

Pengaruh Berbagai Campuran Media yang Diperkaya Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Benih Petai (The Effect of Several Media Mixtures Enriched by Mycorrhiza for Stink Bean Seedlings Growth)

Deni Emilda, Ni Luh Putu Indriyani, Muryati dan Sunyoto

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jln. Raya Solok-Aripan KM 8, Solok, Sumatra Barat, Indonesia 27301
E-mail: deni_emild@yahoo.co.id

Diterima: 18 Juli 2018; direvisi: 9 Mei 2019; disetujui: 31 Juli 2019

ABSTRAK. Media tanam mempunyai peran penting dalam menghasilkan benih petai bermutu. Namun, informasi mengenai media tanam yang dapat memacu pertumbuhan benih dan menghambat serangan penyakit tular tanah pada tanaman petai belum banyak tersedia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh satu komposisi media terbaik untuk pertumbuhan benih petai. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2017 – April 2018 di Kebun Percobaan Sumani Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok, Sumatra Barat. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 10 perlakuan dan tiga ulangan, setiap unit perlakuan terdiri atas 30 tanaman. Perlakuan yang digunakan adalah 10 komposisi media yang terdiri atas kombinasi dua atau tiga bahan yang terdiri atas tanah, pupuk kandang, kompos, dan arang sekam serta penambahan agens hayati mikoriza. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media terbaik untuk pertumbuhan benih petai sampai 6 bulan setelah *transplanting* adalah tanah: pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) di mana menghasilkan bobot kering tanaman sebesar 24,47 g sementara media yang sama dengan penambahan mikoriza menghasilkan bobot kering tanaman lebih tinggi, yaitu sebesar 29,94 g, namun tidak berbeda secara signifikan dengan media tanpa penambahan mikoriza. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pemilihan media untuk perbenihan petai.

Kata kunci: Campuran media; Mikoriza; Pertumbuhan; Petai

ABSTRACT. Planting media used has an important role in producing quality stink bean seedling. However, information about planting media that can enhance seedling growth and inhibit infectious soilborne diseases on stink bean plants is not yet available. The purposes of this study were to obtain the best media compositions for the growth of stink bean seedlings. The research was conducted in September 2017 – April 2018 at Sumani Experimental Station of Balitbu Tropika, Solok, West Sumatra. The experimental design used was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 10 treatments and three replications in which each treatment unit consisted of 30 plants. The treatments used were 10 media compositions consisting of a combination of two or three materials comprising soil, manure, compost, and rice husk charcoal and the addition of mycorrhizal biological agent. The results showed that the best medium for stink bean seedling growth up to 6 months after transplanting was soil: manure = 1 : 1 (v/v) which produced total plant dry weight 24.47 g whereas the same media with addition of mycorrhiza produced higher total dry weight 29.94 g, however this result did not show significantly different with treatment without mycorrhiza. This result can be used for media selection of stink bean seedlings.

Keywords: Mixed media planting; Mycorrhiza; Growth; Stink bean (*Parkia speciosa* Hassk)

Tanaman petai (*Parkia speciosa* Hassk) merupakan tanaman tropis yang mempunyai banyak manfaat. Petai dikenal sebagai tanaman dari famili Leguminosae yang mengandung banyak manfaat kesehatan. Ekstrak kulit buah petai memiliki kandungan antioksidan (Aisha *et al.* 2012) dan polifenol (Ko, Ang & Ng 2014) serta bahan aktif yang bermanfaat sebagai anti radang lambung (Al-Batran *et al.* 2013) dan anti diabetes (Jamaludin & Mohamed 1993). Teknologi budidaya tanaman petai belum banyak diteliti. Untuk mendukung pengembangan spesies tanaman tersebut diperlukan teknologi perbenihan yang tepat.

Ketersediaan benih tanaman buah tropika yang berkualitas merupakan faktor utama dalam menghasilkan produksi yang optimal. Kualitas benih

sangat dipengaruhi oleh varietas tanaman dan kondisi pertumbuhannya. Jenis media tanam yang digunakan untuk perbenihan tanaman sangat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan tanaman, hal ini disebabkan karena masing-masing media mempunyai kondisi fisik, kimia, dan biologi yang berbeda. Kompos yang digunakan turut memengaruhi kondisi fisik, kimia, dan biologi media tanam dan juga kejadian serangan penyakit rebah kecambah (Scheuerell, Sullivan & Mahaffee 2005). Media tanam harus mempunyai aerasi yang baik dan dapat menyimpan air yang cukup. Media tanam yang diperkaya dengan agens hayati dilaporkan dapat menghambat serangan penyakit tular tanah (Srivastava *et al.* 2010). Agens hayati yang banyak digunakan sebagai organisme pengendali penyakit

tanaman di antaranya cendawan mikoriza arbuskular dan cendawan antagonis *Trichoderma* sp.

Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ada beberapa agens hayati yang dapat meningkatkan daya hambat media terhadap pertumbuhan cendawan patogen (Blaya *et al.* 2013; Nawrocka & Małolepsza 2013). Mikoriza merupakan cendawan yang bersimbiosis mutualisme dengan tanaman, dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai hama dan penyakit di antaranya *Xiphinema index*, *Meloidogyne incognita*, *R. Solani*, *Gaeumannomyces graminis*, *Phytophthora infestans*, *P. Parasitica*, *Tetranychus urticae*, *Ralstonia solanacearum*, dan *Xanthomonas campestris*. Ketahanan yang diinduksi oleh mikoriza merupakan efek kumulatif dari respon tanaman terhadap infeksi mikoriza dan respon ketahanan tidak langsung yang diinduksi oleh rizobakteria yang berkembang di sekitar mikorizosfer (Cameron *et al.* 2013). Efek induksi ketahanan tidak langsung oleh rizobakteria juga teramati pada pengendalian penyakit layu tanaman pisang (Phirke, Kothari & Chincholkar 2008). Di lain pihak, tanaman membantu menyediakan sumber karbon bagi cendawan mikoriza (Parniske 2008; Barman *et al.* 2016).

Mikoriza disamping dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai patogen penyakit dapat juga meningkatkan kesuburan tanah sebagaimana pupuk kimia, namun waktu yang diperlukan oleh agens hayati ini dalam memacu pertumbuhan tidak secepat pengaruh pupuk sintetik (Fernanda 2012). Inokulasi tanaman dengan mikoriza juga dapat meningkatkan serapan hara pada tanaman pepaya (Muas 2003), jagung (Musfal 2017), dan gandum (Miransari *et al.* 2009).

Trichoderma sp. dilaporkan juga mampu menghambat pertumbuhan patogen penyebab penyakit tanaman. Cendawan *T. harzianum* yang ditambahkan ke dalam kompos limbah perkebunan anggur dapat meningkatkan jumlah bakteri kitinolitik yang berperan dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman pisang. Kemampuan kompos yang ditambahkan dengan *T. harzianum* untuk menghambat cendawan patogen tidak hanya disebabkan karena efek biokontrol dari agens hayati tersebut, namun juga karena kemampuan agens hayati ini untuk mengubah karakteristik biotik dan abiotik media tanam (Blaya *et al.* 2013). Pada penelitian ini digunakan kompos yang sudah diperkaya dengan agens hayati *Trichoderma* sp. sebagai salah satu media pertumbuhan benih petai. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari literatur di atas maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk memperoleh satu komposisi media terbaik untuk pertumbuhan benih petai. Penggunaan media yang

sesuai dengan penambahan mikoriza diharapkan dapat memacu pertumbuhan benih petai. Hipotesis penelitian ini adalah penambahan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, dan arang sekam serta pemberian mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman petai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 2017 sampai April 2018 di Kebun Percobaan Sumani, Balitbu Tropika. Biji petai yang digunakan pada penelitian ini mempunyai tingkat ketuaan yang sesuai untuk benih dan berasal dari satu pohon petai di Lubuk Minturun, Padang. Pengujian kandungan hara media dan kadar hara di jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia dan Tanah, Balitbu Tropika.

Penyemaian Biji Petai

Biji petai dikupas dari kulit buah dan diambil biji yang berukuran sedang dengan bobot berkisar antara 1,7 – 2,2 g/biji, kemudian direndam dalam air bersih selama 3 jam untuk proses imbibisi. Hal ini dilakukan berdasarkan hasil uji pendahuluan yang sudah dilakukan bahwa waktu perendaman selama 3 jam sudah memadai untuk proses imbibisi benih petai (data tidak ditampilkan). Biji petai ditiriskan dan disemai ke media yang berisi campuran tanah : pupuk kandang : sekam selama 7 hari. Benih yang tumbuh normal dengan ukuran tinggi yang hampir sama di-*transplanting* ke media sesuai perlakuan.

Kandungan Hara Media dan Serapan Hara Oleh Tanaman

Sampel tanah awal dan setelah dicampur dengan berbagai komposisi media diambil secara komposit sebanyak 500 g sebelum penanaman untuk pengujian awal. Pengujian awal meliputi tekstur tanah, kadar hara N, P, K, Ca, Mg, C organik, KTK, dan pH media. Pengujian N (metode Kjeldahl), P (Metode Bray dan Olsen), K, Ca, Mg, KTK (metode menggunakan Ammonium Asetat), dan pH (metode menggunakan H₂O) dilakukan berdasarkan Sulaeman, Suparto & Evianti (2005). Serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg oleh tanaman dilakukan pada akhir pengamatan. Sampel jaringan tanaman diambil secara komposit dari 15 tanaman untuk setiap perlakuan.

