

PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM AKAR MERAH (*AMARANTHUS RETROFLEXUS*) YANG DIINOKULASI DENGAN BERBAGAI JENIS JAMUR MIKORIZA ARBUSKULA YANG DITUMBUHKAN PADA TANAH TERCEMAR MERKURI

The Growth of Reedwood Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) Inoculated by Various Types of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown in Mercury Contaminated Soil.

Devan Prima¹ dan Wahyu Harso¹

¹Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Tadulako

Keywords:

Amaranthus retroflexus,
Arbuscular mycorrhizal
fungi, growth.

ABSTRACT

Redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) is able to grow in heavy metal contaminated soil without showing symptom. Arbuscular Mycorrhizal Fungi can enhance plant growth in heavy metal contaminated soil. The study aimed to investigate the effect of various types of Arbuscular mycorrhizal fungi to the growth of *A. retroflexus* plant in mercury-contaminated soil. In this study, plants were inoculated by single inoculum of *Glomus* sp., *Acaulospora tuberculata* and mixed inoculums of *Acaulospora Glomus*, *Gigaspora*, and *Scutelospora* and without an addition of inoculums as a control. Plants were grown in uncontaminated and contaminated soil by an addition of 8 mg HgCl/kg soil. The results showed that the growth of *A. retroflexus* was not affected by mercury contaminated soil. The addition of fungal inoculums tended to reduce the plant growth. There was no significant difference in the type of the fungal inoculums in reducing the growth of plants.

Kata Kunci:

Amaranthus retroflexus,
jamur Mikoriza arbuskula,
pertumbuhan

ABSTRAK

Bayam akar merah (*Amaranthus retroflexus*) mampu tumbuh pada tanah tercemar logam berat tanpa menunjukkan symptom. Jamur mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tanah tercemar logam berat. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh pemberian jamur mikoriza arbuskular dari jenis yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman bayam pada tanah tercemar merkuri. Pada penelitian ini tanaman bayam diinokulasi dengan inokulum tunggal dari jenis *Glomus* sp., *Acaulospora tuberculata*, dan inokulum campuran dari jenis *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, dan *Scutelospora* dan tanpa pemberian inokulum sebagai kontrol. Tanaman bayam ditumbuhkan pada tanah yang tidak dicemari dan dicemari dengan logam merkuri sebanyak 8 mg HgCl/kg tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman bayam tidak dipengaruhi oleh tanah yang tercemar merkuri. Pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula cenderung menurunkan pertumbuhan tanaman. Tidak ada perbedaan yang nyata pada jenis jamur yang diberikan dalam menurunkan pertumbuhan tanaman bayam.

*Corresponding Author : wahyu.harso@gmail.com

PENDAHULUAN

Bayam akar merah (*Amaranthus retroflexus*) merupakan tanaman yang digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai sayuran. Akan tetapi tanaman bayam termasuk dalam tumbuhan hiperakumulator (Khoramnejadian and Saeb, 2015). Tumbuhan hiperakumulator adalah tumbuhan yang mampu untuk tumbuh pada tanah tercemar logam berat karena tumbuhan tersebut mampu untuk mengakumulasi logam berat pada jaringan akar dan daunnya dalam jumlah yang tinggi tanpa menunjukkan gejala atau symptom (Miransari, 2015).

Untuk meningkatkan produksi atau pertumbuhan tanaman biasanya dilakukan dengan penambahan pupuk kimia pada media tanamannya. Akan tetapi penggunaan pupuk kimia yang intensif dan dalam waktu lama akan menyebabkan pencemaran baik tanah maupun air. Pupuk kimia sering mengandung logam berat seperti Hg, Cd, As, Pb, Cu, Ni (Savci, 2012). Selain itu tanah juga dapat tercemar oleh logam berat seperti merkuri akibat adanya pertambangan emas, industri listrik, cat, termometer, dan peralatan medis (Sudarmaji dkk., 2006).

Merkuri (Hg) adalah logam berat yang paling berbahaya (Houston, 2011). Paparan merkuri dalam jumlah kecil akan menyebabkan pengaruh yang buruk pada pencernaan, sistem imun, saraf dan paru paru bila masuk dalam tubuh (WHO, 2016).

