

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. SIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penambahan EDTA dan Mikoriza pada bunga matahari (*Helianthus annuus*) dapat meningkatkan akumulasi logam Pb pada biji yaitu  $0,52 \text{ mg.kg}^{-1}$  pada perlakuan EDTA dan  $0,24 \text{ mg.kg}^{-1}$  pada perlakuan kombinasi mikoriza dan EDTA.
2. Perlakuan EDTA merupakan perlakuan yang terbaik dalam membantu bunga matahari dalam menyerap Pb daripada perlakuan mikoriza. Sedangkan perlakuan kombinasi keduanya tidak lebih baik dari perlakuan EDTA.
3. Perlakuan EDTA lebih efektif dari perlakuan lainnya dengan efisiensi serapan Pb sebesar 5,82%. Sedangkan perlakuan kombinasi mikoriza dan EDTA dan mikoriza dengan efisiensi serapan Pb masing-masing sebesar 4,10 dan 0,39%, secara berturut-turut.

### B. SARAN

Penelitian yang sama harus diawali dari proses pembibitan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus*) dan penggunaan umur tanaman 1-2 minggu untuk mengurangi hasil bias pada serapan logam Pb. Simbiosis mikoriza yang terjadi pada akar jagung dan bunga matahari perlu diteliti hingga pada bentuk anatomi dan jenisnya. Pengaruh

perbedaan umur penerapan logam timbal (Pb) dan lama terpaparnya bunga matahari (*Helianthus annuus*) oleh logam Pb juga perlu diteliti lebih lanjut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, L. K., dan Robson, A. D. 1982. The role of VA mycorrhizae fungi agriculture dan the selection of fungi for inoculation. *Aust J Agric Res* 33 : 389.
- Adewole, M. B., Awotoye, O. O., Ohiembor, M. O., dan Salami, A. O. 2010. Influence of mychorrhizal fungi on phytoremediating potential dan yield of sunflower in Cd dan Pb polluted soils. *J Agric Sci* 55(1): 17-28.
- Anas, I. 1997. *Bioteknologi Tanah*. Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. IPB. Hlm 15, 17.
- Arisusanti, R. J., dan Purwani, K. I. 2013. Pengaruh mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap akumulasi logam timbal (Pb) pada tanaman *Dahlia pinnata*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2(2): 157-163.
- Awotoye, O. O., Adewole, M.B., Salami, A. O., dan Ohiembor, M. O. 2009. Arbuscular mychorrhiza contribution to the growth performance dan heavy metal uptake of *Helianthus annuus* LINN in pot culture. *African Journal of Environmental Science dan Technology* 3(6): 157-163.
- Bertham, Y. H. 2011. *Teknik inokulasi fungi mikoriza arbuskula*. Pupuk Dan Pestisida Hayati Pendukung Pertanian Berkelanjutan Yang Ramah Lingkungan. Workshop. Bandar Lampung. Hlm 36-41.
- Brundrett, M. C., Melville, L., dan Peterson, L. 1994. *Practical Methods In Mycorrhizal Research*. Mycology publication, Canada. Hlm 161.
- Brunton, L., Lazo, J., dan Parker, K. 2006. *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 11th Ed. McGraw-Hill, New York. Hlm 204.
- Burke, S. C., Anglwe, J. S., dan Chaney, R. L. 2000. Arbuscular mycorrhiza on plant growth. II. Influence of soluble phosphate on endophyte dan host in maize. *New Phytol* 68: 945-952.
- Haryanti, D., Budianta, D., dan Salni. 2013. Potensi beberapa jenis tanaman hias sebagai fitoremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah. *Jurnal Penelitian Sains* 16(2): 52-58.
- Chaney, R. L., Brown, S. L., Li, Y. M., Angle, J. S., Homer, F. A., dan Green, C. E. 1995. Potential use of metal hyperaccumulators. *Mining Environmental Management* 3 (3): 9-11.

