

Aplikasi Mikoriza *Glomus fasciculatum* dan *Glomus mosae* dengan Tumbuhan *Sorghum bicolor* dalam Penyerapan Cr VI

Mycorrhizae Applications of *Glomus fasciculatum* and *Glomus mosae* with *Sorghum bicolor* in the Absorption of Cr VI

Vini Kurnia Ramadhani*, Sri Kasmiyati, Susanti Pudji Hastuti

Fakultas Biologi/Universitas Kristen Satya Wacana,
Jl. Diponegoro No. 52-60, Salatiga, Indonesia

*Corresponding author: Viniramadhani@yahoo.co.id

Abstract: Chromium is a non-essential metal which is highly toxic to microorganisms and plants. One of the efforts to improve the productivity of the soil is done by inoculating the microorganisms in the soil, that is with using mycorrhizal fungi. *Sorghum bicolor* is a plant that quite often found in Indonesia and resistant to heavy metals, for the example is chromium. Research of the mycorrhizal association of *Glomus fasciculatum* or *Glomus mosae* with plants in reducing heavy metal contamination has been done, but the mechanism of resistance to heavy metals Cr VI in *Sorghum bicolor* which associated with mycorrhizal fungi *Glomus mosae* and *Glomus fasciculatum* has not been explained yet. The study was conducted experimentally using a randomized block design with three treatment concentrations of Cr VI (0 ppm, 5 ppm, 10 ppm) and 3 treatment of mycorrhiza (without mikoriza; *Glomus mosae*; *Glomus fasciculatum*). Each treatment was made 5 replications. Plants kept in polybags arranged randomly. The study was conducted for one month, and the data were analyzed with ANOVA analysis with SPSS applications. The study aims to compare the effect of giving mycorrhizal *Glomus fasciculatum* and *mosae* to plant *Sorghum bicolor* on media contaminated with heavy metals chromium in various concentrations. The results showed that *G.mosae* and *G.fasciculatum* can increase plant tolerance to heavy metals. The presence of mycorrhizae cause the concentration of Cr VI is lower than in the absence of mycorrhiza on *S.bicolor*. There are significant differences between treatments without giving mycorrhiza and giving mycorrhiza ($P \leq 0.05$). *G. fasciculatum* symbiotic with *S.bicolor* be able to reduce Cr VI more than *G.mosae* although the leaves has not significant difference.

Keywords: *Sorghum bicolor*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus mosae*, Cr VI, Philips dan Hayman.

1. PENDAHULUAN

Kromium merupakan logam non-esensial yang sangat beracun bagi mikroorganisme dan tanaman. Kromium merupakan salah satu senyawa yang banyak digunakan secara luas di industri-industri yang ada di Indonesia. Oleh karena penggunaan industrinya yang luas, kromium (Cr) menjadi salah satu masalah pencemaran yang serius. Bentuk heksavalen dari logam kromium (Cr VI), dianggap lebih beracun dan bersifat *mobile*, sedangkan Cr (III) dianggap lebih kurang beracun (Duncam *et al*, 2007). Di Indonesia, Cr VI adalah masalah utama yang muncul pada wilayah pertanian yang ada di sekitar daerah industri yang menggunakan senyawa Cr. Hal tersebut menyebabkan dampak negatif yang besar pada produktivitas tanaman, dikarenakan tanaman tersebut beracun. Salah satu upaya dalam penanganan toksisitas Cr VI adalah dengan mengubahnya menjadi Cr III sehingga akan menurunkan mobilitas kromium yang ada di lingkungan.

Tanaman yang tumbuh pada tingkat kromium yang tinggi menunjukkan beberapa rangkaian efek negatif, seperti berkurangnya kandungan klorofil, protein, serta berkurangnya kemampuan fotosintesis yang menyebabkan rendahnya produktivitas tanaman

hingga menyebabkan kematian. Upaya peningkatan produktivitas tanah salah satunya dapat dilakukan dengan cara menginokulasikan mikroorganisme ke dalam tanah, yaitu dengan pemanfaatan jamur mikoriza. Mikoriza merupakan gabungan simbiotik dan mutualistik antara cendawan bukan patogen dengan sel korteks dan epidermis pada akar tanaman (Selvaraj, 2006).