Hampir 90% tumbuhan vaskuler mampu melakukan simbiosis secara mutualisme dengan jamur mikoriza arbuskula (Genre *et al.*, 2005). Jamur mikoriza arbuskula mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan berbagai cara seperti penyerapan unsur hara (Mardhuki *et al.*, 2011), meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan (Quiroga *et al.*, 2017), dan meningkatkan ketahanan tumbuhan terhadap toksisitas logam berat (Upadhyaya *et al.*, 2010).

Jamur mikoriza dapat digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan penggunaan pupuk kimia yang dapat bersifat mencemari lingkungan karena kemampuannya dalam meningkatkan penyerapan hara terutama fosfor. Penggunaan jamur mikoriza arbuskula dapat menurunkan penggunaan pupuk kimia sebesar 50% tergantung pada jenis tanaman dan jamur serta kondisi lingkungan (Begum *et al.*, 2019). Inokulasi jamur mikoriza pada tanaman kangkung dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung yang ditumbuhkan pada tanah tercemar merkuri. Tingkat peningkatan pertumbuhan tergantung pada jenis jamur mikoriza arbuskula yang digunakan (Immanuel, 2019). Kemampuan jamur mikoriza arbuskula dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tergantung pada interaksi antara jenis jamur dan jenis tanaman. Apakah jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam akar merah (*Amaranthus retroflexus*) yang ditumbuhkan pada tanah tercemar logam berat merkuri menarik untuk diteliti.

BAHAN DAN METODE

Tanaman uji berupa bayam akar merah (*A. retroflexus*) diperoleh dari sekitar kota Palu. Inokulum jamur mikoriza yang digunakan adalah *Glomus* sp, *Acaulospora tuberculata*, dan inokulum campuran yang terdiri dari *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, dan *Scutelospora* yang diperoleh secara komersial.

Metode

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah pencemaran Hg di dalam tanah. Tanah tidak dicemari Hg (H0) dan dicemari Hg (8 mg HgCl/kg tanah kering) (H1). Faktor kedua adalah pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula. Tanpa pemberian inokulum (M0) dan dengan pemberian inokulum dari jenis *Glomus* sp (M1), *Acaulospora tuberculata* (M2), dan inokulum campuran yang terdiri dari *Acaulospora*,

Glomus, *Gigaspora*, dan *Scutelospora*) (M3). Pengulangan masing masing dari kombinasi perlakuan yang terjadi dilakukan sebanyak 4 kali.

Penyiapan media tanam

Tanah yang digunakan sebagai media tanam diperoleh dari Desa Sunju, Kecamatan Marawola, Kabupaten Sigi. Tanah diayak dengan ukuran 4 mm sebelum di oven selama 48 jam pada suhu 80°C. Pengovenan dilakukan untuk mensterilkan tanah dari jamur mikoriza yang ada di dalam tanah yang akan digunakan. Setelah dari oven, tanah didinginkan dan kemudian diberi 8 mg HgCl/kg tanah kering untuk tanah dengan perlakuan tercemar Hg. Untuk tanah yang tidak tercemar Hg tidak ada penambahan HgCl ke dalam media tanamnya. Masing masing polybag diisi dengan 4 kg tanah. Sebelum dimasukkan ke dalam polybag tanah dipupuk dengan menggunakan pupuk N (NH_4NO_3) sebanyak 0,2 g/polybag dan pupuk K (KCl) sebanyak 0,16 g/polybag. Setelah pemberian pupuk, setiap 4 kg tanah diberi inokulum sebanyak 40 gram inokulum untuk masing masing perlakuan. Inokulum berupa spora, hifa atau potongan akar beserta medianya yang berupa perlite. Untuk kontrol tidak ada pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula.

Penanaman

Sebelum disemai didalam polybag, biji bayam disortir berdasarkan penampakan morfologi luar untuk mendapatkan kualitas biji yang baik. Sebanyak 10 biji bayam kemudian disemaikan secara langsung di dalam polybag yang telah diberi perlakuan sebelumnya. Setelah semai berumur dua minggu, tanaman disisakan sebanyak dua tanaman untuk masing masing polybag berdasarkan tingkat keseragaman terhadap polybag yang lain.