- Chen, H., dan Cutright, T. 2001. EDTA dan HEDTA effects on Cd, Cr, dan Ni uptake by *Helianthus annuus*. *Chemosphere* 45: 21-28.
- Connel, D. W., dan Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. UI Press, Jakarta. Hlm 520.
- Corseuil, H. X, dan Moreno, F. N. 2001. Phytoremediation potential of willow trees for aquifers contaminated with ethanol-bended gasoline. *Water Res* 35(12): 3013-3017.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press, Jakarta. Hlm 140.
- Delvian. 2003. *Keanekaragaman dan potensi pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) di Hutan Pantai*. Thesis. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Del Val, C., Barea, J. M., dan Azcon-Aguilar, C. 1999. Assessing the tolerance of heavy metals of arbuscular mycorrhizal fungi isolated from sewage-sludge contaminated soils. *Applied Soil Ecology* 11:261-269.
- Dewi, Y, S., dan Hapsari, I. 2012. Kajian efektivitas daun puring (*Codiaeum variegatum*) dan lidah mertua (*Sansevieria trispasciata*) dalam menyerap timbal di udara ambien. *Jurnal Ilmiah Univ Satya Negara Indonesia* 5(2): 1-7.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2010. *Statistik Hortikultura Tahun 2010*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Departemen Pertanian, Jakarta. Hlm 125
- Duffus, H.J. 1980. *Environment Toxicology*. Department of Brewing and Biological Science. Harriot-Watt University. Edinberg. Hlm 512.
- Endes, N. D. 1989. *Studi Kemampuan Tanam dalam Menjerap dan Menyerap Timbal Emisi Kendaraan Bermotor*. Thesis. Program Pascasarjana. IPB. Bogor
- Farid, M., Ali, S., Shakoor, M. B., Bharwana, S. A., Rizvi, H., Ehsan, S., Tauqeer, H. M., Iftikhar, U., dan Hanna, F. 2013. EDTA assisted phytoremediation of cadmium, lead, zinc. *Inter J of Agro dan Plant Prod* 4(11): 2833-2846.
- Faust, S. D., dan Ally, O. M. 1981. *Chemistry of Natural Water*. Ann Arbor Science Publiser Inc, New York. Hlm 336.

- Feller, A. K. 2000. *Bioremediation of Contamination Soils : Phytoremediation of soils dan waters contaminated with arsenics from former chemical warfare installation*. Marcek Dekker, New York. Hlm 771.
- Flanagan, J.T., Wade, K. J., Curie, S., dan Curtis, D. J. 1980. The deposition of lead and zinc from traffic pollution on two road side shrubs. *Environment Pollution Series B, Chemical and Physical* 1(1): 1-85.
- Furia, T. E. 1972. *Handbook of Food Additives*. 2nd Edition Vol 1. CRC Press, Florida. Hlm 126.
- Gabrielli, R., Mattioni, C., dan Vergnano, O. 1991. Accumulation mechanisms dan heavy metal tolerance of a nickel hyperaccumulator. *Journal of Plant Nutrient* 14:1067-1080.
- Gallego, S.M., Benavides, M.P., dan Tomaro, M.L. 1996. Effect of heavy metal ion excess on sunflower leaves: Evidence for involvement of oxidative stress. *Plant Sci* 121: 151-159.
- Garg, N., dan Chdanel, S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process dan function. *A review, Agron Sustain Dev* 30: 582-599.
- Gratao, P. L., Prasad., M. N. P., Cardoso, P. L., Lea, P. J., dan Azevedo, R. A. 2005. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. *Braz J Plant Physiol* 17(1): 823-830.
- Godbold, D. L., dan Kettner, C. 1991. Use of root elongation studies to determination aluminium and lead toxicity in *Picea abies* seedling. *J Plant Physiol* 138; 231-235.
- Hardiani, H. 2009. Potensi tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Padat Industri Kertas. *Berita Selulosa* 44(1): 27-40.
- Harley, J. L. dan Smith, M. S. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York. Hlm 483.
- Harrison, M. J. 1998. Molecular dan cellular aspects of the arbuscular mycorrhizal fungus to the uptake of cadmium dan nickel in bean dan maize plants. *Plant Soil* 184:195-207.
- Irwanto, R. 2010. Fitoremediasi lingkungan dalam Taman Bali. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI. *Local Wisdom* 2(4): 29-35.

