

Respon Pertumbuhan dan Fisiologi Bayam (*Amaranthus tricolor*) yang Dipapar Timbal pada Sistem Hidroponik Sumbu

Eka Fitriani Yuspiah¹, Yeni Rahayu^{1*}, Miftahuddin²

¹Program Studi Biologi, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera.
Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan, 35365, Lampung, Indonesia.

²Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor.
Jl Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia.

*corresponding author : yeni.rahayu@bi.itera.ac.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 29/08/2021
Disetujui : 13/06/2022

Abstract

Green amaranth (*Amaranthus tricolor*) is a popular vegetable in Indonesia as a source of vitamins and minerals. This plant is susceptible to the contamination of heavy metals such as lead. This study aimed to analyze the growth responses and morphophysiological of *A. tricolor* in response to the application of lead in the forms of $(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$ using a wick hydroponic system. This study used factorial randomized design with four treatments of lead level, i.e. 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, and 5 ppm, repeated 2 times. Data were analyzed by analysis of one-way ANOVA and post hoc test by Duncan in P-value 5%. The growth responses were observed by measuring the plant height, the number of leaves, leaf color, shoot and roots fresh weight, also its dry weight. Whereas, the physiological responses were observed by analyzing the plant chlorophyll levels. The results obtained that the applications of $(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$ decreased plant height, leaf number, fresh weight of shoot and roots, dry weight of shoot and roots, also the chlorophyll levels. These lead treatments were affecting root loss, changed the color of leaves to become yellowish-green, and showing yellow-spotted close to the midrib. Analysis of lead uptake in stems and leaves showed that the absorption value increased along with the applications of $(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$ in the treatment. The treatment of 5 ppm of $(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$ showed the lowest result on all parameters.

Key Words: *Amaranthus tricolor*, Wick Hydroponic System, The Leads, Metal Pollution.

Abstrak

Bayam (*Amaranthus tricolor*) adalah sayuran yang populer di Indonesia sebagai sumber vitamin dan mineral. Tanaman ini rentan terkontaminasi logam berat, salah satunya timbal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons pertumbuhan dan fisiologi *A. tricolor* yang dipapar timbal ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) menggunakan sistem hidroponik sumbu. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan konsentrasi timbal, yaitu 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm, diulangi 2 kali. Data dianalisis menggunakan ANOVA, dan uji lanjut dengan Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Respons pertumbuhan yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, berat segar tajuk dan akar, serta berat kering tajuk dan akar. Respons fisiologi yang diamati yaitu kandungan klorofil tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman bayam yang dipapar ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) mengalami penurunan pertumbuhan yang signifikan, pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar tajuk dan akar, berat kering tajuk dan akar, serta kandungan klorofil. Perlakuan timbal dapat menyebabkan kerontokan akar, perubahan warna daun menjadi kekuningan, serta terdapat bintik kuning dekat pertulangan daun. Analisis serapan logam timbal pada batang dan daun bayam menunjukkan nilai serapan meningkat seiring penambahan konsentrasi timbal pada perlakuan. Perlakuan ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dengan konsentrasi 5 ppm menunjukkan hasil yang terendah pada seluruh parameter pengamatan.

Kata kunci : *Amaranthus tricolor*, Cemaran Logam, Sistem Hidroponik Sumbu, Timbal.

PENDAHULUAN

Bayam merupakan sayuran populer di Indonesia, karena memiliki harga yang ekonomis sehingga dapat dikonsumsi oleh semua kalangan. Bayam memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Kandungan mineral yang ditemukan pada bayam yaitu besi, seng, fosfor, magnesium, dan kalsium (Schönfeldt & Pretorius, 2011). Bayam mengandung vitamin C berkisar

antara 89,66 mg/100 gr - 140,57 mg/100gr, kandungan serat bayam berkisar antara 0,36 mg/100 gr - 2,36 mg/100gr. Sementara itu, kandungan air yang cukup tinggi berkisar antara 86% - 90% (Rahayu *et al.*, 2013). Selain itu, Ahmed *et al.* (2013) menyatakan bahwa ekstrak daun dan biji bayam mengandung antioksidan yang tinggi, berupa senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, dan glikosida.

