

## Efek Jamur Mikoriza *Glomus intraradices* terhadap Pertumbuhan *Tagetes erecta* L. pada Media Tanam Mengandung Kromium

### The Effect of Mycorrhizal Fungi *Glomus intraradices* on the Growth of *Tagetes erecta* L. in Growth Media Containing Chromium

Joko Sulistyo Wartanto<sup>1</sup>, Sri Kasmiyati<sup>1\*</sup>, Elizabeth Bety E.K

<sup>1</sup> Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga, Indonesia

\*Corresponding authors kas@uksw.edu

Manuscript received: 1 Mar 2020 Revision accepted: 2 Apr 2020

#### ABSTRACT

*Tagetes erecta* is an annual plant that is, in addition, to be used as an ornamental plant, it can also be used as an agent for phytoremediation. *Glomus intraradices* is one of the species of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi which can be mutually symbiotic with various species of plants, including *T. erecta*. This study was aimed to determine the effect of VAM fungi *G. intraradices* on the growth of *T. erecta* in growth media containing chromium. The study was carried out experimentally using a completely randomized design with treatments, namely Cr<sup>6+</sup> concentrations of 0, 5 and 10 ppm in the form of K<sub>2</sub>CrO<sub>7</sub>, and the addition of VAM fungi *G. intraradices* in the growth media in the form of soil and mixture of soil: textile sludge (1:1). *T. erecta* was grown in four different growth media (soil, soil: textile sludge (1:1), soil+VAM, soil: textile sludge (1:1)+VAM) that was treated with Cr<sup>6+</sup> and *G. intraradices* for 1.5 months. The growth of *T. erecta* was determined based on plant height, root length, root dry weight, shoot dry weight, and percentage of mycorrhizal infection. Data were analyzed with two-way Analysis of Variance (two-way ANOVA) and DMRT (Duncan's Multiple Range Test) with a test level of 5%. The results showed that the growth of *T. erecta* in media containing Cr<sup>6+</sup> (5 and 10 ppm) decreased significantly compared to controls (without Cr<sup>6+</sup> treatment). The highest reduction of plant growth was found in media containing Cr<sup>6+</sup> of 10 ppm. The addition of VAM fungi *G. intraradices* in soil media and soil: textile sludge that treated with Cr<sup>6+</sup> was able to increase the growth of *T. erecta*. These results indicated that the VAM fungi *G. intraradices* were able to improve the ability of *T. erecta* to deal with chromium heavy metal stress. That results were also supported by the percentage of mycorrhizal infection in the roots of *T. erecta* grown in soil and soil: textile sludge (1:1) media with treatments of Cr<sup>6+</sup> and VAM *G. intraradices* were higher than the control plants that was grown in soil and soil: textile sludge (1:1) media without treatments of Cr<sup>6+</sup> and VAM *G. intraradices*.

**Keywords:** *Tagetes erecta*, *Glomus intraradices*, phytoremediation, vesicular-arbuscular mycorrhizal, fungi.

#### PENDAHULUAN

Mikoriza merupakan mikroorganisme yang mampu hidup di tanah terutama disekitar perakaran tanaman, keberadaan jamur mikoriza dalam tanah membentuk simbiosis mutualistik bersama dengan tumbuhan. Dalam simbiosis mikoriza berperan dalam proses pertumbuhan tanaman melalui peningkatan penyerapan unsur hara serta absorpsi mineral meneral pada akar sehingga membantu menyediakan nutrisi bagi tumbuhan, sedangkan peran tumbuhan bagi mikoriza adalah tumbuhan menyediakan bahan bahan organik seperti gula dan asam organik yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikoriza. Mikoriza terdapat dua jenis yaitu yang pertama ektomikoriza dimana miselia dari jamur menyelubungi akar. Hifa mikoriza membentang dari mantel sampai ke dalam tanah yang kemudian akan berperan untuk mengabsorpsi air dan mineral. Hifa juga membentang kedalam rongga kortek akar sehingga menyediakan permukaan yang luas untuk pertukaran nutrisi bagi tumbuhan dan mikoriza. Jenis mikoriza yang kedua adalah endomikoriza atau mikoriza arbuskular dimana miselia tidak menyelubungi akat tetapi miselia membentang ke dalam akar masuk ke kortek melalui percabangan hifa membentuk arbuskular dan

