

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pengujian potensi tanaman alfalfa (*Medicago sativa*) sebagai fitoremediator tanah tercemar logam berat timbal (Pb), dapat disimpulkan hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pertumbuhan tanaman alfalfa akan terhambat oleh Pb meliputi pertambahan tinggi tanaman, luasan daun, pemanjangan akar, berat kering dan perubahan fenotipnya.
2. Tanaman alfalfa memiliki potensi yang rendah sebagai fitoremediator tanah tercemar logam berat timbal (Pb) menggunakan mekanisme fitoakumulasi yang ditunjukkan dengan nilai faktor transfer > 1 namun < 20 .

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat fisiologi dan morfologi yang lebih spesifik dan detail, serta melihat akumulasi logam berat timbal (Pb) pada masing-masing organ tanaman di setiap waktu pengamatan.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap pH dan temperatur tanah yang merupakan parameter penting dan saling berkaitan antara logam berat, mikroorganisme dan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldryhin, Y.N. 1994. Seasonal abundance and biology of *Hypera postica* (Gyllenhal) Coleoptera: Curculionidae) under irrigation from two different water sources. *Arab Gulf. Science Journals* 12 (3): 479 - 488.
- Alloway, B.J dan D.C. Ayres. 1997. *Chemical Principles of Environmental Pollution, 2nd Edition*. Blackie Academic and Professional. Chapman & Hall. London.
- Al-Naeem, M.A. 2008. Influence of water stress on water use efficiency and dry-hay production of alfalfa in Alabsa, Saudi Arabia. *International Journal of Soil Science. Academic Journals* 3 (3): 119 – 126.
- Ball, A.M.T. 2008. Subarctic N Fixation in Monoculture Alfalfa and Mixed Alfalfa/Grass Forage swards. *Thesis*. The University of British Columbia.
- Barchia, M.F. 2009. *Agroekosistem Tanah Mineral Masam*. UGM Press. Yogyakarta.
- Basset, J. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. EGC: Jakarta.
- Buhani. 2007. *Alga Sebagai Biondikator dan Biosorben Logam Berat Bagian:1*. tersedia di: <http://www.chemistry.org>.
- Cecep K. S. 1997. Penggunaan Kotoran Sapi, Dolomit dan Zeolit Pada Oxydystropeps Darmaga yang diberi Perlakuan Logam Berat pada Taraf Meracun dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jagung. *Tesis*. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Chaney R.L. 1995. *Potential use of metal hyperaccumulators*. Mining Environ Manag. 3: 9-11.
- Chaney, R.L. Brown, S.L., dan Angle, J.S. 1998. Soil-root interface: Food chain contamination and ecosystem health. Di dalam: Huang M. dkk. (ed). Madison W.I. *Soil Science Social* 3:9-11.
- Chapman, A.L dan R.J.K. Myers. 1987. Nitrogen contribution by grain legumes to rice growth in rotation on the cucunura soil of the irrigation area West Australia. *Australia Journals* 27: 155 – 163.

- Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran*. Program Pascasarjana S3 IPB. Bogor.
- Connel, D. W. dan Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Otoksikologi Pencemaran*. Penerbit UI-Press. Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Penerbit UI-Press. Jakarta.
- Earthnotes. 2001. *Alfalfa, or Lucerne, [MU-SU], (Medicago sativa. L)*. <http://earthnotes.tripod.com/alfalfa.htm>. [6 Agustus 2014]
- EPA. 1973. *Water quality criteria*. Environmental protection agency. Ecology research series. Washington.
- Evers, G.W. 2004. *Nitrogen fixation from the air: How does it work? Pasture and forages article*. Southern Livestock. http://www.southernlivestock.com/articles/pasture_and_forages/nitrogen_fertilizer_from_the_air_how_does_it_work_1828.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi air dan udara*. Penerbit kanisius. Yogyakarta.
- Fatoba, P.O. dan G.U. Emem. 2008. Effects of Some Heavy Metals on Chlorophyl Acumulation in Barbula lambaranesis. *Journal of Ethanobotanical Leaflets*. 1 (2): 76-783.
- Favas, P.J.C., Joao Pratas, Mayank Varun, Rohan D'Souza, dan Manoj S. Paul. 2014. Phytoremediation of Soils Contaminated with Metals and Metalloids at Mining Areas: Potential of Native Flora. *Environmental Risk Assessment of Soil Contamination*.
- Feller, A.K. 2000. Phytoremediation of soils and waters contaminated with arsenicals from former chemical warfare installations. Di dalam: Wise DL, Trantolo DJ, Cichon EJ, Inyang HI, Stottmeister U (ed). *Bioremediation of Contaminated Soils*. New York: Marcek Dekker Inc. Halaman 771-786.
- Fontes, R.L.F. dan Cox, F.R. 1995. Effects of Sulfur Supply on Soybean Plants Exposed To Zinc Toxicity. *Journal of Plant Nutrition* 18: 1893-1906
- Freeyer, B. 2004. *Biological Nitrogen Fixation of Different Legume Species Under Water Stress*. University of Natural Resources and Applied Life Sciences Institute of Organic Farming. Gregor Mandel Strasse 33. Vienna, Austria.

