beberapa logam berat tersebut adalah timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya (Darmono, 1995).

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 . Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dari logam tersebut yang terkait dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia maupun hewan. Tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ni, Pb, As, Cr, Sn dan Zn (Widowati, *et al.*, 2008).

Seng (Zn) merupakan logam berat esensial, dalam jumlah rendah dibutuhkan oleh tubuh (manusia, hewan dan tumbuhan). Zn bukan senyawa toksik dan merupakan unsur esensial bagi pertumbuhan semua jenis hewan dan tumbuhan. Dalam jumlah tinggi Zn dapat memberi efek racun. Gejala keracunan Zn pada tumbuhan secara umum berupa klorosis pada daun muda, nekrosis pada

daun yang akhirnya menyebabkan kematian daun dan memiliki daun yang lebih kecil dari tanaman biasanya. Pada akar, keracunan Zn menyebabkan pengurangan pertumbuhan akar utama dan lateral (Widowati, dkk. 2008).

Logam Cu berpotensi toksik terhadap tanaman dan berbahaya bagi manusia karena karsinogenik (Notodarmojo, 2005). Kandungan logam Cu dalam jaringan tanaman yang tumbuh normal sekitar 5-20 mg/kg, sedangkan pada kondisi kritis dalam media 60-120 mg/kg dan dalam jaringan tanaman 5-60 mg/kg. Pada kondisi kritis pertumbuhan tanaman mulai terhambat sebagai akibat keracunan Cu (Alloway, 1995) dan menurut (Lasat, 2007) konsentrasi lebih dari 10 ppm dari kandungan normal dapat menjadi racun terhadap tanaman.

Pencemaran lingkungan, khususnya pada tanah, dibutuhkan suatu tindakan pemulihan tanah yang tercemar sehingga dapat digunakan kembali dengan aman. Tindakan yang dilakukan harus dapat mewakili kondisi riil di lapangan seperti kontur dan jenis tanah serta sifat aliran pencemar. Saat ini ada banyak teknologi yang digunakan untuk remediasi tanah yang tercemar logam berat. Salah satu cara untuk memulihkan tanah dari suatu kontaminasi logam berat adalah dengan menggunakan tanaman. Caranya dengan menanam tanaman yang mampu menyerap logam dari tanah (Hardiani, 2009).

Fitoremediasi adalah suatu metode penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Pada penelitian ini tanaman yang akan digunakan untuk proses remediasi tanah tercemar adalah tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) yang merupakan tanaman hiperakumulator (As'ad, 2014).

Salah satu tumbuhan yang digunakan sebagai usaha rehabilitas tanah dari logam beracun adalah akar wangi. Akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) tergolong tumbuhan serba guna yang secara ekonomis memberikan berbagai keuntungan, antara lain akarnya untuk menghasilkan minyak atsiri sebagai bahan baku obat dan kosmetik, batang dan daunnya untuk berbagai kerajinan tangan (tas dan topi), untuk bahan baku kertas, dan beberapa jenis/varietas diantaranya dapat menjadi sumber pakan ternak. Selain itu tumbuhan ini mampu tumbuh baik diberbagai tipe dan kondisi tanah, keadaan iklim yang ekstrim, maupun pada tanah tercemar berbagai jenis logam berat. Pemanfaatan tanaman akar wangi untuk pengendalian pencemaran lingkungan, misalnya untuk mengurangi kadar logam berat dan pestisidasi belum banyak dilakukan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu ada penelitian tentang potensi akar wangi (*Vetiveira Zizanioides* L.) dalam merehabilitasi tanah yang tercemar logam berat (Wakono, 2015).

Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan judul fitoremediasi logam berat Zn dan Cu dengan menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui potensi fitoremediasi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) terhadap logam berat Zn dan Cu melalui pengamatan tinggi tanaman, jumlah rumpun, berat basah dan kering akar, berat basah dan berat kering tajuk, serta pH tanah.

Hipotesis

1. Ada pengaruh pemberian logam berat Zn dan Cu terhadap tinggi tanaman, jumlah rumpun, berat basah dan berat kering akar, berat basah dan berat kering tajuk, serta pH tanah.
2. Ada potensi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) terhadap penyerapan logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu).

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi pemanfaatan akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) sebagai tanaman alternative dalam meremediasi tanah yang tercemar logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu).

TINJAUAN PUSTAKA

Botani tanaman

Klasifikasi Akar Wangi (*V. zizanioides*) menurut Tjitrosoepomo (1993)

sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae
- Divisio : Spermatophyta
- Sub Divisio : Angiospermae
- Class : Monocotyledone
- Ordo : Graminales
- Family : Graminae
- Genus : *Vetiveria*
- Species : *Vetiveria zizanioides* L.

Vetiveria zizanioides sejenis rumput abadi dengan kemampuan adaptasi ekologis yang kuat dan produktivitas biomassa yang besar, mudah untuk mengelola dan dapat tumbuh pada berbagai kondisi tanah yang berbeda, yang membuatnya calon fitoremediator ideal untuk mengendalikan pencemaran lingkungan. Dengan dukungan Bank Dunia, *Vetiveria zizanioides* L. telah digunakan untuk konservasi tanah dan air di India (Truong dan Baker, 1998).

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) merupakan tanaman hiperakumulator logam yang memiliki sifat daya penyerapan atau akumulasi yang tinggi terhadap logam berat di jaringan tumbuhan. Selain itu, tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) memiliki sifat antara lain, tidak memerlukan persyaratan tumbuh khusus, dapat tumbuh dengan baik pada media yang sangat ekstrim, dan sistem perakarannya masif (Truong, 2001). Tanaman ini sangat toleran terhadap

kekeringan dan banjir, embun beku, panas, pH tanah yang ekstrim, toksisitas Al dan Mn, serta sangat toleran untuk berbagai macam logam seperti As, Cd, Cu, Cr, dan Ni (Truong and Claridge, 1996, Truong dan Baker, 1998. Truong, 1999).

Secara umum morfologi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanoides* L.) dapat dijelaskan sebagai berikut :

Akar

Rumput Vetiver tidak memiliki geragih ataupun rimpang. Akarnya yang terstruktur baik dan masif dapat tumbuh dengan sangat cepat. Panjangnya dapat mencapai 3-4 m di tahun pertama. Akar yang dalam ini membuat Vetiver sangat bagus ketika musim kering dan sulit untuk terseret arus yang kuat (troung, dkk., 2011).

Batang

Batangnya yang kaku dan tegak mampu tetap berdiri meskipun di arus yang dalam. Tahan terhadap hama, penyakit, dan api. Ketika ditanam rapat, tanaman pagarnya yang lebat berguna sebagai penyaring sedimen yang efektif dan penyebar air (troung, dkk., 2011).