vesikel pada daerah kortek. Perkembangan jamur mikoriza atau presimbiosis melalui 3 tahap yaitu: perkecambahan spora, pertumbuhan hifa dan pengenalan inang serta pembentukan infeksi. (Nagahashi et al, 1996). Spora yang ber dinding tebal berkecambah tergantung pada kondisi tanah, suhu, pH, CO<sub>2</sub> dan kandungan fosfor. Pertumbuhan hifa ditentukan eksudat akar inang dan kandungan fosfor. Senyawa yang dikeluarkan akar akan membantu hifa membentuk cabang cabang yang menyebar dan memiliki struktur yang rapat. Ketersediaan fosfor yang rendah di akar akan membantu mikoriza membentuk cabang cabang yang mningkat.

*Tagetes erecta* dibebepara daerah dikenal dengan nama marigold, tahi totok, gemitir yang berasal dari Amerika utara, Amerika Selatan dan Meksiko merupakan tumbuhan tahunan, yang dapat tumbuh didaerah panas dan dearah yang dingin, dalam pertumbuhan membutuhkan sinar matahari dan air yang cukup. Tumbuhan dengan tumbuh tegak, bercabang, tinggi bisa mencapai 50 – 100 cm, daun berwarna hijau dan menyirip pada batang tumbuh daun majemuk dengan ujung runcing dan tepi bergerigi, sistem perakaran berupa akar tunggang dengan rambut akar, berkembang biak dengan biji, bunga berdiamter 7 – 10 cm berwarna kuning, jingga, bunga bermahkota

rangkap. *Tagetes erecta* termasuk dari keluarga Asteraceae (Lorenzi dan Souza, 2001). *Tagetes erecta* ditanam sebagai tanaman hias, tanaman pagar atau pembatas pekarangan, bunga dapat dimanfaatkan sebagai bunga potong, untuk pengobatan saluran pernafasan, pada pertanian dapat digunakan untuk herbisida, minyak atsiri yang dihasilkan dapat digunakan untuk anti bakteri, ekstrak pigmen dapat dimanfaatkan sebagai pewarna makanan kosmetik dan anti oksidan. Ekstrak pigmen ditambahkan ke pakan ayam untuk mengintensifkan warna kuning broiler kuning telur dan daging (Martinez et al., 2004). *Tagetes erecta* yang mempunyai pertumbuhan yang cepat dan sistem akar yang berkembang dengan baik, serta mempunyai kemampuannya untuk bertindak sebagai perintis pada tanah yang buruk, dengan demikian *Tagetes erecta* cocok untuk remediasi area yang terdegradasi oleh logam polusi. (Livia, 2017)

Kromium (Cr) adalah logam berat yang ditemukan secara luas dalam bentuk trivalen atau heksavalen di tanah, batu, abu vulkanik, dan air tanah. (Shanker et al., 2005). Pelepasan residu Cr ke atmosfer dan air limbah dapat menyebabkan kerusakan pada organisme hidup, terutama karena adanya konversi Cr (III) ke Cr (VI). Dalam bentuk trivalen Cr sangat penting bagi manusia dan hewan. Dalam konsentrasi yang rendah Cr memainkan peran penting dalam metabolisme glukosa dan lipid. Bentuk heksavalen bersifat toksik dan mutagenik karena kapasitas pengoksidasi yang kuat dan kemampuan untuk melintasi membran biologis (Ferreira, 2002). Kromium secara luas digunakan dalam produksi baja, pigmen, cat, kertas, proses galvanis, pemurnian minyak bumi industri kayu dan industri kulit (Kabata et al., 2007)