Sayur bayam yang dikonsumsi, rentan terpapar logam berat timbal. Pencemaran logam timbal pada tanaman dapat diamati dari perubahan morfologi, respons pertumbuhan dan fisiologi tanaman. Gejala yang ditimbulkan oleh timbal berupa perubahan warna daun atau klorosis, dan pembusukan daun (Irma & Susanti, 2014). Paparan dari logam timbal sangat berbahaya dan memberikan dampak toksisitas bagi tanaman dan manusia (Fibrianti & Azizah, 2015). Batas maksimum dari paparan logam timbal pada tanaman bayam yaitu 0,5 mg/Kg, jika melewati batasan tersebut maka bayam tidak baik untuk dikonsumsi (SNI 7387, 2009).

Selama ini, sistem hidroponik dianggap lebih aman dibandingkan budidaya dengan media tanah, untuk memproduksi sayuran organik. Hasil penelitian Erdayanti *et al.* (2015), mengungkapkan akumulasi timbal pada tanaman kangkung dan bayam berbanding lurus dengan cemaran timbal yang terdapat pada tanah pertanamannya. Oleh karena itu, pemeliharaan tanaman dengan sistem hidroponik dalam kondisi rumah kaca, diharapkan dapat mengurangi paparan timbal yang bersumber dari tanah dan udara. Namun, sayuran yang ditanam dengan sistem pertanaman hidroponik masih dapat terpapar timbal yang bersumber dari air, pupuk, pestisida dan fungisida (Erfandi & Juarsah, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons pertumbuhan dan fisiologi tanaman bayam (*Amaranthus tricolor*) terhadap cekaman logam timbal pada berbagai konsentrasi menggunakan sistem hidroponik sumbu. Hasil yang diperoleh dari penelitian diharapkan bermanfaat untuk memberikan informasi umum terkait respons tumbuh dan ciri-ciri tanaman bayam yang terpapar timbal bagi masyarakat, baik oleh produsen maupun oleh konsumen sayuran bayam.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Januari hingga Juni 2021 di rumah hidroponik Jaya Anggara Farm, Laboratorium Biologi Institut Teknologi Sumatera, dan UPT Laboratorium Terpadu serta Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan konsentrasi timbal, yaitu 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm, diulangi 2 kali. Setiap konsentrasi dan ulangan ditanam sebanyak 12 lubang tanam pada sistem hidroponik sumbu dengan modifikasi. Modifikasi yang dilakukan adalah penambahan aerator, untuk meningkatkan sirkulasi pada media, sehingga dapat mencegah pertumbuhan lumut dan dapat mendukung perakaran tanaman.

a. Pembuatan Larutan Baku Timbal

Larutan baku timbal 1000 ppm dibuat dengan melarutkan sebanyak 0,1598 g padatan $Pb(NO_3)_2$ menggunakan akuades 25 ml, diaduk hingga larut.

Selanjutnya, larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, dan larutan diencerkan dengan HNO_3 1 N sampai tanda batas. Pembuatan larutan standar timbal 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm dilakukan dengan cara mengambil 0,1 ml, 0,3 ml, dan 0,5 ml larutan baku timbal, kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing labu ukur 100 ml dan diencerkan dengan HNO_3 1 N sampai tanda batas (Fajriah *et al.*, 2017).

b. Penyemaian dan Pemeliharaan Tanaman

Benih bayam di semai pada nampan semai, dibasahi dan ditutup dengan penutup selama 2 hari, sampai benih berkecambah. Bibit yang telah tumbuh dipindahkan ke meja *nursery* 1 dan diberikan tanda sebagai nutrisi awal selama 7 hari. Kemudian, setelah tanaman berumur 7 HSS (Hari Setelah Semai) dipindahkan ke meja *nursery* 2, untuk pembesaran selama 7 hari. Setelah itu, tanaman berumur 14 HSS dipindahkan ke rangkaian hidroponik sumbu hingga tanaman berumur 30 hari. Perlakuan timbal mulai diberikan pada saat tanaman berumur 20 HSS.

c. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi karakter pertumbuhan tanaman dan karakter fisiologi. Pertumbuhan tanaman yang diamati terdiri atas tinggi tanaman (cm), penambahan jumlah daun (helai), berat segar tajuk dan akar (g), berat kering tajuk dan akar (g), serta warna daun bayam yang ditentukan dengan bantuan *unsell color chart* dan *leaf color chart*.

