



JURNAL BIOSAINS

(Journal of Biosciences)

<http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains>

email : jbiosains@unimed.ac.id



RESPON PERTUMBUHAN DAN FISILOGIS TANAMAN SAWI (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) YANG DIPAPAR TIMBAL (Pb)

Vanny Harianto, Selvia Dewi Pohan

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Email : vannyhrt@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) yang terpapar timbal (Pb). Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian timbal (Pb) terhadap pertumbuhan dan fisiologis tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca dan Laboratorium Kimia Universitas Negeri Medan serta Laboratorium Kesehatan Daerah Sumatera Utara pada bulan April 2018 – Agustus 2018. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 6kali ulangan. Perlakuan diberi larutan timbal (Pb) dengan 4 dosis, yaitu : 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) menggunakan program SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian timbal mempengaruhi pertumbuhan dan fisiologis tanaman sawi. Sawi yang diberi perlakuan larutan timbal 1, 3, dan 5 ppm memiliki tinggi tanaman (49 cm; 41,4 cm; dan 29,8 cm) yang lebih rendah dibandingkan kontrol (82,5 cm). Semakin tinggi konsentrasi larutan timbal yang diberikan maka tanaman semakin pendek. Begitu juga halnya dengan jumlah daun, tanaman yang diperlakukan dengan timbal 1, 3, dan 5 ppm memiliki lebih sedikit daun (31,3 helai; 28 helai; dan 23 helai) dibandingkan dengan kontrol (38,6 helai). Timbal juga mempengaruhi bobot tanaman sawi. Sawi yang diperlakukan dengan timbal memiliki bobot yang lebih ringan dibanding kontrol. Begitu juga halnya dengan kadar klorofil yang terkandung, tanaman yang diperlakukan dengan timbal 1, 3, dan 5 ppm memiliki kadar klorofil yang lebih rendah (7,20 mg/L; 5,08 mg/L; dan 2,17 mg/L) dibanding kontrol (11,76 mg/L).

Kata kunci : respon pertumbuhan, respon fisiologis, sawi, timbal

RESPONSE OF GROWTH AND PHYSIOLOGICAL OF SAWI (*Brassica what is* var. *Parachinensis*) WHICH IS EXPANDED BY PASS (Pb)

ABSTRACT

The purpose of the study is to determine the influence of lead (Pb) on the growth and physiology of mustard (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). The research was carried out in greenhouse and chemistry laboratory of Universitas Negeri Medan and Laboratorium Kesehatan Medan from April to August 2018. This research was using a Completely Randomize Design (RAL) with 4 treatments and six replications. The treatment is the solution lead (Pb) with 4 levels of dose : 0 ppm , 1 ppm, 3 ppm, and 5 ppm. Data was analyzed by analysis of variance (ANOVA) on the SPSS program. The results showed that the lead affect the growth and physiology of mustard. Mustard which were given lead 1,3, and 5 ppm have lower height (49 cm; 41,4 cm; and 29,8 cm) than control (82,5 cm). The higher concentration of lead solution caused the lower plant height. This effects as same as to the number of leafs, plants that were treated with lead have fewer leaves (31,3 sheets; 28 sheets; and 23 sheets) than controls (38,6 sheets). The lead also affects the weight of mustard plants. Mustard that treated with lead has a lighter weight than the control. Plants treated with lead 1,3, and 5 ppm have lower chlorophyll levels (7,20 mg/L; 5,08 mg/L; and 2,17 mg/L) than controls (11,76 mg/L).

Keywords: growth responses, physiology responses, mustard, lead (Pb)

Pendahuluan

Sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) merupakan jenis sayuran yang banyak diminati masyarakat. Dikenal pula sebagai caisim, atau sawi bakso, sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar. Jenis sayuran ini mudah tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman ini akan cepat berbunga bila ditanam pada suhu sejuk. Dalam proses pemanenan, tanaman ini akan dipanen setelah berumur satu bulan. Dalam proses penanaman sawi hijau dibutuhkan beberapa unsur hara dan mineral dari perairan sehingga asupan mineral bagi tanaman tidak kurang. Menurut Widaningrum dkk., (2007) kandungan timbal (Pb) pada caisim atau sawi hijau yang ditanam pada tanah yang tercemar logam berat bisa mencapai 28,78 ppm. Hal ini bertolak belakang dengan batasan BPOM terkait pencemaran pada makanan.

