

KEMAMPUAN BAYAM CABUT (*Amaranthus tricolor L.*) DALAM MENTRANSLOKASIKAN LOGAM TIMBAL PADA BERBAGAI DOSIS DAN WAKTU PEMBERIAN EDTA

The ability of spinach (*Amaranthus tricolor L.*) in translating lead metal at various doses and the time of EDTA

Ika Aprilia Rahayu Putri^{1*}, Anis Rosyidah¹, dan Siti Muslikah¹

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : (ika.aprilia20417@gmail.com)

ABSTRAK

Kemampuan bayam cabut (*Amaranthus tricolor L.*) dalam mentranslokasikan logam timbal pada berbagai dosis dan waktu pemberian EDTA menunjukkan bahwa tanaman bayam mampu mentranslokasikan logam timbal dengan baik. Penggunaan EDTA sebagai zat khelat yang dapat meningkatkan mobilitas logam di dalam tanah menuju ke tanaman. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui interaksi dosis EDTA dan waktu pemberian terhadap kemampuan bayam cabut (*Amaranthus tricolor L.*) dalam mentranslokasikan logam Pb. Percobaan lapang dilakukan dengan menggunakan rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan kontrol dengan tiga ulangan. Faktor pertama dosis EDTA yang diuji berjumlah dua, yaitu : dosis EDTA $P_1 = 3$ gr/polybag dan $P_2 = 6$ gr/polybag. Faktor kedua waktu pemberian EDTA yang diuji berjumlah tiga yaitu: $W_1 = 7$ hari sebelum transplanting, $W_2 = 7$ hari setelah transplanting dan $W_3 = 14$ hari setelah transplanting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya interaksi yang nyata antara dosis EDTA dan waktu pemberian EDTA. Secara umum perlakuan P_1W_2 (dosis EDTA 3 gr/polybag + 7 hst) menghasilkan hasil perubahan pertumbuhan yang baik dalam parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, total panjang akar, total khlorofil, dan total konsentrasi logam timbal yang diserap sebanyak 619,48 ppm.

Kata Kunci : Tanaman Bayam Cabut , Dosis EDTA, Waktu Aplikasi EDTA

ABSTRACT

The ability of spinach extract (is needed to help the effectiveness of the phytoremediation process undertaken. The use of EDTA as a chelating agent that can increase the mobility of metals in the soil leading to plants. The purpose of this study was to determine the interaction of EDTA doses and the timing of administration of the ability of spinach to pull (*Amaranthus tricolor L.*) in translating Pb metal. Field experiments using a Randomized Block Design (RCBD) arranged factorial with a control with three replications. The first factor EDTA dose, EDTA dose $P_1 = 3$ gr and $P_2 = 6$ gr. The second factor when giving EDTA, $W_1 = 7$ dbt, $W_2 = 7$ dat and $W_3 = 14$ dat. The results showed that there was a real interaction between EDTA dose and time of EDTA administration. the treatment of P_1W_2 (EDTA dose 3 gr + 7 dat) results in good growth changes in the parameters of observation of plant height, number of leaves, leaf area, total root length, total chlorophyll, and total concentration of lead metal absorbed as much 619.48 ppm.

Keywords: Spinach Extract, EDTA Dosage, EDTA Application Time

PENDAHULUAN

Keberadaan logam berat yang berbahaya sudah banyak mencemari tanah salah satunya adalah logam timbal (Pb) disebabkan faktor aktivitas manusia. Keberadaan polutan dalam tanah juga mengakibatkan tanah tidak bisa mengadakan pembersihan sendiri (Self purification). Dalam hal ini dibutuhkan suatu remediasi untuk mengatasi pencemaran tanah yang ada. Menurut Ludang dkk, (2008) fitoremediasi adalah penggunaan bantuan tumbuhan atau tanaman untuk membersihkan lingkungan yang tercemar atau polutan yang berbahaya.

Bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tanaman hiperakumulator memiliki daya adaptasi dan toleransi yang tinggi terhadap polutan dan dapat memproduksi biomassa serta mengakumulasi logam berat pada jaringan tajuk tanaman dalam jumlah yang relatif besar, tanaman ini yang digunakan dalam proses fitoremediasi. Tanaman ini dapat menghasilkan fitokhelat yang membantu dalam fungsinya untuk memfasilitasi penyerapan logam berat lebih mobile sehingga dapat diserap oleh tanaman. bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.) memiliki ketahanan yang baik terhadap radiasi atau sifat toksik dari logam Pb dengan tidak menimbulkan gejala kerusakan setelah 21 hari penanaman pada tanah tercemar.

Faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan fitoremediasi dalam kemampuan daya akumulasi menurut Farid *et al.* (2013), penambahan EDTA dapat meningkatkan aktivitas reductase glutathione yang akan membatasi pengambilan logam berat timbal (Pb) ke akar dan mengurangi toksisitas pada tanaman. Sehingga pemberian EDTA akan salah satu strategi yang efisien dalam pemberian zat khelat untuk mempercepat kemampuan fitoekstraksi adalah membatasi mobilitas logam dalam tanah dengan menerapkan EDTA pada saat tanaman telah mencapai biomassa maksimum.

