

**APLIKASI METODE CAWAN NUTRISI MENGGUNAKAN KOMBINASI
JARAK PAGAR DAN LAMTORO GUNG UNTUK MENINGKATKAN
PERTUMBUHAN KEDELAI DALAM KONDISI ENDEMIS
Sclerotium rolfsii Sacc. DAN STRESS MANGAN (Mn)**

Nisa Kartika Sari, Anton Muhibuddin, Muhammad Akhid Syib'li

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia
Email : kartikasari.nisa@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research was conducted at the Laboratory of Plant Disease and Screen House, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang. The observations include: 1) mycorrhizae propagule per 100 grams of soil; 2) disease incidence caused by *Sclerotium rolfsii*; 3) percentage of manganese poisoning symptoms; and 4) soybean plant growth. The species of Mycorrhiza used in this study was *Glomus* sp. Intercropping of jatropha and leucaena showed a higher mycorrhiza spores compared with control. Mycorrhizal applications was able to suppress *S.rolfsii* pathogens with low percentage of disease. The lowest symptoms of poisoning were found in treatment P6 (J3L2), namely 3 jatropha plants and 2 leucaena plants, and treatment P9 (J3L3), namely 3 jatropha plants and 3 leucaena plants with a percentage of poisoning symptoms of 4.76%. Treatment P0 (J0L0), namely without jatropha and leucaena showed the highest Mn poisoning symptom with the percentage of 89.68%. The lowest soybean plant growth was shown in treatment P0 (J0L0), namely without jatropha and leucaena compared to other treatments planted together with jatropha and leucaena.

Keywords : Manganese (Mn), mycorrhizae, *Sclerotium rolfsii*

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit dan *Screen House* Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: 1) Jumlah mikoriza per 100 gram tanah; 2) Persentase serangan patogen *Sclerotium rolfsii*; 3) Persentase gejala keracunan Mangan (Mn); dan 6) Pertumbuhan tanaman kedelai. Jenis mikoriza yang ditemukan yaitu *Glomus* sp. Perlakuan tumpangsari jarak pagar dan lamtoro gung menunjukkan hasil penambahan jumlah mikoriza yang signifikan dibandingkan dengan tanpa tanaman jarak pagar dan lamtoro gung. Aplikasi mikoriza mampu menekan serangan patogen *S. rolfsii* dengan persentase kematian yang sangat rendah. Kombinasi jarak pagar, lamtoro gung, dan mikoriza mampu menurunkan gejala keracunan akibat pencemaran unsur logam Mangan (Mn). Gejala keracunan terendah terdapat pada perlakuan P6 (J₃L₂) yaitu 3 tanaman jarak pagar dan 2 tanaman lamtoro gung, dan perlakuan P9 (J₃L₃) yaitu 3 tanaman jarak pagar dan 3 tanaman lamtoro gung dengan persentase gejala keracunan sebesar 4,76%. Perlakuan P0 (J₀L₀) yaitu tanpa tanaman jarak pagar dan lamtoro gung menunjukkan hasil gejala keracunan paling tinggi dengan persentase keracunan Mn sebesar 89,68%. Pertumbuhan tanaman kedelai paling rendah ditunjukkan pada perlakuan P0 (J₀L₀) yaitu tanpa tanaman jarak pagar dan lamtoro gung dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang ditanam bersama dengan jarak pagar dan lamtoro gung.

Kata kunci : Logam Mangan (Mn), mikoriza, *Sclerotium rolfsii*

PENDAHULUAN

Pencemaran tanah oleh logam dianggap sebagai masalah lingkungan serius di seluruh dunia, namun perhatian dan kepedulian terhadap permasalahan ini di Indonesia, khususnya yang terjadi di lahan pertanian, masih sangat rendah. Beberapa logam, pada kadar tertentu, merupakan bahan beracun dan berbahaya, sehingga menjadi sumber pencemar lingkungan, antara lain As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Sn dan Zn (Jones & Jarvis, 1981).