Salah satu bahan pencemar yang menjadi indikator untuk mendeteksi terjadinya pencemaran tanah adalah cemaran logam berat di dalamnya. 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 esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Unsur Pb sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeti dkk, 2004).

Indonesia mempunyai batas maksimum cemaran Timbal (Pb) pada bahan makanan yang ditetapkan oleh Dirjen POM dalam Surat Keputusan Dirjen POM No.03725/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam sayuran dan hasil olahannya maksimum 2,0 ppm. Sedangkan untuk kandungan Pb dalam tanah secara alamiah yaitu sebesar 10 ppm (Widiningrum *et al.*, 2007).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang sangat beracun pada seluruh aspek kehidupan. Logam Pb berperan sebagai mobilitas pada proses penyerapan logam dari akar tanaman menuju daun. Pencemaran logam timbal dapat menimbulkan pengaruh negatif pada klorofil karena sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, akar dan tanah sekitar tanaman. Tanaman dapat menyerap logam timbal pada saat kondisi kesuburan dan kandungan bahan organik tanah rendah, pada keadaan ini Pb akan terlepas dari ikatan tanah berupa ion dan bergerak bebas dalam larutan tanah maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman. Kemudian ditransfer ke bagian lain dari

tanaman yaitu batang, ranting, dan daun, tapi pada konsentrasi yang tinggi (100-1000 mg/kg) dapat mengakibatkan pengaruh toksik terhadap proses fotosintesis sehingga pertumbuhan akan terhambat (Widowati *et al.*, 2008).

Ada kaitan antara konsentrasi Pb dengan perubahan kandungan klorofil total pada daun, dimana kandungan klorofil total akan mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya Pb. Perubahan kandungan klorofil akibat meningkatnya konsentrasi Pb, terkait dengan rusaknya struktur kloroplas. Pembentukan struktur kloroplas sangat dipengaruhi oleh nutrisi mineral seperti Mg dan Fe. Masuknya logam berat secara berlebihan pada tumbuhan akan mengurangi asupan Mg dan Fe sehingga menyebabkan perubahan pada volume dan jumlah kloroplas (Kovacs, 1992).

Tercemarnya sumber persediaan air oleh logam berat Pb memiliki pengaruh terhadap kehidupan sehari-hari, salah satunya pada bidang pertanian. Pada bidang pertanian, ambang batas kandungan Pb dalam perairan yang dapat digunakan telah dicantumkan dalam PP No. 82 Tahun 2001. Peraturan tersebut menyatakan bahwa kandungan Pb dalam Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas III (perairan untuk pertanian) memiliki ambang batas sebesar 0,03 ppm. Peraturan ini ditujukan untuk menghindari adanya akumulasi logam Pb pada tanaman yang ditanam. Pada beberapa tanaman, Pb memiliki dampak pada proses pertumbuhannya. Penyerapan Ca, Mg, atau Fe digantikan oleh Pb dikarenakan memiliki muatan ion yang sama, x^{2+} . Keberadaan Pb dalam sitoplasma akan menghambat kinerja dua enzim yaitu Asam Delta Amino Levulenat Dehidratase (ALAD) dan Profobilinogenase yang berfungsi dalam proses biogenesis klorofil (Flanagan *et al.*, 1980).

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan (UNIMED). Penelitian inidilaksanakan dari bulan April 2018 sampai dengan Agustus 2018.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan untuk hidroponik sayuran menggunakan sistem wick antara lain wadah plastik, sterofoam, rockwool, tusuk gigi, netpot, kain flanel, sprayer, gergaji besi kecil, gelas ukur, batang pengaduk, pH meter, dan spektrofotometer untuk membaca kadar klorofil dalam daun.