Fitoremediasi merupakan bioteknologi yang memanfaatkan tumbuhan untuk mengekstraksi (mengikat, mengambil) dan menumpuk polutan pada bagian bagian tumbuhan sehingga polutan dapat di buang dengan aman. Fitoremediasi merupakan teknologi hijau yang bersih, hemat biaya dan tidak mengganggu lingkungan (Wei, 2004). Keberhasilan proses fitoremediasi sangat ditentukan oleh adanya tanaman yang bersifat hiperakumulator. Tanaman bisa dinyatakan hiperakumulator jika tanaman dapat hidup mencapai konsentrasi logam yang tinggi dan tanaman tersebut tetap sehat sehingga dapat mempertahankan populasi (Van der ent 2013). Dalam proses fitoremedias pemanfaatan asosiasi tanaman dan mikroorganisme untuk menangani pencemaran logam berat di lingkungan merupakan metode yang murah dan inovatif jika dibandingkan dengan metode fisika kimia yang membutuhkan biaya yang lebih banyak. Proses fitoremediasi dapat berhasil dengan baik jika digunakan tanaman hiperakumulator yang cocok dan adanya peran mikroorganisme rhizosfer untuk mengikat dan menyimpan logam berat yang ada. Rhizosfer berperan penting dalam fitoremediasi lahan yang tercemar logam karena aktivitas mikroorganisme di daerah rhizosfer akan mempengaruhi penyerapan air dan mineral pada tanaman. Hubungan yang dijumpai pada simbiosis tanaman dan mikroorganisme adalah hubunganyang berkaitan dengan proses dekomposisi yang akan mempengaruhi nutrisi dan pertukaran yang aktif antara tanaman dan mikroorganisme.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian mikoriza *Glomus intraradices* terhadap

pertumbuhan *Tagetes erecta* pada media mengandung kromium

## METODE

Penelitian dilakukan secara experimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan yaitu konsentrasi Cr<sup>6+</sup> sebesar 0, 5 dan 10 ppm dalam bentuk K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> serta penambahan mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanam.

### Media Tanam

Media tanam untuk pertumbuhan *Tagetes erecta* terdiri dari 4 jenis berupa tanah yang berasal dari kopeng kabupaten Semarang, campuran tanah dan sludge limbah tekstil yang diperoleh dari salah satu industri tekstil di Salatiga dengan perbandingan (1:1), tanah + VAM dan campuran tanah dan sludge limbah tekstil (1:1) + VAM. Media tanam yang digunakan sebanyak 1 kg setiap polybag.

### Pengayaan Cr<sup>6+</sup> Pada Media Tanam

Cr<sup>6+</sup> diperoleh dari senyawa K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang ditambahkan pada media tanam dengan konsentrasi 0, 5 dan 10 ppm. Pengayaan Cr<sup>6+</sup> dilakukan dengan penyiraman sebanyak 100 ml pada masing-masing media tanam sebanyak 1 kg dalam polybag. Pengayaan Cr<sup>6+</sup> dilakukan 1 hari sebelum dilakukan penanaman *Tagetes erecta*.

### Penanaman *Tagetes erecta*

*Tagetes erecta* diperoleh dari pembibitan di daerah Kopeng kabupaten Semarang, tanaman yang digunakan adalah tanaman yang berumur 1 minggu kemudian diadaptasikan selama 1 minggu. *Tagetes erecta* yang mempunyai ketinggian yang sama dan kondisi fisik yang baik dipilih dan ditanam pada polybag yang berisi media tanam yang telah diperkaya dengan Cr<sup>6+</sup> dengan konsentrasi yang berbeda pada setiap perlakuan.

### Pemberian Inokulasi Mikoriza

Mikoriza *Glomus intraradices* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari SEAMEO-BIOTROP, Bogor, Pemberian dilakukan pada perlakuan media tanam sebanyak 10 gram mikoriza dengan cara disebarkan disekitar akar tanaman disetiap polybag 1kg.

### Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman *Tagetes erecta* pada penelitian dilakukan selama 1,5 bulan dengan cara tanaman diletakkan ditempat yang terkena sinar matahari secara langsung dan setiap pagi hari dilakukan penyiraman dengan air sebanyak 100 ml pada setiap polybag.

### Parameter Pengamatan

Parameter pertumbuhan *Tagetes erecta* yang diamati setelah tanaman mendapat perlakuan selama 1,5 bulan adalah: tinggi tanaman, panjang akar, yang diukur dengan menggunakan mistar sedangkan berat kering akar, berat kering pucuk diukur dengan menggunakan oven dan timbangan.