Na_2EDTA merupakan senyawa yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam. Khelat meningkatkan mobilitas logam di dalam tanah melalui membran akar tanaman dan membantu dalam translokasi logam dari akar ke non akar (batang dan daun) (Tandy *et al.*, 2005; Zhuang *et al.*, 2005). Ada kemungkinan bahwa dosis EDTA yang tinggi mengurangi penyerapan dari kontaminan, tetapi EDTA juga dapat memutuskan ikatan antara logam dan PC di akar tanaman, yang akan juga menunjukkan penurunan penyerapan logam.

Remediasi pada tanah tercemar menggunakan fitoremediasi dengan tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L.) dengan pemberian EDTA untuk mencapai keefektifan pada proses akumulasi logam dari tanah ke tanaman dibutuhkan dosis EDTA dan waktu pemberian yang sesuai, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mencari dosis dan waktu pemberian EDTA yang efektif pada

tanaman bayam cabut (*Amaranthus tricolor L.*) dalam mentranslokasikan logam timbal

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang dengan ketinggian tempat 540 meter di atas permukaan laut dan suhu 21 °C – 30 °C. Penelitian dilakukan pada bulan September-November 2019.

Alat yang diperlukan dan digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, polybag tanpa lubang, sabit, ayakan tanah, timbangan, pH meter, ember, gembor, plastik klip, sprayer, oven, AAS Spektrofotometer, blender, kamera, penggaris, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman bayam cabut, pasir, kotoran ayam, timbal (Pb), EDTA, pupuk ZA, pupuk KCl, pupuk SP-36 dan bahan kimia untuk analisis serapan logam berat Pb di tanah dan tanaman.

Penelitian dilakukan secara tersusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan kontrol dan terdiri dari 2 faktor. Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan dan 1 perlakuan kontrol. P1W1 : Pemberian EDTA 3 g/polybag + 7 Hari sebelum transplanting, P1W2 : Pemberian EDTA 3 g/polybag + 7 Hari setelah transplanting, P1W3 : Pemberian EDTA 3 g/polybag + 14 Hari setelah transplanting, P2W1 : Pemberian EDTA 6 g/polybag + 7 Hari sebelum transplanting, P2W2 : Pemberian EDTA 6 g/polybag + 7 Hari setelah transplanting dan P2W3 : Pemberian EDTA 6 g/polybag + 14 Hari setelah transplanting. Diulang 3 kali sehingga ada 63 sampel tanaman.

Dosis yang terdiri dari dua level yaitu: P_1 = dosis EDTA 3 g/ 5 kg media, P_2 = dosis EDTA 6 g/ 5kg media dan faktor Kedua, waktu aplikasi EDTA yang terdiri dari tiga level yaitu: W_1 = 7 hari sebelum transplanting, W_2 = 7 hari setelah transplanting, dan W_3 = 14 hari setelah transplanting.

Variabel pengamatan antara lain yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, total panjang akar, kandungan khlorofil, konsentrasi logam berat pada tajuk, tanah dan akar serta morfologi tajuk dan akar tanaman.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis statistik dengan uji F (ANOVA) taraf 5% serta jika adanya pengaruh nyata, maka dilanjutkan uji BNT taraf 5% dan Dunnet 5%. Untuk mencari dosis dan waktu aplikasi optimum dilakukanlah regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perubahan Tabel 1, dapat dilihat bahwa setiap umur pengamatan mengalami pertumbuhan pada tinggi tanaman. Perubahan tinggi tanaman tertinggi pada umur tanaman 27 hst yakni perlakuan dosis EDTA 3 gr/polybag dan waktu

pemberian 7 hari sebelum transplanting (11,50 cm) dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis EDTA 6 gr/polybag + waktu pemberian 7 hst.

(Tabel 1.) juga menunjukkan perlakuan kombinasi antara dosis EDTA dan waktu pemberian yang menghasilkan tinggi tanaman terbaik terdapat pada perlakuan P₁W₁ (pemberian zat EDTA 3 gr/polybag + waktu pemberian 7 hari sebelum transplanting) dengan rata-rata pertambahan tinggi tanaman pada Uji dunnet 5% untuk mengetahui perlakuan kombinasi yang berbeda nyata dengan kontrol, perlakuan yang didapatkan berbeda nyata dengan kontrol yakni P₁W₁ (Pemberian EDTA 3 gr/polybag dan waktu pemberian 7 hari sebelum tanam), dan P₂W₂ (pemberian EDTA 6 gr/polybag dan waktu pemberian 7 hari setelah tanam) berbeda nyata yang terjadi karena perlakuan yang ada memiliki rata-rata tinggi tanaman yang lebih rendah dari rata-rata tinggi tanaman pada kontrol.

Tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* sp.) sebenarnya dapat bertumbuh dengan baik dalam cekaman logam berat apabila tidak diberikan zat khelat (EDTA), sedangkan perlakuan-perlakuan yang aplikasi EDTA yang diberikan lebih lama dan dosis yang tinggi akan mengakibatkan kerusakan tanaman yang lebih parah yang mengakibatkan adanya gangguan dalam pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Rata-rata Perubahan Tinggi Tanaman Akibat Interaksi Dosis dan Waktu Pemberian EDTA Berbagai Umur