Bahan yang digunakan adalah benih sawi hijau. Logam timbal yang dijadikan sebagai larutan perlakuan diperoleh dari CV. Karya Graha Agung, MMTC Medan. Nutrisi ABmix. Dalam penelitian ini

juga di butuhkan aquades sebagai zat pelarut dari logam timbal.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial dimana yang dicobakan adalah respon fisiologis tanaman sawi hijau terhadap paparan logam berat timbal (Pb) yang terdiri dari beragam konsentrasi. Dimana faktor yang digunakan adalah A = 0 ppm, B = 1 ppm, C = 3 ppm, D = 5 ppm. Pada penelitian ini menggunakan ulangan sebanyak 6 kali.

Penyediaan Benih Sawi Hijau (Brassica rapa var. Parachinensis)

Benih sawi hijau yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari toko Cemara Agromart yang beralamat di Jl. Willem Iskandar No.67, Kenangan Baru, Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

Prosedur kerja penyemaian

Penyemaian menggunakan rockwool yang telah dipotong-potong dan dilubangi menggunakan tusuk gigi sedalam 0,5cm (1 lubang/kotak). Basahi rockwool menggunakan air biasa hingga basah semua atau lembab. Kemudian biji sawi dimasukkan ke dalam lubang rockwool.

Pindah Tanam

Pindah tanam dilakukan setelah tanaman berdaun dua. Disiapkan netpot yang dililit dengan kain flanel sebagai sumbu. Dan disiapkan wadah sebagai tempat nutrisi hidupnya lalu ditutup menggunakan sterofoam yang sudah dilubangi sebagai penopang netpot. Rockwool yang berisi tanaman sawi dimasukkan ke dalam netpot dan diletakkan di atas sterofoam.

Perlakuan Tanaman dengan Larutan Timbal (Pb)

Konsentrasi larutan timbal yang digunakan memiliki variasi konsentrasiyaitu: kontrol (0 ppm), 1ppm, 3ppm, dan 5ppm. Konsentrasi 1ppm dibuat dengan pencampuran 1mg timbal dan 1liter air. Konsentrasi 3ppm dibuat dengan pencampuran

3mg timbal dan 1liter air. Konsentrasi 5ppm dibuat dengan pencampuran 5mg timbal dan 1liter air.

Tanaman sawi hijau (Brassica rapa var. Parachinensis) diberi perlakuan timbal dengan dosis 0, 1, 3, dan 5 ppm dengan cara pencampuran larutan timbal (Pb) ke dalam air nutrisi hidroponik. Pencampuran larutan timbal (Pb) diberikan setiap minggu selama 6 kali pengulangan.

Pengamatan Kadar Klorofil

Penetapan kandungan klorofil mengacu kepada metode Arnon (1949) menggunakan pelarut aseton 80%. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penetapan konsentrasi klorofil adalah: ekstraksi sampel, pengukuran dan perhitungan. Sampel daun yang diambil adalah daun ke tiga dari ujung, ditimbang 0,1 gr, lalu digerus dengan mortar, ditambah dengan 10ml aseton 80% sedikit demi sedikit, kemudian disaring dengan kertas saring sambil dituang ke dalam tabung reaksi, sehingga diperoleh ekstrak jernih. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer (Spectronic 21 D, merk Milton Roy) pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm (Elly dkk., 2012).

