
**Efek Pemberian Dosis Timbal (Pb) Terhadap Morfolgi dan Pertumbuhan 2
Jenis Tanaman Sayuran**

***The Effect Of Added Lead Dose (Pb) To Morphological Change and Growth Of
The 2 Species Vegetable Plants.***

Nur Qowiy Wijayanti ^{1*}, Anis Rosyidah¹, Mahayu Woro Lestari ¹

¹Departemen Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang.

Jl. MT Haryono No.193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*korespondensi : qowiyjayanti@gmail.com

Abstract

Industry waste, agriculture waste, and domestic waste are either source of environment pollution. The pollution that happened can make the soil pollution, because the heavy metal who contained in soil, the heavy metal concentration in soil can be neutralized by the phytoremediation is called hyperaccumulator plants. In the some research kale and spinach which has the ability as plants who reducing the impact of environmental pollution as a hyperaccumulator plants. The purpose of this research is looking at the effect of lead on the morphology and growth of kale and spinach who added the dose of lead in soil, the dose are 0 mg/kg, 200 mg/kg and 400 mg/kg. The design of this research is Randomized Block Design with Factorial, the first factor is plants and the second factor is the different dose of lead. This research showed there are the morphological changes of the kale and spinach plant who added by dose of lead 200 mg/kg and 400 mg/kg dose of lead. If the dose of lead is increase so the morphological change will be higher.

Keyword: *Pollution, Phytoremediation, Lead, Vegetable plants.*

Abstrak

Limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik merupakan salah satu sumber penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran yang terjadi adalah pencemaran terhadap tanah akibat limbah yang mengandung logam berat, konsentrasi logam berat yang berada di dalam tanah dapat dinetralisir menggunakan proses fitoremediasi yaitu dengan menggunakan tanaman hiperakumulator.

Tanaman kangkung dan bayam dalam beberapa penelitian ternyata memiliki kemampuan sebagai tumbuhan yang berperan dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan sebagai tumbuhan hiperakumulator. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh timbal terhadap bentuk morfologi dan pertumbuhan tanaman kangkung dan bayam dengan dosis timbal 0 mg/kg, 200 mg/kg, 400 mg/kg. Desain penelitian yaitu RAK dengan faktor pertama yaitu macam tanaman, dan faktor kedua yaitu perbedaan dosis timbal. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan morfologi pada dosis timbal 200 mg/kg dan 400 mg/kg. Semakin tinggi dosis timbal, perubahan morfologi pada tanaman akan semakin tinggi.

Kata Kunci: Pencemaran, Fitoremediasi, Timbal, Tanaman Sayuran.

PENDAHULUAN

Dewasa ini semakin meningkatnya populasi dan manusia mengakibatkan meningkatnya kebutuhan industri. Kegiatan industri sendiri akan menghasilkan limbah industri yang mengandung logam berat. Semakin meningkatnya kegiatan industri maka limbah yang dihasilkannya pun akan semakin meningkat, sehingga pencemaran terhadap lingkungan akan semakin tinggi. Selain itu, peningkatan populasi manusia pun dapat menambah pencemaran lingkungan karena limbah domestik yang dihasilkan meningkat. Limbah pertanian juga dapat mencemari lingkungan karena penggunaan pestisida atau pupuk kimia. Salah satu pencemaran yang terjadi adalah pencemaran terhadap tanah. Pencemaran tanah merupakan suatu hal dimana masuknya bahan kimia buatan manusia yang masuk ke dalam tanah dan merubah lingkungan tanah alami (Veegha, 2008). Menurut Effendi (2007) logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan toksisitas (keracunan) kronis sehingga dapat merusak fungsi organ hati, ginjal dan kerapuhan tulang.

Salah satu bahan pencemar yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran tanah adalah cemaran logam berat di dalamnya. Menurut Darmono (1995) Faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non-degradable*) dan mudah diabsorpsi.

Salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah dengan konsentrasi berlebih adalah timbal (Pb). Unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak dibutuhkan bagi tumbuhan, dan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Sampai saat ini unsur Pb masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeti *et al.*, 2009).

Konsentrasi logam berat yang berada di dalam tanah dapat dinetralisir menggunakan tanaman pengikat logam berat melalui proses fitoremediasi yaitu dengan menggunakan tanaman hiperakumulator (Mangkoedihardjo *et al.*, 2009). Fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi dari polutan ke bentuk yang tidak berbahaya (Chaney *et al.*, 1995).

Kangkung darat dan bayam cabut telah lama memiliki peran penting dalam meningkatkan gizi makanan sehari-hari. Kedua sayur ini mengandung vitamin A, vitamin C dan sedikit vitamin B serta mengandung banyak garam-garam mineral yang penting (kalium, fosfor, dan besi). Menurut hasil penelitian Tindaon (2013) kisaran kandungan Pb yang dihasilkan dalam penelitiannya dengan judul kandungan logam berat pada berbagai jenis tanaman sayuran adalah 1063 ppm – 1267 ppm, artinya kandungan Pb pada tanaman sayuran sudah sangat tinggi

melebihi ambang batas kandungan Pb yang diizinkan dalam sayuran. Tanaman kangkung, sawi dan bayam dalam beberapa penelitian ternyata memiliki kemampuan sebagai tumbuhan yang berperan dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan sebagai tumbuhan hiperakumulator. Hasil logam berat Pb dapat mempengaruhi bentuk morfologi daun kangkung (Widowati, 2011) dan pada daun bayam (Irma, 2015).

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan morfologi dan perumbuhan yang terjadi pada tanaman kangkung darat dan bayam cabut oleh tanah yang tercemar logam berat timbal (Pb).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

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 - Desember 2019.

Alat-alat yang diperlukan dan digunakan dalam penelitian ini adalah : cangkul, *polybag*, *trash bag*, ayakan tanah, timbangan, ember, gembor, plastik klip, *sprayer*, oven, AAS, Spektrofotometer, blender, kamera, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : tanaman kangkung darat, tanaman bayam cabut, tanah, pasir, air, ZA, KCl, TSP, timbal (Pb), dan bahan kimia untuk analisis serapan logam berat Pb di tanah dan tanaman.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dan tersusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor.

Faktor pertama, jenis tanaman yang terdiri dari dua level yaitu: T_1 = Kangkung darat, T_2 = Bayam cabut. Faktor Kedua, dosis timbal (Pb) yang terdiri dari tiga level yaitu: D_0 : 0 mg/kg Pb, D_1 : 200 mg/kg Pb, D_2 : 400 mg/kg Pb. Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan yaitu; $T_1 D_0$: Tanaman kangkung darat + dosis timbal 0 mg/kg, $T_1 D_1$: Tanaman kangkung darat + dosis timbal 200 mg/kg, $T_1 D_2$: Tanaman kangkung darat + dosis timbal 400 mg/kg, $T_2 D_0$: Tanaman bayam cabut + dosis timbal 0 mg/kg, $T_2 D_1$: Tanaman bayam cabut + dosis 200 mg/kg, $T_2 D_2$: Tanaman bayam cabut + dosis 400 mg/kg.

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: penyemaian tanaman, persiapan media, pengaplikasian timbal (Pb) Pemberian logam berat Pb pada tiap *polybag* dilakukan dengan dosis sesuai perlakuan, yaitu 200 mg/kg tanah (1 gram/*polybag*); 400 mg/kg tanah (2 gram/*polybag*) timbal diaplikasikan 1 minggu sebelum tanam, transplanting; tanaman di transplanting pada umur kurang lebih pada umur kurang lebih 18 HST, pemupukan; pupuk yang digunakan ialah pupuk KCl, TSP, dan ZA. Pemupukan dilakukan pada 7 hari sebelum tanam, namun pupuk ZA diberikan bersamaan dengan transplanting. Pemeliharaan atau perawatan meliputi: penyiraman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit. Pengamatan tanaman dilakukan secara non destruktif mulai dari 3 hari setelah transplanting dengan interval pengamatan 3 hari sekali. Pengamatan hasil dilakukan secara destruktif saat panen. Pengamatan perubahan morfologi dilakukan meliputi: penampakan tulang daun, warna daun, tepi daun, ujung daun, pangkal daun, dan permukaan daun. Kemudian pengamatan pertumbuhan dan hasil yang dilakukan meliputi: total Panjang akar, diameter batang, kadar klorofil, dan konsentrasi logam di tajuk dan akar. Data yang diperoleh

dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata 5%, dan apabila pada uji F menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan uji lanjut menggunakan BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN



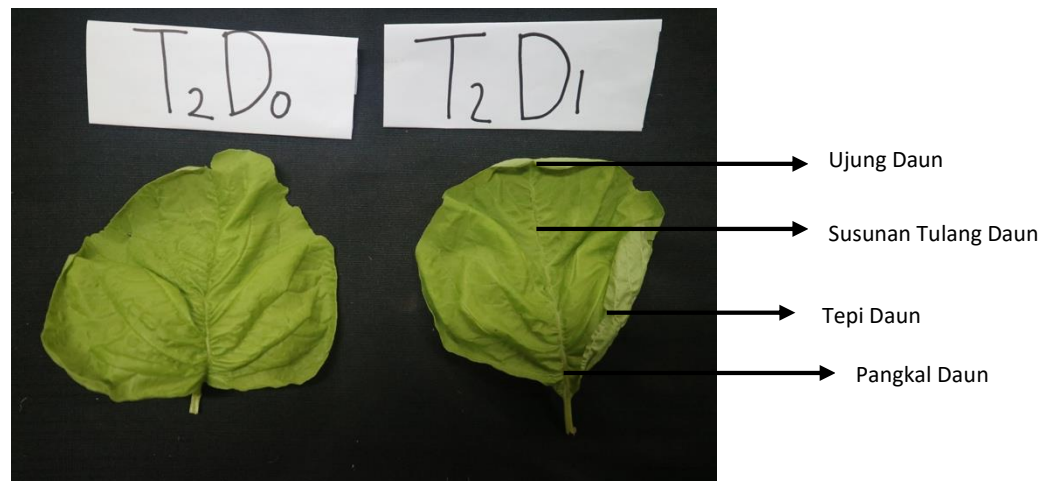
Gambar 1. Perbandingan Morfologi Daun Tanaman Kangkung pada Perlakuan T1D0 dan T1D1 Saat Panen (27 hst)



Gambar 2. Perbandingan Morfologi Daun Tanaman Kangkung pada Perlakuan T1D0 dan T1D2 Saat Panen (27 hst)

Dapat dideskripsikan bahwa pada pengamatan umur 27 hst morfologi daun kangkung memiliki skor 2-3 pada setiap perlakuan, selanjutnya pada permukaan daun kangkung terdapat daun yang sedikit bergelombang yaitu menunjukkan permukaan yang tidak rata, hal ini terjadi pada perlakuan D1 dan D2, sedangkan perlakuan D0 permukaan daun memiliki permukaan yang rata. Kemudian tepian daun kangkung memiliki tepi daun yang rata pada perlakuan D0, sedangkan perlakuan D1 dan D2 menunjukkan permukaan daun yang tidak rata.

Pada ujung daun tanaman kangkung menunjukkan ujung daun yang runcing pada masing-masing perlakuan, namun perlakuan D2 (dosis 400 mg/kg Pb) memiliki permukaan daun yang lebih sempit dibandingkan dengan perlakuan D0 dan D1. Susunan tulang daun pada masing-masing perlakuan menunjukkan susunan tulang daun yang sempurna, kemudian pada pangkal daun tanaman kangkung masing-masing perlakuan memiliki pangkal daun yang melekok.