Sumber utama bahan pencemar logam berat adalah deposisi atmosferik dari sisa pembakaran bahan bakar fosil serta aktivitas penambangan dan peleburan logam, limbah padat dan cair dari proses produksi produk manufaktur, pelapisan logam, cat dan pelapis berbahan dasar logam, aplikasi lumpur limbah serta beberapa pestisida dan pupuk yang mengandung logam (Adriano, 1986; Alloway, 1995).

Umumnya pestisida yang digunakan cukup luas di bidang pertanian dan hortikultura memiliki kandungan logam. Timbal arsenat digunakan dalam kebun buah-buahan selama bertahun-tahun untuk mengendalikan beberapa serangga parasit. Di Indonesia penggunaan pestisida pada tanaman sayuran sangat intensif, khususnya pada tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Penggunaan pestisida yang intensif dapat meninggalkan residu di dalam tanah dan tanaman, bahkan dapat masuk ke dalam tubuh hewan, ikan, atau biota air lainnya.

Salah satu cara untuk memulihkan lingkungan tanah dari suatu kontaminan logam adalah dengan menggunakan tanaman, yaitu dengan cara menanam tanaman yang mampu menyerap logam dari dalam tanah. Metode ini dikenal dengan nama fitoremediasi. (Smith *et al.*, 1997 dalam Bayu, 2010). Salah satu metode yang efektif untuk fitoremediasi adalah metode menggunakan cawan nutrisi yang ditemukan oleh Anton Muhibuddin (2013). Beberapa jenis tanaman mempunyai kemampuan

menyerap dan mengkonsentrasikan logam berat dalam biomasnya dalam kadar yang tinggi tanpa membahayakan kehidupan tanaman tersebut dan tanaman itu disebut hiperakumulator. Tanaman hiperakumulator adalah tanaman yang mempunyai kemampuan untuk menyerap dan kemudian mengkonsentrasikan logam didalam biomasnya dalam kadar yang luar biasa tinggi namun tidak mengganggu kehidupannya.

Dalam penelitian, tanaman penyerap logam dalam tanah yang digunakan yaitu tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) dan lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*). Usaha fitoremediasi tanah tercemar logam dapat dipercepat dengan tanaman bermikoriza, karena jamur mikoriza dapat melindungi tanaman inang dari serapan unsur beracun tersebut melalui efek filtrasi, kompleksasi dan akumulasi. Jamur mikoriza dapat berperan sebagai biokontrol penyerapan logam, dan dapat membantu tanaman terhindar dari keracunan logam (Setiadi, 1996).

Dalam penelitian ini, tanaman indikator yang digunakan sebagai obyek pengamatan adalah tanaman kedelai (*Glycine max*). Penyakit utama yang menyerang kedelai adalah penyakit rebah semai yang disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii*. Serangan penyakit ini dapat menurunkan hasil bahkan menyebabkan gagal panen.

Pencemaran lahan pertanian oleh logam, salah satunya logam Mangan (Mn), menjadi permasalahan serius di Indonesia. Salah satu sumber kontaminan logam Mangan (Mn) dikarenakan penggunaan pestisida dan pupuk yang berlebihan pada lingkungan, khususnya lahan pertanian di Indonesia. Dengan metode fitoremediasi diharapkan mampu mengatasi masalah pencemaran lingkungan oleh logam Mangan (Mn). Metode fitoremediasi dilakukan dengan cara menanam tanaman hiperakumulator yaitu tanaman jarak pagar dan lamtoro gung. Usaha penyerapan logam oleh tanaman dapat dipercepat dengan

penambahan mikoriza. Selain itu mikoriza juga mampu menekan serangan jamur *S. rolfsii* pada tanaman indikator yaitu kedelai. Diharapkan dengan penanaman tanaman hiperakumulator dan pemberian mikoriza mampu menekan keracunan logam Mangan (Mn) dan serangan jamur *S. rolfsii* pada tanaman kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit dan *Screen House* Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3 dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan penelitian