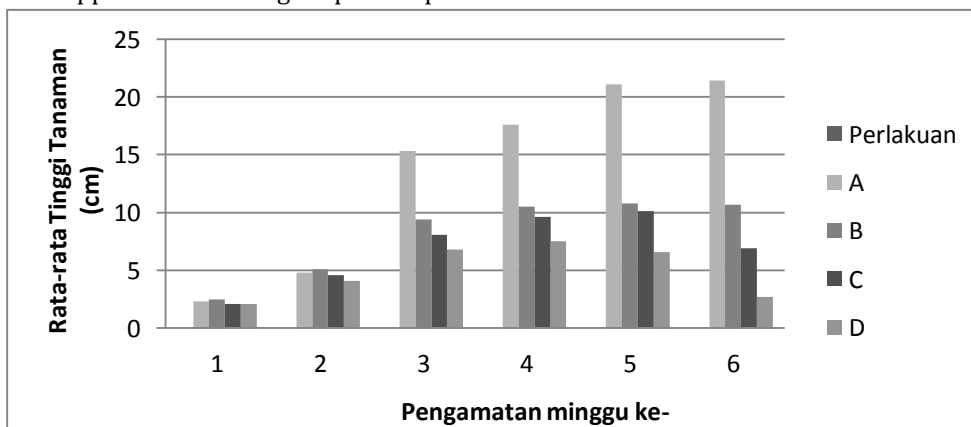
Teknik Analisis data

Menguji homogenitas varians dapat dilakukan dengan menggunakan program SPSS 21. Jika nilai Sig yang didapat > 0,05 maka uji tersebut bersifat homogen, maka untuk pengujian hipotesis penelitian anava dapat digunakan, jika hasil ANAVA signifikan maka akan dilakukan uji lanjut dengan DNMRT.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman sawi hijau (Brassica rapa var. Parachinensis) dapat dilihat dalam Gambar 1. di bawah ini:

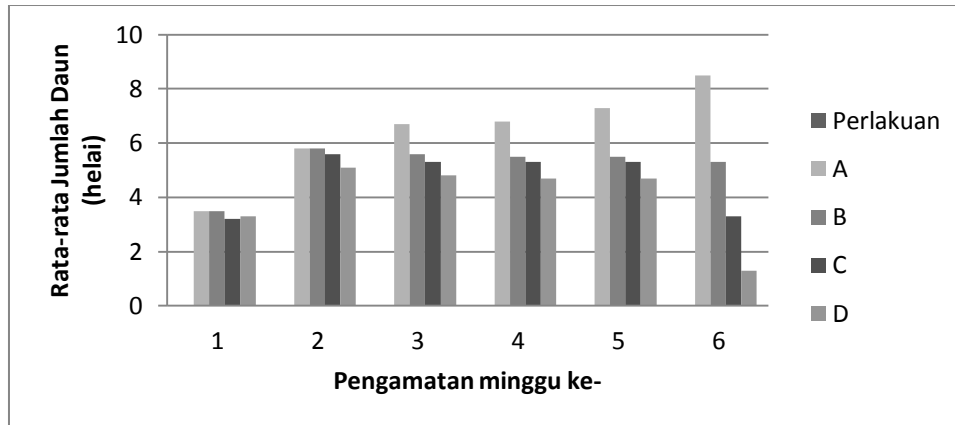


Gambar 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Sawi Hijau (Brassica rapa var. Parachinensis) selama 6 Minggu Pengamatan.

Berdasarkan gambar di atas dapat dikemukakan bahwa perlakuan kontrol menunjukkan tinggi tanaman yang bagus dan selanjutnya diikuti dengan perlakuan 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm yang terus mengalami penurunan.

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) dapat dilihat dalam Gambar 2 di bawah ini:

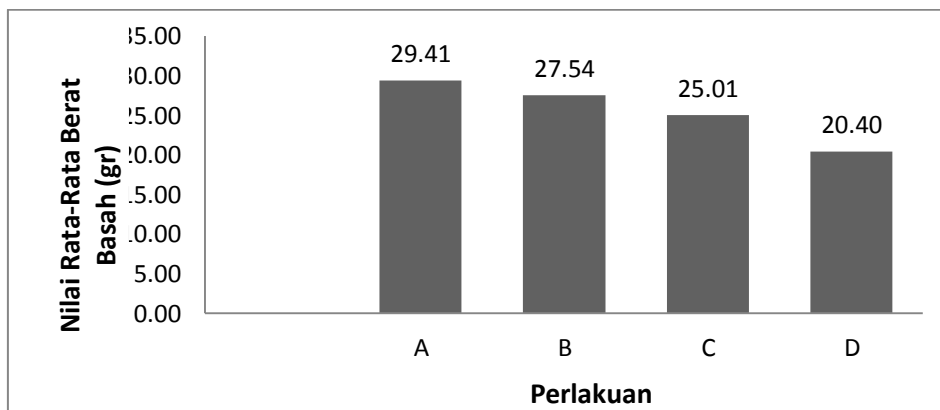


Gambar 2. Rata- rata Jumlah Daun Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) selama 6 Minggu Pengamatan

Berdasarkan gambar 2. di atas dapat dikemukakan bahwa jumlah daun pada tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) menyatakan bahwa pada perlakuan kontrol menunjukkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm.