Uji Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Benih Petai

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan

10 perlakuan dan tiga ulangan, masing-masing unit perlakuan sebanyak 30 tanaman. Biji yang telah berkecambah ditanam ke *polybag* ukuran 15 cm x 21 cm sesuai perlakuan. Perlakuan komposisi media terdiri atas:

- A. Tanah : pupuk kandang = 1 : 1 (v/v)
- B. Tanah : kompos = 1 : 1 (v/v)
- C. Tanah : arang sekam = 1 : 1 (v/v),
- D. Tanah : pupuk kandang : arang sekam = 1 : 1 : 1 (v/v/v)
- E. Tanah : kompos : arang sekam = 1 : 1 : 1 (v/v/v)
- F. Tanah : pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) + mikoriza
- G. Tanah : kompos = 1 : 1 (v/v) + mikoriza
- H. Tanah : Arang Sekam = 1 : 1 (v/v) + mikoriza
- I. Tanah : pupuk kandang: arang sekam = 1 : 1 : 1(v/v/v)+ mikoriza
- J. Tanah : kompos : arang sekam = 1 : 1 : 1 (v/v/v) + mikoriza

Pupuk kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk kandang dari kotoran sapi. Kompos yang digunakan merupakan produk kompos sudah jadi dan dibeli dari petani di daerah Batusangkar, Sumatra Barat, terdiri atas pupuk kandang sapi, bahan campuran lain, dan ditambahkan agens hayati *Trichoderma* sp. Arang sekam dibuat dengan pembakaran sekam padi tanpa penggilingan dan pengayakan. Mikoriza beserta media pembawanya sebanyak 5 g ditambahkan per tanaman pada saat penanaman ke *polybag*, sesuai dengan petunjuk di kemasan. Perawatan tanaman dilakukan sesuai anjuran.

Penghitungan Populasi *Trichoderma* sp. di Media

Kompos yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kompos yang sudah diformulasi dengan penambahan *Trichoderma* sp. Oleh karena itu dilakukan juga penghitungan jumlah propagul *Trichoderma* sp. di media sebagai data pendukung. Sampel media diambil secara komposit dari masing-masing perlakuan sebanyak minimal 50 g. Lima gram sampel media dilarutkan dalam 45 ml akuades steril dan diaduk merata. Kemudian dibuat larutan dengan pengenceran dua. Satu mililiter larutan pengenceran dua tersebut dituang ke *petridish* dan diisi dengan media PDA sebanyak 10 ml. *Petridish* diinkubasi pada temperatur ruang selama 4 hari dan diamati pertumbuhan cendawan *Trichoderma* sp.

Peubah yang diamati meliputi jumlah benih hidup, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah anak daun, insidensi penyakit tular tanah, pH, C-organik, KTK, kandungan hara (N,P,K,Ca, dan Mg) di media, serapan hara oleh tanaman (N,P,K,Ca, dan

Mg) dan jumlah propagul cendawan *Trichoderma* sp. di media. Interval pengamatan untuk parameter pertumbuhan dilakukan setiap 2 minggu. Pengamatan panjang akar, bobot basah, dan bobot kering tanaman dilakukan pada akhir pengamatan. Serangan hama dan penyakit pada benih tanaman petai dilakukan sebagai pengamatan tambahan.

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tanaman. Diameter batang diukur pada 1 cm di atas permukaan tanah. Jumlah daun yang dihitung adalah semua daun yang sudah terbuka dengan sempurna. Insidensi penyakit tular tanah dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$IP = \frac{\text{Jumlah tanaman terserang}}{\text{Jumlah tanaman}} \times 100\%$$

Jumlah propagul cendawan *Trichoderma* sp. di media dihitung dengan menuangkan 1 ml larutan media tanam pada pengenceran berseri (Purwantisari & Hastuti 2009) dari pengenceran dua (10^{-2}) sampai pengenceran empat (10^{-4}) per *petridish* dan dituang dengan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Propagul *Trichoderma* sp. yang tumbuh dihitung setiap hari.

Panjang akar diukur dari batas akar dan batang sampai akar terpanjang. Bobot basah dan bobot kering tanaman ditentukan dengan mengambil sampel tanaman sebanyak lima tanaman per unit perlakuan. Setiap sampel tanaman tersebut ditimbang secara terpisah dalam kondisi segar untuk bobot basah dan dalam kondisi kering setelah dioven selama 2 hari dengan temperatur 70°C untuk bobot kering.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan sidik ragam. Jika diperoleh perbedaan yang signifikan pada sidik ragam dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Hara Media

Hasil analisis tekstur tanah awal termasuk kriteria tanah liat dengan komposisi liat 80,36%, debu 9,03%, dan Pasir 5,83%. Tanah awal bersifat sangat masam dengan kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg yang sangat rendah. Kemasaman media sangat berpengaruh terhadap kondisi kimia, biologi, dan ketersediaan hara esensial di media. Nilai pH media yang mendekati 6,0 cukup memadai untuk ketersediaan unsur hara tanah. Semua media perlakuan yang digunakan dapat menurunkan tingkat kemasaman media dari kondisi tanah awal sangat masam menjadi masam sampai netral