- Gabbrielli R, Mattioni C, dan Vergnano O. 1991. Accumulation mechanisms and heavy metal tolerance of a nickel hyperaccumulator. *J. Plant Nutrition* 14: 1067-1080.
- Gardner, P.D., Pearce, R.B., dan Mitchell, R.L. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press. Jakarta.
- Gasperz, V. 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Penerbit Armico. Jakarta.
- GESAMP. 1985. *Review of potentially harmful substances : Cadmium, Lead and Tin*. IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UNEP/Un join group of experts.
- Gosh, M., S. dan P. Singh. 2005. A Review on Phytoremediation of Heavy Metal and Utilization of Its By Product. *Applied Ecology and Environmental Research*. 3 (2) : 1-18.
- Gothberg, A. 2008. Metal Fate and Sensitivity In The Aquatic Tropical Vegetable Ipomea Aquatica. *Departement of Applied Environmental Science*. Stockholm University. Halaman 1-39.
- Gudin C. dan Syratt W.J. 1975. Biological aspects of land rehabilitation following hydrocarbon contamination. *Environment Pollution*. 8: 107.
- Guritno dan Sitompul, S. M. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Hanson, C. H. dan D. K. Barnes. 1973. Alfalfa. Dalam: Heath, M. E., D. S. Metcalfe dan R. F. Barnes (Editor). *Forages The Science of Grassland Agriculture*. 3rd Edition. The Iowa State University Press / Ames. Iowa.
- Henning, J.C. dan C.J. Nelson. 1993. *Alfalfa*. Department of Agronomy, University of Missouri. Columbia.
- Hidayat, N. 2008. Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachishypogaea* L.) Varietas local Madura Pada Berbagai Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Fosfor. *Agrogivor*. 1 (1).
- Hindersah. 2004. Potensi Rizobakteri Azotobacter dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. *Jurnal Natur Indonesia* 5 (2): 127-133.
- Homaei, M., Ghaffariyan, M.H., dan Mohhamad, B. 2006. Phytoextraction of Lead (Pb) with Applied Radish (*Raphanus Sativa* L.). *World Congress of Soil Science*. [10 Oktober 2014].

- Hoy, D.M., K.J. Mooere, J.R. George dan E. C. Brummer. 2002. Alfalfa yield and quality as influenced by establishment method. *Agronomy Journals* 94: 65 – 71.
- Huang Y., Y. Chen dan S. Tao. 2000. Effect of rhizospheric environment of VA-mycorrhizal plants on forms of Cu, Zn, Pb and Cd in polluted soil. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 11 (3): 431-434.
- Hughes J.R. 1988. Phytochemical mimicry of reproductive hormones and modulation of herbivore fertility by phytoestrogen. *Environment Health Perspect Journals* 78: 171-174.
- Hutagalung, R.I dan S. Jalaluddin, 1982. *Feeds for Farm Animals from the Oil Palm*. Universitas Pertanian Serdang. Malaysia.
- Kementerian Kependudukan dan Lingkungan Indonesia bekerjasama dengan Universitas Dalhouse Canada. 1992. Environmental Management in Indonesia. *Report on Soil Quality Standard for Indonesia (intern report)*.
- Khasanah, Eliya. 2009. Adsorpsi Logam Berat. *Oceana*. 34 (4): 1-7.
- Kozlowski, T.T., P.J. Kramer., dan S.G. Pallardy. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press. London. Halaman 9.
- Lasat MM, Baker AJM, dan Kochian LV. 1996. Physiological characterization of root Zn²⁺ absorption and translocation to shoot in Zn hyperaccumulator and nonaccumulator species of Thlaspi. *Plant Physiol*. 112: 1715-1722.
- Liong, S., Alfian N., Paulina T., dan Asmawati A. 2009. Studi Fitoakumulasi Pb dalam Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*). *Skripsi-S1*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Mangkoedihardjo, S. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Mannetje, L dan R.M. Jones. 2000. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara*. PT. Balai Pustaka. Bogor.
- Marcovic, J., J. Radovic, Z. Lugic dan D. Sokolovic. 2007. The effect of development stage on chemical composition of alfalfa leaf and steam. In: Alfalfa Most Important Perennial Forage Legume in Animal husbandry. RADOVIC, J., D. SOKOLOVIC dan J. MARKOVIC (Eds.). *Biotechnology in Animal Husbandry Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zenun*. 25 (5-6): 465-475.

- Martensson, A.M. dan H.D. Ljunggren. 1984. Nitrogen Fixation in An Establishing Alfalfa (*M. sativa* L.) Ley in Sweden, estimated by three different methods. *American Society for Microbiology* 48 (4).
- Matsumoto, S. 2001. Soil degradation and desertification in the world and the challenge for vegetative rehabilitation. Di dalam: *Prosiding Workshop Vegetation Recovery in Degraded Land Areas*. Kalgoorlie, Australia. 27 Okt-3 Nov 2001. Halaman 1-10.
- McGrath SP, Shen ZG, dan Zhao FJ. 1997. Heavy metal uptake and chemical changes in rhizosphere of *Thlaspi caerulescens* and *Thlaspi ochroleucum* grown in contaminated soils. *Plant Soil*. 188: 153-159.
- McIntyre, T. 2003. Phytoremediation of heavy metals from soils. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 78: 97-123.
- Nurhidayati, Muharto, dan Dini E. 2007. Pemanfaatan Sludge Industri Sebagai Alternatif Media Tanam Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Berasosiasi dengan Mikroriza Arbuskula. *Jurnal Purifikasi* 8 (1): 13-18.
- Onggo, T.M. 2009. Pengaruh Konsentrasi Larutan Berbagai Senyawa Timbal (Pb) terhadap Kerusakan Tanaman, Hasil dan Beberapa Kriteria Kualitas Sayuran Daun Spinasia. *Skripsi-S1*. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Opeolu. 2005. Phyto-remediation of Lead Contaminated Soil Using *Amaranthus Cruentus*. *Journal of Department of Environmental Management and Toxicology*. Abeokuta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Parman, S. 2007. Kandungan Protein dan Abu Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L) Setelah Pemupukan Biorisa. *Bioma* 9 (2): 38-44.
- Pearson, C.J. dan R.L. Ison. 1987. *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge Univ. Press.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1990. *Peraturan Pemerintah RI No 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air*.
- Peters, M. 2007. *Tropical grasses and legume*. <http://tropicalforages.info/index.htm>.

