



## **Penggunaan Jamur Mikoriza Arbuscula untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Tercemar Merkuri**

### **Arbuscular Mycorrhizal Fungal Application to Increase growth of Maize Plant (*Zea mays* L.) in Mercury Contaminated Soil**

Sri Amaliah Gobel<sup>\*</sup>, Yusran<sup>2</sup>, Wahyu Harso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Tadulako

<sup>2</sup>Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

#### **ABSTRACT**

Arbuscular mycorrhizal fungi have an important role in supporting the rehabilitation of degraded land caused by mining activity. These fungi can reduce heavy metal toxicity to plants in contaminated soil. The purpose of this research was to determine the effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungus on the growth of maize plant in mercury contaminated soil. This research was conducted in glass house based on the completely randomized design with two factorials. The first factor was fungal inoculum addition (with and without inoculum addition) and the second factor was mercury concentration in soil (0 mg/kg, 1,46 mg/kg and 2,92 mg/kg dry soil). Maize plant was inoculated with 15 gram inoculum of *Gigaspora margarita*. Inoculum contained 10 spores per gram inoculum. Soil was contaminated with 2 mg and 4 mg HgCl<sub>2</sub> per kg dry soil. The results showed that increasing mercury concentration in soil increased inhibition of non-inoculated maize plant growth. On the other hand, maize plant inoculated with arbuscular mycorrhizal fungus could enhance its growth in mercury contaminated soil, so that conclusion from this study is arbuscular mycorrhizal fungus can be used to increase the productivity of maize plant grown in mercury contaminated soil.

**Key words:** *Arbuscular mycorrhizal fungi, mercury, maize.*

## ABSTRAK

Jamur mikoriza arbuskula berperan penting dalam membantu rehabilitasi tanah terdegradasi akibat pertambangan. Jamur ini dapat mengurangi toksisitas logam berat terhadap tanaman pada tanah yang tercemar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan jamur mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada tanah yang dicemari dengan merkuri. Penelitian dilakukan di rumah kaca dan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktorial. Faktor pertama adalah pemberian inokulum mikoriza (dengan dan tanpa pemberian inokulum) dan faktor kedua adalah konsentrasi merkuri pada media tumbuh (0 mg/kg, 1,46 mg/kg, dan 2,92 mg/kg tanah). Tanaman jagung diinokulasi dengan 15 gram inokulum. Jamur mikoriza arbuskula yang digunakan adalah jenis *Gigaspora margarita*. Setiap gram inokulum mengandung 10 spora. Tanah dikontaminasi dengan 2 mg dan 4 mg HgCl<sub>2</sub> per kg tanah kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi merkuri akan semakin menghambat pertumbuhan tanaman jagung yang tidak diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula. Disisi lain, tanaman yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhannya pada tanah yang terkontaminasi merkuri. Sehingga kesimpulan dari penelitian ini adalah jamur mikoriza arbuskula dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung pada lahan tercemar merkuri.

**Kata kunci :** *Jamur mikoriza arbuskula, Merkuri, Jagung*

## LATAR BELAKANG

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas strategis dan bernilai ekonomis, serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras, disamping itu jagung berperan sebagai pakan ternak, bahan baku industri dan rumah tangga (Ditjen Tanaman Pangan, 2002). Penyebaran tanaman jagung sangat luas karena mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai lingkungan (Iriany dkk., 2008).

Alih fungsi lahan areal pertanian menjadi kawasan industri merupakan awal terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan pertanian menyebabkan menurunnya kualitas dan kuantitas produk pertanian. Limbah industri

yang belum mempunyai tempat pengolahan limbah merupakan penyebab kerusakan sumberdaya lahan pertanian. Salah satu jenis limbah yang potensial merusak lingkungan adalah merkuri (Hg) (Purwadinata dan Sutrisno, 2013).

Salah satu faktor yang menjadi permasalahan pertumbuhan pada tanaman jagung yaitu berupa lahan yang tercemar limbah (berlumpur) yang mengandung merkuri (Hg) yang dibuang di lahan pertanian sehingga mencemari lahan pertanian yang akan di tanami jagung (Siahaan dkk., 2014).