Daun

Daun akar wangi berwarna kelabu, tampak kaku, panjangnya mencapai 100 cm dan tidak mengandung minyak.

Syarat Tumbuh Tanaman

Iklim

Toleran terhadap perbedaan iklim seperti kekeringan berkepanjangan, banjir, perendaman dan cuaca ekstrim dari <14°C sampai >55°C. Mampu tumbuh kembali dengan cepat setelah terkena dampak kekeringan, cuaca beku, keadaan

yang salin dan kondisi yang merugikan setelah cuaca membaik atau setelah amelioran tanah ditambahkan. Dapat tumbuh dibawah naungan (shading). Namun, tumbuh optimal di temperatur 25°C. Akar berdormansi di suhu 5°C.

Tanah

Kondisi lahan terbaik adalah tanah berpasir atau daerah aliran abu gunung berapi pada lereng-lereng bukit karena akar tanaman akan mudah dicabut pada saat panen sehingga akar tidak ada yang tertinggal. Tanaman akar wangi toleran terhadap beragam pH tanah dari 3,3 sampai 12,5 tanpa pembugaran tanah. Tahan terhadap kadar garam tinggi. Jenis tanah untuk tanaman akar wangi yaitu tanah berpasir, tanah agak liat, tapi tanah liat tidak dapat ditumbuhi.

Logam Berat

Logam berat sejatinya unsur penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup. Logam berat yang termasuk elemen mikro merupakan kelompok logam berat yang non-esensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan cadmium (Cd) (Agustina, 2010).

Logam berat Cu

Logam Cu merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Logam ini dibutuhkan sebagai unsur yang berperan dalam pembentukan enzim oksidatif dan pembentukan kompleks Cu-protein yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin, kolagen, pembuluh darah (Darmono, 1995). Logam Cu dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh, maka apabila konsentrasinya cukup besar logam ini akan meracuni manusia

tersebut. Pengaruh racun yang ditimbulkan dapat berupa muntah-muntah, rasa terbakar di daerah eksofagus dan lambung, kolik, diare, yang kemudian disusul dengan hipotensi, nekrosis hati dan koma (Supriharyono, 2000).

Logam berat zn

Seng (Zn) merupakan logam berat esensial, dalam jumlah rendah dibutuhkan oleh tubuh (manusia, hewan dan tumbuhan) tetapi dalam jumlah tinggi dapat memberi efek racun. Pada tumbuhan Zn merupakan komponen dari berbagai enzim, seperti: dehydrogenase, proteinase, peptidase serta terlibat dalam metabolisme karbohidrat, protein, fosfat dan pembentukan ribosom. Gejala keracunan Zn pada tumbuhan secara umum berupa klorosis pada daun muda, nekrosis pada daun yang akhirnya menyebabkan kematian daun dan memiliki daun yang lebih kecil dari tanaman kontrol. Pada akar, keracunan Zn menyebabkan pengurangan pertumbuhan akar utama dan lateral (Senja, 2012).

Menurut penelitian sebelumnya, tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L.) mampu menyerap logam seng (Zn) hingga 880 mg/kg dan tembaga (Cu) hingga 15 mg/kg. Menurut penelitian yang dilakukan di Amerika Latin ini tanaman akar wangi mampu hidup dengan kondisi tanah tercemar logam seng (Zn) hingga >750 mg/kg dan tercemar logam tembaga (Cu) 50-100 mg/kg (Troung Paul, 2002).

Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan, mikroorganisme untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi bahan pencemar, karena tanaman mempunyai kemampuan menyerap logam-logam berat dan mineral yang tinggi atau sebagai fitoakumulator dan fotochelator (Udiharto, 1992). Konsep

pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganisme untuk meremediasi tanah terkontaminasi bahan pencemar adalah pengembangan terbaru dalam teknik pengolahan limbah. Fitoremediasi dapat diaplikasikan pada limbah organik maupun anorganik juga unsur logam (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni dan Cu) dalam bentuk padat, cair dan gas (Salt *et al.*, 1998 *dalam* Darliana, 2012).

Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu: fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rhizofiltrasi dan interaksi dengan mikroorganisme pendegradasi polutan (Kelly, 1997 *dalam* Darliana, 2012).

1. *Fitoekstraksi* merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah dan kemudian diakumulasi/disimpan didalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut dengan hiperakumulator. Setelah polutan terakumulasi, tanaman bisa dipanen dan tanaman tersebut tidak boleh dikonsumsi tetapi harus di musnahkan dengan insinerator kemudian di landfilling.
2. *Fitovolatilisasi* merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dan polutan tersebut dirubah menjadi bersifat volatil dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman. Polutan yang di lepaskan oleh tanaman keudara bisa sama seperti bentuk senyawa awal polutan, bisa juga menjadi senyawa yang berbeda dari senyawa awal.
3. *Fitodegradasi* adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme didalam tanaman. Metabolisme polutan didalam tanaman melibatkan enzim antara lain nitrodictase, laccase, dehalogenase dan nitrilase.

4. *Fitostabilisasi* merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi polutan didalam tanah menjadi senyawa yang non toksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tanaman. Hasil transformasi dari polutan tersebut tetap berada didalam tanah.
5. *Rhizofiltrasi* adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemarnya adalah badan perairan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan dilahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara jalan Tuar Ujung No. 65 Kecamatan Medan Amplas dengan ketinggian tempat ± 27 m dpl.

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan April 2017 sampai dengan bulan Juli 2017.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman akar wangi, polybag 5 kg (40 x 15 cm), tanah topsoil, logam berat seng (Zn), logam berat tembaga (Cu), amplop dan air.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, gembor, ayakan, timbangan, pH meter, oven, meteran, plang perlakuan dan alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial yang terdiri dari 1 faktor yang diteliti yaitu:

Faktor pemberian logam berat (seng dan tembaga) yang terdiri dari 5 taraf :

L₀ = kontrol

L₁ = 550 ppm Zn

L₂ = 750 ppm Zn

L₃ = 100 ppm Cu

L₄ = 150 ppm Cu

Dengan demikian diperoleh 5 perlakuan yaitu:

L ₀	L ₁	L ₂
L ₃	L ₄	

Jumlah ulangan : 3 ulangan

Jumlah plot percobaan : 15 plot

Jumlah tanaman per plot : 3 tanaman

Jumlah tanaman sampel per plot : 3 tanaman

Jumlah tanaman sampel seluruhnya : 45 tanaman

Jumlah tanaman seluruhnya : 45 tanaman

Jarak antar plot : 50 cm

Jarak antar ulangan : 100 cm

Model linier yang digunakan untuk praktikum ini yaitu RAK non faktorial adalah sebagai berikut :

$Y_{ij} : \mu + L_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$ (Hanafiah, 2002).