- Philips, W. A., S. C. Rao, J. Q. Fitch dan H. S. Maeux. 2003. *Digestibility and dry matter intake of diets containing Alfalfa and kenaf*. Jurnal. <http://jas.fass.org/egi/content/full/80/11/2989>.
- Purwantari, N.D., Sajimin dan Fitrah T. 2009. Eksplorasi Senyawa Fitoestrogen di dalam Tanaman Pakan Ternak dan Pengembangannya Terhadap Produksi Ternak. *Laporan Sinergi Penelitian dan Pengembangan Bidang Pertanian (Sinta)*. Balitnak, Puslitbangnak dan Badan Litbang. Halaman 23.
- Putri, Litany Mega. 2012. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dengan Menggunakan Tumbuhan Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*) di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran, Surabaya. *Skripsi-S1*. Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rabie, H.G. 2005. Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungus to Red Kidney and Wheat Plants Tolerance Grow in Heavy Metal Polluted Soil. *Africah Journal Biotechnology* 4 (4).
- Radovic, J., D. Sokolovic dan J. Markovic. 2009. Alfalfa-Most Important Perennial Forage Legume in Animal Husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry. Institute for animal Husbandry, Belgrade-Zenum* 25(5-6): 465-475.
- Rahmayanti, E. dan M. Sitanggang. 2006. *Taklukan Penyakit dengan Klorofil Alfalfa*. Agromedia, Jakarta.
- Randolph, N.M. dan C.F. Garner. 1997. *Insects Attacking Forage Crops*. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A & M University System.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan H. Susilo. UI-Press. Jakarta. Halaman 353.
- Reeves, R.D. 1992. The hyperaccumulation of nickel by serpentine plants. Di dalam: Baker AJM, Proctor J, Reeves RD (ed). *The Vegetation of Ultramafic (Serpentine) Soils*. Hampshire: Intercept Ltd. Halaman 253-277.
- Rismawati, S.I. 2012. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). *Skripsi-S1*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rowell, D.L. 1994. *Soil Science Methods and Applications*. Longman Group UK Limited. England.

- Russelle, M. 2004. *The environmental impacts of N₂ fixation by alfalfa*. Proc. National Alfalfa Symposium. San Diego. <http://alfalfa.uedavis.edu>.
- STEINBECK, J. (Ed.). California.
- Sajimin dan N.D. Purwantari. 2011. *Tanaman Alfalfa sebagai komoditas harapan pakan ternak: Pengaruh serangan hama terhadap produktivitas hijauan pada pemotongan pertama*. Makalah Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia. 16 – 17 Februari 2011. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Schanoor, J.L. dan Mc Cutcheon, S.C. 2003. *Phytoremediation Transformation and Control of Contaminants*. Wiley-Interscience: USA.
- Squires, V.R. 2001. Soil pollution and remediation: issues, progress and prospects. Di dalam: *Prosiding Workshop Vegetation Recovery in Degraded Land Areas*. Kalgoorlie, Australia. 27 Okt-3 Nov 2001. Halaman 11-20.
- Stochmal A, Piacente S, Pizza C, De Riccardis F, Leitz R dan Oleszek W. 2001. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Flavonoids. 1. Apigenin and Luteolin Glycosides from Aerial Parts. *Agriculture Food Chemistry Journals*.
- Subantoro, R. 2009. Mengenal Karakter Tanaman Alfalfa. *Mediagro* 5 (2): 50-62.
- Sudarmaji, J. Mukono, dan Corie, I.P. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (2): 129-142.
- Sukarsono. 1998. Dampak Pencemaran Udara Terhadap Tumbuhan di Kebun Raya Bogor. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Susilo, Y.E.B. 2003. *Menuju Keselarasan Lingkungan*. Averroes Press. Malang. Halaman 156.
- Tjahaja, P. Intan, Temperaturlman, P. Sukmabuana, dan Ruchijat. 2006. “Fitoremediasi Lingkungan Perairan Tawar: Penyerapan Radiosesium oleh Ki Ambang (*Salvinia molesta*)”. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* 7 (1): 83-96.
- Tommy, M. dan Palapa. 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) dengan Tumbuhan Air Sebagai Salah Satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. *Agritek* 17 (15).
- Treshow, M. 1989. *Plant Stress From Air Pollution*. John Wiley and Sons Ltd. Britain Inggris. Halaman 113-157.

