

Respon Anatomi Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Terhadap Tembaga

Asmi^{1*}, Maryani²

¹⁾ Program Studi Biologi, FKIP, Universitas Darussalam Ambon

²⁾ Program Pascasarjana Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada

* Email korespondensi : asmiode86@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon anatomis tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) terhadap tembaga dan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 4 konsentrasi perlakuan logam Cu yaitu P_0 : 0 mg/L, P_1 : 100 mg/L, P_2 : 200 mg/L dan P_3 : 500 mg/L, dengan 5 ulangan untuk setiap perlakuan. Penelitian ini dilakukan dengan merendam biji bunga matahari kultivar dalam wadah berisi air hangat selama semalam kemudian ditanam pada polybag. Tanaman dipelihara secara intensif hingga berumur 2 minggu setelah tanam dan dilakukan aplikasi Cu. Logam Cu yang digunakan berupa garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Setelah aplikasi Cu, dilakukan pengukuran pertumbuhan tanaman, pembuatan dan pengamatan preparat anatomi akar dan daun menggunakan optilab. Parameter penelitian meliputi parameter anatomis (akar terdiri dari tebal sel epidermis, tebal jaringan korteks, dan tebal berkas pengangkut; daun meliputi tebal sel epidermis atas dan bawah, tebal jaringan palisade, tebal jaringan spons, tebal berkas pengangkut, dan indeks stomata). Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk gambar dan pengukuran akan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan diuji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Cu berpengaruh terhadap anatomi tanaman bunga matahari dengan adanya kerusakan sel-sel epidermis dan korteks akar, penebalan berkas pengangkut akar, sel epidermis atas dan bawah daun, tebal jaringan palisade, jaringan spons, dan penebalan berkas pengangkut pada daun dan stomata daun bertipe fanerofor.

Kata kunci: Anatomi, *Helianthus annuus* L., Tembaga

ABSTRACT

*This study was to evaluate anatomical responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to copper, using a Completely Randomized Design, which 4 treatments concentration of Cu which P_0 : 0 mg/L, P_1 : 100 mg/L, P_2 : 200 mg/L and P_3 : 500 mg/L, with 5 replications for each treatment. This research was done by soaking sunflower seeds cultivar in a container of warm water for overnight and then planted in polybags. Plants reared intensively for two weeks after planting until the Cu application. Cu used in the form of $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ salt. After application of Cu observations of anatomical preparations roots, and leaves using optilab. Parameters studied include anatomical parameters (roots consists of the thickness of epidermal cells, cortex, and vascular bundle; and leaves consist of the thickness of adaxial and abaxial of epidermal cells, palisade, spongy tissue, and vascular bundle, and stomata). The data were presented in the form of picture and quantitative data were statistically analyzed using Analysis of Variance and further tested by Duncan Multiple Range Test with a 95% confidence level. The results showed that the Cu affect on the anatomy of sunflower plant with the damage to the roots epidermal cells and cortex, thickening of the vascular bundle roots, cells of the adaxial and abaxial epidermis of leaves, palisade, spongy tissue, and vascular bundle on the leaves, and stomata.*

Keywords: Anatomy, *Helianthus annuus* L., Copper.

PENDAHULUAN

Tembaga (Cu) merupakan hara mikro esensial yang diperlukan oleh tumbuhan [1]. Logam Cu berperan sebagai kofaktor beberapa enzim tetapi akumulasi Cu yang berlebihan pada jaringan tanaman dapat menjadi racun bagi tanaman [2]. Ambang batas toksisitas Cu pada tanaman telah terbukti sangat bervariasi. Toksisitas logam Cu secara umum menyebabkan efek negatif pada tumbuhan dan dapat mempengaruhi beberapa aspek tumbuhan misalnya aspek morfologi, fisiologis, dan anatomis [3]. Logam Cu dapat menyebabkan terganggunya penyerapan mineral esensial dan pembelahan sel, rusaknya dinding sel, terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas serta polimerasi lignin [4]. Akumulasi Cu pada tanaman dapat menyebabkan klorosis pada daun, pengurangan tingkat fotosintesis, perusakan struktur kloroplas, terganggunya proses transport elektron selama fotosintesis, dan berkurangnya kerapatan kloroplas [5]. Konsentrasi Cu yang berlebihan pada tanaman menyebabkan gejala seperti klorosis dan nekrosis, pengerdilan, dan penghambatan pertumbuhan akar [6].

Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran Cu yaitu dengan menggunakan mekanisme fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknik pembersihan yang melibatkan penggunaan tanaman untuk membersihkan atau menstabilkan lingkungan yang terkontaminasi dari zat kontaminan [7]. Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk penyerapan logam Cu adalah bunga matahari. Tanaman Bunga matahari (*H. annuus* L.) merupakan tumbuhan semusim dari suku kenikir-nikiran (*Asteraceae*) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak [8]. Selain itu, Bunga matahari (*H. annuus* L.) adalah

tanaman yang mengakumulasi beberapa logam, seperti Cd, Cu, dan Zn [9].

METODE PENELITIAN

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2015 sampai Desember 2015 dengan menanam biji bunga matahari (*H. annuus* L.) di *green house* Fakultas Kehutanan UGM. Pembuatan preparat anatomi dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Fakultas Biologi UGM, dan pengukuran kadar logam Cu dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik UGM. Sampel penelitian berupa biji bunga matahari yang berukuran besar yang digunakan sebagai makanan kecil (kuaci) sebanyak 20 sampel tanaman. Logam Cu yang digunakan berupa garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang diaplikasikan dalam 4 perlakuan dengan 5 ulangan.

Persiapan media tanam

Media yang digunakan dalam proses penyemaian benih terdiri dari pasir yang ditempatkan dalam wadah semai dan sudah diberi naungan, sedangkan komposisi media tanam yang digunakan untuk penanaman adalah 2 bagian tanah halus:1 bagian pupuk kompos.

Pembibitan

Sebelum ditanam, biji bunga matahari direndam dalam wadah yang berisi air hangat selama semalam, selanjutnya setiap biji disebar di atas wadah semai yang berisi media pasir secara merata, kemudian di tutup dengan lapisan tipis pasir setebal 1-2 cm, dipelihara hingga tumbuh seragam (umur 2 MST). Bibit tanaman bunga matahari seragam dipindahkan ke dalam polybag berukuran 15x15 cm yang berisi campuran media tanah dan pupuk kompos, dipelihara secara intensif hingga berumur ± 4 minggu.

Penanaman

Setelah bibit berumur $\pm$ 4 minggu, dipindahkan ke dalam polybag berukuran 35x35 cm dengan cara merobek polybag semai dan ditanam pada polybag tersebut. Polybag yang berisi tanamandiberi label sesuai rancangan penelitian. Penyiraman dilakukan sesuai kondisi tanaman.

Aplikasi Cu

Aplikasi Cu dilakukan setelah tanaman mengalami aklimatisasi selama 1 minggu (tanaman berumur $\pm$ 5 minggu). Pada penelitian ini, logam Cu diaplikasikan dalam 4 konsentrasi perlakuan yaitu sebanyak 0, 100, 200, dan 500mg/L dengan 5 ulangan sehingga didapatkan 20 sampel tanaman. Cu yang diaplikasikan berupa garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Garam tersebut dilarutkan dalam aquades sebanyak 1L sesuai konsentrasi dan diberikan 4 kali dalam jangka waktu 2 minggu hingga larutan Cu habis. Larutan Cu sebanyak 250 ml disiramkan ke tanah disekitar tanaman secara hati-hati agar tidak kontak langsung dengan batang tanaman. Pada perlakuan kontrol tidak dilakukan penyiraman garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Pembuatan Preparat Anatomi

Pembuatan preparat melintang akar, dan daun dibuat secara permanen dengan metode penyelubungan parafin [10].

Analisis Data

Data kualitatif berupa deskripsi dan data kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya diuji statistik dengan *oneway* Anova beda nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95% [11].

HASIL PENELITIAN

Respon anatomi tanaman bunga matahari terhadap tembaga pada penelitian ini meliputi akar, dan daun. Hasil pengamatan anatomi akar, dan daun setelah diberi perlakuan tembaga disajikan pada gambar 1 dan 2.