Gambar 4. Perbandingan Morfologi Daun Tanaman Bayam pada Perlakuan T2D0 dan T2D1 Saat Panen (27 hst)



Gambar 5. Perbandingan Morfologi Daun Tanaman Bayam pada Perlakuan T2D0 dan T2D2 Saat Panen (27 hst)

Morfologi daun bayam pada umur pengamatan 27 hst dapat dideskripsikan bahwa warna daun bayam memiliki warna hijau dengan skor 2 pada daun yang baru terbentuk dan daun lama pada masing-masing perlakuan. Kemudian pada ujung daun dan pangkal daun, tanaman bayam menunjukkan pangkal daun yang membulat dengan ujung daun yang menumpul pada masing-masing perlakuan. Kemudian susunan tulang daun pada daun bayam menunjukkan susunan tulang daun yang sempurna pada masing-masing perlakuan, kemudian permukaan pada daun tanaman bayam memiliki permukaan yang rata.



Gambar 6. Perbandingan akar tanaman kangkung dengan berbagai dosis pada umur 27 hst.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai gambar 5 yaitu perbandingan akar tanaman kangkung antar perlakuan dapat dideskripsikan bahwa akar perlakuan D0 (tanpa timbal/ dosis timbal 0 mg/kg) memiliki akar yang lebih panjang dan memiliki rambut akar yang lebih banyak dibandingkan dengan D1 (dosis timbal 200 mg/kg) dan D2 (dosis timbal 400 mg/kg).



Gambar 7. Perbandingan akar tanaman bayam dengan berbagai dosis pada umur 27 hst.

Berdasarkan gambar 6 dapat dideskripsikan bahwa akar tanaman bayam dengan perlakuan D0 (tanpa timbal/ dosis timbal 0 mg/kg) memiliki perbedaan yang jelas dari perlakuan yang lainnya. Akar tanaman bayam dengan perlakuan D0

memiliki ukuran yang lebih besar dan lebih panjang dibandingkan dengan perlakuan D1 (dosis timbal 200 mg/kg) dan D2 (dosis timbal 400 mg/kg).

Tabel 1. Rata-rata Perubahan Dimater (cm) pada Umur Tanaman (hst), Rata-rata Total Panjang Akar (cm), Rata-rata Klorofil Total (mg/l)

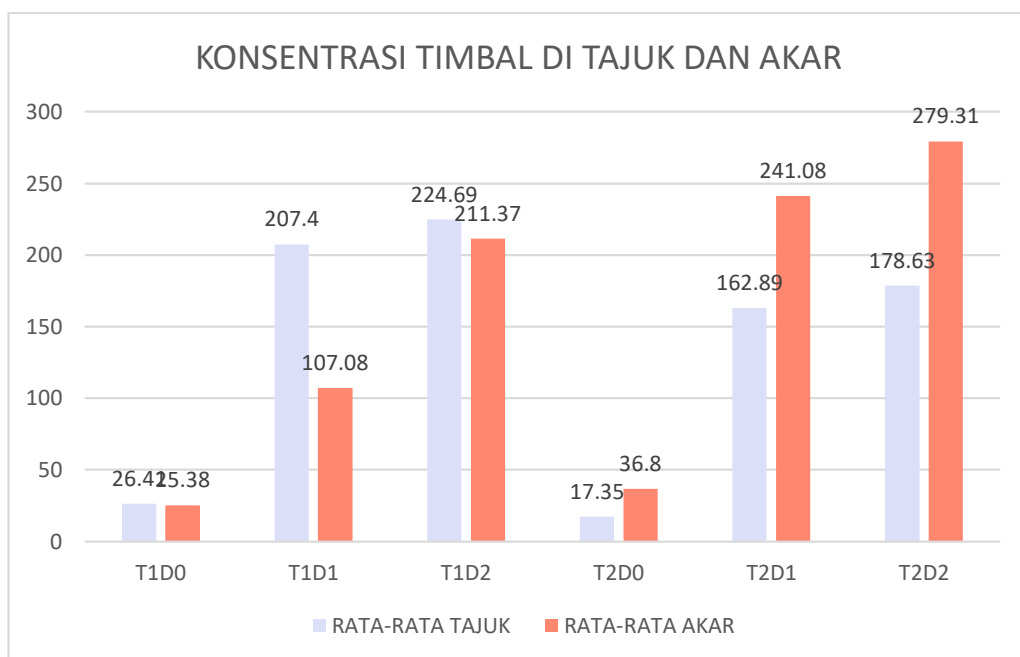
Perlakuan	Rata-rata Perubahan Dimater (cm) pada Umur Tanaman (hst)	Rata-rata Total Panjang Akar (cm)	Rata-rata Klorofil Total (mg/l)
T1D0	0,66 a	1193,20 b	25,21 c
T1D1	0,66 a	969,48 a	21,23 b
T1D2	0,62 a	898,83 a	19,86 b
T2D0	0,72 b	1106,85 ab	32,83 d
T2D1	0,68 b	1083,30 ab	17,62 a
T2D2	0,77 c	1070,60 ab	16,39 a
BNT 5%	0,04	150,19	2,15