Perlakuan	Σ tanaman jarak pagar	Σ tanaman lamtoro gung
P1 (J ₁ L ₁)	1	1
P2 (J ₂ L ₁)	2	1
P3 (J ₃ L ₁)	3	1
P4 (J ₁ L ₂)	1	2
P5 (J ₂ L ₂)	2	2
P6 (J ₃ L ₂)	3	2
P7 (J ₁ L ₃)	1	3
P8 (J ₂ L ₃)	2	3
P9 (J ₃ L ₃)	3	3

Sterilisasi Media Tanam

Tanah disterilisasi menggunakan formalin 5%. Sterilisasi dilakukan dengan cara menyemprotkan formalin 5% pada tanah dengan sprayer, tanah diaduk rata kemudian ditutup rapat dalam plastik selama 7 hari. Setelah 7 hari, plastik dibuka dan tanah dianginkan.

Pencemaran Tanah dengan Logam Mangan (Mn)

Tanah yang telah steril kemudian dicemari dengan logam Mn. Pencemaran dilakukan dengan cara mencampur tanah dengan logam Mn yang telah dilarutkan.

Larutan Mn yang telah dibuat kemudian secara merata disiram ke masing-masing polybag, diamkan selama 24 jam agar limbah homogen dalam tanah.

Pencampuran Tanah

Tanah tercemar Mn dan tanah endemis dicampur dengan perbandingan komposisi 1:1 dan dimasukkan dalam polybag.

Inokulasi Mikoriza

Inokulasi mikoriza dilakukan dengan menginfesksi spora mikoriza pada masing-masing perakaran tanaman.

Penanaman dengan Metode Cawan

Metode cawan merupakan metode penanaman dua atau lebih tanaman sehingga perakaran dalam tanah akan membentuk seperti cawan dengan penambahan mikoriza. Tanaman yang digunakan dalam metode ini yaitu jarak pagar dan lamtoro gung.

a. Penanaman jarak pagar

Lakukan perkecambahan terlebih dahulu. Biji akan berkecambah 7-10 hari. Selanjutnya dapat dipindahkan ke polybag setelah 2 minggu berkecambah.

b. Penanaman lamtoro gung

Letakkan biji lamtoro dengan cara membenamkan biji dalam medium tumbuh. Kemudian jika tanaman lamtoro tersebut sudah mencapai ketinggian 20 cm sudah siap dipindahkan atau ditanam di polybag.

Penanaman Kedelai

Buat lubang pada tanah sedalam 1-2 cm, Benih kedelai dimasukkan 2-3 biji pada setiap lubang, lalu ditutup dengan tanah.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan gulma, dan pengendalian hama. Penyiraman dilakukan setiap hari, yaitu pada pagi atau sore hari. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma yang mengganggu disekitar tanaman.

Analisa Logam Mn dalam Tanah

Pengamatan dilakukan dengan mengambil masing-masing sampel tanah dalam polybag lalu di analisis didalam laboratorium. Timbang 10 g contoh tanah halus <2 mm. Tambah 20 ml larutan pengekstrak DTPA (dietilene triamine penta acetic acid), dikocok dengan mesin kocok selama 2 jam. Suspensi disaring atau disentrifusi untuk mendapatkan ekstrak yang jernih. Ukur masing-masing unsur dengan alat AAS (Spektrofotometer Serapan Atom).

Perhitungan Jumlah Spora Mikoriza

Perhitungan jumlah spora dilakukan di Laboratorium Penyakit. Sample tanah disekitar perakaran diambil sebanyak 100 gram. Disaring dengan saringan bertingkat masing-masing berukuran 180 µm, 75 µm, dan 53 µm. Endapan yang terdapat pada saringan terkecil dimasukkan dalam botol. Masukkan 5 ml larutan gula 60% pada botol centrifuge lalu tambahkan endapan yang terdapat pada saringan terkecil sampai 15 ml. Centrifuge dengan kecepatan 2000 rpm selama 7 menit. Setelah itu saring endapan yang telah di centrifuge menggunakan saringan terkecil. Letakkan pada cawan petri kemudian dihitung dibawah mikroskop.