Simbiosis mikoriza dengan akar tanaman mempunyai peran sebagai konektor dari akar dengan lingkungan yang ada di sekitarnya. Secara umum, faktor seperti kondisi tanah, interaksi akar dengan tanah, tekanan turgor, menyebabkan pertumbuhan akar dan perpanjangan batang. Kehadiran AMF (*Arbuskular Mycorizal Fungi*) menyebabkan tanaman inang tumbuh lebih efisien. Perpanjangan jaringan AMF membuat jamur membantu dalam meningkatkan pengambilan nutrisi pada tanaman dengan meningkatkan struktur tanah secara langsung. Hal tersebut membantu tumbuhan untuk dapat hidup dibawah kondisi stres, seperti kekeringan, salinitas, tektur tanah serta kontaminasi logam berat. Selain itu, mikoriza juga membantu akar tanaman meningkatkan penyerapan unsur hara dengan meningkatkan luas permukaan akar yang efektif menyerap unsur hara. AMF memproduksi glikoprotein dinamakan



glomalin. Glomalin menyebabkan AMF membentuk struktur yang stabil dengan tanaman inang. Di bawah kondisi stres, AMF menyeimbangkan pertumbuhan tanaman dengan beberapa mekanisme seperti memperbanyak germinasi dan pertumbuhan fungi atau menambah permeabilitas dari sel akar, sehingga menghasilkan peningkatan dalam hal penyerapan air dan nutrisi (Artursson *et al.*, 2006).

Beberapa jenis tanaman dapat hidup di area tercemar logam berat karena kemampuannya dalam mengakumulasi logam berat yang cukup tinggi (Tosepu, 2012). Tanaman *Sorghum bicolor* adalah salah satu tumbuhan yang cukup banyak dijumpai di Indonesia dan cukup resisten terhadap logam berat salah satunya adalah Kromium. Penelitian sebelumnya didapatkan jika *Sorghum* masih dapat hidup pada konsentrasi Cr VI sebesar 10 ppm (Chaudhry, 1998).

Penelitian mengenai asosiasi mikoriza dengan tanaman dalam mengurangi cemaran logam berat sudah banyak dilakukan, *review* oleh Atimanav Gaur dan Alok Adholeya (2004) menyebutkan jika *Glomus fasciculatum* telah diteliti dan mampu resisten terhadap logam berat Zinc (Zn) dengan tanaman inang *A. Capillaris* dan *Zea mays*. Pada *Glomus mosae* mampu resisten terhadap logam berat Cd, Zn, Pb dan Cu dengan inang *Trifolium repens*, *Trifolium subterraneum*, *Allium porrum*, *Phaseolus vulgaris* dan *Sorghum bicolor*. Mekanisme resistensi Cr pada tanaman *Sorghum bicolor* yang berasosiasi dengan jamur mikoriza *Glomus fasciculatum* dan *Glomus mosae* belum dijelaskan. Pengamatan jika *Sorghum* yang merupakan akumulator Cr tinggi membuat tanaman ini model yang cocok untuk analisis mekanisme resistensi Cr, selain itu *Sorghum bicolor* digunakan sebagai tanaman uji mengingat bahwa tanaman ini memiliki siklus hidup dan pertumbuhan yang cepat serta dapat menjadi inang bagi jamur mikoriza.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengaruh dari pemberian mikoriza *Glomus fasciculatum* dan *Glomus mosae* terhadap tanaman *Sorghum bicolor* pada media yang tercemar logam berat Kromium dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Parameter yang digunakan adalah pertumbuhan tanaman, infeksi mikoriza dan penyerapan Cr VI pada tanah, akar dan pucuk daun.