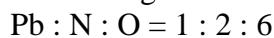
- USDA. 2011. Germplasm Resources Information Network (GRIN). United State Department of Agriculture. *Agriculture Research Service*. Bellsville Area.
- USEPA. 1997. Cleaning Up the Nation's Waste Sites: Markets and Technology Trends. United States Environmental Protection Agency EPA/542/R-96/005. *Office of Solid Waste and Emergency Response*. Washington. DC.
- Van Assche, F. dan Clijsters, H. 1986. Inhibition of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* by Treatment With Toxic Concentration of Zinc: effect on ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase. *Journal of Plant Physiology*. 125: 355-360.
- Wei, Shiqiang dan Pan Shengwang. 2010. Phytoremediation for soils contaminated by phenanthrene and pyrene with multiple plant species. *Soils Sediments Journals* 10: 886-894.
- Whiteman, P.C. 1980. *Tropical Pasture Science*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Widowati W, Sastiono A, dan Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran* Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wise, D.L., Trantolo D.J., Cichon E.J., Inyang H.I., dan Stottmeister, U. 2000. *Bioremediation of Contaminated Soils*. New York: Marcek Dekker Inc.
- Yardiminci, N., H. Eryigit dan I. Erdal. 2007. Effect of alfalfa mosaic virus (AMV) on the content of some macro and micronutrients in alfalfa. *Culture Collection Journals* 5: 90 – 93.
- Zhu, Y.L., E.A.H. Pilon-Smits, L. Jouanin dan N. Terry. 1999. Overexpression of Glutathione Synthetase In Indian Mustard Enhances Cadmium Accumulation And Tolerance. *Plant Physiology* 119: 73-79.



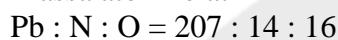
Lampiran 1. Perhitungan Kadar Pb pada Pb(NO₃)₂



Perbandingan mol atom



Massa atom relatif



Massa unsur

$$\begin{aligned} \text{Pb : N : O} &= (1 \times 207) : (2 \times 14) : (6 \times 16) \\ &= 207 : 28 : 96 \end{aligned}$$

Total massa unsur Pb(NO₃)₂ adalah 331.

$$\text{Kadar Pb} = \frac{207}{331} \times 100\% = 62,54\%$$

Kadar Pb perlakuan 0 ppm = 31,458 ppm

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb perlakuan 250 ppm} &= \frac{25 \text{ mg (Pb nitrat)}}{4 \text{ kg (tanah)}} \times 62,54\% = 3,909 + 31,458 \\ &= 35,367 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb perlakuan 500 ppm} &= \frac{50 \text{ mg (Pb nitrat)}}{4 \text{ kg (tanah)}} \times 62,54\% = 7,818 + 31,458 \\ &= 39,276 \text{ ppm} \end{aligned}$$

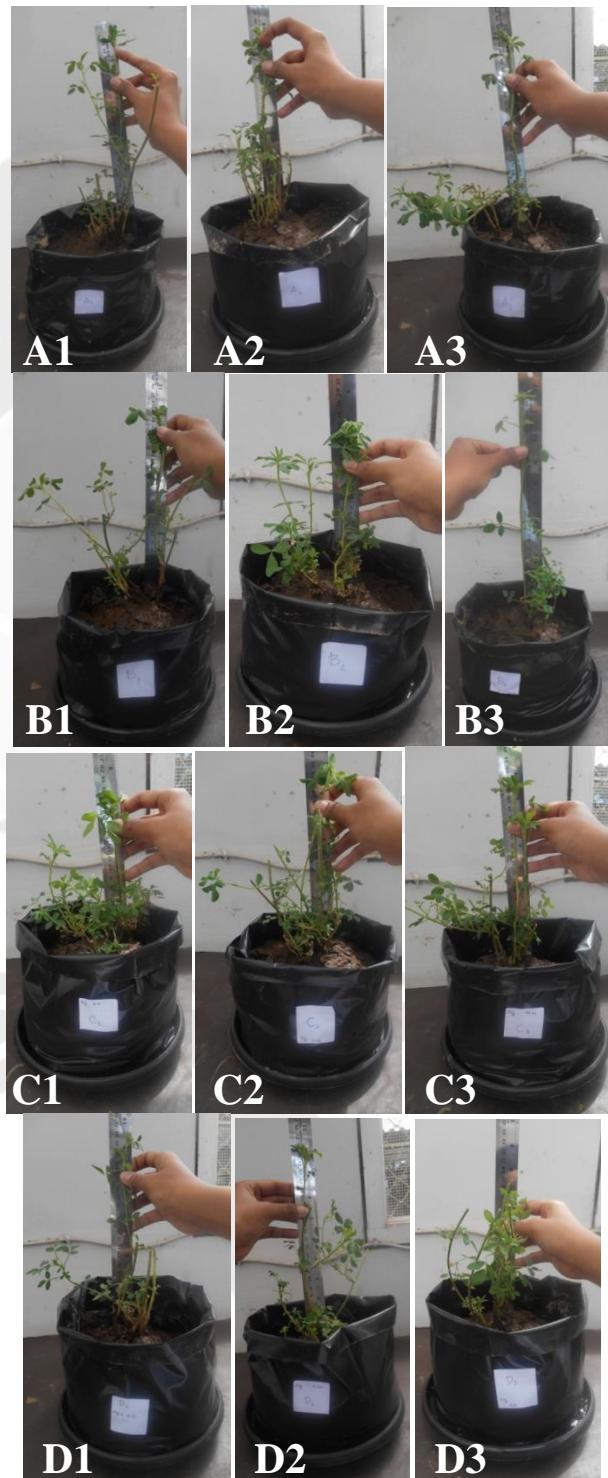
$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb perlakuan 750 ppm} &= \frac{75 \text{ mg (Pb nitrat)}}{4 \text{ kg (tanah)}} \times 62,54\% = 11,726 + 31,458 \\ &= 43,184 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Rekapitulasi Data Penelitian