- Jamal, A., Ayub, N., Usman, M., dan Khan, A. G. 2002. Arbuscular mycorrhizal dependency in *Leucaena leucocephala*. *Applied Environmental Microbiology* 53: 797-801.
- Khan, A. G. 2006. Mycorrhizoremediation: an enhanced form of phytoremediation. *J Zhejiang Univ Science B* 7(7): 503-514.
- Khan, A. G., Knek, C., dan Chaudhry, T. M. 2000. Role of plants, mycorrhizae dan phytochelation in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere* 41(1-2): 197-207.
- Khan, S., dan Khan, N. N. 1983. Influence of lead dan cadmium on growth dan nutrient concentration of tomato dan eggplant. *Plant dan Soil* 74: 58-60.
- Khoiriyah, A. 2015. *Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Cd dan Pb dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (Vetiveria zizanioides)*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Killham, K. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University Press, Melbourne. Hlm 47.
- Lasat, M. M., Baker, A. J. M., dan Kochian, L. V. 1996. Physiological characterization of root  $Zn^{2+}$  absorption dan translocation to shoot in Zn hyperaccumulator dan non accumulator species of *Thlaspi*. *Plant Physiol* 112: 1715-1722.
- Lide, D. R. 2004. *Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, Boston. Hlm 46.
- Liphadzi, M. S., Kirkham, M. B., Mankin, K. R., dan Paulsen, G. M. 2003. EDTA-assisted heavy-metal uptake by poplar dan sunflower grown at a long-term sewage-sludge farm. *Plant dan Soil* 257: 171-182.
- Liu, Z., Jiang, W., Zhao, F., dan Lu, C. 1994. Effect of lead on root growth cell division and nucleolus of *Allium cepa*. *Environ. Pollut* 86: 1-4.
- Lu, F. C. 1995. *Toksikologi Dasar*. UI-Press, Jakarta. Hlm 206.
- Manan, S. 1993. Pengaruh mikoriza pada pertumbuhan semai *Pinus merkusii* di persemaian. *Kuliah Silvikultur Umum*. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor. Hlm 247, 261.
- Markell, S., Harveson, R., Block, C., dan Gulya, T. 2015. *Sunflower Disease Diagnostic Series*. North Dakota State University, USA. Hlm 23-24.

- Marschner, H. 1999. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. Academic Press, USA. Hlm 889.
- Marx, D. H. 1982. *Mycorrhiza In Interaction With Other Microorganism: In Method Dan Principles Of Mycorrhizal Research*. The Am Phyt Soc. Minnessota. Hlm 225-228.
- McGrath, S. P., Shen, Z. G., dan Zhao, F. J. 1997. Heavy metal uptake dan chemical changes in rhizosphere of *Thlaspi caerulescens* dan *Thlaspi ochroleucum* grown in contaminated soils. *Plant Soil* 188:153-159.
- McGrath, S.P., Zhao, F. J., dan Lombi, E. 2002. Phytoremediation of metals metalloids and radionuclides. *Advances in Agronomy* 75: 1-56.
- Miles, L. J., dan Parker, G. R. 1979. Heavy metal interaction for *Andropogon scoparius* and *Rudbeckia hiata* grown on soil from urban and rural sites with heavy metals addition. *Journal Environ Qual* 8 (4): 443 – 49.
- Nehnevajova, E.H., Federer, R., Erismann, G., Schwitzgubel, K.H. dan Paul, J. 2005. Screening of sunflower cultivars for metal phytoextraction in a contaminated field prior to mutagenesis. *Int. J. Phytoremed.* 7: 337-349.
- Nowack, B., Schulin, R., dan Robinson, B. 2006. Critical assessment of chelant-enhanced metal phytoextraction. *Environ Sci Technol* 40: 5225–5232.
- Oves, M., Khan, M. S., Zaidi, A., dan Ahmed, E. 2012. *Soil Contamination, Nutritive Value, Dan Human Health Risk Assessment Of Heavy Metals: An Overview. Toxicity of Heavy Metals to Legumes dan Bioremediation*. Springer, New York. Hlm 14, 17.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran & Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta. Hlm 152.
- Raimon. 1993. Perbandingan Metoda Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Lokakarya Nasional. Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia*. Yogyakarta. Hlm 79-80.
- Rivai, H. 1995. *Asas Pemeriksaan Kimia*. UI Press, Jakarta. Hlm 202.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta. Hlm 240.