Keterangan :

Y_{ij} : Respon atau data pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ : Efek nilai tengah.

L_i : Pengaruh perlakuan ke-i.

B_j : pengaruh ulangan ke-j.

ε_{ij} : Efek error dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Persiapan Lahan

Lahan dibersihkan dari rumput-rumput yang terdapat pada permukaan tanah dengan menggunakan cangkul. Kemudian setiap ulangan dibuat bedengan dengan tinggi 30 cm, lebar 100 cm dan panjang 400 cm.

Persiapan Polybag dan Tanah

Polybag yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag ukuran 5 kg (40 x 15 cm). Tanah yang digunakan adalah tanah topsoil yang sudah dikering udarkan sebanyak 5 kg tanah/polybag. Tanah dikering udarkan dengan cara dibiarkan selama 3 hari kemudian tanah dibalik-balik, selanjutnya tanah diisi ke dalam polybag yang sudah disediakan. Kemudian tanah dianalisis pH dan logam beratnya.

Penyediaan Bahan Tanam

Tanaman akar wangi lokal diambil dari Desa Bakaran Batu Kec. Sei Baman Kabupaten Serdang Bedagai (Tampubolon, 2015). Bahan tanam diambil dari tanaman akar wangi yang berumur 1 tahun, dilakukan dengan pemotongan tanaman akar wangi dari anakan dengan ukuran 20 cm tinggi tajuk dan 8 cm panjang akar (Chen, 2004).

Penanaman Anakan

Penanaman anakan dilakukan dengan cara tanaman akar wangi ditanam bersamaan dengan memasukkan tanah kedalam polybag. Dimana anakan terlebih dahulu dimasukan kedalam polybag kemudian secara perlahan tanah diisi kedalam polybag sampai batas 5 cm dari bibir polybag. Kemudian tanaman akar wangi ditumbuh kembangkan sampai tanaman berumur 5 MST.

Aklimatisasi Tanaman Akar Wangi

Setelah tanaman berumur 5 MST, tanaman diaklimatisasi selama 1 minggu sebelum digunakan dalam penelitian. Tujuannya agar tanaman mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru, menghilangkan kandungan atau senyawa lain yang ada pada tanaman (Sisilia, 2015).

Pembuatan Plang Perlakuan

Setelah penanaman, disusun polybag sesuai dengan perlakuan dan blok. Kemudian dibuat plang perlakuan sesuai dengan perlakuan dan blok. Pembuatan plang perlakuan bertujuan untuk memudahkan peneliti didalam pengamatan.

Pengaplikasian Logam Berat

Tanah terkontaminasi logam berat Zn dan Cu didapatkan dengan mencemari media tanam dengan pencemar buatan setelah dilakukan proses aklimatisasi. Pencemar buatan didapatkan dengan mencemari media tanam dengan logam berat Zn dan Cu sesuai perlakuan (Sisilia, 2015). Aplikasi logam berat dilakukan dengan cara dibenamkan kedalam tanah. Aplikasi logam berat dilakukan pada 7 MST. Aplikasi logam berat dilakukan pada sore hari setelah penyiraman.

Pemeliharaan Tanaman

Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali sehari yaitu pagi dan sore, tetapi jika musim penghujan penyiraman tidak dilakukan.

Penyisipan

Apabila terdapat tanaman yang mati, maka dilakukan penyisipan menggunakan tanaman yang sudah disiapkan.

Penyiangan

Penyiangan dilakukan apabila di sekitar polybag atau media tanam terdapat gulma. Penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang ada di sekitar media tanam.

Parameter Pengamatan

Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur mulai dari pangkal tumbuh tanaman pada permukaan tanah yang sudah ditandai dengan menggunakan patok standart 2 cm sampai ujung daun terpanjang. Pengukuran dilakukan pada saat tanaman berumur 8 dan 9 MST.

Jumlah Rumpun (anakan)

Pengukuran atau penghitungan jumlah daun dilakukan pada rumpun yang telah membuka sempurna. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 8 dan 9 MST.

Berat Basah Tajuk (g)

Setelah tanaman sampel dibongkar, tanaman dibersihkan dari tanah dan kotoran lainnya kemudian dicuci dengan air. Bobot basah tanaman dihitung dengan cara penimbangan. Penimbangan dilakukan dengan cara mengambil bagian daun dan batang tanaman dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

Berat Basah Akar (g)

Setelah tanaman sampel dibongkar, tanaman dibersihkan dari tanah dan kotoran lainnya kemudian dicuci dengan air. Bobot basah tanaman dihitung

dengan cara penimbangan. Penimbangan dilakukan dengan cara mengambil bagian akar tanaman dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

Berat Kering Tajuk (g)

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan karena berat kering dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama pertumbuhan tanaman. Dilakukan setelah perhitungan berat basah. Diambil bagian batang dan daun yang sudah dikecil-kecil, kemudian dimasukkan ke dalam amplop yang sudah dilubangi, dan dioven pada suhu 65°C selama \pm 48 jam. Berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan (Guritno dan Sitompul, 1995).

Berat Kering Bagian akar (g)

Dilakukan setelah perhitungan berat basah. Diambil bagian akar yang sudah dikecil-kecil, kemudian dimasukkan ke dalam amplop yang sudah dilubangi dan dioven pada suhu 65°C selama \pm 48 jam. Berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan (Guritno dan Sitompul, 1995).

pH Tanah Akhir

Pengukuran pH tanah akhir dilakukan pada saat tanaman berumur 9 MST, pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan pH meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Data pengamatan tinggi tanaman pengamatan 1 dan 2 minggu setelah aplikasi (MSA) logam berat beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 5 sampai 8.

Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat tidak berpengaruh nyata umur 1 dan 2 MSA (Minggu Setelah Aplikasi).

Tabel 1. Tinggi Tanaman (cm) Akar Wangi Umur 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L ₀	66,30	129,00	135,70	110,33
L ₁	146,00	130,30	140,00	138,77
L ₂	131,70	134,00	121,70	129,13
L ₃	133,70	129,30	122,30	128,43
L ₄	120,00	132,30	115,00	122,43
Rataan	119,54	130,98	126,94	125,80

Pada penelitian ini tinggi tanaman yang tertinggi pada perlakuan L₁ (550 ppm Zn) yaitu 138,77 dan yang terendah pada perlakuan L₀ (kontrol) yaitu 110,33. Hal ini dikarenakan sebagian besar logam berat yang terdapat didalam tanah diserap oleh tanaman sehingga logam berat berpindah ketanaman yang mengakibatkan peningkatan kadar Zn pada tanaman. Tanah mempunyai peranan terhadap pengangkutan dan pencucian bahan-bahan pencemar yang sangat besar. Tanah juga merupakan pengangkut bahan pencemar. Proses pengangkutan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu pengaliran, peresapan dan pencucian (Palar,1994).