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman (hst)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
P ₁ W ₁	4,47	0,75 a*	1,11*	1,08 b	2,31 b ⁱⁿ	3,30 b ⁱⁿ	6,20 bc ⁱⁿ	8,41 b ⁱⁿ	11,50 b ⁱⁿ
P ₁ W ₂	4,72	2,09 ab ⁱⁿ	1,73 ⁱⁿ	1,39 b	0,56 b ⁱⁿ	3,31 b ⁱⁿ	4,60 b ⁱⁿ	10,62 b ⁱⁿ	11,04 b ⁱⁿ
P ₁ W ₃	5,1	2,14 ab ⁱⁿ	1,63 ⁱⁿ	1,03 b	0,13 b ⁱⁿ	1,64 b ⁱⁿ	4,92 b ⁱⁿ	6,56 b ⁱⁿ	11,48 b ⁱⁿ
P ₂ W ₁	4,11	0,48 a*	1,29 ⁱⁿ	1,79 b	1,37 b ⁱⁿ	2,48 b ⁱⁿ	7,92 c ⁱⁿ	9,00 b ⁱⁿ	11,31 b ⁱⁿ
P ₂ W ₂	7,56	2,04 ab ⁱⁿ	1,3 ⁱⁿ	-3,61 a	-4,23 a*	-4,36 a*	-4,60 a*	-8,02 a*	-8,25 a*
P ₂ W ₃	5,5	3,04 c ⁱⁿ	2,46 ⁱⁿ	1,35 b	0,46 b ⁱⁿ	2,31 b ⁱⁿ	3,52 b ⁱⁿ	6,56 b ⁱⁿ	6,28 b ⁱⁿ
Kontrol	5,77	3,14	2,77 ⁱⁿ	2,88	2,93	4,7	6,93	10,13	15,94
BNT %	TN	1,48	TN	1,45	3,43	3,07	3,2	2,78	4,2
Dunnet 5%	TN	2,1	1,51	TN	4,37	4,55	3,96	5,98	10,24

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Jumlah Daun

Berdasarkan dari hasil penelitian Tabel 2, menunjukkan bahwa perlakuan P₁W₂ (Pemberian EDTA 3 gr/polybag + waktu pemberian 7 Hst) memiliki perubahan jumlah daun paling baik ,Namun berbeda nyata dengan perlakuan dengan pemberian dosis EDTA 6 gr/polybag pada umur 27 hst .

Hasil uji dunnet dengan taraf 5% menunjukkan bahwa sebagian besar kombinasi perlakuan berbeda nyata dengan kontrol kecuali pada umur 3 hst. Pada umur pengamatan 6 hst dan 9 hst perlakuan P₁W₁ memberikan hasil yang nyata terhadap kontrol dengan rata-rata jumlah daun Sedangkan perlakuan lainnya tidak berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan P₂W₂ pada umur pengamatan 12 hst – 27 hst memberikan hasil yang nyata terhadap kontrol dengan diikuti oleh perlakuan P₂W₃ pada umur pengamatan 21 hst- 27 hst. Hasil berbeda nyata terhadap kontrol

menunjukkan bahwasanya perlakuan yang dilakukan memiliki jumlah daun yang lebih sedikit dari jumlah daun pada tanaman kontrol.

Hal ini disebabkan karena timbal (Pb) salah satu logam yang toksinogenik yang sangat mempengaruhi tanaman, baik pertumbuhan maupun morfologi tanaman, logam berat Pb diserap dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata daun yang mengakibatkan terjadi gejala klorosis pada ujung sisi daun dan daun menjadi busuk juga rusak dan akhirnya mengalami gugur daun.

Tabel 2. Rata-rata Perubahan Jumlah Daun Akibat Aplikasi Waktu dan Dosis EDTA Berbagai Umur.

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun (Helai) pada Umur Pengamatan (Hst)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
P ₁ W ₁	2	0,45 b*	1,11*	0,72 b ^{tn}	2,17 ^{tn}	1,58 b ^{tn}	2,62 ab ^{tn}	4,28bc ^{tn}	2,41ab ^{tn}
P ₁ W ₂	2,11	1,04 a ^{tn}	1,73 ^{tn}	1,41 bc ^{tn}	2,24 ^{tn}	4,26c ^{tn}	6,33 b ^{tn}	7,71bc ^{tn}	7,47b ^{tn}
P ₁ W ₃	1,67	0,96 a ^{tn}	1,63 ^{tn}	2,01 c ^{tn}	2,71 ^{tn}	2,61 bc ^{tn}	5,14 ab	5,63bc ^{tn}	7,15ab ^{tn}
P ₂ W ₁	1,9	1,13 a ^{tn}	1,29 ^{tn}	0,64 b ^{tn}	1,30 ^{tn}	2,58 bc ^{tn}	3,15ab ^{tn}	7,31bc ^{tn}	2,16a ^{tn}
P ₂ W ₂	1,67	0,96 a ^{tn}	1,30 ^{tn}	-1,52a*	0,57*	-2,49a*	0,74a*	0,68b ^{tn}	-1,96a*
P ₂ W ₃	1,67	0,89 a ^{tn}	2,46 ^{tn}	1,22 bc ^{tn}	1,70 ^{tn}	2,49 bc ^{tn}	1,19a*	-2,32a*	-2,85a*
kontrol	1,67	1,11	2,77	1,89	5,1	4,26	6,89	7,71	8,24
BNT 5%	TN	0,29	TN	1,11	TN	2,53	3,25	3,76	5,16
Dunnet 5%	TN	0,41	1,51	1,58	4,04	3,6	4,62	5,35	4,38

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Luas Daun Per Tanaman

Pada hasil penelitian (Tabel 3), hasil uji BNT5% bahwa antar sebagian besar kombinasi perlakuan yang dicoba terdapat perberbedaan yang nyata pada pengamatan luas daun kecuali pada umur 21 hst. Pada umur pengamatan ke 27 hst dapat diketahui perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P₁W₂ dengan rata-rata jumlah luas daun sebesar (76,33 cm²), Dan berbeda nyata dengan rata-rata luas daun yang terendah terdapat pada perlakuan P₂W₃ dengan rata – rata (7,44 cm²).