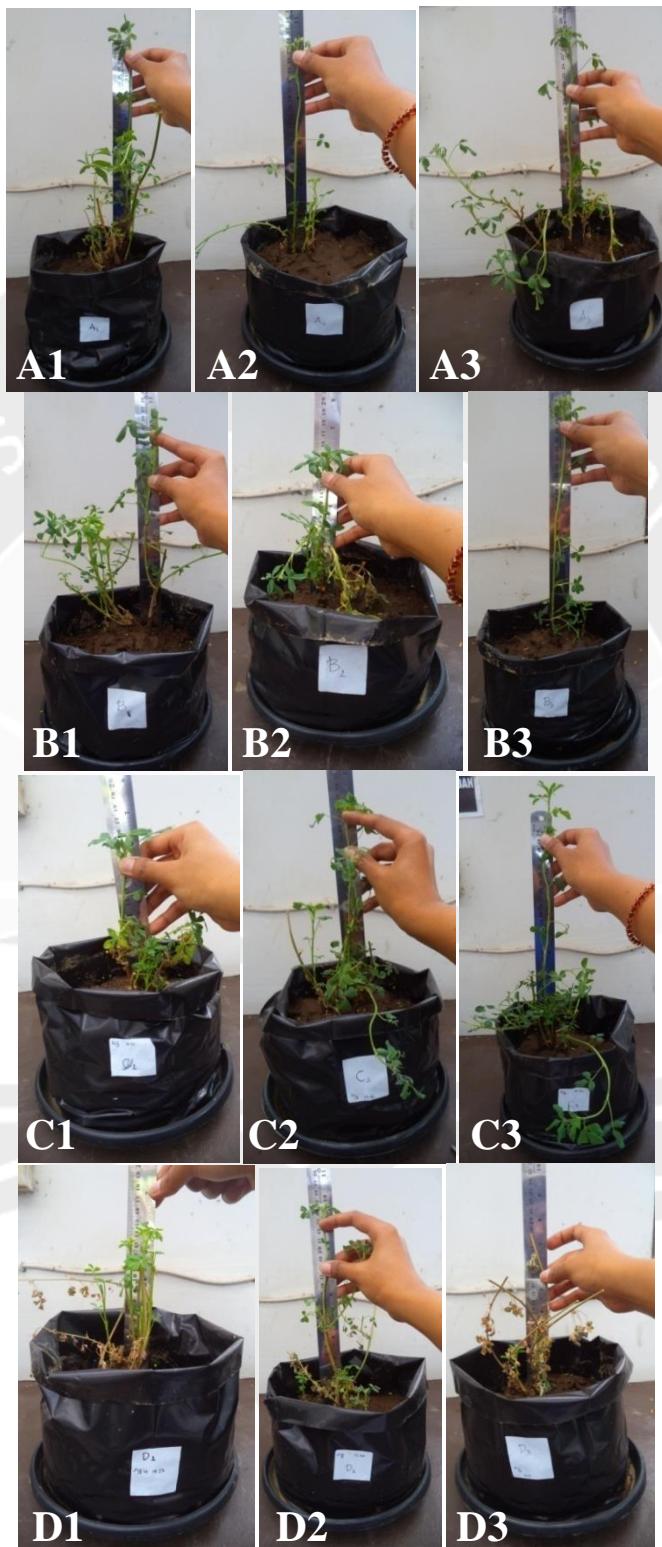
Tabel 14. Rekapitulasi Data Penelitian

Variasi Perlakuan Pb(NO ₃) ₂	Konsentrasi Pb pada tanah (ppm)		IBR (%)	Konsentrasi Pb pada tanaman hari ke-21 (ppm)	Rerata pertambahan tinggi (cm)	Rerata pertambahan luas daun (cm ²)	Panjang akar hari ke-21 (cm)	Berat kering hari ke-21 (gram)	Nilai faktor transfer hari ke-21
	Hari ke-0	Hari ke-21							
0 ppm	31,458	7,646	75,70	13,874	1,30	1,884	15,33	9,114	1,842
250 ppm	35,367	8,553	75,82	9,023	0,99	-0,695	14,93	5,554	1,102
500 ppm	39,276	14,135	64,01	9,754	1,25	0,286	13,17	4,446	0,694
750 ppm	43,184	20,819	51,79	14,511	0,40	-0,004	13,50	6,788	0,697