Parameter fisiologi yang diamati adalah kandungan klorofil tanaman, serapan timbal pada organ batang dan daun. Kandungan klorofil bayam diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Ekstraksi klorofil dilakukan terhadap sampel daun berumur 28 HSS menggunakan aseton 80%. Filtrat diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 645 nm dan 663 nm. Kadar timbal pada batang dan daun bayam diukur dengan *Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy* (MP-AES 4100). Sampel batang dan daun bayam yang telah dikeringkan, kemudian ditimbang sebanyak 1 g dan digerus menggunakan mortar. Sampel didestruksi kering dan diletakkan di dalam wadah yang terbuat dari polimer dan kuarsa. Sampel ditambahkan senyawa asam kuat seperti HCL, H_2SO_4 , HNO_3 , H_2O_2 , dan HF sampai dicapai pH berkisar antara 4 dan 5. Selanjutnya, sampel ditempatkan pada vial, dan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 405,781 nm.

d. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Analisis Varian (Anova) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diukur. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Tabel 1. Respons Pertumbuhan Tanaman Bayam terhadap Cekaman Logam Timbal

Konsentrasi Timbal	Parameter Pertumbuhan					
	TT (cm)	JD (helai)	BST (g)	BSA (g)	BKT (g)	BKA (g)
0 ppm	57,20 ^d	35,00 ^c	483,30 ^c	71,00 ^c	20,65 ^a	5,55 ^d
1 ppm	46,80 ^c	23,50 ^b	335,15 ^b	43,20 ^b	27,45 ^a	4,80 ^c
3 ppm	38,85 ^b	19,00 ^{ab}	283,30 ^{ab}	39,90 ^b	42,15 ^b	3,15 ^b
5 ppm	31,60 ^a	14,00 ^a	254,75 ^a	28,80 ^a	64,30 ^d	2,45 ^a

Catatan: Angka-angka dalam kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT 0,05. TT=Tinggi Tanaman, JD=Jumlah Daun, BST=Bobot Segar Tajuk, BSA=Bobot Segar Akar, BKT=Bobot Kering Tajuk, dan BKA=Bobot Kering Akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman bayam yang dipapar larutan timbal dengan berbagai konsentrasi perlakuan (0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm) menunjukkan respons adanya gangguan pertumbuhan dan fisiologi seiring peningkatan konsentrasi larutan timbal yang diberikan. Gangguan pertumbuhan yang diamati dan diukur antara lain: penurunan tinggi tanaman, rerata penambahan jumlah daun, penurunan bobot segar tajuk dan akar, penurunan bobot kering tajuk dan akar (Tabel 1).

Tinggi tanaman menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi timbal pada tanaman perlakuan. Tinggi tanaman paling rendah diperlihatkan oleh perlakuan konsentrasi timbal 5 ppm, dan tinggi tanaman paling tinggi diperlihatkan oleh perlakuan konsentrasi timbal 0 ppm. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Alia *et al.* (2015) mengenai dampak pencemaran irigasi lahan pertanian jangka panjang oleh logam berat timbal (Pb), cadmium (Cd) dan Seng (Zn) terhadap penurunan pengambilan nutrisi esensial tanaman *Spinacia oleracea*. Kekurangan sejumlah nutrisi esensial menghambat proses pembelahan dan diferensiasi sel-sel tanaman, sehingga mampu menurunkan panjang akar dan tajuk, serta berdampak pula terhadap penurunan tinggi tanaman.

Tanaman bayam yang dipapar timbal memperlihatkan adanya respons yang mengarah pada penurunan jumlah daun baru. Tanaman bayam yang diperlakukan pada konsentrasi timbal 0 ppm (kontrol) menunjukkan rata-rata penambahan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan tanaman bayam yang dipapar timbal 1 ppm, 3 ppm dan 5 ppm. Daun tanaman bayam yang dipapar timbal dengan konsentrasi 3 ppm dan 5 ppm memperlihatkan perubahan warna daun, yang semula hijau berubah menjadi kuning (*yellowish green*) (Tabel 2). Dalam jangka waktu pemaparan yang lebih lama, daun tanaman yang dipapar timbal mengalami layu dan gugur setelah umur tanaman 23 HSS.