Struktur anatomi akar

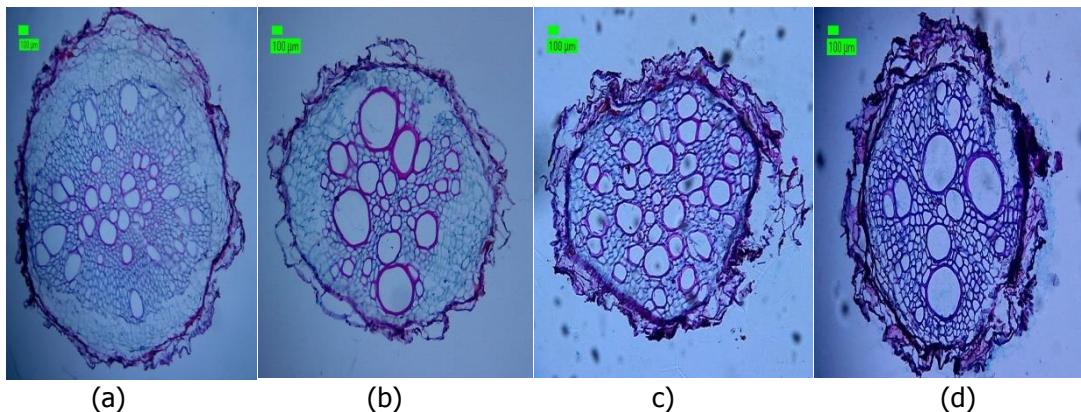
Berdasarkan Gambar 1, akar tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) yang diberi perlakuan Cu menunjukkan perbedaan antar perlakuan. Pada perlakuan kontrol (0 mg/L) dan 100 mg/L, akar *H. annuus* L. terdiri dari jaringan epidermis, korteks, dan berkas pengangkut.

Epidermis akar *H. annuus* L. terdiri dari satu lapis sel, tersusun rapat dan berperan sebagai jaringan pelindung. Disebelah dalam epidermis, terdapat jaringan korteks yang tersusun atas sel-sel parenkim. Lapisan terdalam korteks, merupakan selapis sel yang disebut endodermis. Endodermis terdiri dari sel-sel yang berbentuk silinder uniseriat, dan merupakan batas sebelah dalam korteks akar. Pada perlakuan 100 mg/L. endodermis sudah tidak terlihat. Berkas pengangkut menempati bagian tengah akar yang terdiri xilem dan floem. Sel-sel penyusun xilem berukuran relatif besar dibandingkan dengan jaringan floemnya. Unsur-unsur xilem terdiri dari trakeid, trakea, serat xilem, dan parenkim xilem. Komponen xilem sel-selnya berdinding tebal dan mengalami lignifikasi [12]. Pada perlakuan Cu 200 mg/L dan 500 mg/L, terlihat adanya degradasi dinding sel epidermis, sel-sel korteks yang mengalami perubahan struktur menjadi periderm, serta penebalan pada unsur-unsur xilem. Jaringan epidermis yang terdegradasi disebabkan adanya penebalan pada eksodermis [13]. Adanya Eksodermis di jaringan akar merupakan ciri toleransi tanaman terhadap logam berat [14]. Pada

korteks, sel-selnya mengalami lignifikasi dan perubahan struktur menjadi periderm. Pembentukan periderm merupakan salah satu mekanisme pertahanan tanaman terhadap toksisitas logam berat untuk mengurangi penyerapan logam berat oleh akar. Unsur-unsur xilem berupa trakea mengalami penebalan dinding selnya dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, akar yang diberi perlakuan Cu memiliki trakea yang lebih banyak dalam berkas pengangkut. Jumlah unsur trakea yang banyak menyebabkan berubahnya kapasitas hidrolis yang dapat meningkatkan resiko kerusakan jaringan. Perubahan struktur anatomi tanaman merupakan respon adaptif tanaman sehingga tanaman menjadi toleran terhadap logam berat [13]. Kadar Cu yang tinggi dapat memicu timbulnya ROS (*Reactive Oxygen Spesies*) [15]. ROS merupakan molekul yang sangat reaktif dan dapat menyebabkan kerusakan makromolekul dan mengganggu metabolisme. Aktifnya ROS dapat memicu reaksi

oksidasi yang menimbulkan modifikasi asam amino, protein, membran lipid bahkan DNA sehingga dapat mempengaruhi struktur jaringan. Adanya ROS dapat menyebabkan kerusakan struktur sel [16].