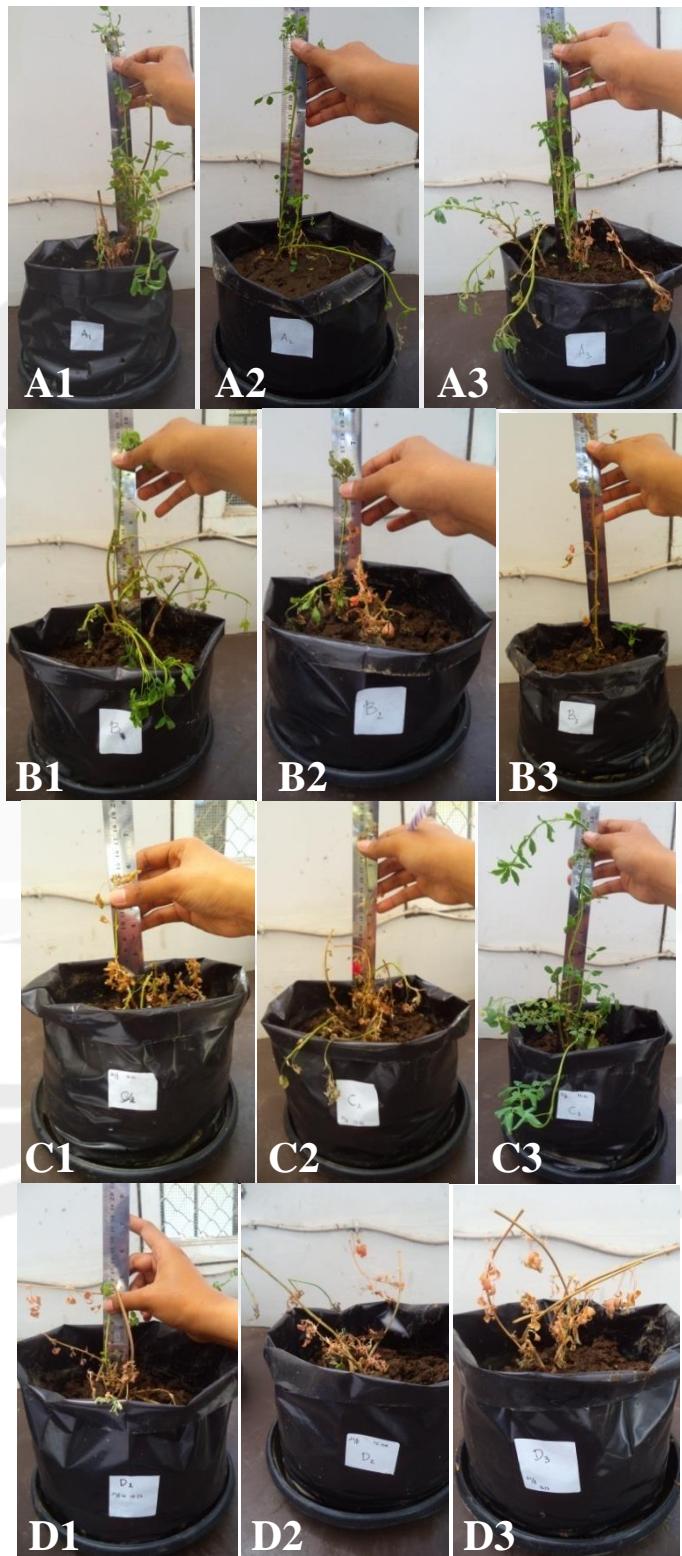
Lampiran 3. Pengukuran Tinggi dan Pengamatan Morfologi Selama Waktu Pemaparan Logam Berat



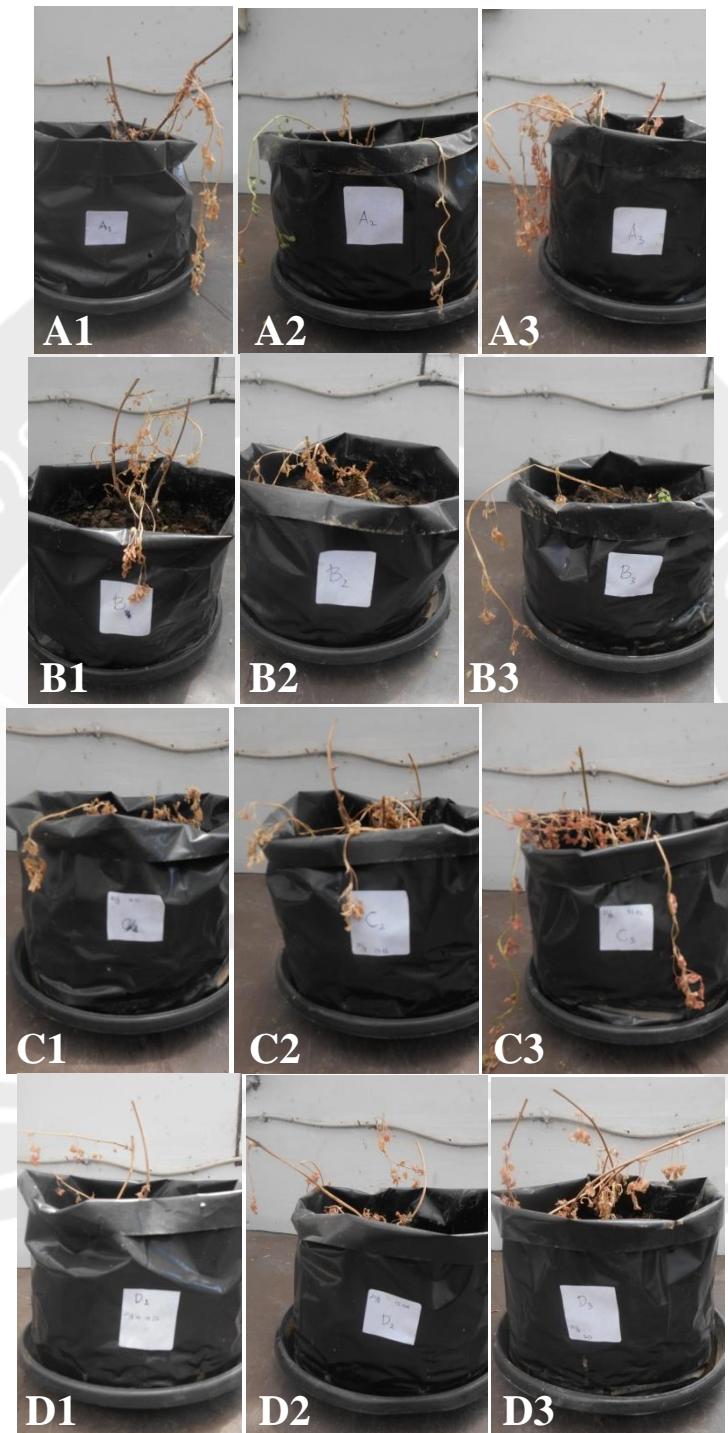
Gambar 10. Tanaman uji pada waktu pemaparan hari ke-0
Keterangan: A = konsentrasi 0 ppm, B = 250 ppm, C = 500 ppm dan
D = 750 ppm; 1 = ulangan 1, 2 = ulangan 2 dan 3 = ulangan 3