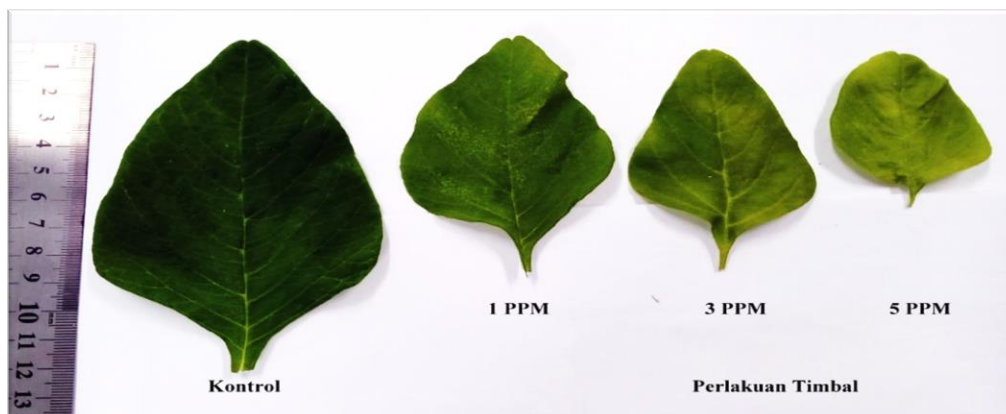
Warna daun bayam yang dipapar timbal tampak menguning pada bagian tengah helai daun, dekat pertulangan daun (Gambar 1). Gejala ini menyerupai respons tanaman terhadap defisiensi unsur magnesium (Mg). Alia *et al.* (2015) melaporkan efek pemberian timbal sebesar 300 mg/kg, 400 mg/kg dan 500 mg/kg terhadap penurunan pengambilan nutrisi esensial oleh tanaman *Spinacia oleracea*. Hasil eksperimen tersebut menunjukkan penghambatan pengambilan nutrisi, antara lain natrium 41%, kalium 20%, kalsium 27%, zat besi 19%, magnesium 66%, mangan 28% dan tembaga 16%. Unsur nutrisi yang mengalami penurunan penyerapan terbesar adalah Magnesium. Magnesium dan zat besi bersama-sama merupakan unsur penting dalam proses sintesis klorofil.

Tabel 2. Respons Perubahan Warna Daun terhadap Cekaman Logam Timbal

Konsentrasi Timbal	Warna Daun
0 ppm	5GY 6/6
1 ppm	5GY 6/8
3 ppm	5GY 7/8
5 ppm	5GY 8/6

Catatan: Warna daun diamati dengan bantuan Munsell color Chart.

Respons tanaman bayam terhadap cekaman logam timbal menunjukkan penurunan bobot segar tajuk dan akar. Demikian pula respons tanaman bayam terhadap cekaman logam timbal menunjukkan penurunan bobot kering tajuk dan akar. Penurunan bobot segar dan bobot kering ini tampak signifikan, seiring dengan peningkatan konsentrasi timbal pada perlakuan. Menurut Hamim *et al.* (2018), logam berat timbal dapat menyebabkan kerusakan membran sel dan menonaktifkan protein yang berperan dalam proses pertumbuhan tanaman. Perlakuan konsentrasi logam timbal yang semakin besar, dapat menyebabkan penurunan kemampuan tumbuh hingga kematian tanaman.



Gambar 1. Respons Perubahan Warna Daun Bayam terhadap Cekaman Logam Timbal

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman bayam yang diberi perlakuan timbal lebih lama terlihat mengalami kerontokan akar dan proses pembusukan di ujung akarnya. Akar adalah organ yang terpapar langsung dengan logam timbal dengan waktu papar paling lama, sehingga mengalami gejala toksisitas yang lebih parah dibandingkan organ lainnya.