Keterangan : - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, TN : Tidak Nyata, - hst : Hari Setelah Tanaman, T1 : tanaman kangkung; T2 : tanaman bayam, D₀ : tanpa logam Pb; D₁ : logam Pb 200 mg/kg; D₂ : logam Pb 400 mg/kg.

Pada umur 27 hst perlakuan T1D0, T1D1, dan T1D2 tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan T2D0. Sedangkan perlakuan T2D1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2D0 dan perlakuan T1D1. Perlakuan T2D1 berbeda nyata dengan perlakuan T2D2. Hasil uji lanjut BNT 5% pada total panjang akar menunjukkan bahwa pada 27 hst perlakuan T1D0 (tanaman kangkung dengan dosis 0 mg/kg timbal) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan T1D1 (tanaman kangkung dengan dosis 200 mg/kg), namun perlakuan T1D1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2D0 (tanaman bayam tanpa dosis timbal). Perlakuan T2D0 menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2D1 (tanaman bayam dengan dosis timbal 200 mg/kg) dan T1D1 (tanaman kangkung dengan dosis timbal 200 mg/kg) pada rata-rata total panjang akar. Nilai tertinggi total Panjang akar terdapat pada perlakuan D0 1193,20 cm dan 1106,85 cm.

Hasil analisis uji lanjut BNT 5% kadar klorofil total menunjukkan bahwa perlakuan T2D0 (tanaman bayam tanpa dosis timbal) berbeda nyata dengan perlakuan

T1D0 (tanaman kangkung tanpa dosis timbal). Kemudian perlakuan T1D1(tanaman kangkung dengan dosis timbal 200 mg/kg) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan T1D2 (tanaman kangkung dengan dosis timbal 400 mg/kg). Selanjutnya perlakuan T2D1 (tanaman bayam dengan dosis tumbal 200 mg/kg) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan T2D2(tanaman bayam dengan dosis timbal 400 mg/kg). Kadar klorofil total tertinggi terdapat pada perakuan D0 yaitu $25,21 \text{ mg/l}^{-1}$ dan $32,83 \text{ mg/l}^{-1}$.



Gambar 8. Konsentrasi Timbal yang Berada di Tajuk dan Akar

Kandungan timbal yang terdapat di tajuk menunjukkan bahwa perlakuan T1D2 memiliki kandungan logam tertinggi, sedangkan konsentrasi timbal yang terdapat di akar menunjukan bahwa perlakuan T2D2 memiliki nilai serapan tertinggi.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa perlakuan pemberian dosis logam timbal (Pb) yang berbeda menunjukkan respon perubahan morfologi yang berbeda akibat tanah yang tercemar oleh logam berat Pb.