Gambar 11. Tanaman uji pada waktu pemaparan hari ke-7
Keterangan: A = konsentrasi 0 ppm, B = 250 ppm, C = 500 ppm dan
D = 750 ppm; 1 = ulangan 1, 2 = ulangan 2 dan 3 = ulangan 3



Gambar 12. Tanaman uji pada waktu pemaparan hari ke-14
Keterangan: A = konsentrasi 0 ppm, B = 250 ppm, C = 500 ppm dan
D = 750 ppm; 1 = ulangan 1, 2 = ulangan 2 dan 3 = ulangan 3



Gambar 13. Tanaman uji pada waktu pemaparan hari ke-21
Keterangan: A = konsentrasi 0 ppm, B = 250 ppm, C = 500 ppm dan
D = 750 ppm; 1 = ulangan 1, 2 = ulangan 2 dan 3 = ulangan 3



Gambar 14. Pengukuran panjang akar pada hari ke-21

Lampiran 4. Hasil Pengujian Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Alat AAS Terhadap Tanah dan Tanaman Alfalfa

Se

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK						
JURUSAN KIMIA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM						
UNIVERSITAS GADJAH MADA						
HASIL ANALISIS						
No : 5374/HA-KA/11/14 Pengirim : REDITA TONAPA Alamat : Fakultas Bioteknologi UAJ Yogyakarta Jenis Sampel : Padat (Tanah) Jumlah : 1 sampel Pemeriksaan : Kadar logam Pb Tgl. Analisis : 10 November 2014						
NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	Tanah	Pb	36.452	26.464	31.458	Atomic Absorption Spect.



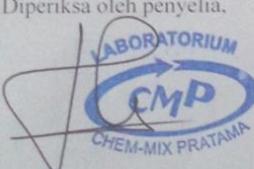
Sekolah Tinggi Kedokteran UGM Yogyakarta 55281, Telp. 0274 7429373, 545100 (ext. 118), Fax. 0274 545100

Gambar 15. Pengukuran kadar timbal (Pb) pada tanah di awal pemaparan (hari ke-0)

No	Kode Sample	Analisa	Hasil
			ppm
25	T.A.1	Pb	10.4756
26	T.A.2	Pb	5.0952
27	T.A.3	Pb	7.3676
28	T.B.1	Pb	9.1787
29	T.B.2	Pb	7.0583
30	T.B.3	Pb	9.4233
31	T.C.1	Pb	13.1317
32	T.C.2	Pb	12.5217
33	T.C.3	Pb	16.7505
34	T.D.1	Pb	21.0369
35	T.D.2	Pb	21.0462
36	T.D.3	Pb	20.3742

Analis

Diperiksa oleh penyelia,


 (Signature of Slamet Rahardjo)

Slamet Rahardjo

(.....)

Laboratorium : Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta
 Telp. (0274) 7116832

Gambar 16. Pengukuran kadar timbal (Pb) pada tanah di akhir pemaparan (hari ke-21)

Sejahtera



Lab. Chem-Mix Pratama

HASIL ANALISA
Nomor: 219/CMP/9/2014

Laboratorium Pengujian : Laboratorium Chem-Mix Pratama
Tanggal Pengujian : 22 September 2014

No	Kode Sample	Analisa	Hasil ppm
37	A.1	Pb	18.6058
38	A.2	Pb	10.3552
39	A.3	Pb	12.6613
40	B.1	Pb	8.4529
41	B.2	Pb	11.4743
42	B.3	Pb	7.1432
43	C.1	Pb	6.8215
44	C.2	Pb	10.9882
45	C.3	Pb	11.4511
46	D.1	Pb	12.0599
47	D.2	Pb	16.3763
48	D.3	Pb	15.0971

Diperiksa oleh penyelia,


Slamet Rahardjo

Analis

(.....putra....)