Hasil pengamatan terhadap berat basah

Hasil pengamatan terhadap berat basah sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) dapat dilihat dalam Gambar 3. di bawah ini

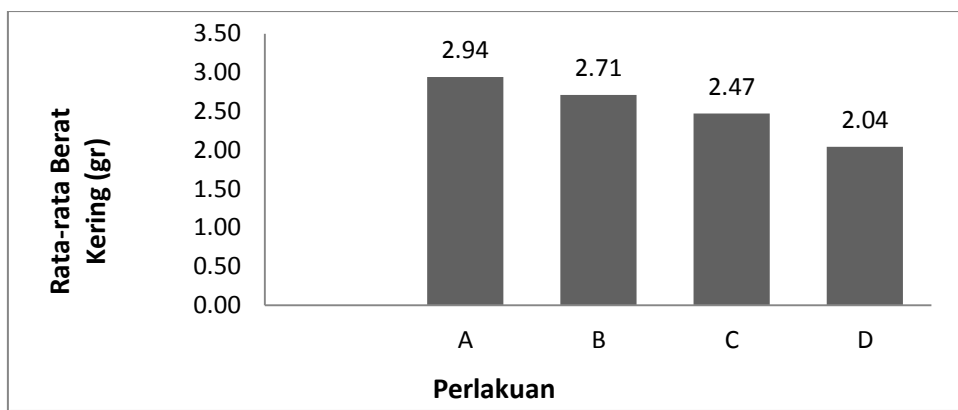


Gambar 3. Rata- Rata berat basah sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*)

Berdasarkan gambar 3. di atas dapat dikemukakan bahwa perlakuan kontrol menunjukkan jumlah berat basah yang lebih tinggi, dan dilanjutkan dengan perlakuan 1 ppm dan 3 ppm. Pada perlakuan 5 ppm menunjukkan jumlah berat basah yang sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Hasil pengamatan terhadap berat kering

Hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk mengetahui berat kering sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) dengan pemberian larutan timbal (Pb) dengan konsentrasi yang berbeda- beda dapat dilihat pada gambar berikut :

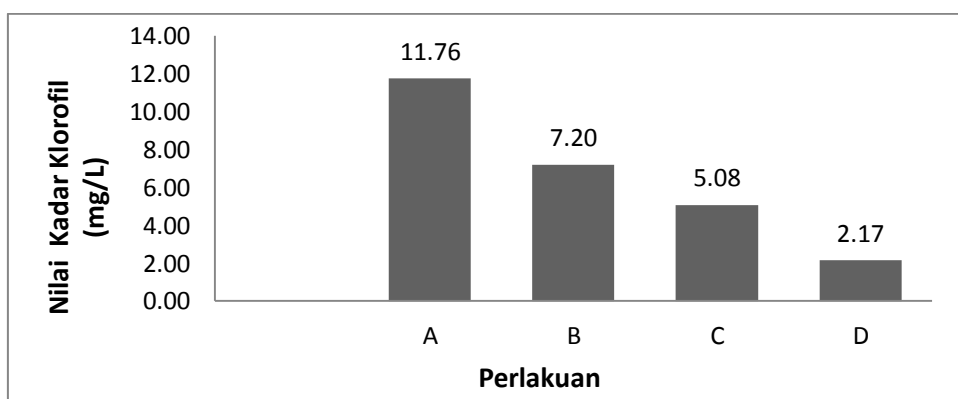


Gambar 4. Rata- Rata berat kering sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*)