Parameter anatomi akar yang diukur dalam penelitian ini adalah tebal sel epidermis, tebal korteks dan tebal berkas pengangkut. Namun, pada gambar penampang melintang akar (Gambar 1) sel-sel epidermis dan korteks mengalami degradasi akibat diberi perlakuan logam Cu. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa sel-sel epidermis dan korteks pada perlakuan kontrol (0 mg/L) dan perlakuan Cu 100 mg/L masih terlihat bagus sedangkan pada perlakuan Cu 200 mg/L dan 500 mg/L sel – sel epidermis dan korteks mengalami kerusakan dan digantikan dengan sel eksodermis sehingga hanya dilakukan perhitungan kuantitatif pada tebal berkas pengangkut akar.



(Gambar 1). Penampang melintang akar bunga matahari dengan perlakuan Cu.
(a) Cu 0 mg/L. (b) Cu 100 mg/L. (c) Cu 200 mg/L. (d) Cu 500 mg/L.

Berikut data hasil pengukuran anatomi akar tanaman bunga matahari setelah diberi perlakuan Cu (Tabel 1)

Tabel 1. Tebal berkas pengangkut akartanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) dengan Cu 0 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, dan 500 mg/L

Konsentrasi Cu (mg/L)	Tebal Berkas Pengangkut (µm)
0	710,03 ^a
100	916,27 ^b
200	1271,67 ^c
500	1486,63 ^d

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan hasil pengukuran teball berkas pengangkut akar tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) menunjukkan tingginya konsentrasi Cu berpengaruh pada tebal berkas pengangkut akar. Penebalan berkas pengangkut dimungkinkan karena terjadinya penebalan pada trakea. Penebalan dinding pada trakea merupakan mekanisme pertahanan untuk mengurangi rusaknya trakea akibat cekaman logam berat [13].

Struktur anatomi Daun

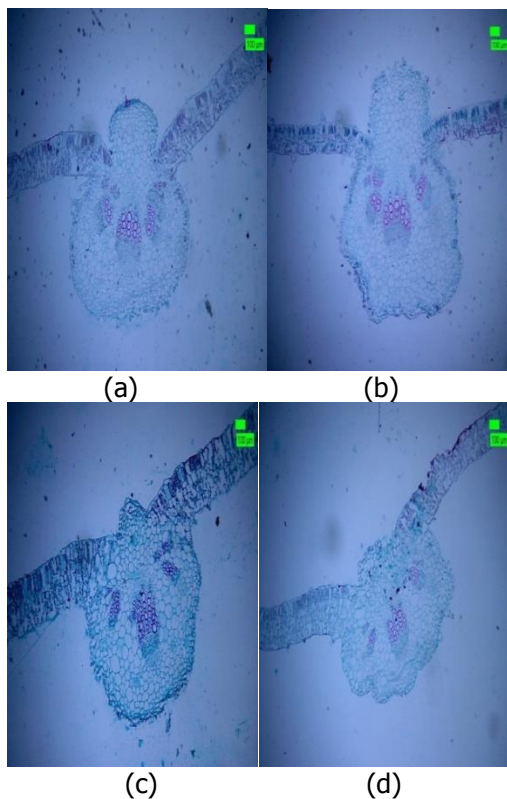
Pengamatan struktur anatomi daun bunga matahari (*H. annuus* L.) yang diberi perlakuan dengan Cu (Gambar 2) secara kualitatif belum menunjukkan adanya perbedaan. Pada penampang melintang daun *H. annuus* L. terlihat jaringan penyusun daun yaitu jaringan pelindung (epidermis dan derivatnya), jaringan dasar (mesofil), jaringan pengangkut (xilem dan floem), dan jaringan penguat yang tersusun atas sel-sel parenkim. Epidermis sebagai jaringan terluar, terdapat pada permukaan adaksial dan abaksial,

masing-masing terdiri dari selapis sel yang tersusun rapat. Mesofil merupakan jaringan dasar diantara epidermis atas dan bawah. Dilihat dari jaringan mesofilnya, jaringan mesofil terdifensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan spons. Jaringan palisade terlihat pada bagian atas dan jaringan spons terletak dibagian bawah. Di bawah jaringan epidermis terdapat jaringan palisade yang berbentuk memanjang dari atas ke bawah. Palisade berbatasan langsung dengan epidermis adaksial, sel-selnya berbentuk memanjang dengan arah vertikal, tersusun sangat rapat dan banyak mengandung kloroplas. Jaringan bunga karang tersusun oleh sel-sel yang tidak teratur, berdinding tipis, tersusun oleh sel-sel dengan banyak ruang antar sel diantaranya dan mempunyai kloroplas lebih sedikit dibandingkan dengan palisade [12].