- Rukmana, R. 2004. *Budidaya Bunga Matahari : Pontensi dan Peluang Agrobisnis*. Aneka Ilmu, Semarang. Hlm 17.
- Salt, D. E., Smith, R. D., dan Raskin, I. 1998. Phytoremediation. Annual Revolution *Plant Physiology* 49: 643-748.
- Scannerini, S dan Bonfante-Fosolo P. 1983. Comparative ultrastructural analysis of mycorrhizal associations. *Can J Botany* 61: 917-922.
- Sewalem, N., Efeky, S., dan El-Shintinawy, F. 2014. Phytoremediation of lead dan cadmium contaminated soils using sunflower plant. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 10(1): 122-134.
- Shirmardi, M., Savaghebi, G. R., Khavazi, K., Akbarzadeh, A., Farahbaksh, M., Rejali, F., dan Sadat, A. 2010. Effect of microbial inoculants on uptake of nutrients elements in two cultivars of sunflower (*Helianthus annuus L.*) in saline soils. *Not Sci Biol* 2(3): 57-66.
- Sinegani, A. A., dan Khalilikah, F. 2008. Phytoextraction of lead by *Helianthus annuus* effect of mobilising agent application time. *Plant Soil Environ* 54(10): 434-440.
- Smith, S. E., dan Read, D. J. 2008. *Mychorrhizal Symbiosis*. Third Edition. Academic Press, New York. Hlm 145.
- Solaiman, M.Z., dan Hirata, H. 1995. Effect of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in paddy fields on rice growth and NPK nutrition under different water regimes. *Soil Sci Plant Nutr* 41 (3) : 505-514
- Sriyani. 2008. *Aktivitas Ekstrak Kloroform Daun Dewandaru (Eugenia uniflora) Sebagai agen Pengkelat Logam Fe dan Zn dalam Penangkap Malondealdehid (MDA)*. Skripsi. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Subroto, M. A. 1996. *Fitoremediasi*. Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan Juni 24-25, Cibinong. Hlm 28.
- Suharno, dan Santosa. 2005. Pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*) yang diinokulasi jamur mikoriza, legin dan penambahan seresah daun matoa (*Pometia pinnata*) pada tanah berkapur. *Sains dan Sibernatika* 18 (3): 367-378.
- Suharno dan Sancayaningsih, R. P. 2013. Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikrorizoremediasi Logam Berat dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. *Bioteknologi* 10(1): 31-42.



- Sunitha, M. S. L., Prashant, S., Kumar, S. A., Rao, S., Narasu, M. L., dan Kishor, B. K. 2013. Cellular dan molecular mechanisms of heavy metal tolerance in plants: a brief overview of transgenic plants over-expressing phytochelatin synthase dan metallothionein gens. *Plant Cell Biotechnology dan Molecular Biology* 14(1,2): 33-48.
- Underwood, E. J., dan Suttle, N. F. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. Third Edition. CABI Publishing, London. Hlm 614.
- Van der Lelie, D., Schwizguébel, J.P., Glass, D.J., Vangronsveld, J. dan Baker, A. 2001. Assessing phytoremediation's progress in the United States dan Europe. *Environ. Sci. Technol.* 35: 447-452.
- Van Steenis, C. G. G. J. 1975. *Flora Untuk Sekolah di Indonesia*. Pradya Pramita, Jakarta. Hlm 228.
- Williams, D. J. 2004. *Mealybugs of Southern Asia*. The Natural History Museum, London. Hlm 271.
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hlm 103-107.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. Hlm 13-14.
- Zhu, Y. G., Christie, P., dan Laidlaw, A. S. 2001. Uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal white clover Zn-contaminated soil. *Chemosphere* 42: 193-199.



## Lampiran 1

**Tabel 8. Berat Tanaman pada Akhir Penelitian**

Perlakuan	Ulangan	Organ Tanaman				Total per tanaman
		Akar	Batang	Daun	Biji	
Kontrol	1	5	55,6	9,5	2,4	74,5
	2	4	19	4,5	2,2	34,7
	3	9	21,1	8,7	2,2	46
Rerata		<b>6</b>	<b>31,9</b>	<b>7,6</b>	<b>2,3</b>	<b>51,7</b>
Mikoriza	1	1	37,1	11,1	2,8	53,5
	2	5	22,4	6,7	3	43,6
	3	4	17,5	3,8	1	28,3
Rerata		<b>3,3</b>	<b>25,7</b>	<b>7,2</b>	<b>2,3</b>	<b>41,8</b>
EDTA	1	7	15	5	3	33,8
	2	4	20	4	2,6	32,6
	3	6	30	7	0,8	46,8
Rerata		<b>5,7</b>	<b>21,7</b>	<b>5,3</b>	<b>2,1</b>	<b>37,7</b>
Mikoriza + EDTA	1	5	31	8,8	2,6	49,9
	2	8	23	6,9	2,7	44,6
	3	3	23	9	1,8	38,3
Rerata		<b>5,3</b>	<b>25,7</b>	<b>8,2</b>	<b>2,4</b>	<b>46,1</b>