Kerusakan tanaman karena pencemaran berawal pada tingkat biokimia (gangguan proses fotosintesis, respirasi, serta biosintesis protein dan lemak), selanjutnya tingkat ultrastruktural (disorganisasi sel membran), kemudian tingkat

sel (dinding sel, mesofil, pecahnya inti sel) dan diakhiri dengan terlihatnya gejala pada jaringan daun seperti klorosis dan nekrosis.

Jumlah Rumpun (anakan)

Data pengamatan jumlah rumpun pengamatan 1 dan 2 MSA logam berat beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 9 sampai 12.

Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat berpengaruh nyata umur 1 dan 2 MSA. Pada tabel 2 disajikan data jumlah rumpun umur 1 dan 2 MSA.

Tabel 2. Jumlah Rumpun (anakan) Tanaman Akar Wangi Umur 1 dan 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat

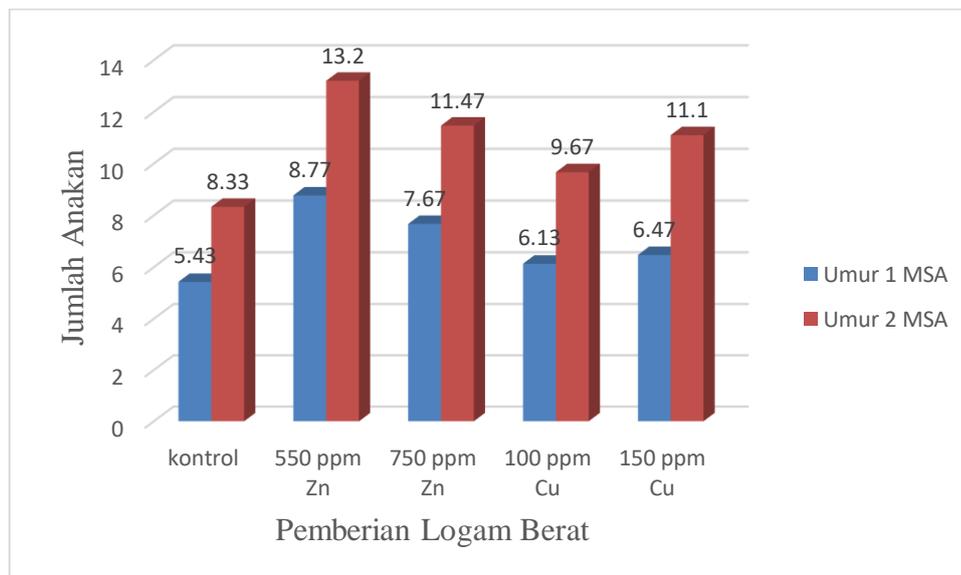
Perlakuan	Pengamatan	
	I	II
L ₀	5,43 e	8,33 e
L ₁	8,77 a	13,20 a
L ₂	7,67 b	11,47 b
L ₃	6,13 d	9,67 d
L ₄	6,47 c	11,10 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui jumlah rumpun tanaman akar wangi tertinggi terdapat pada perlakuan (L₁) = 8,77 (anakan) berbeda nyata pada perlakuan (L₀) = 5,43 (anakan) yang merupakan jumlah rumpun terendah pada umur 1 minggu setelah aplikasi. Jumlah anakan tanaman akar wangi tertinggi terdapat pada perlakuan (L₁) = 13,20 (anakan) berbeda nyata pada perlakuan (L₀) = 8,33 (anakan) yang merupakan jumlah anakan terendah pada umur 2 minggu setelah aplikasi. Semakin banyak jumlah rumpun (anakan) maka semakin banyak pula logam berat yang diserap. Hal ini didukung oleh peneliti terdahulu Asad, (2014) menyatakan bahwa variasi kepadatan rumpun 9 batang mempunyai

efektivitas yang lebih besar dibandingkan dengan 6 batang dan 3 batang dengan efektivitas penyisihan berturut-turut untuk logam Zn sebesar 90,37%, 82,34% dan 71,37%, sedangkan logam Cu sebesar 92,82%, 89,24% dan 86,54%. Kemampuan penyerapan tanaman akar wangi dalam meremediasi logam Zn sekitar 1,96 - 4,62 ppm/hari/batang, sedangkan logam Cu sekitar 0,22-0,59 ppm/hari/batang.

Disisi lain Zn merupakan logam berat esensial, dalam jumlah rendah dibutuhkan oleh tanamn. Zn bukan senyawa toksik dan merupakan unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Widowati dkk, (2008) berpendapat bahwa Zn dalam jumlah yang tinggi dapat memberikan efek racun (toksik) bagi tanaman.



Gambar 1. Histogram Jumlah Rumpun (anakan) Tanaman Akar Wangi Umur 1 dan 2 MSA Akibat Pemberian Logam Berat

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah anakan tertinggi dengan pemberian logam berat Zn sebanyak 550 ppm pada pengamatan 1 MSA yaitu 8,77 anakan sedangkan pada pengamatan 2 MSA jumlah anakan tertinggi yaitu pada pemberian logam berat Zn sebanyak 550 ppm adalah 13,2 anakan. Namun dengan pemberian logam berat Zn >550 ppm tanaman akar wangi masih mampu tumbuh dengan baik.

Berat Basah Tajuk (g)

Data pengamatan berat basah tajuk beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 13 sampai 14. Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat tidak berpengaruh nyata . Pada tabel 3 disajikan data berat basah tajuk.

Tabel 3. Berat Basah Tajuk (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L ₀	124,97	166,18	96,22	129,12
L ₁	173,50	194,18	96,64	154,77
L ₂	193,43	81,01	145,04	139,83
L ₃	131,76	131,81	169,41	144,33
L ₄	136,45	155,13	112,44	134,67
Rataan	152,02	145,66	123,95	140,54

Pada penelitian ini penyiraman dilakukan setiap hari. Penyiraman rutin yang dilakukan terhadap tanaman dapat menyebabkan pencucian (leaching) logam Zn dan Cu di dalam tanah. Penyiraman dapat menyebabkan distribusi logam di dalam media tumbuh menjadi kurang merata. Menurut pendapat Rinarti dan Kamil (2010) Penyiraman rutin yang dilakukan terhadap tanaman, dapat juga menyebabkan pencucian logam Pb di dalam tanah. Meskipun tidak terdapat materil yang keluar dari dalam media tumbuh, tetapi penyiraman dapat menyebabkan distribusi Pb di dalam media tumbuh menjadi kurang merata.