Tabel 1. Analisis media untuk parameter pH, C-organik, N, dan P pada masing-masing media perlakuan
(*Analysis of media for pH, C-organic, N, and P contents of each treatment*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	pH		C (%)		N (%)		P (ppm)	
	H ₂ O	Kriteria*)	WB	Kriteria	Kjeldahl	Kriteria	Olsen	Kriteria
Tanah awal	4,40	Sangat masam	4,44	Tinggi	0,04	Sangat rendah	12,20	Sedang
Tanah:pupuk kandang (1:1)	5,57	Agak masam	2,95	Sedang	0,25	Sedang	167,47	Sangat tinggi
Tanah:kompos (1:1)	6,95	Netral	4,05	Tinggi	0,33	Sedang	199,95	Sangat tinggi
Tanah:arang sekam (AS**)(1:1)	5,45	Masam	1,16	Rendah	0,18	Rendah	30,32	Sangat tinggi
Tanah:pupuk kandang:arang sekam (1:1:1)	6,52	Agak masam	3,00	Sedang	0,25	Sedang	507,63	Sangat tinggi
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1)	6,99	Netral	3,90	Tinggi	0,33	Sedang	207,49	Sangat tinggi
Tanah:pupuk kandang (1:1) + mikoriza	6,26	Agak masam	3,19	Tinggi	0,26	Sedang	365,45	Sangat tinggi
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	7,09	Netral	4,38	Tinggi	0,26	Sedang	200,97	Sangat tinggi
Tanah:arang sekam (1:1) + mikoriza	5,50	Masam	1,23	Rendah	0,26	Sedang	28,65	Sangat tinggi
Tanah:pupuk kandang:AS (1:1:1) + mikoriza	6,68	Netral	3,61	Tinggi	0,33	Sedang	530,17	Sangat tinggi
Tanah:kompos: AS (1:1:1) + mikoriza	6,88	Netral	4,16	Tinggi	0,26	Sedang	198,48	Sangat tinggi

*) Penentuan kriteria hasil analisis hara berdasarkan Sulaeman, Suparto & Eviati (2005) (*Nutrient content criteria were based on Sulaeman, Suparto & Eviati (2005)*)

**) AS = arang sekam (*AS = rice husk charcoal*)

(Tabel 1) sehingga cukup sesuai untuk pertumbuhan benih tanaman petai. Hasil penelitian Sukanto, Syakir & Djazuli (2014) juga menyatakan bahwa penambahan bahan organik dan bahan pembenah tanah seperti pupuk kandang, arang sekam, dan lainnya dapat menurunkan tingkat kemasaman media.

Kondisi fisik dan kimia tanah sangat memengaruhi keberadaan spora mikoriza di tanah. Menurut Cahyani, Nurhatika & Muhibuddin (2014), kandungan N, P, K, C-organik, dan pH tanah mempunyai korelasi positif dengan jumlah mikoriza, di mana nilai korelasi antara kedua parameter lebih besar dari 0,5. Makin tinggi unsur hara tanah maka makin banyak spora cendawan mikoriza yang ditemukan.

Penambahan bahan organik lain sebagai pencampur media ke tanah awal pada penelitian ini mampu meningkatkan kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg (Tabel 1 dan 2). Peningkatan hara media melalui penambahan bahan organik lainnya dapat meningkatkan populasi cendawan mikoriza dan pertumbuhan benih.

Penambahan bahan organik untuk memperbaiki kandungan kimia tanah sudah banyak dilakukan

pada penelitian-penelitian sebelumnya, namun informasi pengaruhnya pada pertumbuhan benih petai belum tersedia. Sejalan dengan hasil penelitian ini, penambahan arang sekam juga dilaporkan dapat meningkatkan pH media, KTK, N tersedia, dan P tersedia di media (Handoko, Wicaksono & Rayes 2016). Penambahan kompos ke media tanam dapat meningkatkan C organik di media (Abujabbar *et al.* 2016).

Pertumbuhan Tanaman

Tinggi, diameter batang, jumlah daun, jumlah anak daun, dan persentase benih jadi pada komoditas petai

Berdasarkan hasil pengamatan sampai umur benih 6 bulan setelah *transplanting* terlihat bahwa komposisi media yang memberikan pertumbuhan yang terbaik untuk benih petai adalah perlakuan media yang terdiri atas campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 dengan penambahan mikoriza. Sementara untuk persentase benih jadi, semua perlakuan menunjukkan hasil yang baik di mana