2. METODE

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan 5 kali pengulangan dan 9 jenis perlakuan (3 perlakuan konsentrasi dan 3 perlakuan pemberian mikoriza). Tanaman yang digunakan adalah *S. bicolor* varietas UPCA yang telah diseleksi, jenis mikoriza yang digunakan adalah *G.fasciculatum* dan *G. mosae*. Perlakuan konsentrasi Cr VI yang diberikan adalah 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

2.1 Perkecambahan *Sorghum bicolor*

Biji *Sorghum* yang memiliki ukuran yang sama dipilih kemudian direndam di dalam air selama satu

hari. Setelah satu hari, biji *Sorghum* kemudian dikecambahkan pada wadah yang beralaskan dengan kertas merang dan diberi air hingga kertas merang basah. Tempat perkecambahan ditutup dengan plastik hitam untuk mempercepat proses perkecambahan. Perkecambahan dilakukan selama ± 1 minggu.

2.2 Persiapan Media Tumbuh

Media tumbuh *Sorghum* berupa pasir sungai yang telah dicuci dengan air hingga lumpur hilang. Pasir sungai masing masing seberat 5 kg dimasukkan kedalam plastik dan disterilisasi dengan *autoclave* pada tekanan 15 psi selama 1 jam (Sangwan, 2013). Media tumbuh *Sorghum* yang digunakan adalah sebanyak 500 gram pasir per *polybag*.

2.3 Penambahan Cr VI

Cr VI diambil dari senyawa $K_2Cr_2O_7$ ditambahkan pada media pasir dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Perlakuan yang diberikan adalah 0 ppm; 5 ppm dan 10 ppm. Setiap perlakuan, diulang sebanyak 5 kali. Cr VI yang diberikan ke media tumbuh dalam bentuk larutan (dengan pelarut akuades) sebagai penyiraman pertama sebanyak 50 ml tiap 500 gram pasir. Pemberian Cr VI hanya dilakukan di awal, tanaman tidak disirami dengan Cr VI setiap harinya. Masing-masing perlakuan didiamkan selama 3 hari sebelum dilakukan penanaman *Sorghum*.

2.4 Penanaman *Sorghum bicolor*

Sorghum yang telah berkecambah dipindah ke media pasir, ditumbuhkan selama 3 hari. *Sorghum* yang memiliki tinggi yang sama dan kondisi fisik yang baik digunakan sebagai tanaman uji, dipilih dan dipindahkan ke dalam *polybag* yang telah ditambah dengan Cr VI berbagai perlakuan.

2.5 Inokulasi Mikoriza

Sorghum bicolor yang telah ditanam pada media yang terkontaminasi dengan Cr VI dilakukan inokulasi mikoriza. Jenis mikoriza yang digunakan adalah *Glomus fasciculatum* dan *Glomus mosae*. Masing-masing perlakuan mikoriza diberikan 25 gram mikoriza disekitar daerah perakaran pada masing-masing perlakuan konsentrasi Cr VI (Aprilia, 2013).

2.6 Perlakuan dan Pemeliharaan

Pemeliharaan selama perlakuan dilakukan selama 30 hari. Selama perlakuan, tanaman-tanaman dilakukan penyiraman dengan air sebanyak 20 ml setiap hari, setelah 1 bulan, dilakukan pengamatan dari parameter yang diberikan.



2.7 Paramaeter Pengamatan

Tinggi tanaman, jumlah daun dan morfologi daun diamati secara visual, untuk tinggi tanaman dilakukan pengukuran dengan menggunakan mistar.

Pengamatan mikoriza dilakukan dengan metode Philips dan Hayman (1970). Akar tanaman dipotong ± 1 cm, lalu dicuci bersih dengan akuades, kemudian direndam dalam botol vial yang berisi KOH 10 % selama 5 hari. Akar tersebut selanjutnya dipindah ke dalam botol vial yang berisi akuades dan 10 tetes asam laktat. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Akar dikeluarkan dan dicuci dengan akuades, selanjutnya direndam dalam larutan laktogliserol dan trypanblue 0,05 %, selama 1-2 menit. Kemudian dimasukkan dalam botol vial yang berisi gliserol. Akar yang telah diwarnai, diambil secara acak, dipotong sepanjang 1 cm, lalu disusun berderet pada *object glass* sebanyak 30 akar kemudian diamati pada mikroskop. Persentase akar yang terinfeksi dihitung berdasarkan rumus:

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\text{jumlah contoh akar yang terinfeksi}}{\text{jumlah seluruh contoh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Analisis Cr VI dilakukan dengan metode kolometri *diphenylcarbazide*. Pada media pasir, pengukuran kandungan Cr VI dilakukan dengan menimbang 5 gram media pasir kemudian dilarutkan dalam 50 ml larutan mengandung 5mM KH_2PO_4 dan 50mM K_2HPO_4 (buffer phospat), setelah itu *dishaker* selama 24 jam pada kecepatan 120 rpm. Suspensi yang didapatkan disaring dengan kertas saring dan kemudian *disentrifuge* selama 10 menit pada kecepatan 3500 rpm. Supernatan diambil 5 ml, ditambah H_2SO_4 pekat sebanyak 0,02 ml dan 0,1 ml *diphenilkarbazide* 0,5%, diinkubasi selama 15 menit. Larutan kemudian dilihat pada panjang gelombang 540 nm.

Pengukuran Cr VI pada tanaman dilakukan setelah tanaman dicuci dan dioven kering pada suhu 70°C selama 2 hari. Setelah itu, sampel tumbuhan yang telah kering ditumbuh halus dan ditambah HNO_3 dan HClO_4 dengan perbandingan 4:1 (v/v). Hasil yang didapat kemudian *disentrifuge* selama 10 menit pada kecepatan 3500 rpm. Supernatan diambil 5 ml, ditambah H_2SO_4 pekat sebanyak 0,02 ml dan 0,1 ml *diphenilkarbazide* 0,5%, diinkubasi selama 15 menit. Larutan kemudian dilihat pada panjang gelombang 540 nm. Konsentrasi Cr VI dihitung dengan kurva standar Cr VI.

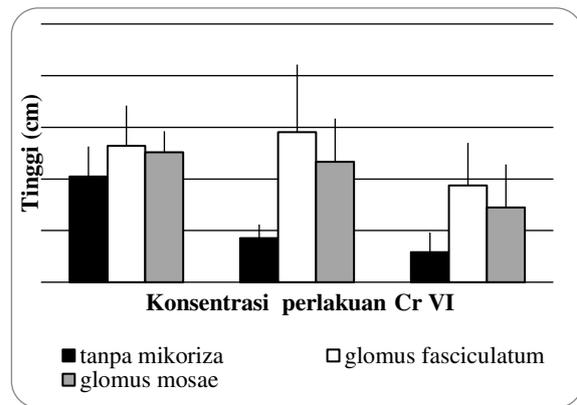
2.7 Analisis Data

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Data yang diperoleh diperiksa normalitas (uji Levine) dan homogenitas ragam (Uji saphiro-Wilk). Kemudian data dianalisis dengan analisis ANOVA Analisis Varian (ANOVA) dilakukan dengan $n=5$ dan taraf pengujian 5%. Analisis data dilakukan dengan program SPSS 16.0 for windows.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pertumbuhan *S.Bicolor*

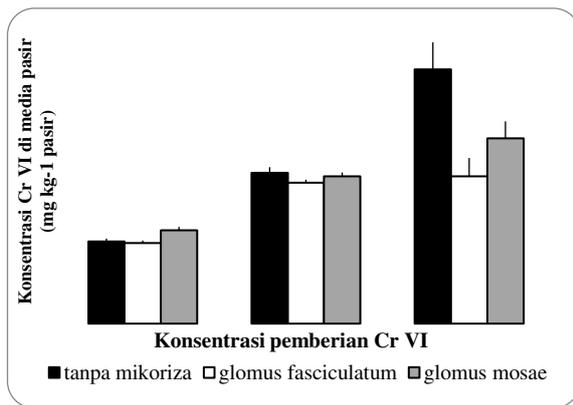
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tinggi *S.bicolor* berbanding terbalik dengan penambahan konsentrasi Cr VI yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, penambahan tinggi dari *S.bicolor* cenderung menurun. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan tanpa pemberian mikoriza dan pemberian mikoriza ($P \leq 0,05$). Tidak terdapat beda signifikan dari perlakuan antara pemberian mikoriza *G.fasciculatum* dan *G.mosae*.