**Tabel 9 . Kadar Pb dengan Variasi Perlakuan dan Organ Tanaman**

Perlakuan	Ulangan	Akar	Batang	Daun	Biji	Tanah mula-mula	Tanah akhir
Kontrol	1	0	0	0	0	103,3	24,69
	2	0	0	0	0		50,80
	3	0	0	0	0		25,32
Rerata		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>103,3</b>	<b>33,6</b>
Mikoriza	1	0,01	0	0	0	103,3	25,37
	2	0,08	0	0,01	0		30,74
	3	0,03	0	0	0		29,53
Rerata		<b>0,04</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>103,3</b>	<b>28,55</b>
EDTA	1	1,07	1,43	1,66	2,05	103,3	23,25
	2	1,99	1,15	1,71	0,86		30,06
	3	2,14	1,87	1,75	0,39		31,34
Rerata		<b>1,73</b>	<b>1,48</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>103,3</b>	<b>28,21</b>
Mikoriza + EDTA	1	1,13	0	2,08	1,07	103,3	28,95
	2	1,07	0,57	2,47	1,21		28,89
	3	0,98	0	1,88	0,18		33,69
Rerata		<b>1,06</b>	<b>0,19</b>	<b>2,14</b>	<b>0,82</b>	<b>103,3</b>	<b>30,51</b>

## Lampiran 2. Hasil Analisis SPSS Untuk Akumulasi Logam Pb

Tes antara subjek dan efeknya

Variabel dependen : kadar logam Pb

Sumber	Jumlah Kuadrat Tipe III	df	Rerata Kuadrat	F	Sig
Model koreksi	27,448 <sup>a</sup>	15			
Intersep	19,817	1	1,830		
perlakuan	20,709	3	19,817	17,032	,000
organtanaman	2,207	3	6,903	184,460	,000
perlakuan*	4,532	9	,736	64,252	,000
organtanaman			,504	6,849	,001
Error	3,438	32		4,687	,001
Total	50,703	48	,107		
Total Koreksi	30,886	47			

a. R kuadrat= ,889(R kuadrat yang disesuaikan= ,837)

Kadar logam Pb

Duncan<sup>a,b</sup>

Organ tanaman	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Batang	12	,4183X			X
Biji	12	,4800X	,4800Y		XY
Akar	12		,7085Y	,7085Z	YZ
Daun	12			,9633Z	Z
Sig.		,648	,097	,066	

Rerata untuk kelompok dalam subset homogen di tampilkan

Berdasarkan pada rerata yang diobservasi

Istilah error adalah Rerata Kuadrat(Error) = ,107.

- Menggunakan Ukuran Rerata Harmonis Sampel = 12,000.
- Alpha = 0,05

Kadar logam Pb

Duncan<sup>d,e</sup>.

Perlakuan	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Kontrol	12	,0000A			A
Mikoriza	12	,0110A			A
Mikoriza + EDTA	12		1,0533B		B
EDTA	12			1,5058B	B
Sig.		,935	1,000	1,000	

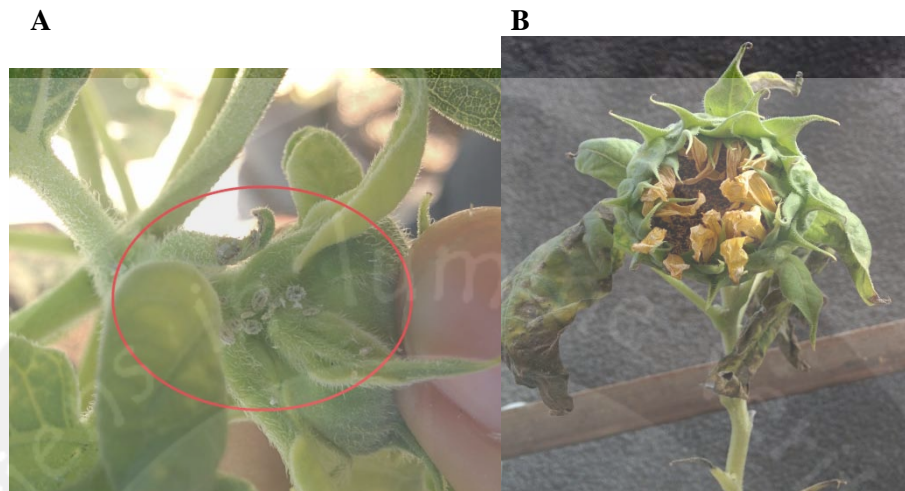
Rerata untuk kelompok dalam subset homogen di tampilkan