Persentase Kematian Tanaman Kedelai

Dihitung jumlah tanaman kedelai yang tidak tumbuh akibat dari jamur *Sclerotium rolfsii*, dan dilihat dari gejala akibat keracunan logam Mn. Pengamatan kejadian penyakit *S. rolfsii* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sastrahidayat, 2011):

$$I = \frac{N}{n} \times 100 \%$$

Keterangan :

I = Intensitas penyakit

n = Jumlah seluruh tanaman

N = Jumlah tanaman yang diamati

Pengukuran gejala keracunan logam Mn dilakukan berdasarkan tingkat serangannya pada daun tanaman kedelai. Perhitungan dilakukan berdasarkan rumus :

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = Intensitas gejala keracunan

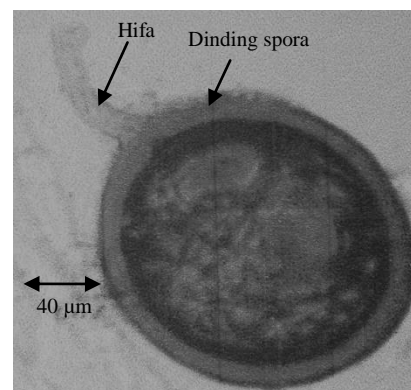
n = Jumlah daun yang terserang

N = Jumlah daun yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Spora Mikoriza

Hasil pengamatan mikoriza secara mikroskopis ditemukan jenis mikoriza dari genus *Glomus* spp. Ciri umum spora yang ditemukan adalah bentuk spora agak bulat hingga bulat, warna spora coklat muda hingga coklat tua, tidak terdapat bagian-bagian khusus misalnya cekungan atau bintik pada permukaan, terdapat hifa dan dinding spora (Gambar 1).



Gambar 1. Spora mikoriza

Hasil perhitungan jumlah mikoriza pada perakaran tanaman kedelai menunjukkan rata-rata jumlah mikoriza yaitu sebesar 394 spora setiap 100 gram sampel tanah. Pada perlakuan P0 (J₀L₀) menunjukkan hasil yang terendah dengan jumlah mikoriza sebanyak 287 spora (Tabel 2). Semakin banyak dan panjang perakaran maka spora mikoriza mampu berkembang lebih cepat.

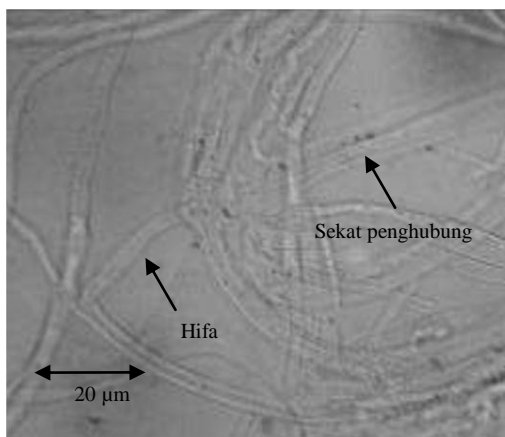
Tabel 2. Rerata jumlah akhir spora mikoriza (per 100 gram tanah)

Perlakuan	Jumlah Spora Mikoriza
P0 (J ₀ L ₀)	287 a
P1 (J ₁ L ₁)	427 bc
P2 (J ₂ L ₁)	437 cd
P3 (J ₃ L ₁)	443 de
P4 (J ₁ L ₂)	437 cd
P5 (J ₂ L ₂)	425 bc
P6 (J ₃ L ₂)	451 de
P7 (J ₁ L ₃)	442 de
P8 (J ₂ L ₃)	413 b
P9 (J ₃ L ₃)	453 e
F hitung	8,1 ^{**}
F tabel	2,51

Keterangan : ** = sangat berbeda nyata. Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%.