Walau perubahan morfologi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada tanaman yang diberi dengan perlakuan D2 (dosis timbal 400 mg/kg), namun hasil menunjukkan adanya kerusakan pada morfologi daun yang baru muncul dan daun lama. Kerusakan terlihat pada susunan tulang daun, permukaan daun yang tidak rata dan lebih mengeriting pada tanaman bayam, kemudian ujung daun yang tumpul pada daun kangkung, pangkal daun, dan tepi daun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan dengan Irma (2015) menunjukkan bahwa pemberian Pb dengan konsentrasi 3 ppm dan 5 ppm pada tanaman bayam menunjukkan perubahan morfologi pada bagian permukaan daun tidak rata dan susunan tulang daun rusak. Perubahan bentuk pada ujung daun menjadi tumpul, dan tepi daun memperlihatkan lekukan-lekukan yang menjadi tidak rata. Susunan tulang daun yang rusak mengakibatkan tidak sempurnanya permukaan daun. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Widowati (2011) adanya logam berat Pb yang berada di tanah dapat mempengaruhi bentuk morfologi daun tanaman kangkung. Menurut penelitian yang dilakukan Widowati (2011), adanya logam berat Pb dapat mempengaruhi bentuk morfologi daun kangkung. Hal ini terlihat dengan penurunan warna hijau pada batang dan daun tanaman yang akhirnya menguning dan mengalami klorosis, serta nekrosis pada ujung dan sisi daun.

Kadar klorofil total pada perlakuan dengan pemberian dosis D2 (dosis timbal 400 mg/kg) menunjukkan bahwa perlakuan D2 memiliki nilai 19,86 mg/l⁻¹ pada tanaman kangkung dan 16,39 mg/l⁻¹ pada tanaman bayam. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Harianto (2012), semakin tinggi larutan timbal (Pb) yang diberikan maka semakin rendah kadar klorofil yang dikandung oleh tanaman sawi hijau. Keberadaan timbal dapat mempengaruhi kadar klorofil yang terkandung pada

tanaman sawi hijau. Karena timbal (Pb) mampu merusak partikel susunan klorofil sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar klorofil yang terkandung dalam tanaman. Menurut Kovacs (1992), perubahan pada kandungan klorofil akibat meningkatnya kadar logam berat berkaitan dengan rusaknya struktur koroplas. Penghambatan pada biosintesis klorofil, yaitu dimana logam berat Pb masuk ke dalam jaringan tumbuhan dan akan terakumulasi di dalam organ daun, sehingga akan mengurangi asupan Mg dan Fe, sehingga menyebabkan perubahan pada volume dan jumlah kloroplas.

Penyerapan logam berat yang terjadi di akar dapat menghambat kemampuan sel-sel meristem untuk bertumbuh panjang sehingga pertumbuhan akar terhambat seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam berat timbal (Pb). Akar membutuhkan energi untuk dapat bertambah panjang, sedangkan karena adanya timbal (Pb) mengakibatkan terhambatnya sistem enzim dalam tumbuhan yang mengatur pembentukan energi untuk pertumbuhan. Batas kritis logam berat Pb pada tanah yang mengakibatkan pengaruh toksik yaitu 100 ppm sedangkan pada tanaman yaitu 50 ppm. Kadar Pb yang tinggi pada tanaman mengakibatkan terganggunya pembelahan sel, rusaknya jaringan dinding sel dan terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas (Rosidah, 2014) sehingga tanaman tumbuh kerdil, percabangan terbatas, akar menebal dan berwarna gelap.

Menurut Matsumoto (2003) terjadi penghambatan pada transport simplasti auxin karena adanya pembentukan kalus sehingga terjadi penurunan transport dan translokasi nutrisi dan air dari dalam tanah. Pengaruh logam berat Al pada aktivitas enzim terjadi pada membrane plasma diantaranya peroksidase lemak pada akar terpacu dan antiperoksidase menurun. Enzim-enzim yang berhubungan dengan metabolisme

nutrisi pada akar barang dan daun terhambat, sehingga menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan pada batang tanaman pun terhambat.