Berdasarkan pada rerata yang diobservasi

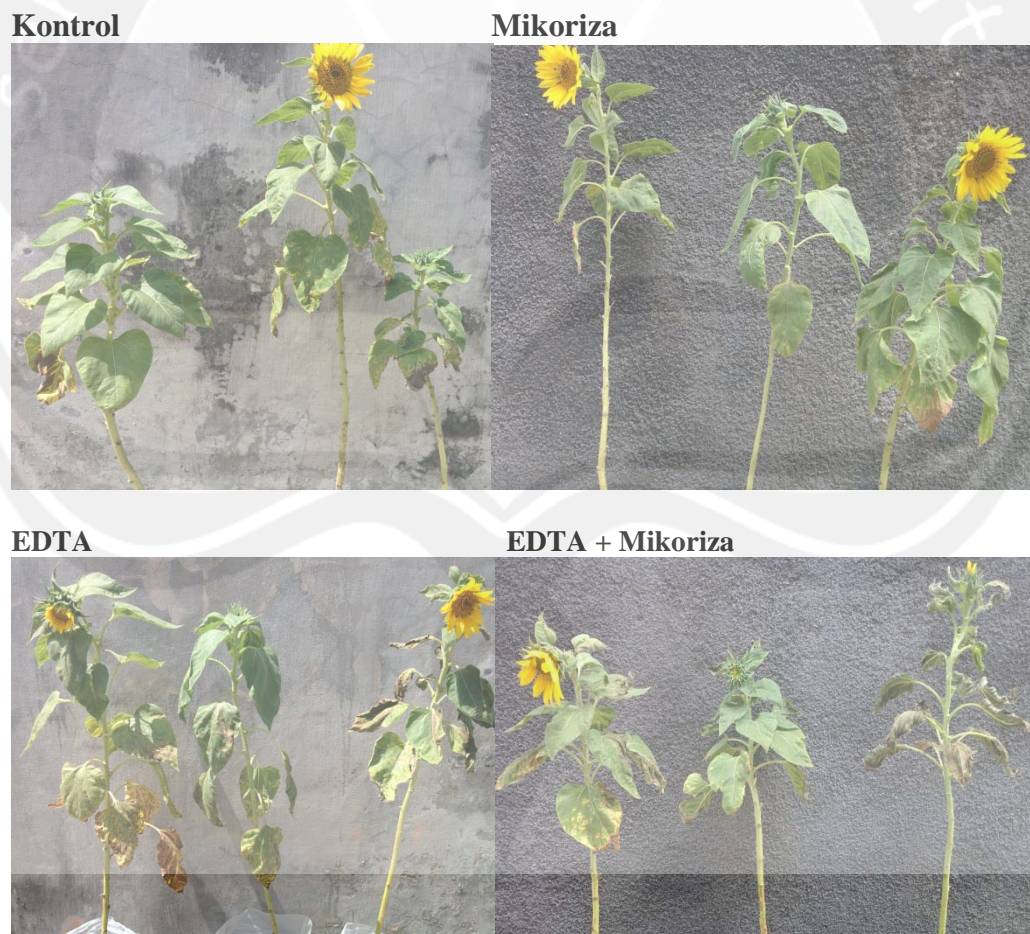
Istilah error adalah Rerata Kuadrat(Error) = ,107.

- Menggunakan Ukuran Rerata Harmonis Sampel = 12,000.
- Alpha = 0,05

## Lampiran 3



Gambar 11. Tanaman setelah 2 hari pemberian perlakuan.



Gambar 12. Bunga Matahari 2 hari setelah perlakuan