Tabel 2. Analisis media untuk parameter K, Ca, Mg, dan KTK pada masing-masing media perlakuan
(*Analysis of media for K, Ca, Mg, contents and CCC of each treatment*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	K (me/100g)		Ca (me/100g)		Mg (me/100g)		KTK (me/100g)	
	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria
Tanah awal	0,04	Sangat rendah	0,98	Sangat rendah	0,26	Sangat rendah	5,80	Rendah
Tanah:pukan (1:1)	3,19	Sangat tinggi	6,98	Sedang	3,96	Tinggi	13,15	Rendah
Tanah:kompos (1:1)	6,38	Sangat tinggi	12,66	Tinggi	3,95	Tinggi	11,25	Rendah
Tanah:arang sekam (AS ^{*)} (1:1)	1,08	Sangat tinggi	0,23	Sangat rendah	1,21	Sedang	7,96	Rendah
Tanah:pukan:AS (1:1:1)	3,41	Sangat tinggi	8,68	Rendah	4,89	Tinggi	13,14	Rendah
Tanah:kompos:AS (1:1:1)	6,89	Sangat tinggi	10,21	Sedang	3,68	Tinggi	11,14	Rendah
Tanah:pukan (1:1) + mikoriza	3,39	Sangat tinggi	8,15	Sedang	4,53	Tinggi	16,45	Rendah
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	7,50	Sangat tinggi	11,04	Tinggi	4,31	Tinggi	11,22	Rendah
Tanah:AS (1:1) + mikoriza	1,04	Sangat tinggi	0,17	Sangat rendah	1,18	Sedang	8,99	Rendah
Tanah:pukan:AS (1:1:1) + mikoriza	4,25	Sangat tinggi	9,79	Sedang	5,23	Tinggi	11,03	Rendah
Tanah:kompos:AS (1:1:1) + mikoriza	5,68	Sangat tinggi	10,20	Sedang	3,63	Tinggi	11,26	Rendah

*) Penentuan kriteria hasil analisis hara berdasarkan Sulaeman, Suparto & Eviati (2005) (*Nutrient content criteria were based on Sulaeman, Suparto & Eviati (2005)*)

**) AS = arang sekam (*AS = rice husk charcoal*)

menghasilkan persentase benih jadi di atas 97% (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa semua media cukup sesuai untuk pertumbuhan awal benih petai, namun pada pertumbuhan selanjutnya media yang terdiri atas tanah dan pupuk kandang (1:1) menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Media tanam yang menghasilkan pertumbuhan benih petai terbaik mempunyai karakteristik sebagai berikut: pH 6,26 (agak masam), kandungan C dan Mg tinggi, N dan Ca sedang, P dan K sangat tinggi serta KTK rendah (Tabel 1 dan 2). Kondisi tersebut kemungkinan merupakan keadaan yang sesuai untuk perkembangan cendawan mikoriza di media sehingga media yang digunakan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui kecukupan kandungan hara di dalamnya dan juga bantuan cendawan mutualis mikoriza. Kandungan hara N, P, dan K mempunyai korelasi positif terhadap perkembangan spora cendawan mikoriza di mana makin tinggi kandungan

hara tersebut akan makin banyak spora cendawan ditemukan (Cahyani, Nurhatika & Muhibuddin 2014).

Parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan jumlah anak daun pada awal *transplanting* pada semua perlakuan relatif homogen, seiring bertambahnya waktu mulai terlihat perbedaan antarperlakuan. Pengaruh pemberian mikoriza terhadap pertumbuhan benih petai baru terlihat pada umur 5 bulan setelah inokulasi awal. Sementara pada tanaman jagung pengaruh pemberian mikoriza yang dikombinasikan dengan bakteri *Pseudomonas fluorescens* sudah terlihat pada saat tanaman berumur 40–50 hari setelah tanam (Musafa, Aini & Prasetya 2015). Perlakuan media tanah : pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) + mikoriza (perlakuan F) menunjukkan pertumbuhan yang paling baik untuk keempat parameter pertumbuhan yang diamati. Tanaman petai pada perlakuan media tanah : pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) + mikoriza mempunyai jumlah daun dan

Tabel 3. Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah anak daun, dan persentase benih jadi petai pada 6 bulan setelah *transplanting* pada 10 jenis campuran media tanam (*Plant height, stem diameter, number of leaves, number of secondary leaves, and percentage of live seedlings of stink bean at 6 months after transplanting on 10 media mixture compositions*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>) cm	Diameter batang (<i>Stem diameter</i>) mm	Jumlah daun (<i>Number of leaves</i>), sheets	Jumlah anak daun (<i>Number of secondary leaves</i>), sheets	Persentase benih jadi (<i>Percentage of live seedlings</i>) %
Tanah:pukan (1:1)	53,89 b	10,02 b	9,92 b	158,48 b	97,78 a
Tanah:kompos (1:1)	41,15 e	9,17 c	9,07 cd	122,52 d	100,00 a
Tanah:arang sekam (1:1)	44,13 e	8,79 d	9,20 cd	121,80 d	98,89 a
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1)	45,76 d	9,71 b	9,55 c	137,77 c	100,00 a
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1)	36,67 f	8,62 d	8,92 de	125,57 d	98,89 a
Tanah:pukan (1:1) + mikoriza	59,70 a	10,63 a	10,77 a	174,62 a	100,00 a
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	34,18 f g	8,68 d	8,30 f	106,57 e	97,78 a
Tanah:arang sekam (1:1) + mikoriza	42,40 e	8,81 d	9,02 cd	117,67 d	98,89 a
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	50,30 c	10,06 b	10,25 b	153,35 b	98,89 a
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	34,18 g	8,01 e	8,57 ef	107,75 e	100,00 a
KK (<i>CV</i>), %	14,38	6,22	6,36	14,21	0,93

Angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. Jumlah daun merupakan total daun majemuk per tanaman. (*Numbers follows by the same letters on the same column is not significantly different each other according DMRT α 5%. Number of leaves was total number of leaves per plant*)

anak daun paling banyak dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dengan demikian, tanaman pada perlakuan ini menghasilkan fotosintat yang lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Pupuk kandang dan arang sekam juga dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah yang dapat meningkatkan pH, hara N, P, Ca, dan Mg di tanah (Sukamto, Syakir & Djazuli 2014).

Cendawan mikoriza dapat bersimbiosis dengan lebih dari 95% famili tanaman termasuk tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan ternak. Sangat banyak literatur yang menyatakan kemampuan cendawan mikoriza dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Simbiosis mutualis ini dapat meningkatkan serapan hara P, pertumbuhan, dan produktivitas tanaman jagung serta mengefisiensikan penggunaan pupuk kimia hingga 50% (Musfal 2017). Meskipun demikian, terdapat banyak faktor yang dapat mengganggu simbiosis antara tanaman inang dengan cendawan mikoriza yang

mengakibatkan pengaruh pemberian mikoriza tidak terlihat. Faktor-faktor tersebut di antaranya kompetisi antara tanaman inang dengan tanaman lainnya yang merubah kualitas tanaman inang, perubahan fisika dan kimia tanah misalnya ketersediaan hara dan adanya senyawa alelopati (Grove *et al.* 2017).

Panjang akar, bobot basah, dan bobot kering benih petai

Bobot kering tanaman mencerminkan pertumbuhan tanaman dan tingkat penyerapan hara oleh tanaman. Semakin berat bobot kering tanaman berarti tanaman menyerap unsur hara dengan lebih baik. Pemberian mikoriza telah terbukti dapat meningkatkan bobot kering tanaman jagung (Musfal 2017). Banyak laporan penelitian yang menyatakan bahwa pemberian mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Muas 2003; 2005; Miransari *et al.* 2009). Penggunaan media tanah:pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) + mikoriza pada penelitian ini menghasilkan panjang akar

Tabel 4. Panjang akar, bobot basah total, dan bobot kering total benih petai pada 6 bulan setelah *transplanting* (The root length, total fresh weight and total dry weight of stink bean seedlings at 6 months after transplanting)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Panjang akar (<i>Root length</i>), cm	Bobot basah total (<i>Total fresh weight</i>), g	Bobot kering total (<i>Total dry weight</i>), g
Tanah:pukan (1:1)	31,05 bcd	66,20 ab	24,47 ab
Tanah:kompos (1:1)	34,53 bcd	39,75 cd	14,92 cdef
Tanah:arang sekam (AS)(1:1)	45,03 a	54,58 bc	16,73 cde
Tanah:pukan:AS (1:1:1)	27,83 cd	48,58 c	18,68 bcd
Tanah:kompos:AS (1:1:1)	35,28 bc	33,28 d	12,33 def
Tanah:pukan (1:1)+mikoriza(M)	32,45 bcd	76,81 a	29,94 a
Tanah:kompos (1:1) + M	28,37 cd	25,92 d	9,75 f
Tanah:AS (1:1) + M	45,00 a	52,82 bc	16,17 cdef
Tanah:pukan:AS (1:1:1) + M	39,13 ab	52,80 bc	20,50 bc
Tanah:kompos:AS (1:1:1) + M	25,80 d	29,13 d	11,01 ef
KK (<i>CV</i>), %	13,35	21,32	24,44

Angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5% (*Numbers follows by the same letters on the same column is not significantly different each other according DMRT a 5%*)