Pada uji lanjut Dunnet 5% terlihat semua perlakuan menghasilkan hasil berbeda nyata dengan kontrol, saat pengamatan 9 hst perlakuan P₁W₂, P₁W₃, P₂W₂ dan P₂W₃ menghasilkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol yang cenderung memiliki rata-rata luas daun yang lebih sedikit dibandingkan kontrol. Tetapi rata-rata luas daun terendah terdapat pada perlakuan P₂W₂ yakni (7,93 cm²) dan perlakuan P₂W₃ sebesar (7,44 cm²) sedangkan luas daun tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan rata-rata luas daun sebesar (91,46 cm²).

Perlakuan yang memberikan dosis EDTA rendah yakni 3 gr/polybag menunjukkan penambahan pertumbuhan pada setiap umur pengamatan yang dilakukan, berbeda nyata dengan perlakuan dosis 6 gr/polybag pertumbuhan yang dihasilkan mengalami kenaikan baik tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Tetapi perlakuan yang hampir setiap umur pengamatan mengalami penurunan luas daun adalah perlakuan P₂W₂ (pemberian EDTA 6 gr/polybag dan waktu pemberian 7 hari setelah tanam). Hal ini dikarenakan logam Pb memiliki sifat yang dapat mengurangi jumlah klorofil pada tanaman sehingga akan mengakibatkan klorosis (hilangnya zat hijau pada tajuk tanaman akibat cemaran logam berat). Hal ini sesuai dengan Gothberg (2008) yang mengemukakan bahwa, tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil

daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tanaman.

Tabel 3. Rata-rata Perubahan Luas Daun Akibat Interaksi Dosis EDTA dan Waktu Pemberiannya pada Berbagai Umur

Perlakuan	Rata-rata Luas Daun (cm ²) pada Umur Pengamatan (Hst)								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
P ₁ W ₁	3,00 a*	2,49 a	10,34 b ^{tn}	16,43 bc ^{tn}	21,69 d ^{tn}	42,24 b ^{tn}	108,28 ^{tn}	79,03 ab ^{tn}	66,89 bc ^{tn}
P ₁ W ₂	4,60 b*	9,83 ab	-15,16a*	14,70 ab ^{tn}	16,35 cd ^{tn}	31,57 ab*	110,50 ^{tn}	95,00 b ^{tn}	76,33 c ^{tn}
P ₁ W ₃	3,20 a*	2,94 a	-0,06a*	11,2 a*	12,06 c ^{tn}	19,46 a*	86,66 ^{tn}	63,33 ab ^{tn}	41,97 b*
P ₂ W ₁	3,58 a*	2,9 a	11,33 b ^{tn}	13,07 ab ^{tn}	18,34 cd ^{tn}	37,45 ab ^{tn}	101,27 ^{tn}	50,00 a ^{tn}	40,84 b*
P ₂ W ₂	3,22 a*	10,17 b	-15,27*	19,73 c ^{tn}	-15,21 a*	7,17 a*	41,40*	16,82 a*	7,93 a*
P ₂ W ₃	3,28 a*	11,51 b	-1,89*	19,90 c ^{tn}	-5,02 a*	11,23 a*	30,49*	13,88 a*	7,44 a*
Kontrol	22,24	10,62	12,43	23,4	33,96	57,38	135,83	105,3	91,46
BNJ 5%	1,26	7,13	5,91	4,27	8,04	16,4	TN	34,95	26,72
Dunnet 5%	1,26	TN	8,41	11,54	11,45	23,35	59,66	74,59	38,02

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Total Panjang Akar

Pada hasil penelitian (Tabel 4), rata-rata total panjang akar akibat interaksi perlakuan aplikasi dosis dan pemberian EDTA ditampilkan pada Tabel 4. Data tertinggi rata-rata total panjang akar sesungguhnya terdapat pada perlakuan P₁W₁ (dosis EDTA 3 gr/polybag + aplikasi EDTA 7 hari sebelum transplanting) sebesar 1336,83 cm dan berbeda nyata dengan rata-rata total panjang akar yang terendah terdapat pada P₂W₂ sebesar 277,37 cm.

(Tabel 4) menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan dan kontrol, dapat dilihat perlakuan pemberian EDTA dosis 6 gr/polybag dan waktu pemberian 7 hst menghasilkan rata-rata total panjang akar 277, 37 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dengan rata-rata total panjang akar yakni 1274,32 cm. Nyata pada perlakuan ini tidak lebih baik dari perlakuan kontrol yang dihasilkan

Hal ini dikarenakan dosis tinggi pada EDTA yang diberikan akan mempercepat laju penyerapan logam berat pada tanah sehingga akar yang merupakan organ tanaman yang langsung kontak dengan penyerapan logam akan mengalami kerusakan, dengan ciri-ciri kerusakan akar akan mengalami pemendekan ujung akar (meristem apikal) dan lama kelamaan akar akan mengering dan warnanya juga akan menghitam.