Infeksi Mikoriza *Glomus intraradices* di akar *Tagetes erecta* pada media tanam yang mengandung kromium

diamati dengan menggunakan metode Philip dan Hayman (1970). Akar tanaman dipotong dengan ukuran  $\pm 1$  cm kemudian dicuci menggunakan akuadest sampai bersih, akar dimasukkan kedalam larutan KOH 10% selama 4-5 hari. Akar kemudian dicelupkan kedalam larutan HCl 10% sebanyak 1 kali dan dibilas dengan akuadest sampai bersih, akar lalu dimasukkan kedalam larutan tryphan blue 0,05% selama 25 menit. Pewarna tryphan blue dibuat dengan cara melarutkan 0,015 gram tryphan blue pada asam laktat, glyserol dan akuadest sebanyak 30 ml dengan perbandingan asam laktat 50% : Gliserol 50% : akuadest = 1:1:1. Akar dibilas dengan akuadest kemudian dimasukkan kedalam larutan glyserol 50%. Akar diambil dengan pinset secara acak, diletakkan pada gelas benda kemudian ditutup menggunakan cover glass lalu ditekan menggunakan tehnik squash sampai transparan kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Akar yang terinfeksi Mikoriza dihitung dengan menggunakan rumus

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah seluruh sampel akar}} \times 100$$

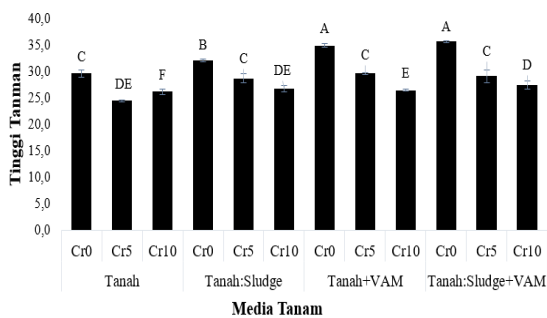
### Analisis Data

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) analisis data yang diperoleh menggunakan sidik ragam dua arah (two way anova) dan uji DMRT (duncan's Multiple ange Test) dengan taraf uji 5%. Operasional penghitungan dilakukan dengan program SAS 9.1 32 bit for windows.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan *Tagetes erecta*

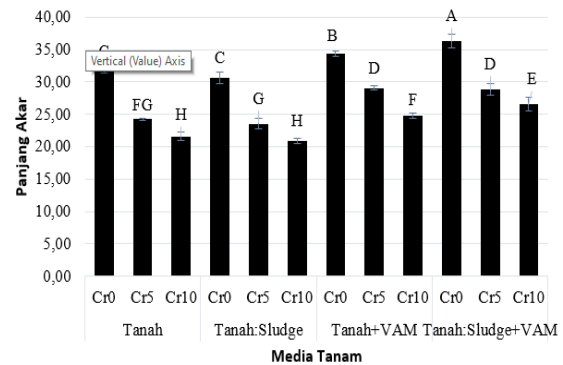
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan *Tagetes erecta* pada media mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  pada konsentrasi 5 dan 10 ppm mengalami penurunan secara nyata dibanding dengan kontrol atau tanpa perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$ .



Gambar 1. Tinggi *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah+VAM, Tanah:sudge +VAM yang mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

Penurunan pertumbuhan *Tagetes erecta* terjadi pada media yang mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  pada konsentrasi 5 dan 10 ppm jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$ ) penurunan tinggi tanaman tertinggi dijumpai pada media yang mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 10 ppm. Penambahan

mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanah dan campran tanah:sludge yang diberi perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  mampu meningkatkan pertumbuhan *Tagetes erecta* dalam menghadapi cekaman logam berat  $\text{Cr}^{6+}$  dengan bukti tingkat pertumbuhan tinggi tanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan media tanah dan campuran tanah:sludge tanpa penambahan mikoriza *Glomus intraradices*.