Tabel 5. Kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada jaringan daun tanaman petai pada 3 bulan setelah *transplanting* ke media perlakuan (*Nutrient content of N, P, K, CA and Mg on the leaves of stink bean at 3 mounths after transplanting to treatment media*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Kandungan hara di daun petai (<i>Nutrient contents on leaves</i>) %				
	N	P	K	Ca	Mg
Tanah:pukan (1:1)	2,91	0,21	1,40	0,34	0,19
Tanah:kompos (1:1)	2,95	0,18	2,23	0,29	0,16
Tanah:arang sekam (AS) (1:1)	2,33	0,20	1,33	0,22	0,14
Tanah:pukan:AS (1:1:1)	3,23	0,28	1,22	0,29	0,19
Tanah:kompos: AS (1:1:1)	2,99	0,18	1,30	0,31	0,16
Tanah:pukan (1:1) + mikoriza	3,08	0,21	1,04	0,31	0,19
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	2,93	0,17	1,49	0,34	0,15
Tanah:AS (1:1) + mikoriza	2,48	0,20	1,30	0,23	0,14
Tanah:pukan:AS (1:1:1) + mikoriza	2,93	0,25	2,21	0,35	0,19
Tanah:kompos: AS (1:1:1) + mikoriza	2,78	0,22	1,53	0,33	0,15

dan bobot kering total tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan media yang sama tanpa mikoriza, namun perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Hal ini kemungkinan disebabkan karena mikoriza memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengkolonisasi akar dan memacu pertumbuhan benih tanaman tahunan. Sejalan dengan hasil penelitian ini, diperoleh informasi bahwa pembentukan akar lateral dan biomas tanaman *Poncirus trifoliata* (L.) meningkat secara signifikan setelah 4 bulan

inokulasi dengan mikoriza arbuskula (Chen *et al.* 2017). Aplikasi mikoriza pada tanaman tomat saat penanaman juga meningkatkan bobot kering tanaman (Nurhayati 2010).

Bobot basah dan bobot kering benih petai yang ditanam pada 10 jenis campuran media tanam pada umur 3 bulan setelah tanam dapat dilihat pada Tabel 4. Perlakuan yang memberikan hasil terbaik pada ketiga parameter pertumbuhan, yaitu panjang akar, bobot basah, dan bobot kering total adalah perlakuan tanah :



Gambar 1. Perbandingan kondisi perakaran tanaman petai pada berbagai jenis media tanpa mikoriza (A, B, C, D dan E) dan dengan mikoriza (F, G, H, I dan J) [*Comparison of stink bean root systems on several media without (A, B, C, D and E) and with addition of myccorhiza (F, G, H, I and J)*]

Tabel 6. Serangan hama dan penyakit pada benih petai sampai 3,5 bulan setelah *transplanting* pada 10 jenis media tanam (*Pest and disease incidence on stink bean seedlings at 3.5 months after transplanting*)

Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Persentase serangan penyakit (<i>Disease incidence</i>), %	Serangan hama kutu putih (<i>Mealybug incidence</i>)	
		Persentase (<i>Percentage</i>), %	Keparahan (<i>Severity</i>), %
Tanah:pukan (1:1)	2,22 a	10,04 abc	3,72 abc
Tanah:kompos (1:1)	0,00 a	10,00 abc	4,07 abc
Tanah:arang sekam (1:1)	0,00 a	6,67 abc	2,22 abc
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1)	0,00 a	16,67 c	5,93 c
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1)	1,11 a	8,89 abc	2,96 abc
Tanah:pukan (1:1) + mikoriza	0,00 a	1,11 a	0,37 a
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	1,11 a	20,00 c	7,04 c
Tanah:arang sekam (1:1) + mikoriza	0,00 a	5,56 abc	1,85 abc
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	1,11 a	3,33 ab	1,11 ab
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	0,00 a	13,33 bc	5,19 bc
KK (<i>CV</i>), %	33,46	35,16	29,15

Angka yang diikuti huruf kecil yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5% (*Numbers follows by the same letters on the same column is not significantly different each other according DMRT α 5%*)

pupuk kandang = 1 : 1 v/v. Penambahan mikoriza pada media tanah : pupuk kandang = 1:1 akan meningkatkan panjang akar, bobot, basah dan bobot kering tanaman namun tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan

tanpa mikoriza. Hasil penelitian lainnya menyatakan bahwa penambahan pupuk kandang dan arang sekam ke media juga dapat meningkatkan bobot basah tanaman nilam (Sukanto, Syakir & Djazuli 2014).



Gambar 2. Serangan hama dan penyakit pada benih petai. (a, b, dan c) gejala serangan penyakit layu benih petai, (d) gejala layu akibat serangan kutu putih, (e) koloni kutu putih di sekitar pangkal batang, dan (f) pada batang petai. [*Pest and disease incidence on stink bean seedlings (a, b, and c) wilt disease on stink bean seedling, (d) wilt symptom caused by mealybug, (e) mealybug colony around the base of stink bean stem, and (f) on stink bean stem*)]

Berdasarkan pengamatan secara visual, kondisi akar benih petai pada 6 bulan setelah *transplanting* (Gambar 1) terlihat bahwa secara umum serabut akar lebih banyak pada media-media yang ditambahkan dengan mikoriza dibandingkan dengan perlakuan tanpa mikoriza. Sejalan dengan hasil penelitian ini, aplikasi mikoriza pada tanaman *P. trifoliata* juga menyebabkan peningkatan jumlah akar lateral (Chen *et al.* 2017).