Dilihat dari susunan mesofil yang demikian ini, maka daun *H. annuus* L. termasuk tipe dorsiventral, dimana letak jaringan palisade hanya terdapat pada sisi adaksial (bagian daun yang lebih dekat dengan ruas diatasnya dan biasanya menghadap ke atas). Berkas pengangkut dijumpai pada tulang daun, terdiri atas xilem di bagian adaksial dan floem di sebelah abaksial. Berkas pengangkut yangdemikian ini termasuk tipe kolateral terbuka. Fungsi tulang daun sangat penting karena mengangkut air dan zat hara dari tanah dan menyebarkan hasil fotosintesis ke bagian tubuh yang lain sehingga struktur jaringan pengangkut harus mencapai semua sel mesofil yang terlibat dalam fotosintesis. Bagian dalam jaringan pengangkut, terdapat sel-sel parenkim yang terdapat dekat tulang daun dengan susunan yang kurang teratur. Pada struktur dan perkembangan daun, dijumpai derivat epidermis berupa stomata dan trikoma yang dijumpai pada epidermis adaksial

dan epidermis abaksial. Stomata berfungsi sebagai jalan pertukaran gas pada tubuh tumbuhan untuk mengatur besarnya transpirasi.

Berdasarkan gambar 2, trikoma pada daun *H. annuus* L. ini merupakan trikomanon glanduler yang masing-masing tersusun atas satu sel atau lebih yang berbentuk memanjang. Trikoma berfungsi sebagai rambut pelindung maupun rambut kelenjar yang banyak terdapat pada permukaan daun [17]. Berikut hasil pengamatan anatomi daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) setelah diberi perlakuan Cu:



Gambar 2. Penampang melintang daun bunga matahari (a) Cu 0 mg/L, (b) Cu 100 mg/L, (c) Cu 200 mg/L, (d) Cu 500 mg/L.

Berikut ini adalah data hasil pengukuran tebal sel epidermis atas dan epidermis bawah daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) setelah diberi perlakuan Cu:

Tabel 2: Tebal sel epidermis atas dan epidermis bawah daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) dengan konsentrasi Cu 0 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, dan 500 mg/L.

Konsentrasi Cu (mg/L.)	Tebal Sel Epidermis Atas (μm)	Tebal Sel Epidermis Bawah (μm)
0	81,93 ^a	72,57 ^a
100	92,27 ^a	75,10 ^a
200	110,17 ^b	88,27 ^b
500	106,80 ^b	88,20 ^b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan Tabel 2, memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan tebal sel epidermis atas dan bawah daun secara signifikan. Tebal sel epidermis atas dan bawah menunjukkan peningkatan ketebalan sel seiring dengan tingginya konsentrasi Cu. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) yang ditanam pada media yang mengandung logam Cu mengalami penebalan dinding sel epidermis akibat adanya logam Cu yang terakumulasi pada daun. Dalam hal ini, penebalan dinding sel epidermis dimungkinkan untuk mengurangi penguapan, sebab tanaman yang banyak menyerap logam berat, penyerapan airnya akan berkurang sehingga akan berpengaruh pada proses fotosintesis. Logam berat akan memicu peningkatan ketebalan dinding sel pada jaringan epidermis untuk melindungi kerusakan sel dan penguapan air [18]. Penebalan sel epidermis atas dan bawah yang disebabkan adanya logam berat untuk mencegah translokasi logam berat pada jaringan fotosintetik [19].

Berikut adalah data hasil pengukuran tebal sel palisade dan sel spons setelah diberi perlakuan Cu:

Tabel 3: Tebal sel palisade dan sel spons tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) dengan konsentrasi Cu 0 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, dan 500 mg/L.