Gambar 1. Perbedaan tinggi *S. bicolor* yang ditumbuhkan di media tercemar Cr VI konsentrasi 0 ppm, 5ppm dan 10 ppm dengan pemberian mikoriza *G.fasciculatum* dan *G.mosae*.

Penambahan Cr menyebabkan pertumbuhan tanaman dari *S.bicolor* terhambat. Semakin tinggi konsentrasi Cr VI yang diberikan akan memberikan efek menghambat pertumbuhan tanaman karena penyerapan nutrient seperti H, N, Ca, K, P, Mg, Cu, Fe, B, Cl dan juga Zn akan terhambat (Shanker et al. 2005). Penambahan mikoriza dilakukan untuk meningkatkan upaya dalam penyerapan nutrient yang dibutuhkan oleh tanaman. *G.fasciculatum* dan *G.mosae* merupakan jenis mikoriza yang resisten terhadap logam berat Cd, Zn, Cu, Cr. Simbiosis antara mikoriza dan akar tanaman dapat meningkatkan penyerapan nutrient, sehingga asupan nutrient dari akar menuju bagian tanaman lainnya dapat ditingkatkan. Dalam hal pertumbuhan tanaman, penambahan konsentrasi Cr yang diberikan mempunyai beda yang signifikan signifikan ($P \leq 0,05$), makin tinggi konsentrasi akan menghambat pertumbuhan tanaman *S.bicolor*. Namun, penambahan mikoriza jenis *G.fasciculatum* dan *G.mosae* tidak memberikan efek yang signifikan terhadap pertumbuhan *S.bicolor*. Kedua jenis mikoriza tidak mempunyai efek yang signifikan signifikan ($P \geq 0,05$)

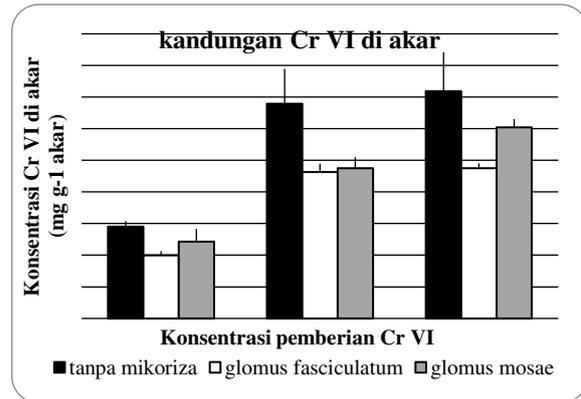
3.2. Kandungan Cr VI



Gambar 2. Kandungan Cr VI pada media pasir tanpa pemberian mikoriza (biru), pemberian mikoriza *G.fasciculatum* (merah) dan *G.mosae* (hijau) pada media tercemar Cr VI dengan konsentrasi berbeda-beda.

Kandungan Cr pada media pasir memiliki kandungan Cr VI yang yang tinggi seiring bertambahnya konsentrasi Cr VI yang diberikan, hal ini disebabkan karena pada pasir tidak terjadi proses untuk mengubah Cr VI. Terdapat beda signifikan ($P \leq 0,05$) pada setiap konsentrasi yang diberikan (0 ppm; 5ppm; 10ppm). Penambahan mikoriza dapat membantu penurunan kandunagn Cr VI yang ada pada media pasir. Terjadi perbedaan yang signifikan dengan adanya penambahan mikoriza. Mikoriza dapat membantu menurunkan kandunagn Cr VI yang ada pada media pasir, hal ini diduga disebabkan karena mikoriza yang bersimbiosis dengan akar mampu menyerap, memproses ataupun mentranslokasikan Cr VI yang ada pada media pasir, dibawa masuk oleh sel-sel akar dan di transformasi ataupun ditranslokasikan ke bagian tanaman lainnya sehingga kandungan Cr VI pada media pasir akan lebih berkurang. Pada perlakuan 0ppm, terdeteksi adanya kandungan Cr, hal ini disebabkan karena dalam mengekstraksi, terdapat partikel yang tidak mampu larut sepenuhnya terutama media mikoriza yang menyebabkan hasil ekstraksi tidak sejernih akuades.