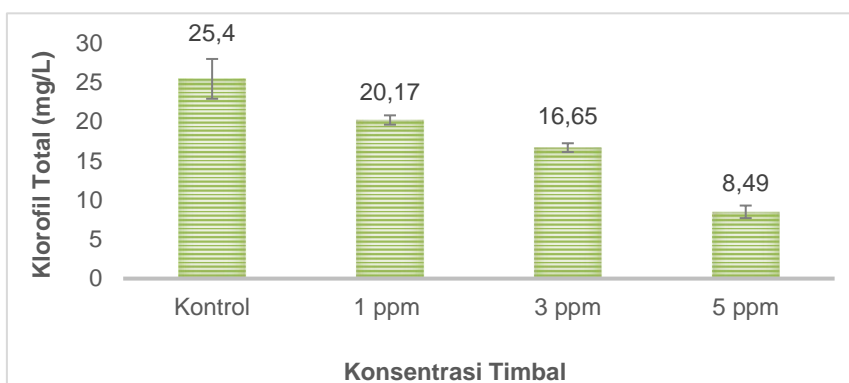
Gangguan fisiologi tanaman bayam yang disebabkan cekaman logam timbal dapat diamati melalui analisis kadar klorofil tanaman dan nilai serapan logam timbal pada batang dan daun. Hasil pengamatan menunjukkan penurunan kadar klorofil total pada tanaman yang dipapar timbal. Kadar klorofil total tertinggi tampak pada tanaman bayam yang diberi perlakuan timbal 0 ppm (kontrol), yaitu sebesar 25,4 mg/L. Sedangkan kadar klorofil total pada tanaman bayam yang dipapar timbal dengan konsentrasi 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm mengalami penurunan, yaitu berturut-turut 20,17 mg/L, 16,65 mg/L, dan 8,49 mg/L (Gambar 2).

Interaksi logam timbal terhadap tanaman bayam dapat mengubah sintesis protein dan pigmen tanaman, terutama klorofil (Hamiim *et al.*, 2018). Penurunan kadar klorofil tertinggi yang teramati pada perlakuan timbal 5 ppm, dibandingkan lurus dengan hasil penelitian Dogan *et al.* (2018) bahwa semakin

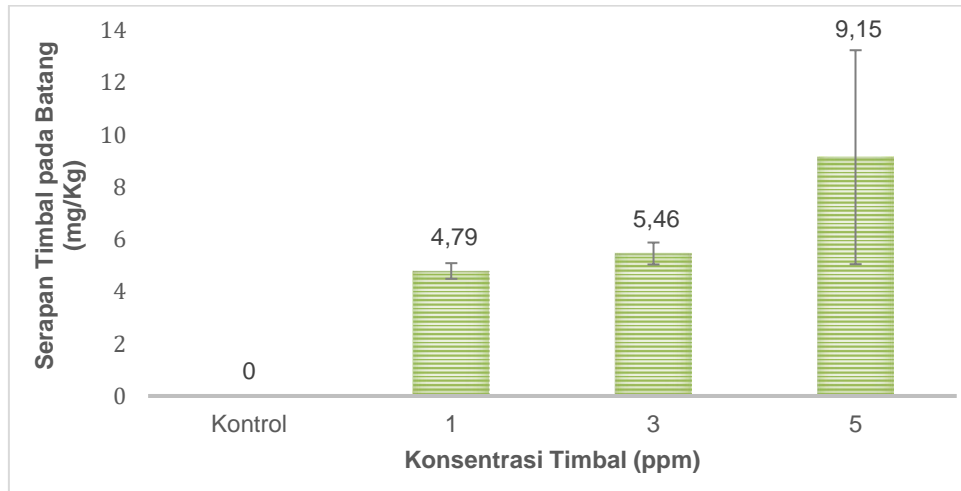
besar kadar logam timbal yang diakumulasi daun, maka kadar klorofil pada daun tersebut akan semakin menurun.