Pemeliharaan

Kandungan air tanah dalam polybag dipertahankan pada kisaran 75% kapasitas lapang setiap tiga hari sekali secara gravimetrik. Setiap tiga hari sekali posisi masing masing polybag dirubah secara acak.

Pemanenan

Pemanenan tanaman bayam dilakukan setelah berusia 45 hari setelah tanam dengan memotong bagian dasar dari batang untuk mendapatkan tajuknya. Akar dipanen dengan mengalirkan air pada tanah pada di polybag sehingga akar terpisah dengan tanah tanpa merusak akar.

Pengamatan

1. Berat kering tajuk dan akar diperoleh dengan menimbang tajuk dan akar yang telah dioven selama 48 jam pada suhu 80°C.
2. Kadar fosfor dalam jaringan diukur menggunakan spektrofotometer.
3. Jumlah akar yang terkolonisasi jamur mikoriza arbuskula dilakukan dengan pengecatan akar dengan metode Phillips and Hayman (1970). Jumlah akar yang terkolonisasi dihitung dengan menggunakan metode *Gridline intersect* menurut Giovannetti and Mosse (1980).

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Two Way Anova dengan menggunakan Jamovi Statistical software. Apabila terdapat pengaruh nyata pada perlakuan kemudian diuji lanjut dengan menggunakan Uji Tukey pada taraf uji 0.05. Uji T dilakukan untuk membandingkan kandungan fosfor pada jaringan tanaman yang tidak diberi inokulum dengan yang yang diberi inokulum dengan tingkat pertumbuhan tertinggi. Uji korelasi juga dilakukan untuk melihat hubungan antara tingkat kolonisasi jamur terhadap pertumbuhan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis statistik didapatkan bahwa pemberian logam merkuri (Hg) pada media tanam dan pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan (berat kering tajuk dan berat kering akar) dari tanaman bayam akar merah (A.

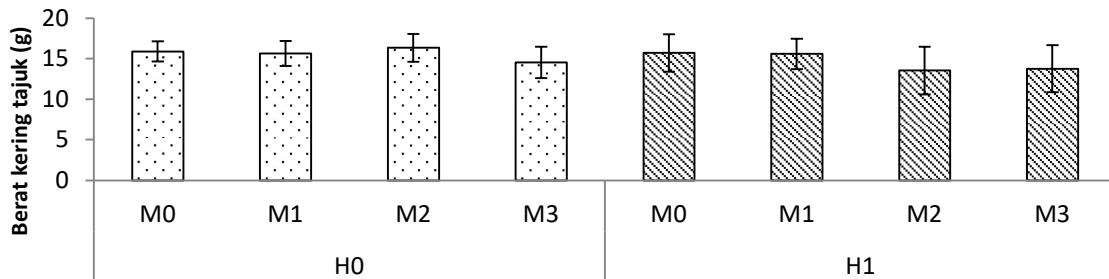
retroflexus) dan tidak ada interaksi diantara kedua perlakuan tersebut terhadap parameter pertumbuhan yang diamati. Jumlah kolonisasi atau presentasi akar yang terkolonisasi oleh jamur dipengaruhi oleh pemberian merkuri dan pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula. Terdapat interaksi diantara keduanya terhadap tingkat kolonisasi (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisis Two Way ANOVA pada parameter pengamatan

Parameter	Signifakansi (nilai P)		
	Pemberian Hg	Pemberian inokulum	Interaksi
Berat kering tajuk	0.22	0.43	0.56
Berat kering akar	0.17	0.33	0.74
Jumlah kolonisasi	0.001	0.001	0.0084

Hasil uji T terhadap kandungan fosfor dalam jaringan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara tanaman bayam akar merah yang tidak diinokulasi dan yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula dengan nilai P two-tails sebesar 0.17.

Tidak terhambatnya pertumbuhan bayam akar merah pada tanah yang dicemari dengan logam merkuri pada media tanamnya (Gambar 1 dan 2) disebabkan karena tanaman bayam akar merah merupakan tanaman yang bersifat hiperakumulator (Hidayati, 2005).