Gambar.2 Panjang akar *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah+VAM, Tanah:sudge +VAM yang mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

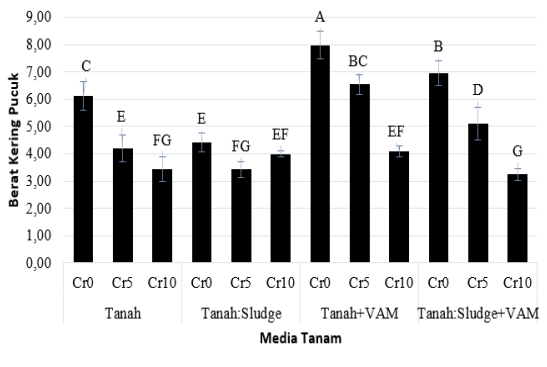
Panjang akar *Tagetes erecta* mengalami penurunan pada media yang mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  dengan konsentrasi 5 dan 10 ppm jika dibandingkan dengan kontrol terjadi pada semua komposisi media tanam baik Tanah, Tanah: sludge, tanah + VAM maupun Tanah:sludge +VAM. Penambahan mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanah dan campran tanah:sludge yang diberi perlakuan  $\text{Cr}^{6+}$  mampu meningkatkan pertumbuhan *Tagetes erecta* dalam menghadapi cekaman logam berat  $\text{Cr}^{6+}$  dengan bukti tingkat pertumbuhan panjang akar tanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan media tanah dan campuran tanah:sludge tanpa penambahan mikoriza *Glomus intraradices*.

Keberadaan  $\text{Cr}^{6+}$  mempengaruhi pertumbuhan panjang tunas dan panjang akar pada tanaman *Tagetes erecta*, penyerapan logam oleh akar dan kemudian diteruskan kebagian daun serta penimbunan logam pada bagian akar dan pucuk mengakibatkan pertumbuhan menjadi berkurang, hal ini disebabkan  $\text{Cr}^{6+}$  merupakan logam yang toksik bagi *Tagetes erecta*.

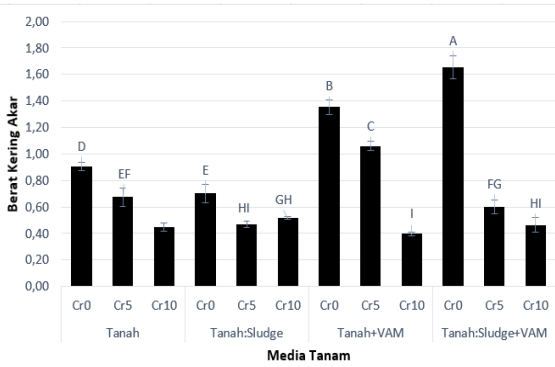
Konsentrasi logam berat yang tinggi dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara negatif, karena logam-logam ini akan mengganggu fungsi metabolisme pada tanaman, termasuk proses fisiologis dan biokimiawi, penghambatan fotosintesis dan respirasi bahkan menyebabkan kematian.(C.Garhiso 2001)

Penambahan mikoriza *G. intraradices* Pada media tanah dan tanah:sludge mengakibatkan mikoriza membentuk arbuscula atau hifa dan vasikular berupa kantong yang akan membantu akar dalam penyerapan air dan mineral terutama fosfor. Dengan terpenuhi kebutuhan air dan mineral sebagai nutrisi yang cukup bagi tanaman maka dengan sendirinya pertumbuhan tanaman akan menjadi lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman tanpa penambahan mikoriza dimana penyerapan air dan mineral lebih sedikit sehingga nutrisipun juga didapat lebih sedikit. Dalam proses absorpsi unsur hara, tumbuhan akan

menyerap unsurhara esensial serta ion logam yang menunjang pertumbuhan dan perkembangan sel dalam tumbuhan (plugaru etal, 2016)



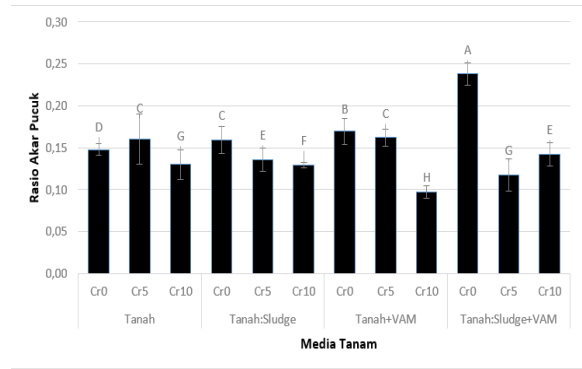
Gambar 3 berat kering pucuk *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah+VAM, Tanah:sudge +VAM yang mengandung Cr6+ dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.