Konsentrasi Cu (mg/L)	Tebal Jaringan Palisade (μm)	Tebal Jaringan Spons (μm)
0	513,40 ^b	379,73 ^d
100	395,40 ^a	352,73 ^c
200	346,07 ^a	247,90 ^a
500	358,10 ^a	289,37 ^b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan tabel 3, baik jaringan palisade dan jaringan spons yang diberi perlakuan Cu mengalami perbedaan yang signifikan dengan perlakuan kontrol dan mengalami penurunan tebal jaringan palisade dan spons. Kerusakan yang terjadi pada mesofil daun akibat bahan pencemar akan terjadi terutama pada jaringan palisade, hal ini akan memberi dampak yang paling besar terhadap kegiatan fotosintesis yang dilakukan tumbuhan. Semakin banyak konsentrasi Cu yang diberikan akan mengakibatkan jaringan mesofil mengalami kerusakan karena jaringan palisade yang seharusnya menjadi tempat berlangsungnya fotosintesis menjadi tempat penimbunan logam berat yang bersifat toksik sehingga dapat mempengaruhi fungsi jaringan palisade pada tanaman tersebut.

Pada dasarnya, semua jenis pencemar baik yang berupa logam berat maupun gas akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Adanya pengaruh logam berat pada daun akan

mempengaruhi proses fotosintesis dan mempengaruhi proses metabolisme dalam sel [16]. Salah satu sel yang terkena pengaruh logam berat pada daun adalah sel parenkim yang menyusun jaringan palisade dan jaringan spons. Adanya logam berat pada jaringan palisade dan spons akan merusak kloroplas dan akan berdampak pada proses fotosintesis dan mengakibatkan daun menjadi klorosis [20].

Berikut adalah data hasil pengukuran tebal berkas pengangkut daun setelah diberi perlakuan Cu:

Tabel 4: Tebal berkas pengangkut daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) dengan konsentrasi Cu 0 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, dan 500 mg/L.

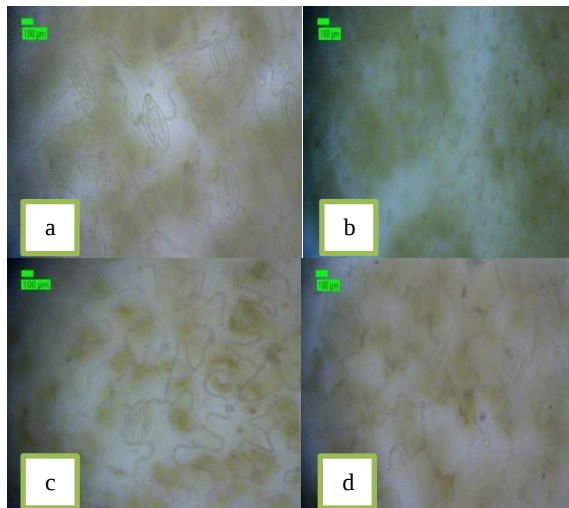
Konsentrasi Cu (mg/L)	Tebal Berkas Pengangkut (μm)
0	459,10 ^a
100	448,07 ^a
200	653,17 ^c
500	561,93 ^b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf signifikansi 5%.

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata perlakuan Cu terhadap tebal berkas pengangkut. Hal ini berarti terdapat perubahan yang signifikan terhadap perubahan tebal berkas pengangkut pada daun bunga matahari (*H. annuus* L.). Tanaman yang terpapar logam berat akan mengalami penebalan berkas pengangkut pada dinding selnya sebagai respon untuk menghadapi logam berat [13]. Penebalan berkas pengangkut dikarenakan adanya penebalan pada dinding trakea akibat adanya respon Cu yang terserap melalui xilem. Trakea merupakan unsur xilem yang berfungsi sebagai saluran

transportasi air dan mineral yang utama. Cu di dalam tubuh tanaman ditranslokasikan melalui xilem, dalam bentuk berikatan dengan asam amino yang berbeda pada tiap spesiesnya [21].

Somata daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) setelah diberi perlakuan Cu disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Stomata daun tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.): S = Stomata, a. Perlakuan kontrol (0 mg/L.), b. Perlakuan Cu 100 mg/L., c. Perlakuan Cu 200 mg/L., d. Perlakuan Cu 500 mg/L

Berdasarkan gambar 3, stomata daun bunga matahari ibelum menunjukkan perbedaan antar perlakuan. Stomata merupakan lubang atau celah yang terdapat pada epidermis organ tumbuhan berwarna hijau yang dibatasi oleh sel khusus yang disebut sel penutup. Sel penutup dikelilingi oleh sel-sel yang bentuknya sama atau berbeda dengan sel-sel epidermis lainnya dan disebut sel tetangga [17]. Sel penutup banyak mengandung kloroplas, sehingga disini dapat berlangsung fotosintesis. Letak stomata pada epidermis bermacam-macam, ada yang sama tinggi dengan permukaan epidermis disebut fanerofor dan ada yang menonjol atau tenggelam di bawah sel epidermis yang disebut

kriptofor. Dengan adanya stomata maka dimungkinkan ada hubungan antara bagian dalam tubuh tumbuhan dengan dunia luar. Hal ini sangat berguna untuk proses fotosintesis, pernafasan, dan penguapan. Berdasarkan gambar 3, stomata tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.) bertipe fanerofor.