Tabel 4. Rata-rata Total Panjang Akar Akibat Pengaruh Interaksi Dosis dan Waktu Pemberian EDTA pada umur 27 hst

Perlakuan	Rata-Rata Total Panjang Akar (cm) pada Umur pengamatan 27 Hst
P ₁ W ₁	1336,83 b ^{tn}
P ₁ W ₂	804,19 ab ^{tn}
P ₁ W ₃	846,54 ab ^{tn}
P ₂ W ₁	1083,01 ab ^{tn}
P ₂ W ₂	277,37 a*
P ₂ W ₃	484,08 a ^{tn}
Kontrol	1274,32
BNT 5%	571,68
Dunnet 5%	813,39

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Kandungan Klorofil Total

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 5) secara terpisah perlakuan dosis EDTA dan waktu pemberian EDTA menunjukkan pengaruh nyata terhadap rata-rata kandungan klorofil.

Tabel ,5 menunjukkan bahwa perlakuan menghasilkan P₁ (EDTA 3g/polybag) menghasilkan total klorofil yang lebih tinggi dibandingkan P₂ (EDTA 6 g/polybag) tetapi tidak berbeda nyata dan waktu aplikasi W₁ (7 hari sebelum transplanting) menghasilkan total klorofil yang paling tinggi tetapi tidak berbeda nyata dengan W₂ (7 hari sesudah transplanting), dan berbeda nyata dengan perlakuan W₃ (14 Hari setelah transplanting).

Tabel 5. Rata-rata Kandungan Klorofil Total Pada Daun Tanaman Akibat Pemberian Dosis dan Waktu Pemberian EDTA.

Perlakuan	Rata-rata Kandungan total klorofil gr/ml
P ₁	11,33 a
P ₂	8,79 a
BNT 5%	3,68
W ₁	12,54 a
W ₂	10,07 ab
W ₃	7,56 b
BNT 5%	4,5

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Uji Dunnet taraf 5% menghasilkan kandungan klorofil yang berbeda nyata antara perlakuan dan kontrol yang terdapat pada perlakuan P₂W₂ dan P₂W₃ dengan rata-rata kandungan Klorofil total terendah yakni (7,52 mg/l) dan (6,16 mg/l) sedangkan kandungan klorofil tertinggi terdapat pada kontrol dengan rata-rata kandungan klorofil (17,54 mg/l) (Tabel 6).

Tabel 6. Rata-rata kandungan Total khlorofil Pada Perlakuan Dosis dan Waktu Pemberian EDTA setelah Diuji Lanjut Dunnet 5%

Perlakuan	Rata-rata Kandungan Klorofil total (mg/l)
P ₁ W ₁	12,40 ^{tn}
P ₁ W ₂	12,63 ^{tn}
P ₁ W ₃	8,97 ^{tn}
P ₂ W ₁	12,69 ^{tn}
P ₂ W ₂	7,52*
P ₂ W ₃	6,16*
Kontrol	17,54
Dunnet 5%	9,06

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Hal ini disebabkan karena timbal (Pb) sangat mempengaruhi tanaman, baik pertumbuhan maupun morfologi tanaman, logam berat Pb diserap dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata daun yang mengakibatkan terjadi gejala klorosis pada ujung sisi daun dan daun menjadi busuk juga rusak. Rusaknya zat klorofil pada tanaman akan mengganggu proses pertumbuhan tanaman mulai dari tinggi tanaman, hingga proses pembentukan akar, atau organ tanaman lainnya. Waktu kontak tanaman yang panjang juga akan mempengaruhi akan memperpanjang waktu dan peluang timbal masuk kedalam jaringan tanaman yang akan diikat oleh membrane sel, mitokondria, dan khloroplas sehingga semakin lama waktu kontak dengan logam berat akan mengakibatkan kerusakan fisik pada tanaman. Perubahan kandungan khlorofil akibat meningkatnya konsentrasi Pb terkait dengan rusaknya khloroplas sangat dipengaruhi oleh mineral magnesium dan besi. Masuknya logam berat secara berlebihan dalam organ tumbuhan, mengakibatkan perubahan pada volume dan jumlah khloroplas.

Konsentrasi Timbal (Pb) di Tanah, Akar, Tajuk dan Pb Total

(Tabel 7), menunjukkan konsentrasi Pb pada tanah, tajuk dan akar bahwa di tanah yang tertinggi terdapat pada perlakuan P₁W₁ yakni 251,75 mg/l, dan terendah yakni perlakuan P₁W₂ yakni 57,69 mg/l. Pada tabel juga dapat diketahui bahwasanya pada tajuk yang memiliki kandungan logam berat timbal tertinggi pada perlakuan P₁W₃ yakni 294,91 mg/l, dan yang terendah P₁W₁ yakni 53,74 mg/l. Jika pada akar dapat dilihat kandungan logam timbal tertinggi pada perlakuan P₁W₂ sebesar 267,48 mg/l, dan terendah P₂W₁ yakni 19,12 mg/l. Pada Pb total menghasilkan hasil yang nyata antara kombinasi perlakuan, perlakuan P₁W₂ menghasilkan total Pb tertinggi yakni 619,48 ppm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 7. Rata-rata Konsentrasi Timbal Setelah 28 Hari Penanaman Akibat Interaksi Dosis dan Waktu Aplikasi EDTA pada umur 28 hst.