Berat Basah Akar (g)

Data pengamatan berat basah akar beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 15 sampai 16. Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi

pemberian logam berat tidak berpengaruh nyata . Pada tabel 4 disajikan data berat basah akar.

Tabel 4. Berat Basah Akar (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L ₀	27,28	44,28	13,75	28,44
L ₁	30,88	41,23	21,92	31,34
L ₂	30,87	25,78	32,28	29,64
L ₃	22,68	43,95	24,18	30,27
L ₄	30,84	47,14	19,53	32,50
Rataan	28,51	40,48	22,33	30,44

Berat basah akar tanaman adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman akar wangi, karena merupakan gambaran efisiensi dari proses fisiologis di dalam tanaman. Dapat diketahui bahwa media tumbuh tanaman memiliki kandungan beberapa logam yaitu Zn, Mn, Fe, dan Cu. Kandungan beberapa logam yaitu Zn, Mn, Fe, dan Cu merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sangat kecil sehingga menjadi racun jika terdapat dalam jumlah yang terlalu besar (Hardjowigeno 2010).

Berat Kering Tajuk (g)

Data pengamatan berat kering tajuk beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 17 sampai 18. Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat tidak berpengaruh nyata . Pada tabel 5 disajikan data berat kering tajuk.

Tabel 5. Berat Kering Tajuk (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L ₀	56,04	77,23	36,42	56,56
L ₁	77,04	101,48	45,96	74,82
L ₂	91,95	32,34	68,86	64,38
L ₃	62,80	59,71	75,39	65,97
L ₄	65,11	79,66	50,42	65,06
Rataan	70,58	70,08	55,41	65,36

Berat kering tanaman dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama proses pertumbuhan. Berat kering merupakan hasil dari penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ (Larcher, 1975). Pada penelitian ini berat kering tajuk tertinggi pada perlakuan L₁ (550 ppm Zn) yaitu 74,82 dan terendah pada perlakuan L₀ (kontrol) yaitu 56,56. Semakin banyak logam berat yang terserap oleh tanaman, semakin besar jugak berat kering pada tanaman. Pada proses fitoremediasi tanaman melalui proses fitoekstraksi, rizofiltrasi, dan fitodegradasi memungkinkan terjadinya peningkatan berat kering, sehingga tanaman akar wangi mampu bertahan hidup pada perlakuan L₁ yaitu 550 ppm Zn.

Berat Kering Akar (g)

Data pengamatan berat kering akar beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 19 sampai 20. Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat tidak berpengaruh nyata. Pada tabel 6 disajikan data berat kering akar.

Tabel 6. Berat Kering Akar (g) Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L ₀	13,79	24,33	47,27	28,46
L ₁	13,16	22,91	10,85	15,64
L ₂	14,60	11,70	20,04	15,45
L ₃	12,93	19,97	14,07	15,66
L ₄	15,18	22,09	10,77	16,01
Rataan	13,931	20,20	20,60	18,24

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan karena berat kering dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama pertumbuhan tanaman. Berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan. Pada penelitian ini berat kering akar tertinggi pada perlakuan L₀ (kontrol) yaitu 28,46 dan terendah pada perlakuan L₂ (750 Zn) yaitu 15,45. Hal ini berkaitan dengan kandungan logam berat yang dikandung dalam tanah sebelum aplikasi yaitu seng (Zn) = 135,58 mg/kg dan tembaga (Cu) = 12,09 mg/kg yang terserap oleh tanaman. Dalam literatur As'ad (2014) tanaman akar wangi mampu menyerap seng (Zn) hingga 880 mg/kg dan tembaga (Cu) hingga 15 mg/kg. Semakin banyak logam berat terserap oleh tanaman, semakin besar juga berat kering pada tanaman.

pH Tanah

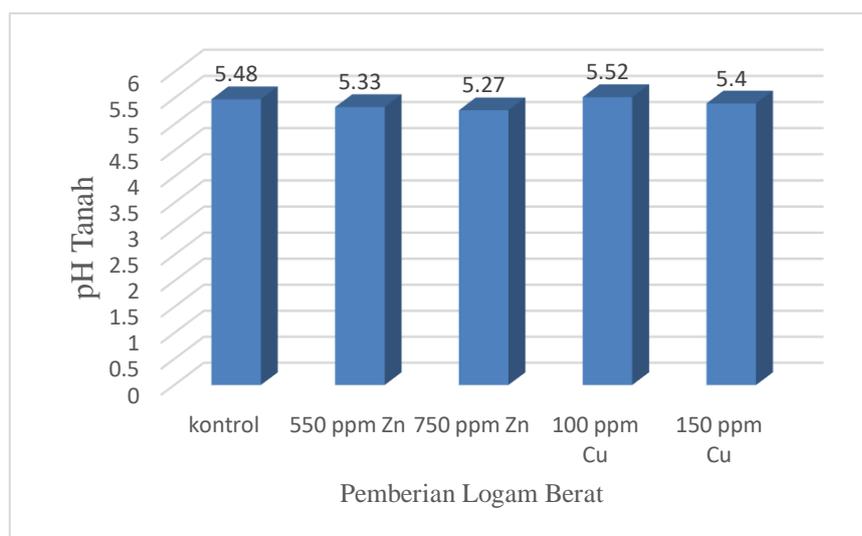
Data pengamatan pH tanah beserta sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 21 sampai 22. Berdasarkan sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial menunjukkan bahwa aplikasi pemberian logam berat berpengaruh nyata. Pada tabel 7 disajikan data pH tanah.

Tabel 7. pH Tanah Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Perlakuan	I	II	III	Rataan
L0	5,40	5,55	5,50	5,48 b
L1	5,40	5,30	5,30	5,33 b
L2	5,45	5,10	5,25	5,27 b
L3	5,40	5,60	5,55	5,52 a
L4	5,25	5,45	5,50	5,40 b
Rataan	5,38	5,40	5,42	5,40

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Berdasarkan tabel 7 dapat diketahui pH tanah tanaman akar wangi tertinggi terdapat pada perlakuan (L₃) = 5,52) berbeda nyata pada perlakuan (L₂) = 5,27) yang merupakan pH terendah setelah aplikasi. Dengan mengaplikasikan Zn sebanyak 750 ppm dapat menurunkan pH. Dengan meningkatnya H⁺ didalam tanah maka pH tanah semakin masam. Semakin masam tanah maka akan meningkatkan serapan logam berat oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan literatur Lepp (1981) dalam Wiguna *et al.*, (2007) konsentrasi dan pH adalah dua faktor yang mempengaruhi akumulasi kadmium. Penyerapan logam kadmium oleh tanaman dapat dipengaruhi oleh pH tanah. Pengaturan pH ke arah kisaran masam akan meningkatkan serapan kadmium oleh tanaman.