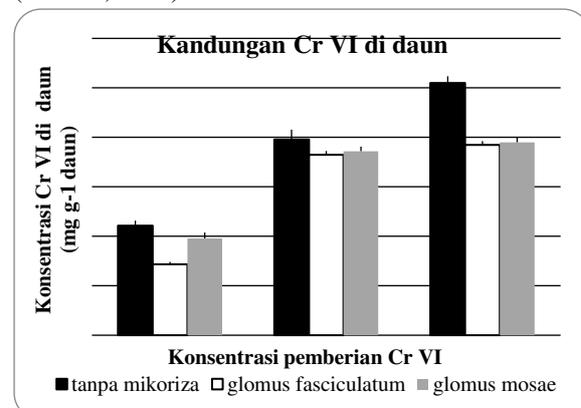
Pemberian mikoriza jenis *G.fasciculatum* lebih mampu mengurangi kandungan Cr VI pada media pasir dibandingkan dengan pemberian mikoriza jenis *G.mosae*. Mikoriza jenis *G.fasciculatum* lebih efektif dalam penyerapan logam berat jenis Cr dan lebih tahan stress dibandingkan jenis *G.mosae*.



Gambar 3. Kandungan Cr VI pada akar tanpa pemberian mikoriza (biru), pemberian mikoriza *G.fasciculatum* (merah) dan *G.mosae* (hijau) pada media tercemar Cr VI dengan konsentrasi berbeda-beda.

Bagian pada tanaman merupakan faktor kunci dalam mengakumulasi logam berat. Cr VI terakumulasi paling banyak pada organ akar. Hal ini diduga disebabkan karena akar merupakan bagian tanaman yang paling dekat dan berhubungan langsung dengan Cr, sehingga akar akan beradaptasi dan mengembangkan mekanisme pertahanan terhadap logam berat dan meminimalisir agar Cr tidak terdistribusi terlalu banyak ke organ tanaman yang lain. Cr VI yang terdistribusi ke bagian daun merupakan upaya agar beban toksisitas yang diterima akar tidak terlalu tinggi dan agar tanaman tidak mati. Penelitian Zhang *et al* (2009) menggunakan tanaman *L. Hexandra* menunjukkan akumulasi Cr paling besar terdapat pada akar.

Bagian penting tanaman yang berperan dalam penyimpanan senyawa yang bersifat toksik adalah vakuola. Dengan cara mengimobilisasi Cr pada sel-sel vakuola di akar cekaman oksidatif akan mampu diturunkan. Membran plasma juga mempunyai peran dalam meminimalisir masuknya Cr kedalam tanaman. Mekanismenya adalah dengan mereduksi aliran masuk logam yang melewati membrane plasma. (Manara, 2012)

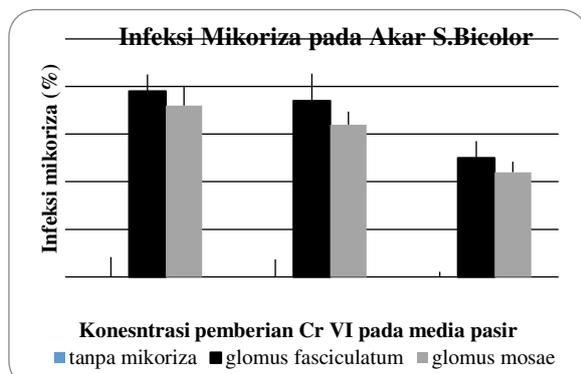


Gambar 4. Kandungan Cr VI pada daun tanpa pemberian mikoriza (biru), pemberian mikoriza *G.fasciculatum* (merah) dan *G.mosae* (hijau) pada media tercemar Cr VI dengan konsentrasi berbeda-beda.