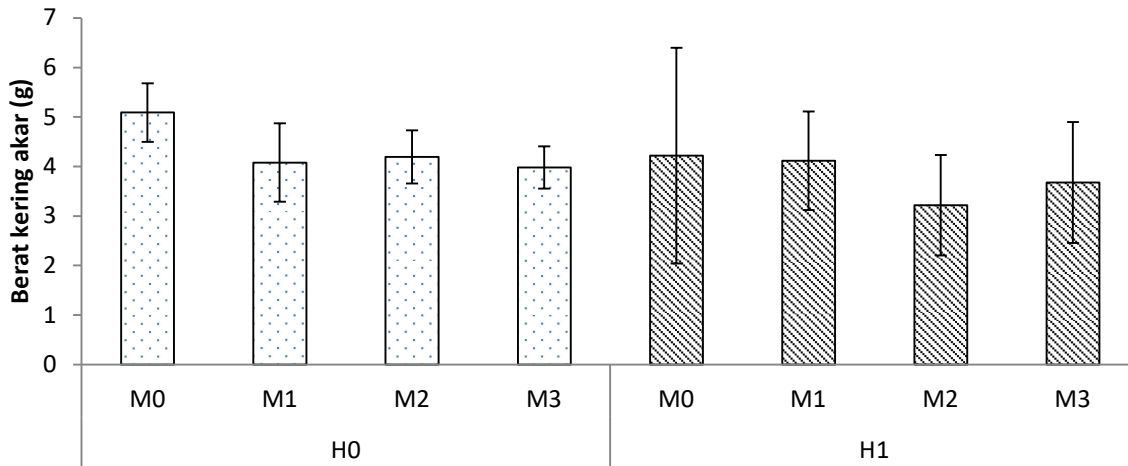


Gambar 1. Berat kering tajuk tanaman bayam yang tanpa diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (M0) dan diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula dari jenis *Glomus* (M1), *Acaulospora tuberculata* (M2), dan dengan inokulum (M3) yang ditumbuhkan pada tanah tidak tercemar (H0) dan tercemar merkuri (H1). Nilai yang ditunjukkan adalah nilai rata-rata ± SD.

Tanaman hiperakumulator merupakan tanaman yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap toksisitas logam berat (Chaney, 1997). Kemampuan tersebut disebabkan oleh kemampuan untuk mendetoksifikasi konsentrasi

logam yang tinggi di dalam jaringan daun dan batangnya. Mekanisme detoksifikasi dapat meliputi pengkelatan, kompartementasi, biotransformasi dan perbaikan sel. Sehingga

logam berat tersebut tidak bersifat toksik bagi tanaman (Shrivastava *et al.*, 2015).



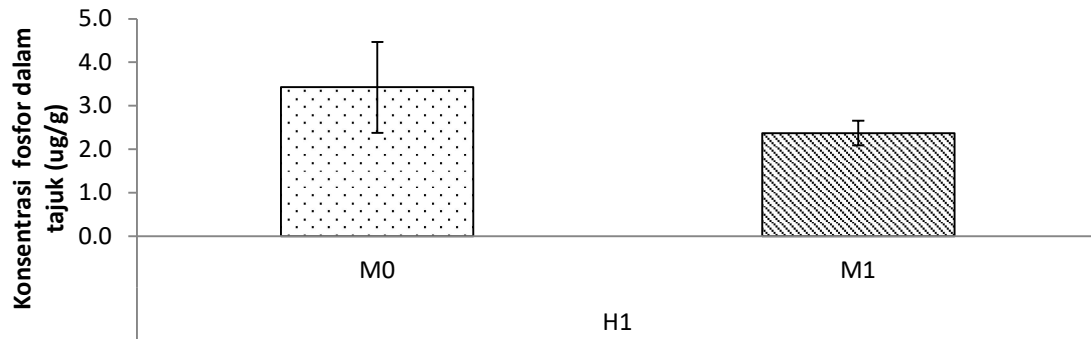
Gambar 2. Berat kering akar tanaman bayam. Keterangan lebih lanjut bisa dilihat pada gambar 1.

Jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperluas daerah serapan akar melalui hifa ekstraradikalnya sehingga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara (Garg and Chandel, 2010) seperti N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, dan Mn (Tong *et al.*, 2006). Jamur mikoriza yang digunakan pada penelitian ini meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung pada tanah tercemar merkuri dengan konsentrasi yang sama pada penelitian sebelumnya (Immanuel, 2019). Akan tetapi pada penelitian ini tanaman yang diinokulasi jamur mikoriza arbuskula dari tiga sumber inokulum yang digunakan tidak menunjukkan peningkatan pertumbuhan dan bahkan cenderung pertumbuhannya lebih rendah dibandingkan pada tanaman yang tidak diinokulasi baik pada tanah yang tidak tercemar dan tanah yang tercemar merkuri. Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata (Gambar 1 dan 2).

Beberapa hal yang mempengaruhi kemampuan jamur untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah faktor biotik dan abiotik yang akan mempengaruhi tanaman

inang, jamur dan juga simbiosis yang terbentuk (Habte and Osorio, 2004). Faktor biotik dapat berupa respon pertumbuhan akibat adanya kolonisasi tergantung kepada seberapa besar ketersediaan unsur hara oleh jamur dan seberapa besar jumlah karbohidrat yang diberikan oleh tanaman inang kepada jamur yang bersimbiosis (Smith *et al.*, 2011). Jumlah karbon yang dialokasikan ke jamur mikoriza arbuskula berkisar 4% sampai 20% dari total karbon yang diperlukan oleh tumbuhan. Sehingga pengaruh kolonisasi dari jamur mikoriza arbuskula dapat bersifat positif, netral bahkan negatif (Garrido *et al.*, 2010).

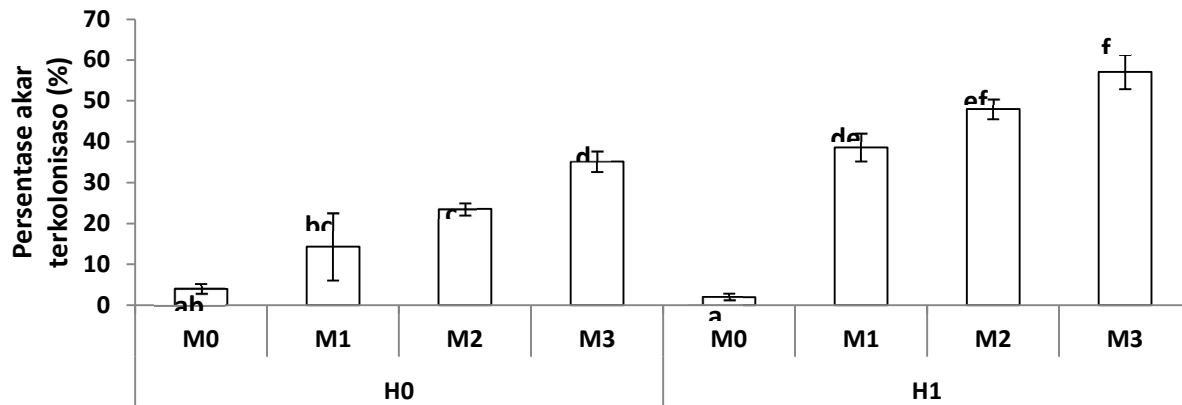
Bila jamur mikoriza arbuskula membutuhkan lebih banyak karbohidrat dibandingkan dengan kontribusinya dalam meningkatkan penyerapan unsur hara maka tanaman yang menjadi inangnya cenderung akan terhambat pertumbuhannya. Hal ini ditunjang dengan data bahwa konsentrasi fosfor pada tajuk lebih tinggi pada tanaman yang tidak diinokulasi dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (Gambar 3)



Gambar 3. Konsentrasi fosfor pada tajuk tanaman bayam yang tidak diinokulasi (M0) dan diinokulasi jamur jamur mikoriza arbuskula dari jenis *Glomus sp* (M1).

Kandungan fosfor pada tanaman yang dibandingkan adalah kandungan fosfor pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan tanaman yang diinokulasi dengan *Glomus sp* karena memiliki rerata berat kering tajuk tertinggi.