SIMPULAN

Pemberian Cu berpengaruh terhadap respon anatomis tanaman bunga matahari (*H. annuus* L.). Pengaruh Cu terhadap anatomii tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) antara lain adanya penebalan pada berkas pengangkut pada akar, tebal sel epidermis, atas dan bawah daun, tebal jaringan palisade dan spons, tebal berkas pengangkut pada daun, serta stomata *Helianthus annuus* L. bertipe fanerofor.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Salisbury, F. B., and Ross, C.W. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. ITB, Bandung.
- [2] Fernandes, J. C., Henriques, F. S., 1991. Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants. *Botanical Review*, 57: 246–273.
- [3] Muliadi, D., Lestiamy, Yanny., Sumarna, S. 2013. *Fitoremediasi: Akumulasi dan Distribusi logam berat nikel, cadmium, dan chromium dalam tanaman Ipomea reptana*. Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Sumatera barat.
- [4] Mahmood, T., Islam, K. R., Muhammad, S. 2007. Toxic effects of heavy metal on early growth and tolerance of cereal crops. *Pakistan Journal of Botany*, 39: 451-462.
- [5] Lahuddin, 2007. *Aspek Unsur Mikro Dalam Tanah*. Pidato

- Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap. Universitas Sumatra Utara.
- [6] Yruela, I. 2005. Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17: 145-156.
- [7] Jadia, C. D., and Fulekar, M. H. 2009. Phytoremediation of heavy metals: Recent techniques. *African Journal of Biotechnology*, 8: 921-928.
- [8] Haryana, H. A., 2007. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [9] Saidi, I., Nawel, N., Djebali, W. 2014. Role of selenium in preventing manganese toxicity in sunflower (*H. annuus* L.) seedling. *South African Journal of Botany*, 94: 88-94.
- [10] Ruzin, S. E. 1999. *Plant microtechnique and microscopy*. Oxford University Press, London.
- [11] Gomez, K. A., and Gomez A. A. 2010. *Prosedur statistik untuk penelitian pertanian*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [12] Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. UGM Press, Yogyakarta.
- [13] Gomez, M. P., Marques, T. C. L. L. S. M., Nogueira, E. M., De castro, E. M., Soares, A. M. 2011. Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Bracharia decumbens*. *Journal Science Agricultural*, 68: 566-573.
- [14] Lux, A. A., Sotnikova, A., Opatrna, J., Greger, M. 2004. Differences in struture of adventitious roots in *Salix* clones with contrasting characteristics of cadmium accumulation and sensitivity. *Physiologia Plantarum*, 120: 537-545.
- [15] Boojar, M., Goodarzi, F. 2007. The copper tolerance strategies and the role of antioxidative enzyme in tree plant species grown on copper mine. *Chemosphere*, 67: 2138-2147.
- [16] Sebastiani, L., Francini, A., Romeo, S., Ariani, A., Minocci, A. 2014. *Heavy metals stress on poplar : molecular and anatomical modifications*. Springer, Italy.
- [17] Nugroho, L. H., Purnomo., Sumardi, I. 2010. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Penebar swadaya, Depok.
- [18] Al-Saadi, S. A. A. M., Al-Asadi, W. M., Al-Waheeb, A. N. H. 2013. The effect of some heavy metals accumulation on physiological and Anatomical characteristic of some *Potamogeton* L. plant. *Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 1: 100-108.
- [19] Setia, R.C., and Bala, R. 1994. Anatomical Changes in root and stem of wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to different heavy metals. *Phytomorphology*, 44: 95-104.
- [20] Panou-Filothou, H., Bosabalidis, A. M., 2004. Root structural aspects associated with copper toxicity in oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*). *Plant Science*, 166: 1497-1504.
- [21] Fernandes, J. C., Henriques, F. S., 1991. Biochemical, physiological, and structural effects of excess copper in plants. *Botanical Review*, 57: 246-273.