Kandungan Cr VI yang ada pada daun memiliki kandungan Cr paling sedikit daripada bagian lain. Karena Cr telah diminimalisir penyebarannya ke bagian lain dan diimobilisasi pada bagian akar. Selain itu, mekanisme fisiologis tanaman yang mampu mereduksi Cr VI menjadi Cr III menyebabkan kandungan Cr VI pada daun sangat kecil.

Kandungan Cr VI di daun Penambahan mikoriza pada masing-masing perlakuan dapat menurunkan kandungan Cr VI baik pada media pasir, pada akar ataupun pada daun. Kandungan Cr VI terbanyak terdapat pada perlakuan 10 ppm Cr VI pada organ akar (Terdapat 0,06 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. mosae* dan 0,05 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. fasciculatum*), kemudian pada media pasir (Terdapat 0,05 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. mosae*, dan 0,04 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. fasciculatum*) dan terakumulasi paling sedikit di bagian daun (Terdapat 0,04 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. mosae*, dan 0,038 mg Cr VI kg⁻¹ pada *G. fasciculatum*). Terdapat perbedaan yang signifikan kandungan Cr VI di akar dan di media pasir pada perlakuan media tercemar Cr VI 5 ppm dan 10 ppm tanpa mikoriza dan pemberian mikoriza. Pemberian mikoriza dapat menurunkan kandungan Cr VI yang ada. *G. fasciculatum* yang bersimbiosis dengan *S.bicolor* lebih mampu mereduksi Cr VI lebih banyak dari pada *G.mosae* walaupun pada akar dan daun tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

3.3. Infeksi Mikoriza



Gambar 5. Infeksi mikoriza *G. fasciculatum* dan *G.mosae* pada *S.bicolor* yang tercemar Cr VI.

Tidak ditemukan adanya infeksi mikoriza pada perlakuan kontrol tanpa dilakukannya inokulasi. Perhitungan infeksi mikoriza dilakukan dengan metode metode Philips dan Hayman, dimana mikoriza diwarnai dengan *tryphan blue*. Mikoriza akan terdeteksi dan memberikan warna biru pada struktur vesikular akar yang bereaksi dengan *tryphan blue*. Hifa internal juga akan terdeteksi karena hifa tersebut menyerap *tryphan blue* sehingga persentase infeksi mikoriza dapat dihitung.

Infeksi mikoriza pada akar *S.bicolor* dengan *G.fasciculatum* lebih banyak dari pada *G.mosae*. Peningkatan konsentrasi Cr VI menurunkan jumlah infeksi mikoriza pada akar *S.bicolor* di kedua jenis mikoriza. Media pasir yang terkontaminasi oleh Cr menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Cr

menyebabkan penurunan kolonisasi mikoriza baik pada *G. fasciculatum* ataupun pada *G.mosae*. Penelitian Chao dan wang (1990) menyimpulkan penurunan infeksi mikoriza pada *Zea mays* merupakan konsekuensi dari penambahan logam berat jenis Zn.