Gambar 2. Histogram pH Tanah Tanaman Akar Wangi Akibat Pemberian Logam Berat

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pH tanah tertinggi pada pemberian logam berat Cu sebanyak 100 ppm yaitu 5,52. Pemberian logam berat Zn >550 ppm tanaman akar wangi masih mampu tumbuh dengan baik. Namun dengan pemberian logam berat Cu >100 ppm tanaman akar wangi masih mampu tumbuh dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan penulis dalam penelitian ini adalah

1. Semakin tinggi dosis pemberian logam berat (Zn dan Cu) yang diberikan maka tanaman akar wangi akan semakin lama tumbuh.
2. Dengan Pemberian logam berat (Zn dan Cu) maka akan berpengaruh terhadap parameter jumlah anakan dan pH tanah tanaman akar wangi.
3. Pemberian logam berat (Zn dan Cu) pada tanaman akar wangi tidak berpengaruh terhadap parameter tinggi tanaman, berat basah tajuk, berat basah akar, berat kering tajuk, dan berat kering akar.
4. Semakin banyaknya jumlah rumpun maka tanaman akar wangi mampu bertahan terhadap logam berat.
5. Penurunan pH menunjukkan bahwa peningkatan serapan logam berat oleh tanaman akar wangi
6. Tanaman akar wangi berpotensi dalam fitoremediasi logam berat Zn dan Cu dan Akar wangi masih dapat tumbuh pada dosis Cu > 100 ppm dan Zn >550 ppm.

Saran

Adapun saran penulis dalam penelitian ini adalah perlu dilakukannya penanaman tanaman akar wangi disekitar tanah yang memiliki logam berat Zn dan Cu, dan perlu dilakukannya analisis serapan logam berat di tajuk, akar dan tanah untuk mengetahui potensi tanaman akar wangi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. 2nd ed. Published by Blackie Academic and Professional.
- Agustina, T. 2010. Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. Teknubuga. 2, (2), 53-63.
- As'ad, A. 2014. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Zn dan Cu Dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides*). Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Chen, Y. 2004. The use of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) in the phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. Applied Geochemistry 19 1553–1565.
- Darlina, I. 2012. Fitoremediasi Sebagai Teknologi Alternatif Perbaikan Lingkungan. Proposal Universitas Bandung Raya, Bandung.
- Darmono. 1995. Logam Berat dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. Jakarta: UI press.
- Guritno dan Sitompul S. M. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Penerbit UGM Press, Yogyakarta.
- Hanafiah, K.A. 2002. Rancangan Percobaan Teori Aplikasi Edisi Ketiga. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Hardiani, H. 2009. Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. BS 44 (1): 27-40.
- Hardjowigeno, S. 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 288 hal.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology : Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Third Edition. Springer. New York.
- Lasat, M.M. 2003. The Use of Plants for the Removal of Toxic Metals from Contaminated Soil. American Association for the Advancement of Science Environmental Science and Engineering Fellow.
- Notodarmojo, S. 2005. Pencemaran Media dan Air Media. Penerbit ITB.
- Palar, H. 1994. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta. Rineka Cipta.

- Rinarti dan Kamil, 2010. Penggunaan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) Untuk Menyisihkan Logam Timbal Pada Tanah Tercemar Lindi Studi Kasus : Leuwigajah, Kota Cimahi.
- Senja, 2012. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sisilia, L. 2015. Pemanfaatan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) Untuk Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu).
- Supriharyono, 2000. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tampubolon, K. 2015. Potensi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Dalam Fitoremediasi Logam Berat Untuk Mewujudkan Medan Cerdas (Smart City). Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Pada Lomba Karya Tulis Ilmiah Tahun 2015 Tema “Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Dalam Mewujudkan Medan sebagai Kota Cerdas (Smart City)”
- Triastuti, Y. 2010. Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg²⁺) Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Pada Lahan Eks-TPA Keputih, Surabaya. Skripsi Institut Teknologi Surabaya
- Truong, P. 1999. Vetiver Grass Technology for Mine Rehabilitation .Office of Royal Development Projects Board. *Technical Bulletin 1999/2 (1999) 12*. Bangkok.
- Truong, P. 2002. *Vetiver System: Potential Applications In Latin America*. Australia: Technical Bulletin N0. 1998/1. Pacific Rim Vetiver Network. Royal Development Projects Board.
- Truong, P. and Baker, D. 1998. Vetiver grass for stabilization of acid sulfate soil. *In Proc. 2nd Nat. Conf. Acid Sulfate Soils. Coffs Harbour, Australia.* (2) : 196-198.
- Truong P, Claridge J. 1996. Effect of heavy metals toxicities on vetiver growth. Vetiver Network (TVN) *Newsletter*, 15. Bangkok, Thailand.
- Truong, P. and Hart, B. 2001. Vetiver System for Wastewater Treatment. *Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin*, No. 2001/2. Bangkok, Thailand. P.1-26.
- Truong, P., Van, T., Pinnars, E. Dan Booth, D. 2011. Penerapan Sistem Vetiver Buku Panduan Teknis Edii Bahasa Indonesia. Diterbitkan oleh The Indonesian Vetiver Network.
- Udihartono, M. 1992. Aktivitas Mikoriza Dalam Degredasi Minyak Bumi. Prosiding Diskusi Ilmiah VII Hasil Pusat Penelitian Dan Pengembangan

Teknologi. Minyak dan gas bumi (PPPTMGB). Cibinong, Jakarta. Lembaga Minyak Dan Gas.