Gambar 4. Berat kering akar *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah+VAM, Tanah:sudge +VAM yang mengandung Cr6+ dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi penurunan secara nyata berat kering akar pada media yang mengandung Cr6+ dengan konsentrasi 5 dan 10 ppm jika dibanding kontrol atau media tanpa perlakuan Cr6+. Penambahan jamur mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanah dan campuran tanah:sludge yang diberi perlakuan Cr6+ mampu meningkatkan berat kering akar pada *Tagetes erecta* untuk menghadapi cekaman logam Cr6+.

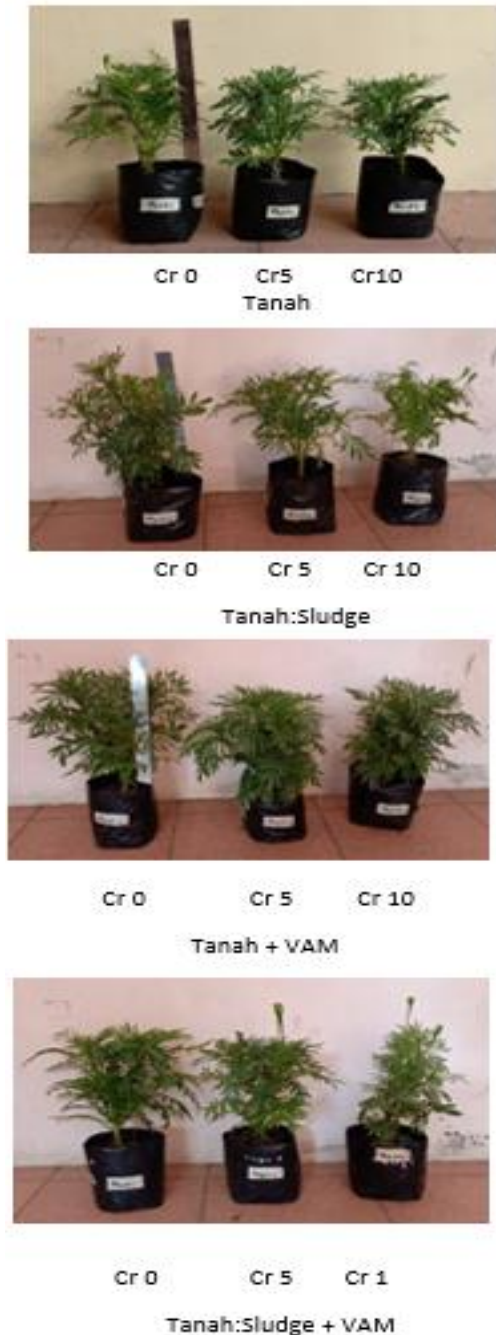
Akumulasi kromium pada tanaman dapat menyebabkan toksisitas yang tinggi sehingga mengurangi pertumbuhan tanaman dan mengurangi biomassa. (Harminder et. Al. 2013)



Gambar 5. Rasio akar pucuk *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah+VAM, Tanah:sudge +VAM yang mengandung Cr6+ dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio akar pucuk *Tagetes erecta* yang mengandung Cr6+ (5 dan 10 ppm) mengalami penurunan secara nyata jika dibanding kontrol (tanpa perlakuan Cr6+). Penambahan jamur mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanah dan campuran tanah dan sludge yang diberi perlakuan Cr6+ mampu meningkatkan persentase rasio akar pucuk.