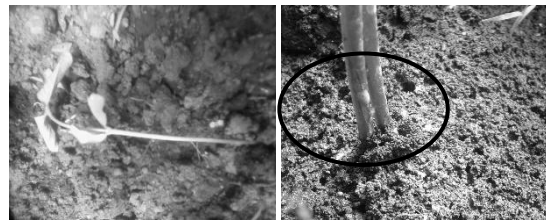
Pengamatan Mikroskopis Patogen *S. rolfsii*

Jamur *S. rolfsii* memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih yang selanjutnya berwarna agak kecoklatan pada biakan yang sudah tua. Miselium *S. rolfsii* berwarna putih berserat seperti kapas. Pertumbuhan koloni cepat pada media PDA. Pada hari ke-4, pertumbuhan miseliumnya sudah memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm. Hasil pengamatan mikroskopis, jamur *S. rolfsii* mempunyai hifa hialin dan terdapat sekat penghubung yang merupakan ciri khusus hifa *S. rolfsii* (Gambar 2).

Gambar 2. Morfologi jamur *S. rolfsii*

Persentase Serangan Patogen *S. rolfsii* pada Tanaman Kedelai

Gejala serangan patogen *S. rolfsii* penyebab penyakit rebah semai adalah daun tanaman kedelai layu dan menguning yang dimulai dari daun muda, pangkal batang membusuk dan akhirnya tanaman mati. *S. rolfsii* menyerang pada fase vegetatif yaitu dimulai dari 9 hari hingga 28 hari setelah tanam. Tanda keberadaan *S. rolfsii* yang menyerang kedelai di lahan adalah terdapat miselium putih di sekitar perakaran kedelai yang mati (Gambar 3).

Gambar 3. Gejala penyakit *S. rolfsii*

Berdasarkan hasil pengujian analisis ragam diketahui persentase serangan *S. rolfsii* pada tanaman kedelai yang telah diaplikasikan mikoriza sebesar 0%, 11,1%, dan 22,2% (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza mampu menekan serangan patogen *S. rolfsii*. Keberadaan mikoriza membentuk kondisi yang dapat menekan perkembangan patogen *S. rolfsii* di dalam tanah.

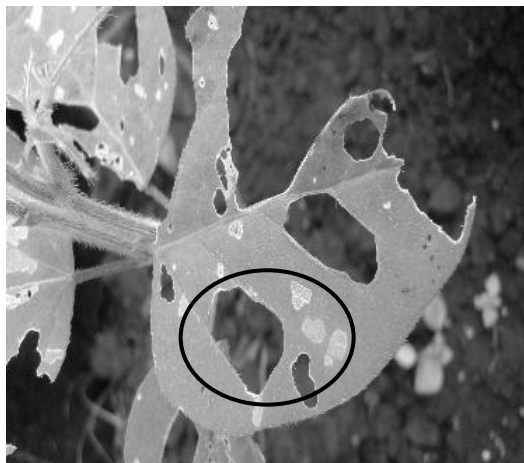
Tabel 3. Persentase kejadian penyakit karena jamur *S. rolfsii*

Perlakuan	Kejadian Penyakit <i>S. rolfsii</i> (%)
P0 (J ₀ L ₀)	44,4 c
P1 (J ₁ L ₁)	0 a
P2 (J ₂ L ₁)	11,1 ab
P3 (J ₃ L ₁)	11,1 ab
P4 (J ₁ L ₂)	0 a
P5 (J ₂ L ₂)	11,1 ab
P6 (J ₃ L ₂)	0 a
P7 (J ₁ L ₃)	0 a
P8 (J ₂ L ₃)	22,2 b
P9 (J ₃ L ₃)	0 a

Hal ini karena mikoriza memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketahanan tumbuhan terhadap infeksi patogen dan parasit akar dengan membentuk penghalang mekanis berupa mantel jamur yang menghambat penetrasi patogen dan mikoriza mampu memproduksi antibiotic dan fungistatik merangsang tanaman inang membentuk senyawa-senyawa inhibitor dan meningkatkan persaingan kebutuhan hidup di rhizofe oleh adanya mikoriza (Chakravarty & Chatapaul, 1988).