Tingkat kolonisasi juga menentukan seberapa besar kontribusinya terhadap simbiosis yang terjadi. Tingkat kolonisasi tertinggi diperoleh pada tanaman yang diberi inokulum campuran dari jenis *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora* dan *Scutelospora* (M3) (Gambar 4).



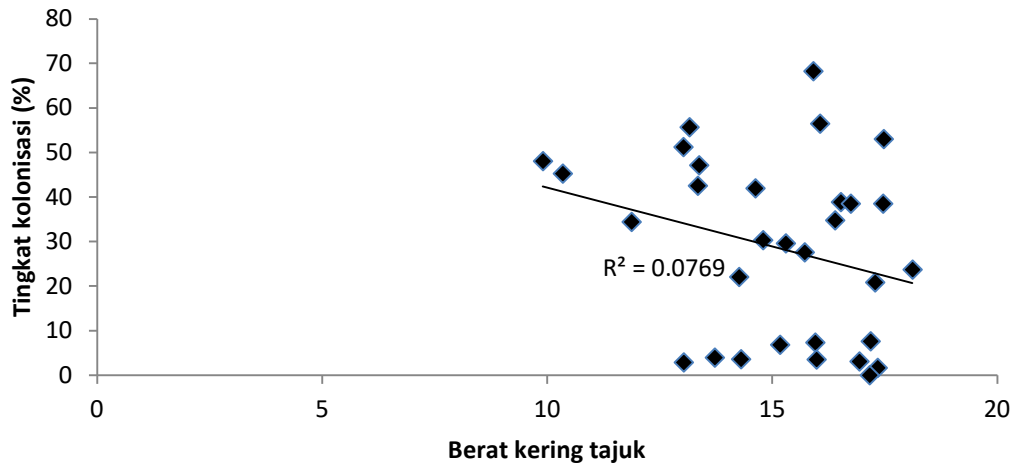
Gambar 4. Persentase akar terkolonisasi pada tanaman tanpa diinokulasi (M0) dan diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula dari jenis *Glomus* (M1), *Acaulospora tuberculata* (M2), dan dengan inokulum campuran (M3) yang ditumbuhkan pada tanah tidak tercemar (H0) dan tercemar merkuri (H1). Nilai yang ditunjukkan adalah nilai rata-rata ± SD. Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji $P < 0.05$.

Pada penelitian ini semakin tinggi tingkat kolonisasinya maka semakin rendah pertumbuhan tanaman inangnya (Gambar 4)

meskipun memiliki tingkat korelasi yang terbilang cukup ($R = 0,28$).

Hal ini mungkin disebabkan semakin tinggi jumlah energi yang diperlukan oleh tanaman inang untuk menunjang

keberlangsungan hidup dari jamur mikoriza arbuskula yang bersimbiosis.



Gambar 5. Korelasi antara tingkat kolonisasi dengan berat kering tajuk.

Faktor abiotik yang mempengaruhi kemampuan jamur mikoriza arbuskula dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman salah satunya status hara tanah. Jamur mikoriza arbuskula tidak dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman disebabkan oleh kandungan unsur hara yang tinggi di dalam tanah (Koorem *et al.*, 2014). Akan tetapi pada penelitian ini kandungan unsur hara di dalam tanah tidak diukur.

KESIMPULAN

Pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula dari jenis *Glomus sp*, *Acaulospora tuberculata* dan inokulum campuran dari jenis *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora* dan *Scutelospora* tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam akar merah (*A. retroflexus*) baik pada tanah tidak tercemar maupun pada tanah tercemar merkuri. Pemberian dari ketiga macam inokulum tersebut cenderung untuk menurunkan pertumbuhan tanaman bayam akar merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Ahmed, N., and Zhang, L. (2019). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: Implications in abiotic stress tolerance. *Frontier in Plant Science*, 10: 1-15.
- Chaney, R. L., S. L. Brown, J. S., Angle., and A. J. M. Baker. (1997). Phytoremediation of soil metals. *Journal Biotechnology*, 8:279-284.
- Genre, A., Chabaud, M., Timmers, T., Bonfante, P., and Barker, D. G. (2005). Arbuscular mycorrhizal fungi elicit a novel intracellular apparatus in *Medicago truncatula* root epidermal cells before infection. *The Plant Cell*, 17: 3489-3499.
- Giovannetti, M., and Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in root. *New Phytologist*, 84, 489-500.
- Garrido, E., Bennet, A. E. Fornoni, J., and Strauss, S. Y. (2010). The dark side of the mycorrhiza. *Plant Signaling and Behavior*, 5(8): 1019-1021.
- Habte, M. and Osorio, N. W. (2004). Mycorrhizas: Producing, applying