Perlakuan	Konsentrasi Logam Timbal setelah panen (ppm)			
	Tanah	Tajuk	Akar	Total
P1W1	251,75 b ^{tn}	53,74 a	132,43 a	437,17b ^{tn}
P1W2	57,69 a*	294,31 c	267,48 b	619,48d ^{tn}
P1W3	156,84 ab ^{tn}	252,57 bc	123,81 a	533,08c ^{tn}
P2W1	139,83 ab ^{tn}	57,36 a	19,12 a	216,31a*
P2W2	113,94 a ^{tn}	167,56 abc	69,15 a	350,38a ^{tn}
P2W3	243,20 b ^{tn}	128,67 abc	120,10 a	491,97b ^{tn}
Kontrol	284,24	51,27	171,02	500,53
BNT 5%	104,38	158,28	56,34	84,93
Dunnet 5%	148,52	TN	TN	59,69

Keterangan: Angka yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan uji BNT 5%. Tanda (*)= nyata pada uji dunnet5% TN = Tidak Nyata. HST = Hari Setelah Tanam

Pada uji dunnet taraf 5% kandungan logam pada tanah memberikan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan P₁W₂ (dosis 7 gr/polybag EDTA dan Waktu pemberian 7 hst) yakni 57,69 mg/l dengan perlakuan kontrol dengan kandungan Pb sebesar 284,24 mg/l. Pb total menghasilkan perlakuan yang nyata dengan kontrol yakni pada perlakuan P₂W₁ dengan konsentrasi Pb 216,31 ppm. Nyata yang ada mengartikan bahwa hasil yang didapatkan tidak lebih baik dari hasil yang dihasilkan kontrol. Hal ini diduga masih ada kaitannya dengan total panjang akar. Hal tersebut sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Barley dan Boole dalam Dhalimi (2003:47) panjang akar, diameter akar, dan khususnya luas permukaan dan kerapatan akar rambut sangat menentukan dalam peningkatan serapan hara. Serapan hara oleh tanaman tergantung pada jumlah akar serabut yang ada di sekitarnya. Semakin panjang dan luas permukaan akar tanaman, maka serapan air dan hara mineral dapat dimaksimalkan.

Sedangkan pada tajuk total logam timbal tertinggi terdapat pada perlakuan P₁W₂ (pemberian EDTA 3 g/polybag dan waktu pemberian 7 hari setelah tanam) hal ini disebabkan pemberian zat khelat yang tinggi mempercepat penyerapan logam berat yang ada di tanah dan didistribusikan ke tajuk sehingga yang mengalami kerusakan yang nampak terdapat pada organ daun. Hal ini dikarenakan kondisi tanaman P₁W₂ (pemberian EDTA 3 gr/polybag dan waktu pemberian 7 hari setelah tanam) sangat baik, sehingga mempunyai akar yang mampu menyerap logam berat yang ada di tanah dengan efisien.

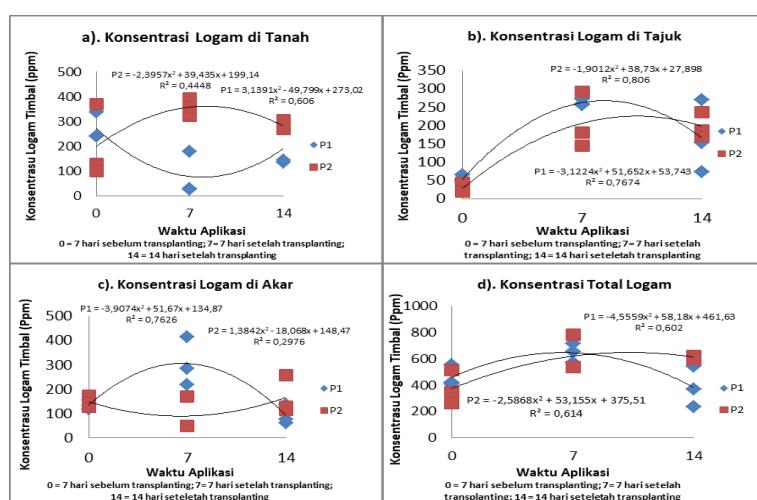
dosis EDTA yang tinggi tidak lebih baik dari perlakuan EDTA dengan dosis yang rendah yakni 3 g/polybag hal ini dikarenakan pemberian dosis EDTA yang tinggi akan mengurangi penyerapan kontaminan karena sifat asam organik

yang dimiliki EDTA akan memutuskan ikatan logam dan khelat yang ada di akar tanaman yang semakin lama akan menunjukkan penurunan penyerapan logam. Sedangkan untuk waktu pemberian EDTA pada umur tanaman bayam yang lebih lama akan lebih efektif terhadap penyerapan logam yang ada hal ini dikarenakan umur tanaman yang lebih lama akan mempunyai bobot yang lebih besar dan kepadatan yang lebih padat sehingga konsentrasi dalam menyerap logam juga akan semakin besar sehingga lebih efektif menyerap dan menimbun logam berat dengan kadar tinggi.

Dosis dan Waktu Optimum Aplikasi EDTA

Hasil uji regresi kuadratik antara dosis EDTA (P_1 dan P_2) dengan berbagai waktu aplikasi (W_1 , W_2 , dan W_3) terhadap kandungan konsentrasi logam timbal pada berbagai substrat yang diamati terlihat pada Gambar 1

Dosis EDTA 3 g/polybag optimum diaplikasikan pada tanaman umur 7 hari setelah tana dan dosis EDTA 6 g /polybag optimum diaplikasikan pada tanaman umur 13 hari setelah tanam.