Menurut Setiadi (2004), penggunaan mikoriza telah terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kehutanan (revegetasi) pada lahan bekas pertambangan maupun lahan kritis secara

signifikan. Teknologi mikrobial dengan memanfaatkan jamur mikoriza dapat digunakan sebagai alternatif dalam meningkatkan peluang keberhasilan untuk remediasi lahan bekas tambang dan meningkatkan serapan hara pada tanaman. Jamur mikoriza dapat membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman, terutama tanaman yang ditanam pada lahan-lahan yang kurang subur (Rahmawaty, 2002). Mikoriza dapat mengurangi toksisitas logam berat terhadap tanaman pada tanah tercemar limbah pertambangan (Munir, 2006).

Mekanisme perlindungan tanaman terhadap logam berat dan unsur toksik dapat menggunakan mikoriza dengan menonaktifkan secara kimiawi atau mengakumulasi unsur tersebut ke dalam hifa jamur mikoriza (Subiksa, 2002). Selain itu, hasil berbagai penelitian pada lahan marginal di Indonesia menunjukkan bahwa aplikasi pupuk biologis seperti mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan berbagai tanaman (jagung, kedelai, kacang tanah, tomat, padi, dan tanaman lainnya) dan ketersediaan hara bagi tanaman antara 20 hingga 100% (Simarmata dan Herdiani, 2004).

Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan jamur mikoriza arbuskula dalam meningkatkan

pertumbuhan tanaman pada beberapa tingkat cekaman merkuri.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktorial. Faktor pertama adalah pemberian inokulum jamur mikoriza arbuskula (M) yaitu tanaman jagung tanpa diinokulasi dengan inokulum (M0) atau tanaman jagung diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (M1), dan faktor kedua adalah pemberian merkuri pada tanah atau media tumbuh (H), yaitu tanpa pemberian merkuri (H0), pemberian 1,46 mg Hg/kg tanah kering angin (H1) dan pemberian 2,92 mg Hg/kg tanah kering angin. Masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak empat kali.

Biji jagung yang sudah diseleksi kemudian disterilisasi dengan larutan 1% Sodium hypochlorite (NaOCl) selama 10 menit. Setelah disterilisasi kemudian dibilas dengan air sampai bersih. Sebanyak tiga biji jagung ditanam pada polybag berukuran 20 x 30 cm yang berisi tanah sebanyak 4 kg. Setelah benih jagung berumur satu minggu dipilih satu benih yang memiliki tingkat keseragaman tinggi terhadap benih pada polybag yang lain, kemudian sisanya dipotong.

Tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil dari lapisan tanah sedalam  $\pm$  20 cm dari permukaan tanah di lokasi penelitian (Taman Sains Pertanian) BPTB

Desa Sidondo III Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. Tanah memiliki pH (H<sub>2</sub>O) 6.3, dan bertekstur lempung.

Tanah sebelum digunakan disterilisasi dengan oven pada suhu 70<sup>o</sup>C selama 48 jam. Setelah didinginkan, tanah ditambahkan urea sebanyak 0,24 mg/kg tanah dan KCl sebanyak 0,04 mg/kg tanah yang dicampur secara homogen. Untuk perlakuan pemberian inokulum, sebanyak 15 gram inokulum dicampurkan secara homogen dengan tanah sebanyak 4 kg. Inokulum jamur mikoriza arbuskula yang digunakan adalah jenis *Gigaspora margarita*. Inokulum berupa spora dalam tanah. Untuk perlakuan pemberian merkuri (H), sebanyak 8 mg HgCl<sub>2</sub> dan 16 mg HgCl<sub>2</sub> ditambahkan secara homogen pada 4 kg tanah kering. Air diberikan sampai kadar air dalam tanah sebesar 20%.

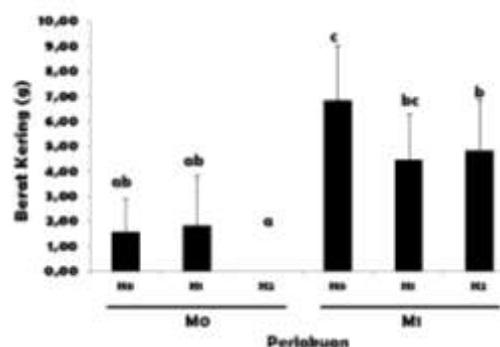
Polybag yang telah berisi benih jagung kemudian diletakkan secara acak di rumah kaca. Kadar air dalam tanah sebanyak 20% dipertahankan dari awal sampai akhir. Penambahan air yang hilang dilakukan dengan pengukuran secara gravimetrik. Pemanenan dilakukan saat tanaman jagung berumur 52 hari setelah tanam yang ditandai dengan adanya pembentukan bunga. Data diperoleh dengan menimbang berat kering tajuk, berat kering akar, mengukur kadar P tajuk dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm dan