Menurut (Gupta *et al.*, 2019) kadar klorofil tanaman dapat mengalami penurunan karena adanya hambatan pada jalur biosintesisnya. Timbal yang diberikan pada tanaman akan mempengaruhi kandungan klorofil dengan cara menghambat aktivitas enzim pada tanaman yang dipapar. Apabila biosintesis pada tanaman terhambat maka terjadi penghambatan jalur transportasi Mg dan Fe yang merupakan mineral-mineral penting dalam proses sintesis klorofil, sehingga kemampuan molekul tersebut hilang dan tidak dapat bekerja efektif (Ahamad *et al.*, 2018).

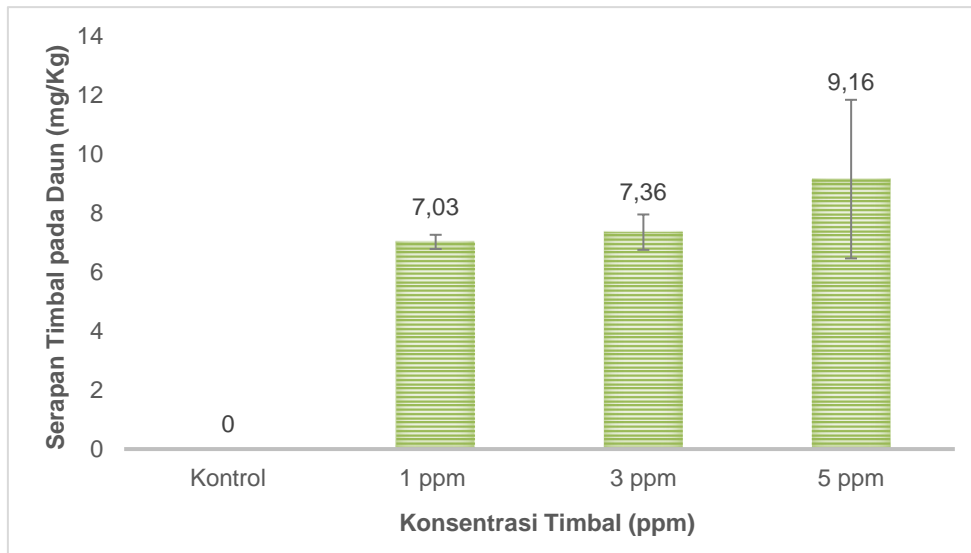
Hasil pengamatan serapan timbal pada batang dan daun menunjukkan besarnya kadar timbal yang terserap di ketiga perlakuan. Nilai serapan timbal pada batang dan daun paling tinggi terlihat pada tanaman bayam yang diberi perlakuan cekaman timbal 5 ppm, yaitu 9,15 mg/Kg dan 9,16 mg/Kg, sedangkan nilai serapan timbal pada batang dan daun paling rendah terlihat pada tanaman bayam yang diberi perlakuan cekaman timbal 1 ppm. Nilai serapan timbal tampak berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi timbal yang diberikan (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 2. Respons Penurunan Kadar klorofil Total Daun Bayam terhadap Cekaman Logam Timbal



Gambar 3. Serapan Timbal pada Batang Tanaman Bayam yang Dipapar Logam Timbal



Gambar 4. Serapan Timbal pada Daun Tanaman Bayam yang Dipapar Logam Timbal

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai serapan timbal pada organ batang dan daun tanaman bayam cukup tinggi, dan meningkat seiring penambahan konsentrasi timbal pada perlakuan. Nilai serapan timbal terlihat lebih tinggi pada bagian daun, dibandingkan batang tanaman bayam.

Terserapnya logam timbal ke bagian batang dan daun tanaman bayam dapat melalui dua cara yaitu simplas dan apoplas. Logam tersebut diserap tanaman dalam bentuk ion garam. Timbal yang terserap melalui jalur apoplas akan berdifusi melalui dinding sel korteks, sedangkan logam yang terserap dengan cara simplas terjadi secara osmosis. Ion timbal yang terserap secara osmosis akan bergerak melalui plasmodesmata dengan gerakan plasma untuk mencapai organ batang dan daun tanaman (Irawan, 2019).