Persentase Serangan Penyakit Abiotik Akibat Kelebihan Logam Mangan (Mn) pada Tanaman Kedelai

Ciri-ciri tanaman keracunan mangan yaitu pada daun terdapat bercak coklat pada daun tua yang kelamaan menjadi lubang seperti terbakar, warna pada daun muda hijau pucat, daun mengalami klorosis sehingga warna daun menjadi kekuningan, dan tumbuhan menjadi kerdil (Gambar 4).



Gambar 4. Gejala keracunan Mangan

Dari hasil pengamatan diketahui pada perlakuan P9 (J₃L₃) yaitu 3 tanaman jarak pagar dan 3 tanaman lamtoro gung dengan persentase gejala keracunan sebesar 4,76%. Sedangkan perlakuan P0 (J₀L₀) yaitu tanpa tanaman jarak pagar dan lamtoro gung menunjukkan hasil keracunan paling tinggi dibanding perlakuan lainnya dengan persentase keracunan Mn sebesar 89,68% (Tabel 4).

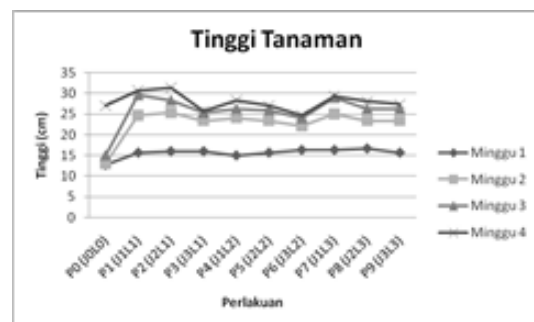
Tabel 4. Persentase tanaman kedelai yang menunjukkan gejala keracunan Mangan

Perlakuan	Gejala Keracunan Mangan (Mn) (%)
P0 (J ₀ L ₀)	89,68 d
P1 (J ₁ L ₁)	38,89 b
P2 (J ₂ L ₁)	20,64 ab
P3 (J ₃ L ₁)	14,29 a
P4 (J ₁ L ₂)	19,84 ab
P5 (J ₂ L ₂)	41,67 bc
P6 (J ₃ L ₂)	4,76 a
P7 (J ₁ L ₃)	14,29 a
P8 (J ₂ L ₃)	61,9 c
P9 (J ₃ L ₃)	4,76 a
F hitung	7,78**
F tabel	2,51

Pertumbuhan Tanaman Kedelai

a. Tinggi tanaman

Pengukuran tinggi tanaman kedelai dilakukan pada 7, 14, 21, dan 28 hst. Hasil pengamatan menunjukkan tanaman kedelai yang diberi perlakuan perbedaan jumlah tanaman jarak pagar dan lamtoro gung pertumbuhannya hampir seragam. Pada perlakuan P0 (J₀L₀) terlihat tanaman kedelai mengalami pertumbuhan paling lambat dibanding dengan 9 perlakuan (Gambar 5).



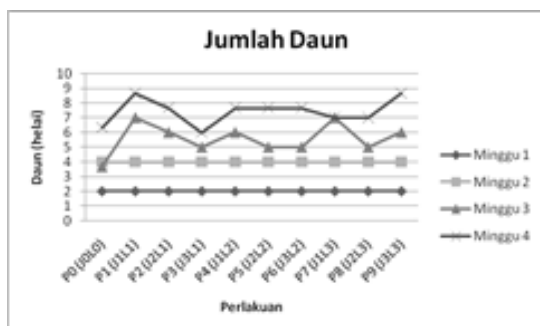
Gambar 5. Pertumbuhan tinggi tanaman kedelai

Tingginya kandungan Mn pada tanah dapat mengganggu pertumbuhan kedelai sehingga mengakibatkan menurunnya kualitas tanaman. Sesuai dengan pernyataan Rossiana & Titin (2003), bahwa semakin bertambahnya

konsentrasi logam pada media tanam semakin menurun pertumbuhan tanaman. Terhambanya pertumbuhan tanaman juga diduga tanaman mengalami defisiensi unsur fosfor akibat cekaman logam, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.

b. Jumlah daun

Pengamatan jumlah daun pada tanaman kedelai dilakukan setiap 7 hari sekali. Pertambahan jumlah daun dapat dikatakan mengalami peningkatan dalam tiap minggunya, namun pada minggu ke-4 tidak terjadi perubahan jumlah daun yang dihasikan oleh sebagian besar tanaman (Gambar 6).