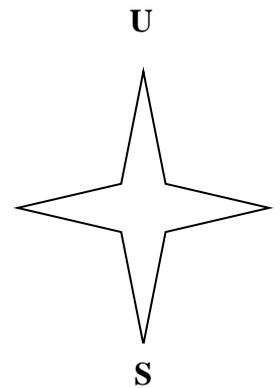
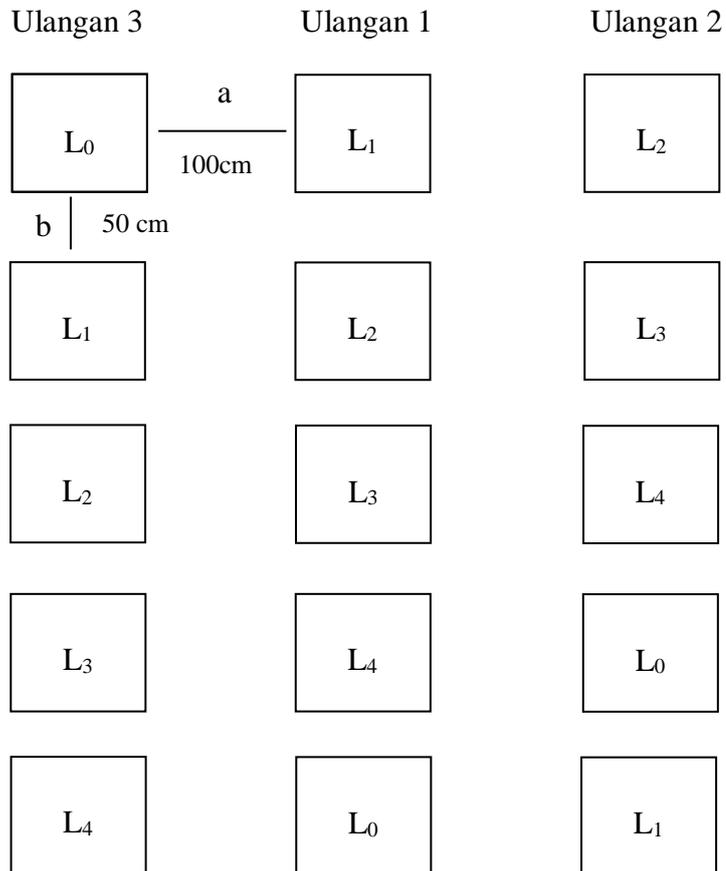
Wakono, D. dan Samson, E. 2012. Potensi Akar Wangi (*Vetivera zizanioides*) Dalam Merehabilitasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) Di Perkebunan Sayur Desa Waiheru Ambon. Jurusan Biologi FMIPA Unpatti.

Widowati, W., Sastiono, A. Dan Jusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam : Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Andi Offset. Yogyakarta.

Wiguna., Adin Z dan Hindersah, R. 2007. "Pengaruh Lumpur Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pb dan Cd Tanah Serta Akumulasinya pada Biji Jagung Manis". Jurnal Biologi Vol. 6 (2).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Plot

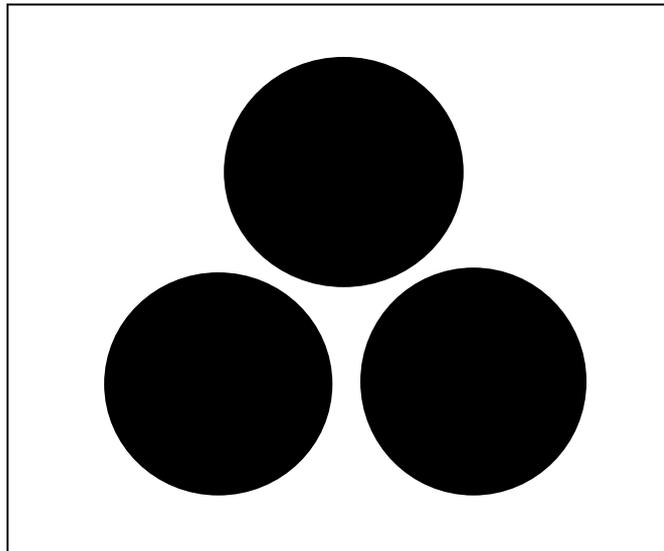


Keterangan :

a : jarak antar ulangan

b : jarak antar plot

Lampiran 2. Bagan Sampel



Keterangan :

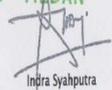


: Tanaman sampel.

Lampiran 3. pH Tanah Awal



Lampiran 4. Analisis Logam Berat Cu dan Zn di Tanah

 PT SOCFIN INDONESIA (SOCFINDO) Socfindo Seed Production and Laboratory	<h3>SOIL ANALYSIS REPORT</h3>	 KAN Komite Akreditasi Nasional Laboratorium Pengujian LP-188-016																									
Customer : Nadia Nahda Address : Jln Sempurna No 18 Medan Phone/Fax : 082367008919 E-mail : ikhlashamzani23@gmail.com Customer Ref : -	SOC Ref : S17-057/LAB-SSPL/VII/2017 Received date : 15/07/2017 Order date : 15/07/2017 Analysis date : 31/07/2017 Issue date : 31/07/2017 No. of samples : 1																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Lab ID</th> <th>Sample ID</th> <th>Parameter</th> <th>Results</th> <th>Standard Specification</th> <th>Analytical Method</th> <th>Remarks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">S1700552</td> <td rowspan="2">TANAH</td> <td>Zn-total</td> <td>138.58 mg/Kg</td> <td>BPT 2015</td> <td>AAS with HNO₃</td> <td rowspan="2">Kondisi sample kering</td> </tr> <tr> <td>Cu-total</td> <td>12.09 mg/Kg</td> <td>BPT 2015</td> <td>AAS with HNO₃</td> </tr> </tbody> </table>								No.	Lab ID	Sample ID	Parameter	Results	Standard Specification	Analytical Method	Remarks	1	S1700552	TANAH	Zn-total	138.58 mg/Kg	BPT 2015	AAS with HNO ₃	Kondisi sample kering	Cu-total	12.09 mg/Kg	BPT 2015	AAS with HNO ₃
No.	Lab ID	Sample ID	Parameter	Results	Standard Specification	Analytical Method	Remarks																				
1	S1700552	TANAH	Zn-total	138.58 mg/Kg	BPT 2015	AAS with HNO ₃	Kondisi sample kering																				
			Cu-total	12.09 mg/Kg	BPT 2015	AAS with HNO ₃																					
<p><small>Dilarang menggandakan laporan pengujian tanpa persetujuan tertulis dari Socfindo Seed Production and Laboratory. Strictly prohibited to reproduce this report without written consent from Socfindo Seed Production and Laboratory.</small></p>																											
<p>PT SOCFIN INDONESIA SOCFINDO - MEDAN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Dedi Arifianto Manajer Teknis </div> <div style="text-align: center;">  Indra Syahputra Manajer Puncak </div> </div>																											

Lampiran 5. Rataan Tinggi Tanaman (cm) Pengamatan 1 MSA

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	64,00	119,20	128,70	311,90	104,00
L1	136,30	123,00	126,00	385,30	128,40
L2	124,70	127,70	115,70	368,10	122,70
L3	119,00	124,00	117,20	360,20	120,10
L4	113,00	128,50	101,80	343,30	114,40
Total	557,00	622,40	589,40	1768,80	
Rataan	111,40	124,48	117,88	353,76	117,90