Laboratorium : Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta
Telp. (0274) 7116832

Gambar 17. Pengukuran kadar timbal (Pb) pada tanaman di akhir pemaparan (hari ke-21)

Lampiran 5. Perhitungan IBR (Indeks Bioremediasi) Tanaman Alfalfa dalam Menyerap Pb pada Tanah Tercemar Logam Berat Timbal

Rumus perhitungan Indeks Bioremediasi (IBR) yang digunakan:

$$\text{IBR} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100 \%$$

$$\text{IBR 0 ppm} = \frac{31,458 - 7,646}{31,458} \times 100 \% = 75,695 \%$$

$$\text{IBR 250 ppm} = \frac{35,367 - 8,553}{35,367} \times 100 \% = 75,816 \%$$

$$\text{IBR 500 ppm} = \frac{39,276 - 14,135}{39,276} \times 100 \% = 64,011 \%$$

$$\text{IBR 750 ppm} = \frac{43,184 - 20,819}{43,184} \times 100 \% = 51,788 \%$$

Lampiran 6. Pengukuran Pertambahan Tinggi, Luas Daun dan Nilai Faktor Transfer Tanaman Alfalfa

Tabel 15. Hasil pengukuran pertambahan tinggi tanaman alfalfa

Konsentrasi Pb(NO ₃) ₂ yang Ditambahkan	Pertambahan Tinggi (cm)	
	Hari	
	Ke-7	Ke-14
0 ppm	4,5	1
	0	0,3
	1,3	0,7
250 ppm	1,5	0,2
	0,5	0,7
	1	2
500 ppm	0	1
	0	0,5
	4,7	1,3
750 ppm	0,1	0,3
	0,6	0,3
	0,5	0,6

Tabel 16. Hasil pengukuran perubahan luas daun tanaman alfalfa

Konsentrasi Pb(NO ₃) ₂ yang Ditambahkan	Pertambahan Luas Daun (cm ²)	
	Hari	
	Ke-7	Ke-14
0 ppm	-0,581	-0,101
	3,246	-0,408
	5,318	3,829
250 ppm	5,307	-3,585
	0,948	-0,020
	0,204	-0,127
500 ppm	0,659	0,145
	-4,291	-0,455
	6,812	-1,153
750 ppm	0,096	0,009
	-0,777	-0,597
	0,592	-0,654

Tabel 17. Nilai faktor transfer tanaman alfalfa pada hari ke-21

Konsentrasi Pb(NO ₃) ₂ yang Ditambahkan	Hari Ke-21		
	Tanah	Tanaman	Faktor Transfer
	(mg/kg)	(mg/kg)	
0 ppm	10,476	18,606	1,776
	5,095	10,355	2,032
	7,368	12,661	1,719
Rata-rata			1,842
250 ppm	9,179	8,453	0,921
	7,058	11,474	1,626
	9,423	7,143	0,758
Rata-rata			1,102
500 ppm	13,132	6,822	0,519
	12,522	10,988	0,878
	16,751	11,451	0,684
Rata-rata			0,694
750 ppm	21,037	12,060	0,573
	21,046	16,376	0,778
	20,374	15,097	0,741
Rata-rata			0,697

Lampiran 7. Analisis Statistik

Tabel 18. Hasil ANAVA pertambahan tinggi tanaman alfalfa selama waktu pemaparan dengan variasi konsentrasi Pb yang ditambahkan

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat Tipe III	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	Sig.
Model Terkoreksi	6.080 ^a	7	.869	.488	.829
Intersep	23.207	1	23.207	13.050	.002
Hari	1.402	1	1.402	.788	.388
Konsentrasi	3.070	3	1.023	.575	.639
Hari * Konsentrasi	1.608	3	.536	.301	.824
Eror	28.453	16	1.778		
Total	57.740	24			
Total Terkoreksi	34.533	23			

Tabel 19. Hasil ANAVA perubahan luas daun tanaman alfalfa selama waktu pemaparan dengan variasi konsentrasi Pb yang ditambahkan

Sumber keragaman	Jumlah Kuadrat Tipe III	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	Sig.
Model Terkoreksi	58.114 ^a	7	8.302	.810	.592
Intersep	3.247	1	3.247	.317	.581
Hari	20.993	1	20.993	2.048	.172
Konsentrasi	21.434	3	7.145	.697	.567
Hari * Konsentrasi	15.688	3	5.229	.510	.681
Eror	164.010	16	10.251		
Total	225.372	24			
Total Terkoreksi	222.125	23			

Tabel 20. Hasil ANAVA panjang akar tanaman alfalfa selama waktu pemaparan dengan variasi konsentrasi Pb yang ditambahkan

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat Tipe III	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	Sig.
Model Terkoreksi	10.127 ^a	3	3.376	.309	.818
Intersep	2431.053	1	2431.053	222.879	.000
Hari	.000	0	.	.	.
Konsentrasi	10.127	3	3.376	.309	.818
Eror	87.260	8	10.908		
Total	2528.440	12			
Total Terkoreksi	97.387	11			

Tabel 21. Hasil ANAVA berat kering tanaman alfalfa selama waktu pemaparan dengan variasi konsentrasi Pb yang ditambahkan

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat Tipe III	Berajat Bebas	Rata-rata	F Hitung	Sig.
Model Terkoreksi	36.071 ^a	3	12.024	.551	.662
Intersep	503.237	1	503.237	23.060	.001
Hari	.000	0	.	.	.
Konsentrasi	36.071	3	12.024	.551	.662
Eror	174.582	8	21.823		
Total	713.890	12			
Total Terkoreksi	210.653	11			