Pada tanaman bayam diameter batang bayam memiliki diameter yang tertinggi, hal ini merupakan karena tanaman bayam mengakumulasi logam berat tersebut pada akar atau yang disebut dengan fitostabilisasi, hal ini ditunjukkan pada Tabel 10 bahwa serapan timbal yang terkandung didalam tajuk lebih rendah dibandingkan serapan timbal yang terkandung dalam akar, hal ini dibuktikan dengan nilai TF (*Translocation Factor*) yang terdapat pada tanaman bayam adalah $TF < 1$ (Tabel tidak disajikan).

Menurut Lorestani *et al.*, (2011) bahwa apabila nilai $TF < 1$ maka tanaman dikategorikan pada mekanisme fitostabilisasi. Fitostabilisasi yaitu akar tumbuhan melakukan imobilisasi polutan dengan cara mengakumulasi, mengadsorpsi pada permukaan akar dan mengendapkan logam berat Pb dalam zona akar secara erat dan stabil sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media (Irhamni, 2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa;

1. Tanaman kangkung dan tanaman bayam memiliki perubahan kerusakan pada morfologi tertinggi yaitu pada pemberian dosis timbal 400 mg/kg.
2. Tanaman kangkung dan bayam memiliki pertumbuhan dan hasil yang berbeda pada berbagai dosis, pertumbuhan dan hasil yang lebih rendah terjadi pada tanaman dengan pemberian dosis timbal 400 mg/kg.
3. Pemberian dosis Pb 400 mg/kg pada tanah mampu mempengaruhi morfologi dan hasil pertumbuhan pada tanaman kangkung dan tanaman bayam, walaupun perubahan morfologi yang terlihat tidak signifikan.

Saran

Berdasarkan hasil peneltian yang telah dilakukan, maka disarankan pada peneliti selanjutnya beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu diberi penambahan dosis timbal (Pb) untuk mengetahui kandungan dosis timbal berapa yang dapat membuat kerusakan morfologi pada tanaman sangat terlihat.

Daftar Pustaka

- Chaney RL *et al.* 1995. Potential use of metal hyperaccumulators. *Mining Environ Manag* 3:9-11.
- Darmono.1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup.*, Universitas Indonesia Press, Jakarta. hal 31-134.
- Effendi. 2007. *Kimia Koordinasi Jilid I.* Malang:Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang (UM).
- Irma, W. 2015. Pengaruh Pemberian Timbal (Pb) Terhadap Morfologi Daun Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Dalam Skala Laboratorium. *IPTEKS TERAPAN*. Vol. 9, No. 2.
- Juhaeti, Titi *et al.*, 2009. Uji Potensi Tumbuhan Akumulator Merkuri untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kampung Leuwi Bolang, Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Bogor. *Jurnal Biologi Indonesia*.
- Kovacs, M.1992. *Biological Indicators of Environmental Pollution*. In:Biological Indicators in Environmental Protection (Ed.). Ellis Horwood.New York.
- LoRESTANI, B., Cheraghi, N.N. and Yousefi. 2011. Phytoremediation potential of native plants growing on a heavy metals contaminated soil of copper mine in Iran. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering* 5 (5):200-304.
- Mangkoedihardjo dan Samudro, G. 2009. *Ekotoksikologi Teknosfer*. Guna Widya: Surabaya. 337 hlm.
- Matsumoto H., Yamamoto Y, Ezaki B. 2003. Recent Advances in the Physiological and Molecular Mechanism of Al Toxicity and Tolerance in Higher Plants. In: *Advances in Plant Physiology Vol. 5*. A. Hemantaranjan (Ed.). Scientific Publishers (India). Pp. 29-74.
- Veegha., 2008. Pencemaran Tanah. <http://www.WordPress.com> [27 Januari 2020].