SIMPULAN

Tanaman bayam yang diberi perlakuan cekaman logam timbal dengan konsentrasi 1 ppm, 3 ppm dan 5 ppm menunjukkan respons pertumbuhan dan fisiologis negatif. Penurunan pertumbuhan tanaman bayam terjadi secara signifikan, seiring dengan adanya peningkatan konsentrasi timbal yang diberikan ke tanaman bayam. Nilai serapan timbal cukup tinggi pada organ batang dan daun tanaman bayam.

DAFTAR REFERENSI

- Ahamad, S.J., Sumithra, S., Senthilkumar, P. 2018. Mercury uptake and translocation by indigenous plants. *Rasayan Journal Chemistry*, 11(1). pp.1–12

- Ahmed, S. A., Iftikhar. T., Hanif, S. 2013. Phytochemical profiling with antioxidant and antimicrobial screening of *Amaranthus viridis* L. leaf and seed extracts. *Open Journal of Medical Microbiology*, 3. pp. 164-171
- Alia, N., Sardar, K., Said, M., Khalid, S., Alam, S., Siddique, S., Ahmed, T., Scholz, M. 2015. Toxicity and bioaccumulation of heavy metals in Spinach (*Spinacia oleracea*) grown in controlled environment. *International Journal Environment Public Health*, 12. pp.7400-7416.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Batas maksimum cemaran logam pada pangan SNI 7387. [Online] Tersedia pada: https://sertifikasibbia.com/upload/logam_bera_t.pdf [Diakses 17 Mei 2021].
- Dogan, M., Kratas, M., Aasim, M. 2018. Cadmium and lead bioaccumulation potentials of an aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum* L.: a laboratory study. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 148, pp. 431–440
- Erdyanti, P., Hanifah, T.A., Anita, S. 2015. Analisis kandungan timbal pada sayur kangkung dan bayam di jalan kartama pekanbaru secara spektrofotometri serapan atom. *Jurnal JOM FMIPA*, 2(1), pp. 75-82
- Erfandi, D., Juarsah, I. 2013. *Teknologi pengendalian pencemaran logam berat pada lahan pertanian*. Jakarta: Balai penelitian Tanah.
- Fajriah, N., Zulfadli, Z., Nasir, M. 2017. Analisis kadar logam timbal (pb) dan kadmium (cd) pada tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) menggunakan spektrofotometri serapan atom (ssa). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*, 2(3), pp. 162-71
- Fibrianti, D.L., Azizah, R. 2015. Karakteristik, kadar timbal (Pb) dalam darah dan hipertensi pekerja home industry aki bekas di Desa Talun, Kecamatan Sukodadi, Kabupaten Lamongan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1), pp. 92-102
- Gupta, D.K., Nicoloso, F.T., Schetinger, M.R.C., Rossato, L.V., Perreira, L.B., Castro, G.Y., Srivasta, S., Tripathi, R.D. 2009. Antioxidant defense mechanism in hydroponically grown *Zea mays* seedlings under moderate lead stress. *Journal of Hazardous Material*, 172, pp. 479–484
- Hamim, H., Miftahudin, M., Setyaningsih, L. 2018. Cellular and ultrastructure alteration of plant roots in response to metal stress. In Ratnadewi, D., Hamim, H. (Eds.). *Plant Growth and Regulation: Alteration to Sustain Unfavourable Conditions*. London: Intech Open, 21–41 pp. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.79110>
- Irawan, B. 2019. Hubungan kandungan timbal (Pb) dengan produksi pada sayuran Sawi (*Brassica juncea* L.). *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 2(1), pp. 27-32
- Irma, W., Susanti, N. 2014. Pengaruh pemberian timbal (Pb) terhadap morfologi dan kadar terserapnya timbal (Pb) pada daun bayam dalam skala laboratorium. *Photon: Jurnal sains dan kesehatan*, 5(1), pp. 7-12
- Rahayu, T.S., Asgar, A., Hidayat, I.M., Kusmana, Djuariah, D. 2017. Evaluasi kualitas beberapa genotipe Bayam (*Amaranthus* sp.) pada penanaman di Jawa Barat. *Berita Biologi*, 12(2), pp. 153-160
- Schönfeldt, H.C., Pretorius, B. 2011. The nutrient content of five traditional South African dark green leafy vegetables: A preliminary study. *Journal of food composition and analysis*, 24(8), pp. 1141-1146.