Lampiran 6. Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Pengamatan 1 MSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	427,73	142,58	0,83 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	1034,52	206,90	1,21 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	2573,08	171,54			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

KK = 11,11 %

Lampiran 7. Rataan Tinggi Tanaman (cm) Pengamatan 2 MSA

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	66,30	129,00	135,70	331,00	110,33
L1	146,00	130,30	140,00	416,30	138,77
L2	131,70	134,00	121,70	387,40	129,13
L3	133,70	129,30	122,30	385,30	128,43
L4	120,00	132,30	115,00	367,30	122,43
Total	597,70	654,90	634,70	1887,30	
Rataan	119,54	130,98	126,94	377,46	125,80

Lampiran 8. Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Pengamatan 2 MSA

SK	DB	JK	KT	F.HIT	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	336,59	112,20	0,56 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	1310,19	262,04	1,30 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	3029,94	202,00			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

KK = 11,30 %

Lampiran 9. Rataan Jumlah Rumpun (anakan) Pengamatan 1 MSA

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	3,30	7,00	6,00	16,30	5,43
L1	8,30	9,70	8,30	26,30	8,77
L2	8,70	7,30	7,00	23,00	7,67
L3	5,70	6,70	6,00	18,40	6,13
L4	5,70	7,70	6,00	19,40	6,47
Total	31,70	38,40	33,30	103,40	
Rataan	6,34	7,68	6,66	20,68	6,89

Lampiran 10. Daftar Sidik Ragam Jumlah Rumpun Pengamatan 1 MSA

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F. Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	4,90	1,63	2,97 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	21,00	4,20	7,65 ^{**}	2,90	4,56
Galat	15	8,24	0,55			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata
 ** = sangat nyata
 KK = 10,75 %

Lampiran 11. Rataan Jumlah Rumpun (anakan) Pengamatan 2 MSA

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	4,00	11,70	9,30	25,00	8,33
L1	11,30	14,00	14,30	39,60	13,20
L2	11,70	10,00	12,70	34,40	11,47
L3	9,30	9,70	10,00	29,00	9,67
L4	11,70	12,30	9,30	33,30	11,10
Total	48,00	57,70	55,60	161,30	
Rataan	9,60	11,54	11,12	32,26	10,75

Lampiran 12. Daftar Sidik Ragam Jumlah Rumpun Pengamatan 2 MSA

SK	DB	JK	KT	F.HIT	F.TABEL	
					0,05	0,01
Blok	3	10,42	3,47	1,48 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	40,96	8,19	3,50*	2,90	4,56
Galat	15	35,10	2,34			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

* = nyata

KK = 14,23 %

Lampiran 13. Rataan Berat Basah Tajuk (g)

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	124,97	166,18	96,22	387,37	129,12
L1	173,50	194,18	96,64	464,32	154,77
L2	193,43	81,01	145,04	419,48	139,83
L3	131,76	131,81	169,41	432,98	144,33
L4	136,45	155,13	112,44	404,02	134,67
Total	760,11	728,31	619,75	2108,17	
Rataan	152,02	145,66	123,95	421,63	140,54

Lampiran 14. Daftar Sidik Ragam Berat Basah Tajuk

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	2166,50	722,17	0,78 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	1146,58	229,32	0,25 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	13809,25	920,62			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

KK = 21,59 %

Lampiran 15. Rataan Berat Basah Akar (g)

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	27,28	44,28	13,75	85,31	28,44
L1	30,88	41,23	21,92	94,03	31,34
L2	30,87	25,78	32,28	88,93	29,64
L3	22,68	43,95	24,18	90,81	30,27
L4	30,84	47,14	19,53	97,51	32,50
Total	142,55	202,38	111,66	456,59	
Rataan	28,51	40,48	22,33	91,32	30,44

Lampiran 16. Daftar Sidik Ragam Berat Basah Akar

SK	DB	JK	KT	F.HIT	F.TABEL	
					0,05	0,01
Blok	3	850,93	283,64	8,61**	3,29	5,42
Perlakuan	5	29,25	5,85	0,18 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	494,40	32,96			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

** = sangat nyata

KK = 18,86 %

Lampiran 17. Rataan Berat Kering Tajuk (g)

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	56,04	77,23	36,42	169,68	56,56
L1	77,04	101,48	45,96	224,47	74,82
L2	91,95	32,34	68,86	193,14	64,38
L3	62,80	59,71	75,39	197,90	65,97
L4	65,11	79,66	50,42	195,19	65,06
Total	352,92	350,41	277,03	980,37	
Rataan	70,58	70,08	55,41	196,07	65,36

Lampiran 18. Daftar Sidik Ragam Berat Kering Tajuk

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	743,30	247,77	0,93 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	505,32	101,06	0,38 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	4010,57	267,37			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

KK = 25,02 %

Lampiran 19. Rataan Berat Kering Akar (g)

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	13,79	24,33	47,27	85,39	28,46
L1	13,16	22,91	10,85	46,92	15,64
L2	14,60	11,70	20,04	46,34	15,45
L3	12,93	19,97	14,07	46,97	15,66
L4	15,18	22,09	10,77	48,04	16,01
Total	69,66	101,00	102,99	273,64	
Rataan	13,93	20,20	20,60	54,72	18,25

Lampiran 20. Daftar Sidik Ragam Berat Kering Akar

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	139,83	46,61	1,06 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	392,23	78,45	1,79 ^{tn}	2,90	4,56
Galat	15	657,86	43,86			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

KK = 36,30 %

Lampiran 21. Rataan pH Tanah Akhir

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rataan
L0	5,40	5,55	5,50	16,45	5,48
L1	5,40	5,30	5,30	16,00	5,33
L2	5,45	5,10	5,25	15,80	5,27
L3	5,40	5,60	5,55	16,55	5,52
L4	5,25	5,45	5,50	16,20	5,40
Total	26,90	27,00	27,10	81,00	
Rataan	5,38	5,40	5,42	16,2	5,40

Lampiran 22. Daftar Sidik Ragam pH Tanah Akhir

SK	DB	JK	KT	F.Hit	F.Tabel	
					0,05	0,01
Blok	3	0,00	0,00	0,15 ^{tn}	3,29	5,42
Perlakuan	5	0,13	0,03	2,90*	2,90	4,56
Galat	15	0,13	0,01			
Total	23					

Keterangan : tn = tidak nyata

* = nyata

KK = 1,74 %