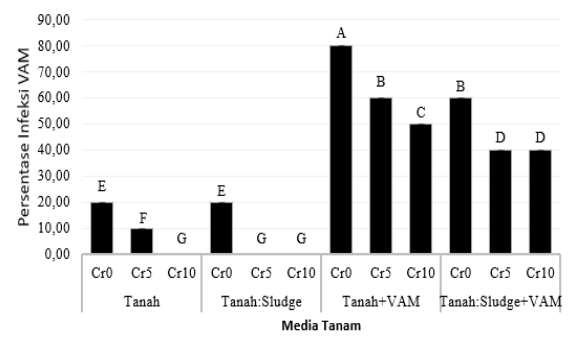
Dalam pertumbuhan tanaman perkembangan akar, batang dan pucuk secara fungsional saling tergantung. Perkembangan akar, batang dan daun merupakan sistem pertahanan keseimbangan yang dinamis dalam pembentukan biomassa yang menggambarkan ketersediaan cahaya dan CO<sub>2</sub> yang berada diatas tanah dengan air dan nutrisi yang berada di dalam tanah atau zona akar. Tingkat pertumbuhan tanaman sering kali di istilahkan dengan rasio akar pucuk. Perubahan yang terjadi pada rasio akar pucuk dari tingkat normal ke perubahan yang lebih kecil atau lebih besar menjadi pertanda atau indikasi perubahan kesehatan pada tanaman. Ketersediaan air dan nutrisi sangat berpengaruh terhadap rasio akar pucuk. Keberadaan Cr<sup>6+</sup> dapat menyebabkan perpanjangan siklus sel yang kemudian akan mengarah kepada penghambatan pembelahan sel. Pada akar yang terjadi kontak langsung dengan Cr<sup>6+</sup> sehingga akar akan mengalami penurunan pertumbuhan yang kemudian akan berakibat langsung pada penyerapan air dan nutrisi dan transportasi ke bagian tunas. Dengan demikian terjadi penghambatan perkembangan akar dan tunas. (Sundaramoorthy et. Al 2010)



Gambar 6. Tanaman *Tagetes erecta* pada media tanah, tanah:sludge, tanah + VAM, tanah:sludge + VAM yang mengandung Cr<sup>6+</sup> dengan konsentarsi 0 ppm, 5 ppm dan 10 ppm.

Secara kenampakan tanaman tagetes mampu tumbuh dengan baik pada media yang mengandung kromium dengan konsentrasi 0 sampai 10 ppm. Pada media yang mengandung kromium 10 ppm mulai nampak sintom tanaman lebih pendek dan warna daun tidak lebih kuning jika dibanding dengan media yang mengandung kromium 0 ppm dan 5 ppm. Kromium dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman, akar, daun, pucuk dan biomassa tanaman. (Davies, 2002).

### Infeksi Mikoriza

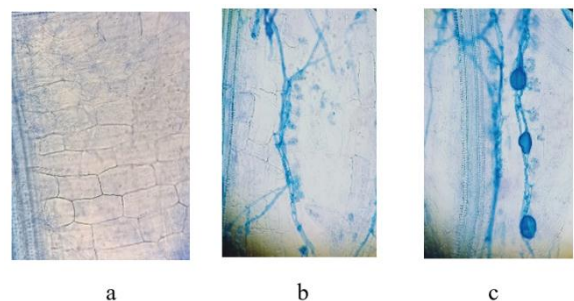


Gambar 7. Persentase infeksi mikoriza Pada akar *Tagetes erecta*

Pada penelitian juga dilakukan pengamatan terhadap infeksi jamur mikoriza terhadap tanaman *Tagetes erecta* pada media yang mengandung kromium. Melalui contoh akar yang diamati diketahui bahwa persentase infeksi mikoriza *Glomus intraradices* pada akar *Tagetes erecta* yang ditumbuhkan dalam media tanah dan campuran tanah: sludge yang di beri perlakuan Cr<sup>6+</sup> dan VAM *G. intraradices* menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibanding dengan kontrol atau media tanah dan campuran tanah : sludge yang diberi perlakuan Cr<sup>6+</sup> tanpa VAM *G. intraradices*.

Persentase Infeksi mikoriza pada akar *Tagetes erecta* pada media yang mengandung kromium dengan konsentrasi 5 ppm dan 10 ppm lebih kecil jika dibanding dengan media yang tidak mengandung Cr<sup>6+</sup> (Cr 0 ppm). Cr<sup>6+</sup> memiliki tingkat toksisitas yang tinggi karena mempunyai nilai potensial pengoksidasi yang tinggi, kelaruran yang tinggi dan mobilitas melintasi membran pada organisme hidup dan di lingkungan (oliviera, 2012).

Pada media tanah dan tanah:sludge dalam keadaan alami tanpa penambahan mikoriza, *Tagetes erecta* telah berasosiasi dengan mikoriza alami dari tanah dan dalam presentase yang kecil yaitu 20 %. Penambahan inokulum Mikoriza *Glomus intraradices* pada media tanah dan tanah:sludge telah secara nyata menambah jumlah presentase akar *Tagetes erecta* menjadi 40% sampai dengan 80%.