menghitung persentase akar yang terkolonisasi jamur mikoriza arbuskula dengan *Gridline intersec method* menurut Philip and Hayman (1970). Data dianalisis dengan menggunakan Two-Way ANOVA dan diuji lanjut dengan DMRT dan dinyatakan berbeda nyata ketika P < 0.05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa semakin meningkat konsentrasi merkuri di dalam tanah akan semakin menghambat pertumbuhan, atau bahkan terjadi kematian pada tanaman yang ditanam pada media tanpa diinokulasi jamur arbuskula mikoriza (Gambar 1).

Hal ini dapat dilihat bahwa pada konsentrasi merkuri 2,92 mg/kg tanah yang ditambahkan di dalam media tanam menyebabkan tanaman jagung yang tidak diinokulasi jamur mikoriza arbuskula tidak tumbuh (Gambar 1).

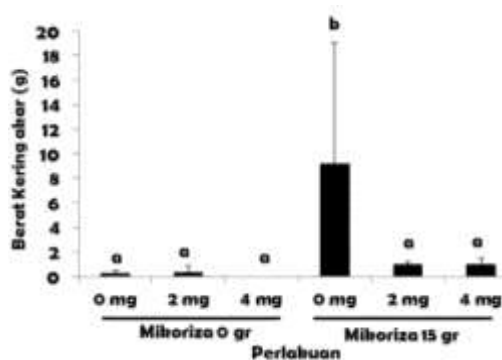


**Gambar 1.** Berat kering tanaman jagung yang tidak di inokulasi (M0) dan yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (M1) pada media tanam yang dicemari dengan merkuri sebanyak 1,46 mg/kg tanah kering (H1), 2,92 mg/kg tanah kering (H2) atau tanpa dicemari dengan merkuri (H0). Batang grafik yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%. Nilai yang

ditampilkan adalah nilai rata-rata  $\pm$  standar deviasi.

Terdapatnya merkuri dalam tanah, dapat menghambat tumbuh kembangnya tanaman yang ditanam pada tanah. Hal tersebut terjadi karena terganggunya akar tanaman sehingga menghambat memperoleh unsur hara dengan baik.

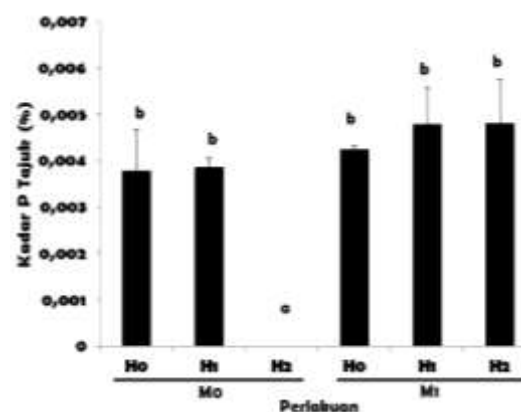
Akar tanaman merupakan organ tanaman yang lebih sensitif dan akan mengalami kerusakan yang lebih besar dibandingkan dengan tajuk tanaman selama logam berat diserap melalui akar (Jamal *et al.*, 2006). Kerusakan bisa terjadi karena merkuri akan memacu pembentukan oksigen radikal bebas yang akan merusak membran sel atau makromolekul yang dapat berupa protein dan DNA sehingga menyebabkan kematian sel (Nagata, 2014). Tanaman yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula cenderung memiliki berat kering akar yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi (Gambar 2) pada tanah yang dicemari dengan merkuri.



**Gambar 2.** Berat kering akar yang tidak diinokulasi (M0) dan yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula

(M1) pada media tanam yang dicemari dengan merkuri sebanyak 1,46 mg/kg (H1), 2,92 mg/kg (H2) atau tanpa dicemari dengan merkuri (H0). Keterangan berikutnya lihat gambar 1.