Gambar 6. Jumlah daun tanaman kedelai

Tidak bertambahnya jumlah daun diakibatkan banyaknya kandungan logam yang terserap oleh tanaman kedelai. Karti (2003) menyatakan, kandungan nutrisi yang rendah pada tanah tercemar akan dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan adanya peningkatan serapan logam Mn melalui jaringan tumbuhan berdampak pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal. Besarnya kandungan Mn dalam tanah dapat memberikan pengaruh yang tidak baik pada pertumbuhan kedelai.

c. Jumlah tanaman hidup

Pengamatan jumlah tanaman kedelai yang hidup perlu dilakukan untuk mengetahui perkiraan hasil panen kedelai yang akan didapat (Tabel 5). Kelebihan Mangan (Mn) dapat mempengaruhi hasil

dari tanaman kedelai. Semakin banyak kandungan logam Mangan (Mn) dalam tanah maka tanaman akan semakin mengalami penurunan hasil akibat dari tanaman tersebut keracunan Mn.

Tabel 5. Perkiraan produksi tanaman kedelai

Perlakuan	Σ Tanaman	Produksi (gram)
P0 (J ₀ L ₀)	1	6,8
P1 (J ₁ L ₁)	3	20,4
P2 (J ₂ L ₁)	2	13,6
P3 (J ₃ L ₁)	2	13,6
P4 (J ₁ L ₂)	3	20,4
P5 (J ₂ L ₂)	2	13,6
P6 (J ₃ L ₂)	3	20,4
P7 (J ₁ L ₃)	3	20,4
P8 (J ₂ L ₃)	2	13,6
P9 (J ₃ L ₃)	3	20,4

Sesuai dengan yang telah dikemukakan oleh Fitter *et al* (2001), bahwa terhambatnya pertumbuhan tanaman dikarenakan adanya cekaman logam, sehingga pertumbuhan dan perkembangan jaringan pada akar menjadi terhambat. Menurunnya jaringan pada akar mengakibatkan penurunan pertumbuhan bagian atas tanaman dan pada akhirnya akan menurunkan hasil tanaman.

KESIMPULAN

Kombinasi jarak pagar, lamtoro gung, dan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan kedelai dan menurunkan stress akibat pencemaran unsur logam Mn dan menekan penyakit rebah semai (*S. rolfisii*). Penanaman tumpangsari dengan jarak pagar dan lamtoro gung dapat menstimulasi mikoriza sehingga jumlahnya bertambah dengan signifikan dibandingkan dengan tanpa penanaman jarak pagar dan lamtoro gung.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitter, A.H. & Hay, R.K.M. 2001. *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press. London. 367 pp.
- Jones, L. H. P. & S. C. Jarvis. 1981. The fate of heavy metals. D. J. Green and M. H. B. Hayes (Eds.). in *The Chemistry of Soil Processes*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA. p.593.
- Muhibuddin, A. 2013. Soil Drive Nutrients Creation through Alternate Host System Propagation of VAM to Support Selective Exploration of Microbial Fermentation. The 10th Young Scientist Seminar. Seminar Park, Yamaguchi, Japan.
- Rossiana, N. & Titin, S. 2003. *Fitoremediasi Lumpur Minyak Bumi Dengan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) Bermikoriza Skala Rumah Kaca*. Dalam Seminar dan Pameran Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza Untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Bandung.
- Setiadi, Yadi. 1996. Peranan mikoriza arbuskula dalam rehabilitasi lahan kritis di Indonesia. Dalam *Seminar Penggunaan Cendawan Mikoriza dalam Sistem Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis*. Bandung.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. *Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza Dalam Meningkatkan Produksi Pertanian*. Universitas Brawijaya Press, Malang.