Gambar 1. Hubungan antara Dosis EDTA dan waktu aplikasi dengan Kandungan Konsentrasi Logam pada berbagai substrat yang diamati

Pemberian EDTA pada awal penanaman mengakibatkan kerusakan tanaman yang tinggi dan tidak efektif dalam penyerapan logam yang ada hal ini dikarenakan morfologi tanaman yang belum sempurna sehingga tidak dapat menimbun loga dengan baik, dan pemberian di awal penanaman adalah fase dimana tanaman akan sangat kuat mengambil zat mineral dan unsur apa saja yang tersedia di tanah karena tanaman sayuran hiperakumulator bersifat nonseletif yakni tidak bisa menyaring senyawa yang dibutuhkan, sehingga senyawa yang jumlahnya paling banyak yang akan diserap oleh tanaman. Karena pada awal penanaman terjadinya 16 fase pertumbuhan pokok penyerapan yang kuat saat pembentukan akar dan penyerapan terbesar pada fase reproduksi untuk pembentukan daun ketika fase akhir pertumbuhan penyerapan berkurang, sebagian unsur akan dilepaskan ke dalam medium atau kehilangan karena gugurnya daun.

Pemberian EDTA di waktu 14 hst juga akan direkomendasikan tetapi dalam fakta yang ada, pemberian pada waktu tersebut mengakibatkan terjadinya gugur daun yang tinggi karena pada umur tersebut tanaman berada difase reproduksi sehingga terjadi banyak penimbunan logam pada daun yang mengakibatkan daun layu dan gugur, kerusakan pada akar juga terjadi pada umur ini dikarenakan akar tanaman mengalami stress akibat pemberian EDTA dan sukar dalam beradaptasi sehingga banyak yang mengakibatkan akar mengalami pembusukan dan pangkal atas akar mengalami patah karena tidak kuat untuk menahan bagian atas tanaman. akar adalah organ yang langsung kontak langsung dengan logam berat sehingga akar mengalami stress dan jenuh sehingga tanaman menekan pertumbuhan akar. Sedangkan tanaman bayam yang tidak diperlakukan EDTA menghasilkan pertumbuhan yang baik karena sebenarnya tanaman dalam menyerap polutan sampai batas tertentu akan semakin berkurang dalam menyerap polutan dengan peningkatan konsentrasinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan tentang “Kemampuan *Amaranthus tricolor* L. dalam Mentranslokasikan Logam Timbal Akibat Aplikasi Berbagai Dosis dan Waktu Pemberian EDTA”, dapat disimpulkan: tanaman bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.) sangat baik dalam mentranslokasikan logam Pb dengan pemberian EDTA dosis 3 g/polybag dan waktu aplikasi 7 hst (P1W2) dengan konsentrasi total Pb yang diserap 619,48 ppm, dosis EDTA 3 g/polybag optimum diaplikasikan pada tanaman umur 7 hari setelah tanam dengan konsentrasi logam yang terserap sebanyak 645,26 ppm, dosis EDTA 6 g /polybag optimum diaplikasikan pada tanaman umur 13 hari setelah tanam dengan konsentrasi logam yang terserap sebanyak 647,65 ppm, dan kerusakan tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan EDTA 6 g/polybag dan waktu aplikasi 14 hari setelah tanam (P2W3).

Perlu dilakukan analisis tanah yang meliputi kandungan Pb, KTK, pH setelah aplikasi Pb sebelum transplanting. Dan perlu dilakukan analisis pH secara periodik dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkorta, I., Hernandez-Allica, J., Becerril, J. M., Amezaga, I., Albizu, I.; Garbisu, C.2004. “Recent findings on the phytoremediation of soil contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic”. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. (3) 1: 71-90
- Balai Khutanan.2001. *Mitra Hutan Tanaman*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor.

Balai Penelitian Tanah.2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk.

Charlena.2004. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada sayur-sayuran.<http://www.rudycr.com/PPS702.ipb/09154/charlena.pdf>. Diakses tanggal 20 Februari 2020.

Chen, H., Cutright, T., 2001. "EDTA and HEDTA effects on Cd, Cr, and Ni uptake by *Helianthus annuus*". *Chemosphere*. 45:21-28

Pergamon Press. Elsevier Science Ltd. Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

Dhalimi, A. Anggraini, Hobir, 2003. Sejarah perkembangan budidaya nilam di Indonesia. Dalam Monograf Nilam. Balittro. hal 1-9 : (43)

Darmono.2001. "Logam dalam system biologi makhluk hidup".UI Press Jakarta.

Day, R.A dan Underwood, A.L. 2001. Analisis Kimia Kuantitatif. Jakarta: Erlangga.

Ebadi, M. 2005. Pharmacodynamic Basis of Herbal Medicine. USA: CRC press hal. 544

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengolahan Sumber

Farid, M., Ali, S., Shakoor, M. B., Bharwana, S.A., Rizvi, H., Ehsan, S., Tauqeer, H. M., Iftikhar, U. and Hanna, F. 2013. EDTA Assisted phytoremediation of cadmium, lead, zinc. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4(11): 2833-2846

Fitriyah, Anita Wardah, dkk. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya.Jurnal [Online].Diakses pada 16 Mei 2020.