Imobilisasi logam berat pada biomasa jamur adalah suatu mekanisme yang mungkin meningkatkan tanaman toleran terhadap logam berat. Hifa mungkin berperan sebagai penghalang transportasi logam berat menuju sel akar (Garg and Chandel, 2010).

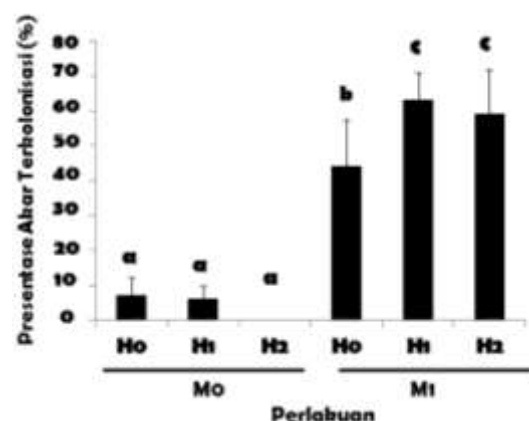


**Gambar 3.** Kadar P tajuk jagung yang tidak diinokulasi (M0) dan yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (M1) pada media tanam yang dicemari dengan merkuri sebanyak 1,46 mg/kg (H1), 2,92 mg/kg (H2) atau tanpa dicemari dengan merkuri (H0). Keterangan berikutnya lihat Gambar 1.

Selain itu hifa eksternal dari jamur arbuskula mikoriza akan meningkatkan luas permukaan kontak dengan tanah sehingga meningkatkan daerah penyerapan akar (Smith and Read, 2008). Hal ini didukung oleh data pada penelitian ini bahwa tanaman yang dinokulasikan dengan *G. margarita* cenderung memiliki kadar fosfor dalam tajuk yang lebih tinggi bila

dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi sehingga meningkatnya kadar fosfor dalam tajuk dan menyebabkan peningkatan berat kering tanaman (Gambar 3). Akan tetapi kadar fosfor dalam tajuk pada tanaman yang diinokulasi dengan *G. margarita* yang tidak diberi merkuri pada media tanamnya memiliki kadar fosfor tajuk yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan yang diberi merkuri dengan konsentrasi 1,46 dan 2,92 mg akan tetapi memiliki berat kering terbesar (Gambar 1) hal ini mungkin disebabkan karena pertumbuhan tajuk lebih cepat dibandingkan dengan laju akumulasi fosfor (Jarrell and Beverly, 1981).

Pada tanaman yang diinokulasi dengan *G. margarita* tidak ada perbedaan yang nyata pada prosentase jaringan akar yang terkolonisasi pada tanaman yang ditanam pada media yang diberi merkuri dengan konsentrasi 1,46 dan 2,92 mg Hg per kg tanah kering (Gambar 4) sehingga pada kedua tanaman yang dibandingkan tersebut memiliki kadar fosfor dalam tajuk (Gambar 3) dan berat kering tanaman (Gambar 1) yang tidak berbeda nyata.



**Gambar 4.** Tingkat kolonisasi pada akar tanaman jagung yang tidak di inokulasi (M0) dan yang diinokulasi dengan jamur mikoriza arbuskula (M1) pada media tanam yang dicemari dengan merkuri sebanyak 1,46 mg/kg (H1), 2,92 mg/kg (H2) atau tanpa dicemari dengan merkuri (H0). Keterangan berikutnya lihat gambar 1.

Meskipun tanaman yang ditumbuhkan pada media yang tidak diberi merkuri memiliki presentase jaringan akar yang terkolonisasi lebih rendah dibandingkan dengan prosentase tanaman yang media tanamnya diberi merkuri, tanaman tersebut memiliki berat kering yang lebih besar dibandingkan tanaman yang media tanamnya diberi merkuri dengan konsentrasi 2 dan 4 mg (Gambar 3) hal ini karena penyerapan unsur hara pada akar yang bermikoriza dilakukan oleh akar dan hifa. Berat kering akar lebih besar pada tanaman jagung yang ditumbuhkan pada tanah tidak dicemari dibandingkan pada tanah yang dicemari dengan merkuri.

Pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan *G. margarita* masih terdapat kolonisasi meskipun kolonisasinya sangat rendah (7.2%) (Gambar 4). Hal ini bisa

disebabkan kemungkinan karena tidak sempurnanya proses sterilisasi atau terjadinya kontaminasi saat proses perlakuan dan penanaman.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa Meningkatnya konsentrasi bahan tercemar terutama merkuri akan semakin menghambat pertumbuhan tanaman jagung. Jamur mikoriza arbuskula dapat diaplikasikan pada tanaman untuk meningkatkan ketahanan dan pertumbuhannya pada lahan tercemar logam berat seperti merkuri sehingga produktivitas tanaman jagung dapat ditingkatkan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak I Ketut Suwitra, S.St.Pi., M.Si atas segala bantuan, saran dan ilmu yang diberikan selama penelitian. Serta sahabat-sahabat yang telah membantu proses penelitian baik di lapangan dan di laboratorium.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ditjen Tanaman Pangan. 2002. Program pengembangan produksi jagung nasional. Makalah disampaikan pada National Maize Research and Development Prioritization workshop. 15 – 17 Mei 2002 di Malino Sulawesi Selatan. (<http://ojs.unud.ac.id/index.php/soca/article/viewFile/4069/3058>). Diakses pada tanggal 11 Maret 2016.

Garg, N. and Chandel, S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process and

functions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 581-599.

Iriany, T.N., Yasin, M.H.G., dan Takdir, A.M. 2008. Asal sejarah evolusi dan taksonomi tumbuhan jagung (*Zea Mays L.*). Balai Penelitian Tanam Serealia, Maros (<http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/ind/images/stories/tiga.pdf>). Diakses pada tanggal 10 Maret 2016.

Jamal, S. N., Iqbal, Z., and Athar, M. 2006. Evaluation of two wheat varieties for phytotoxic effect of mercury on seed germination and seedling growth. *Journal Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 71(2): 41-44.

Jarrell, W. M., and Beverly, R. B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Journal Advances in Agronomy*, 34: 197-224.

Munir, E., 2006. Pemanfaatan mikroba dalam bioremediasi: suatu teknologi alternatif untuk pelestarian lingkungan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Dalam Bidang Mikrobiologi FMIPA USU. (<http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/article/download/154/146>). Diakses pada tanggal 20 Mei 2016.

Nagata, T. 2014. Expression analysis of new Metallothionein2-like protein under mercury stress in tomato seedling. *Plant Root*, 8: 72-81.

Phillip, J. M and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots staining parasitics and VAM fungi for rapid accesment of infection. *Transaction of the British Mycological Society*, 46 (2): 235-244.

Purwadinata, H., dan Sutrisno, N. 2013. Rehabilitasi lahan pertanian tercemar

- limbah industri (Hg dan Pb) dalam mendukung pembangunan pertanian ramah lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional 4* (hal 72-81). Bogor: *Jurusan Matematika, Sains, dan Teknologi*.
- Rahmawaty, 2002. *Restorasi lahan bekas tambang berdasarkan kaidah ekologi*. Program Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.  
(<http://library.usu.ac.id/download/fp/hutanrahmawaty5.pdf>). Diakses pada tanggal 25 Mei 2016.
- Setiadi, Y. 2004. Arbuscular mycorrhizal inoculum production. Dalam : Teknologi produksi dan pemanfaatan inokulan endo ektomikoriza untuk pertanian, perkebunan dan kehutanan. *Prosiding Asosiasi Mikoriza Indonesia* (Hal 18-31). Bandung (<http://bbsdlp.litbang.pertanian.go.id/phocadownload/Prosiding%20Pempukan%202012full%20version.pdf>). Diakses pada tanggal 23 Mei 2016.
- Siahaan, B.C., Utami, S.R., dan Handayanto, E., 2014. Fitoremediasi tanah tercemar merkuri (Hg) limbah tailing tambang emas menggunakan *Lindernia crustacea*, *Digitaria radicata* dan *Cyperus rotundus* serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(2): 38-48.
- Simarmata, T., dan E., Herdiani. (2004). Efek pemberian inokulan CMA dan pupuk kandang terhadap P tersedia, retensi P dalam tanah dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). (hal 11-20) Di Dalam *Prosiding: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan. Asosiasi Mikoriza Indonesia*. Jambi:Universitas Jambi.
- Smith, SE., and Read, D., (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Third Edition. Elsevier, New York : Academic Press.
- Subiksa, IG. M., (2002). Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis, *Makalah Falsafah Sains*. IPB. Bogor.