Gambar 7. Pengamatan hifa dan vesikula pada akar *Tagetes erecta* dengan mikroskop dengan perbesaran 400X (a. Akar yang tidak terinfeksi mikoriza. b Akar yang terinfeksi mikoriza dan membentuk hifa. c Akar yang terinfeksi mikoriza membentuk hifa dan vesikula)

Dengan menggunakan pewarnaan trypan blue hifa dan vesikula hasil infeksi mikoriza pada akar dapat diamati. Hifa berbentuk seperti benang berwarna biru yang membentang di daerah korteks, kemudian vesikula berbentuk bulatan berwarna biru yang terdapat pada daerah korteks. Infeksi Mikoriza glomus dalam asosiasi dengan akar membentuk struktur arbuskula dan vesikular. (Gunawan 1994)

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Pertumbuhan *Tagetes erecta* pada media mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  (5 dan 10 ppm) mengalami penurunan, Penurunan tertinggi dijumpai pada media mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  sebesar 10 ppm. Penambahan jamur mikoriza *Glomus intraradices* mampu meningkatkan pertumbuhan *Tagetes erecta* dan meningkatkan presentase infeksi jamur mikoriza *Glomus intraradices* pada *Tagetes erecta*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Srikasmiyati, M.Si dan kepada ibu Dr. Elizabeth Bety E.K., M.Sc. yang telah membimbing memberikan saran kepada penulis. Kepada laboran fakultas biologi UKSW, Nanuk Tri Setyorini, Diah Purwandani dan Supriyono yang telah membantu penyiapan alat dan bahan sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Davies FT, Puryear JD, Newton RJ, Egilla JN, Grossi JAS (2002) Mycorrhizal fungi increase chromium uptake by sunflower plants: influence on tissue mineral concentration, growth and gas exchange. *J Plant Nutr* 25:2389–2407.
- Ferreira A D Q. 2002. The impact of chromium on biological systems. *Quim Nova* (in Portuguese). 25: 572–578.
- Garbisu and I. Alkorta, 2001 “Phytoextraction: A cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment”. *Biores Technol.* 77 (3): 229–236.
- Gunawan, A.W. 1994. Mikoriza. Makalah pengajaran kursus singkat biologi cendawan. Institut Pertanian Bogor. Hlm. 17-26.
- Harminder Pal Singh, Priyanka Mahajan, Shalinder Kaur, Daizy R. Batish, Ravinder K. Kohli, 2013., Chromium toxicity and tolerance in plants *Environ Chem Lett* 11:229–254
- Kabata-Pendias A, Mukherjee A B. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer, New York
- Lorenzi H, Souza H M. 2001. Ornamental Plants in Brazil (in Portuguese). 3rd Edn. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Livita C.C., Ana Rose B., Paula J.P., Guilherme A.S., Janice G.C., Viviane A.T., Luis E.A.O., Rimena R.D. Valmer F., 2017. Marigold (*Tagetes erecta*) : The Potential Value In Phytoremediation Of Chromium. *Pedosphere* 27 (3): 559 – 567.
- Martinez P.M., Cortés C.A., Avila G.E. 2004. Evaluation of the three pigment levels of marigold petals (*Tagetes erecta*) on skin pigmentation of broiler chicken. *Tec Pecu Mex.* 42: 105-111.
- Nagahashi, D.D. Douds and G.D. Abney, Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation, *Mycorrhizae*, 6(1996), 403-408.
- Oliveira, H. 2012. Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Introduced Plant Toxicity. Vol. 2012, Article ID 375843.
- Plugaru S., Orban M., Sarb A., Rusu T., 2016. Chromium : toxicity and tolerance in plants. A Review. *Ecoterra : Journal of Environmental Research and Protection* 13 (4).
- Shanker A K, Cervantes C, Loza-Tavera H, Avudainayagam S. 2005. Chromium toxicity in plants. *Environ Int.* 31: 739–753
- Sundaramoorthy P, Chidambaram A, Ganesh KS, Unnikannan P, Baskaran L (2010) Chromium stress in paddy: (i) nutrient status of paddy under chromium stress; (ii) phytoremediation of chromium by aquatic and terrestrial weeds. *CR Biol* 333:597–607.