Gothberg, A. 2008. Metal Fate and Sensitivity In The Aquatic Tropical Vegetable *Ipomea Aquatica*. Departement of Applied Enviromental Science. Stockholm University. pp. 1 - 39.

Irsyad., Rismawaty, M. S., dan Musafira. 2014. Translokasi Merkuri pada Daun Tanaman Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L) dari Tanah Tercemar. *Online Journal of Natural Science*. Vol. 3(1)., Hal: 8- 17

Kelly.E.B.(1997) dalam sukakusumah 2012. Ground Water Polution: Phytoremediation. Downloading available at [http: www.cee.vt.edu/program_areas/enviromental/teach/gwprimer./phyto/phyto/html](http://www.cee.vt.edu/program_areas/enviromental/teach/gwprimer./phyto/phyto/html). Diakses pada 10 Januari 2020

- Kohar, I. 2005. Studi Kandungan Logam Pb dalam Tanaman Kangkung Umur 3 dan 6 Minggu yang Ditanam di Media yang Mengandung Pb. Jurnal MAKARA SAINS. 9 (2): 56 - 59.
- Kurniawan, A. 2006. Studi Kemampuan Penyerapan Unsur Hara (N dan P) oleh *Gracillaria* sp. Dalam Skala Laboratorium. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurnia, U., A.M. Kurniawansyah, Sukristiyonubowo, and Subowo. 1999. Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisem (*Brassica rapa*). Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Puslittanak. Bogor.
- Lacatusa, A., Syamsidar HS., dan Aisyah. 2005. Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar Al-Kimia 4(2): 8-21.
- Le Duc, D.L., Terry, N., 2005."Phytoremediation of toxic trace elements in soil and water".Journal of industrial Microbiology & Biotechnology. (32) 11-12:514-520
- Lim, T. T., Chui, P.C., Goh, K.H., 2005."Process evalution for optimization of EDTA use and recovery for heavy metal removal from a contaminated soil". Chemosphere,(58) 8:1031-1040
- Lombi, E., Zhao, F. J., Dunham, S.J., McGrath, S.P.,2001."Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils: natural hyperaccumulation versus chemically enhanced phytoextraction." Journal of Environmental Quality. 30: 1919-1026
- Lorestani, B., Cheraghi, M. and Yousefi, N. 2011. Phytoremediation potential of native plants growing on a heavy metals soil of copper mine in Iran. International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering 5(5): 121-130.
- Ludang, Mangkoedihardjo, Margareth, dan Surahmaida.2008. Sistem Loop Pemulihan Tanah Tercemar Timbal Menggunakan Proses Bioaugmentasi Kompos dan Fitoremediasi Tanaman Jarak Pagar. (<http://personal.its.ac.id>.diakses 30 Februari 2020)
- Muhammad, S., Shah, M. T., and Khan, S. 2011. "Heavy metal concentrations in soil and wild plants growing around Pb-Zn sulfide terrain in the Kohistan region, northern Pakistan," Microchemical Journal, 99(1), 67–75.
- Peer, W. A., Baxter, I. R., Richards, E. L., Freeman, J. L. and Murphy, A. S.. 2006. Phytoremediation and hyperaccumulator plants. Journal Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification 14(1): 299-340

- Priyanto, B. dan J. Prayitno. 2006. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat .[http://lil.bppt.tripod.com/sublab/lflor a1.html](http://lil.bppt.tripod.com/sublab/lflor%20a1.html). Diakses Tanggal 3 Januari 2020.
- Rugh, C.L., H.D. Wilde, N.M. Stack, D.M. Thomson, A.O.Summers, dan R.B.Meagher, 2000. Mercuric ion reduction and resistance in transgenic Arabidopsis thaliana plants expressing a modified bacterial merA gene. Proc. Natl. Acad Sci. USA 93:3182-3187
- Rukmana, R. 2010. Budidaya Bunga Matahari : Pontensi dan Peluang Agrobisnis. Aneka Ilmu, Semarang. Hlm 17.
- Salt, D.e., M. Blaylock, P.B.A.N. Kumar, V. Dushenkov, B.D. Ensley, I. chet dan I Raskin. 2000. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Biotechnol. 13: 468-475.
- Saparinto, C. (2013). Gown Your Own Vegetables-Paduan Praktis Menanam Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan. Lily Publisher. Yogyakarta. 180 hal.
- Sembiring, E. and E. Sulistyawati. (2006). Akumulasi Pb dan pengaruhnya pada kondisi daun Swietenia macrophylla king. Makalah pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi ITB. Bandung.
- Setyawan, Y.D, et al.2009. Pengaruh Padat Populasi Gulma Mata Ikan (Lemna minor L) Terhadap Penyerapan Logam Timbal (Pb) Seng (Zn) dari Limbah Tekstil. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Kristen Satya Wacana.
- Juhaeti, T., Syarif, F. dan Hidayati, N. 2004. Inventarisasi tumbuhan potensial untuk fitoremediasi lahan dan air terdegradasi penambangan emas. Jurnal Biodiversitas 6(1): 31-33.
- Widowati,W. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. Yogyakarta, Andi.
- Zhuang, P.,Ye, Z. H.,Lan, C. Y., Xie, Z. W., Shu, W.S.,2005."Chemically Assisted Phytoextraction of Heavy Metal Contaminated Soils usin Three Plant Species". Plant and Soil. (276) 1-2: 153-162.