Berdasarkan gambar 4.4. di atas dapat dikemukakan bahwa jumlah berat kering pada tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) menyatakan bahwa pada perlakuan kontrol menunjukkan jumlah berat kering yang lebih tinggi, dan dilanjutkan dengan perlakuan 1 ppm dan 3 ppm. Namun, pada perlakuan 5 ppm menunjukkan jumlah berat kering yang sedikit dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Hasil pengamatan terhadap kadar klorofil

Hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk mengetahui kadar klorofil tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) dengan pemberian larutan timbal (Pb) pada konsentrasi yang berbeda- beda dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Rata- Rata kadar klorofil sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*)

Berdasarkan gambar 5. dapat dikemukakan bahwa kadar klorofil tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) pada perlakuan A (0 ppm) memiliki rata-rata kadar klorofil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B (1 ppm), diikuti dengan perlakuan C (3 ppm) dan terakhir adalah perlakuan D (5 ppm).

Secara umum, pemberian timbal (Pb) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan fisiologis sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). Parameter pertumbuhan tanaman tersebut meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering. Sedangkan, parameter fisiologis yaitu kadar klorofil dan kadar timbal (Pb).

Timbal (Pb) mempengaruhi kadar klorofil yang terkandung pada tanaman sawi hijau

(*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). Karena timbal (Pb) mampu merusak partikel susunan klorofil sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar klorofil yang terkandung dalam tanaman. Semakin tinggi larutan timbal (Pb) yang diberikan, maka semakin rendah kadar klorofil yang dikandung tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*).

Salisbury & Ross (1995) menyatakan bahwa sintesis klorofil sangat dipengaruhi oleh faktor keturunan, cahaya, dan ketersediaan mineral tertentu. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kadar klorofil yang terkandung pada daun tanaman sawi hijau yang diperlakukan dengan timbal (Pb) lebih rendah dibanding kontrol. Adanya faktor defisiensi unsur Fe, Mn, K, Zn, N, dan Mg karena timbal (Pb) secara langsung

dapat menggantikan unsur Mg dalam klorofil yang mengakibatkan gejala klorosis/yellowing, sehingga daun sawi hijau yang terpapar timbal (Pb) tampak pucat. Hal ini dikarenakan oleh keberadaan timbal (Pb) yang mengganggu struktur klorofil.

Dampak keberadaan timbal (Pb) terhadap tumbuhan secara umum adalah penurunan hasil fotosintesis yang sangat nyata serta menyebabkan perubahan sifat morfologi tumbuhan. Tanaman yang tumbuh di daerah dengan tingkat pencemaran tinggi dapat mengalami berbagai gangguan pertumbuhan serta tingginya kandungan Pb pada jaringan daun akan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu, selanjutnya berakibat pada berkurangnya hasil produksi dari suatu tumbuhan. Pencemaran timbal (Pb) dapat menimbulkan pengaruh negatif pada klorofil karena sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman yaitu daun, batang, dan akar. Tanaman dapat menyerap timbal (Pb) pada saat kondisi kesuburan dan kandungan bahan organik lingkungan rendah, namun pada konsentrasi yang tinggi (100-1000 mg/kg) dapat mengakibatkan pengaruh toksik terhadap proses fotosintesis sehingga pertumbuhan akan terhambat (Widowati, 2011).

Dalam berbagai penelitian diketahui adanya kecenderungan terjadinya penurunan kadar klorofil seiring dengan naiknya kadar logam berat. Ada kaitan antara konsentrasi logam berat dengan perubahan kandungan klorofil total pada daun, dimana kandungan klorofil total akan mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya logam berat (Olivares, 2003). Perubahan kandungan klorofil akibat meningkatnya konsentrasi logam berat terkait dengan rusaknya struktur kloroplas. Pembentukan struktur kloroplas sangat dipengaruhi oleh nutrisi mineral seperti Mg dan Fe. Masuknya logam berat secara berlebihan pada tumbuhan, misalnya Pb akan mengurangi asupan Mg dan Fe, sehingga menyebabkan perubahan pada volume dan jumlah kloroplas (Kovacs, 1992).