- arbuscular mycorrhizal inoculums. In Elevitch, C. R. (Ed.), *The Overstory book: Cultivating connection with trees* (2nd ed., pp. 68-73). Holualoa: Permanent Agriculture Resources.
- Hidayati, N. (2005). Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator. *Hayati*, 12: 35-40.
- Houston, M. C., MD. MS. (2011). Role of mercury toxicity in hypertension, cardiovascular diseases, and stroke. *The Journal of Clinical Hypertension*, 13(8): 621-627.
- Immanuel, N. N. (2019). Pertumbuhan tanaman kangkung yang diinokulasi jamur mikoriza arbuskula yang berbeda pada tanah tercemar merkuri. SKRIPSI. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Tadulako.
- Khoramnejadian, S., and Saeb, K. (2015). Accumulation and translocation of heavy metal by *Amaranthus retroflexus*. *Journal of Earth, Environment and Health Sciences*, 2 (1): 58-60.
- Koorem, K., Gazol, A., Opik, M., Moora, M., Salk, U., Uibopuu, A., Sober, V., Zobel, M. (2014). Soil nutrient content influences the abundance of soil microbes but not plant biomass at small-scale. *PLOS ONE*, 9(3): e91998.
- Mardhuki, B., Rejali, F., Daei, G., Ardakani, M. R., Malakouti, M. J. and Miransari, M. (2011). Arbuscular mycorrhizas enhance nutrient uptake in different wheat genotypes at high salinity levels under field and greenhouse condition. *Comptes Rendus Biologies*, 334: 567-571.
- Miransari, M. (2015). Phytoremediation using microbial communities. In Ansari, A. A., Gill, S. S., Gill, R., Lanza, G. R., and Newman, L. (eds.). *Phytoremediation. Management of environmental contaminants*, Volume 2. Springer International Publishing AG, Switzerland. pp. 177-182.
- Phillips, J. M., and Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transaction of the British Mycological Society*, 55(1), 158-161.
- Quiroga, G., Erice, G., Aroca, R., Chaumont, F., and Ruiz-Lozano, J. M. (2017). Enhanced drought stress tolerance by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in a drought-sensitive maize cultivar is related to a broader and differential regulation of host plant aquaporins than in drought-tolerant cultivar. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1-15.
- Savci, S. (2012). An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(1): 77-80.
- Shrivastava, S., Shrivastava, A., and Sharma, J. (2015). Detoxification mechanism of mercury toxicity in plants: A review. *Recent Advances in Biology and Medicine*, 1: 60-68.
- Smith, S. E., Jakobsen, I., Grønlund, M., and Smith, F. A. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: Interactions between pathways of phosphorus uptake in arbuscular mycorrhizal roots have important implications for understanding and manipulating plants phosphorus acquisition. *Plant Physiology*, 156, 1050-1057.
- Sudarmaji, J., Mukono., dan Corie, I. P. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Kesehatan Lingkungan FKM. UNAIR: Surabaya.
- Tong, R., Yang, X., and Li, D. (2006). Effects of interspecific difference of arbuscular mycorrhizal fungi on *Citrus grandis* cv. Changshou Shatian you seedlings vegetative growth and mineral contents. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 17(7), 1229-1233
- Upadhyaya, H., Panda, S. K., Bhattacharjee, M. K. and Dutta, S. (2010). Role of Arbuscular Mycorrhiza in Heavy metal tolerance in

plants: Prospects for phytoremediation.
Journal of Phytology, 2(7): 16-27.

WHO (2016). Mercury and health.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/>