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *G.mosae* dan *G.fasciculatum* dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap logam berat Cr. penambahan tinggi *S.bicolor* berbanding terbalik dengan penambahan konsentrasi Cr VI yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, penambahan tinggi dari *S.bicolor* cenderung menurun. Penambahan mikoriza pada masing-masing perlakuan dapat menurunkan kandungan Cr VI baik pada media pasir, pada akar ataupun pada daun. Kandungan Cr VI terbanyak terdapat pada perlakuan 10 ppm Cr VI pada organ akar. Adanya mikoriza menyebabkan konsentrasi Cr VI lebih rendah dibandingkan tanpa adanya mikoriza pada *S.bicolor*. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan tanpa pemberian mikoriza dan pemberian mikoriza ($P \leq 0,05$). *G. fasciculatum* yang bersimbiosis dengan *S.bicolor* lebih mampu mereduksi Cr VI lebih banyak dari pada *G.mosae* walaupun pada akar dan daun tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Sri Kasmiyati, S.Si, M.Si dan Ibu Susanti Pudji Hastuti, M.Sc yang telah membimbing, memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penelitian skripsi kali ini. Kepada laboran fakultas biologi UKSW, Joko Sulistyono dan Nanuk Tri Setyorini yang telah membantu dalam penyiapan alat dan bahan sehingga penelitian dapat berjalan lancar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, Dita Dwi. (2013). *Pengaruh Pemberian Mikoriza Glomus fasciculatum terhadap Pertumbuhan Tanaman yang Ditumbuhkan Pada Media Mengandung Logam Timbal (Pb)*. Retrieved from <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-30994-1509100068-Presentation.pdf>. Diakses tanggal 5 Februari 2016
- Artursson V, Finlay RD & Jansson J. (2006). Interaction between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Bacteria and their Potential for Stimulating Plant Growth. *Environ. Microbiol.* 8:1-10.
- Atimanav Gaur & Alok Adholeya. (2004). Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. Review Article : for Mycorrhizal Research, The Energy and Resources Institute, Darbari Seth Block, Habitat Place, Lodhi Road, New Delhi India: *Current Science* Vol. 86 No. 4.

- Chao, C.C & Wang, Y.P., 1990. Effects of heavy metals on the infection of vesicular arbuscular mycorrhizae and the growth of maize. *J. Agric. Assoc. China* 152, 34–45.
- Chaudhry, TM & WJ Hayes. (1998). Phytoremediation – Focusing on Accumulator Plants that Remediate Metal-Contaminated Soils. *Australian Journal of Ecotoxicology* Vol 4, pp 37-51, 1998.
- Duncan Jb, Guthrie Md & Lueck Kj; Avila M. (2007). *Reduction Of Chrome (VI) to Chrome (III) Using Sodium Metabisulfite Under Acidic Conditions*. Retrieved from <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/940015-1BR12m/>. Diakses tanggal 29 januari 2016.
- Mei B. (1999). Chromium accumulation and tolerance in selected plant species. Ph D. Dissertation. Texas A&M University: College station, tex.
- Phillips JM & D.S. Hayman. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. *Transactions of British Mycologia Society* 55: 158-160.
- Sangwan, punesh. (2013). *Chromium (VI) Induced Biochemical Changes and Gum Content in Cluster Bean (Cyamopsis tetragonoloba L.) at Different Developmental Stages*. Retrieved from http://www.hindawi.com/journal_of_botany/578627. Diakses tanggal 29 januari 2016.
- Selvaraj, Thangaswamy. (2006). *Arbuscular Mycorrhizae: A Diverse Personality*. India : Centre for Advanced Studies in Botany, University of Madras, Guindy Campus, Chennai- 600 025.
- Shanker AK & Pathmanabhan G. (2004). Speciation dependant antioxidative response in roots and leaves of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv CO 27) under Cr (III) and Cr (VI) stress. *JPlant Soil* 265:141-151.
- Tosepu, R. (2012). Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) dan Cadmium (Cd) oleh *Eichornia crassipes* dan *Cyperus papyrus*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol 19, No 1 Maret 2012: 37-45.

Penanya: Dr. Dorly

Pertanyaan:

- Kenapa *Glomus fasciculatum* lebih baik dari *Glomus musae*?
- Pewarnaan endomikoriza menggunakan metode apa?

Jawaban:

- Glomus fasciculatum* lebih mampu menyerap Cr VI daripada *Glomus musae* dan juga berdasarkan hasil, infeksi mikoriza *Glomus fasciculatum* lebih tinggi dari *Glomus musae* sehingga dapat disimpulkan *Glomus fasciculatum* lebih cocok untuk bersimbiosis dengan *Sorghum bicolor* daripada *Glomus musae*
- Pewarnaan menggunakan metode Philips dan hayman, dimana pewarna yang digunakan adalah tryphan blue