Mekanisme lain dari penghambatan biosintesis klorofil, yaitu logam Pb masuk ke dalam jaringan tumbuhan dan akan terakumulasi di dalam organ daun, sehingga akan mengurangi asupan unsur yang merupakan bahan pembentuk klorofil seperti magnesium (Mg), besi (Fe), dan nitrogen (N) akibat adanya persaingan kapasitas tukar kation. Akibatnya, tanaman mengalami klorosis dan volume serta jumlah kloroplas menurun (Kovacs, 1992).

Dalam proses fotosintesis, logam berat Pb menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam proses fotosintesis reaksi gelap. Kloroplas yang rusak mengakibatkan jumlah kadar klorofil menurun. Klorofil b merupakan dampak nyata bagi

tanaman. Pada tanaman sawi yang dipapar logam pada konsentrasi 1-3 ppm dan 5 ppm memiliki beda nyata. Hal ini mengakibatkan tanaman terhambat dalam melakukan proses fotosintesis. Jika unsur hara Mg sebagai koenzim tergantikan dengan logam Pb, maka fotosintesis tidak berjalan sempurna, sehingga fotosintat yang dihasilkan tidak mencukupi dan menghambat proses diferensiasi jaringan (Salisbury dan Ross, 1995).

Empat perlakuan pada tanaman memiliki dampak yang berbeda, dari data yang diperoleh diketahui perlakuan tanaman 5 ppm memiliki beda nyata terbesar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 5 ppm memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar klorofil yang terserap daun dalam akumulasi logam Pb pada sawi hijau.

Kesimpulan

Pemberian larutan timbal (Pb) memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan fisiologis tanaman sawi hijau yaitu pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat kering, kadar klorofil, dan kadar timbal (Pb) yang diserap. Pada tinggi tanaman menunjukkan bahwa pada perlakuan B (1 ppm) ialah tanaman yang tertinggi setelah kontrol. Pada jumlah daun yang terbanyak terdapat pada perlakuan B (1 ppm) setelah kontrol. Pada berat basah dan berat kering juga perlakuan B (1 ppm) memiliki berat tertinggi setelah kontrol. Begitu pula dengan kadar klorofil. Perlakuan B (1 ppm) memiliki nilai kadar klorofil tertinggi setelah kontrol.

Daftar Pustaka

- Elly P., Irfan Dwidya Prijambada, Diah Rachmawati, Dan Retno Peni Sancayaningsih. 2012. Laju Fotosintesis Dan Kandungan Klorofil Kedelai Pada Media Tanam Masam Dengan Pemberian Garam Aluminium. *Jurnal Agrotrop*. 2(1): 17-24.
- Flanagan JT, Wade KJ, Curie S, Curtis DJ. 1980. The Deposition of Lead and Zine From Traffic Pollution On two Road Side Shrubs Environment Pulluts. *Journal Environmental Science* (Series B). 1: 71-78.
- Juhaeti T, Sharif F, Hidayati N.. 2004. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi. *Jurnal Biodiversitas*. 1(6) : 31-33.
- Kovacs, M.. 1992. *Biological Indicators in Environmental Protection*. New York : Ellis Horwood.
- Olivares, R.A.C. 2003. *Ringworm Infection in Plants*. www.ivis.org. [27 Agustus 2018]
- Salisbury FB and Ross C. 1995. *Plant Physiology*, 4th ed. California: Wadsworth Publishing Co.

- Thamzil, L, Mirjani., Adila, E.Y.. 2014. Kadar Unsur Timbal Pada Tanaman Kangkung Di Tiga Pasar Tradisional Kecamatan Cilandak. 7 (1) : 2-14.
- Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. *Jurnal Pertanian*. Vol. 3 : 11-15
www.pascapanen.litbang.deptan.go.id/media/publikasi/bulletin/2007_3.pdf. [30 Agustus 2018].
- Widowati, H.. 2011. Pengaruh Logam Berat Cd, Pb Terhadap Perubahan Warna Batang dan Daun Sayuran. *Jurnal Sains*. 1 (4) : 167-173.
- Widowati, Wahyu. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Andi.