Serapan Hara Tanaman

Aplikasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) dapat meningkatkan serapan hara P pada tanaman jagung (Musfal 2017) dan jeruk *P. trifoliata* (Chen *et al.* 2017). Cendawan mikoriza yang menginfeksi akar tanaman akan memperluas bidang serapan akar terhadap air dan unsur hara sehingga serapan hara oleh tanaman lebih optimal. Berdasarkan hasil analisis kadar hara di daun petai pada 3 bulan setelah *transplanting* (Tabel 5) tidak terlihat adanya peningkatan kadar hara di daun tanaman petai yang diberi mikoriza dibandingkan media yang sama tanpa pemberian mikoriza. Kemungkinan

pemberian mikoriza pada tanaman petai sampai umur 3 bulan belum memperlihatkan pengaruh nyata dalam meningkatkan serapan hara. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan pertumbuhan benih petai yang baru memperlihatkan efek pemberian mikoriza setelah benih berumur 5 bulan. Hasil penelitian lainnya menyatakan bahwa pengaruh pemberian mikoriza pada tanaman *P. trifoliata* terlihat setelah tanaman berumur 4 bulan (Chen *et al.* 2017).

Serangan Hama dan Penyakit Pada Benih Petai

Sampai akhir pengamatan, persentase serangan penyakit layu pada benih petai tergolong rendah, yaitu kurang dari 3%. Cendawan *Fusarium* sp. ditemukan dari hasil isolasi jaringan tanaman yang mengalami layu, namun belum dilakukan uji postulat Koch untuk membuktikan cendawan *Fusarium* sp. sebagai patogen penyebab penyakit layu benih.

Di samping serangan penyakit layu benih diamati pula serangan hama kutu putih pada benih petai. Peubah ini tidak direncanakan sebelumnya untuk

Tabel 7. Populasi rata-rata cendawan *Trichoderma* sp. pada berbagai campuran media tanam untuk pertumbuhan benih petai beserta standar deviasinya (*Average number of *Trichoderma* sp. propagules in stink bean media with its standard deviation*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah rata-rata propagul cendawan <i>Trichoderma</i> sp. di media (<i>Average numbers of <i>Trichoderma</i> sp. propagules in media</i>) (propagul/g media)
Tanah:pukan (1:1)	0,67 ± 0,88
Tanah:kompos (1:1)	0,11 ± 0,34
Tanah:arang sekam (1:1)	1,11 ± 0,19
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1)	0,44 ± 1,02
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1)	0,33 ± 0,19
Tanah:pukan (1:1) + mikoriza	1,33 ± 0,51
Tanah:kompos (1:1) + mikoriza	0,33 ± 0,58
Tanah:arang sekam (1:1) + mikoriza	0,11 ± 0,58
Tanah:pukan:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	1,00 ± 0,88
Tanah:kompos:arang sekam (1:1:1) + mikoriza	0,67 ± 0,33

diamati, namun karena intensitas serangannya cukup tinggi dan mulai mengganggu pertumbuhan benih bahkan menyebabkan kematian benih maka dilakukan pengamatan persentase serangan dan tingkat keparahan serangan hama kutu putih (Tabel 6). Dalam penghitungan tingkat keparahan penyakit, tingkat serangan hama kutu putih dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu: serangan ringan (1–2 ekor hama kutu putih), sedang (3–5 ekor hama kutu putih), dan berat (lebih dari 5 ekor hama kutu putih yang ditemukan di tanaman). Hama diamati di pangkal batang sekitar perakaran dan pada batang tanaman.

Serangan hama kutu putih pada benih petai terjadi saat kondisi cuaca panas setelah beberapa hari terjadi hujan. Kutu putih banyak berkelompok di sekitar pangkal batang dan di batang tanaman (Gambar 2). Serangan lebih lanjut menyebabkan tanaman layu dan kemudian mati. Keberadaan populasi semut yang banyak di sekitar tanaman menjadi indikator adanya serangan kutu putih pada tanaman tersebut.

Populasi Cendawan *Trichoderma* sp. di Media Tanaman Petai

Kompos yang digunakan dalam penelitian ini sudah diperkaya dengan agens hayati *Trichoderma* sp. Media tanah dan pupuk kandang yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah media dan pupuk kandang sebagaimana lazimnya digunakan petani untuk perbenihan, bukan media dan pupuk kandang yang steril. Hasil pengamatan jumlah propagul *Trichoderma* sp. di media pertumbuhan benih petai

yang dicampur dengan kompos tidak menunjukkan peningkatan jumlah propagul cendawan antagonis yang signifikan dibandingkan media tanpa penambahan kompos (Tabel 7). Bahkan cendawan antagonis ini ditemukan dalam populasi yang lebih tinggi pada media yang tidak dicampur kompos. Hal ini mungkin terjadi karena *Trichoderma* sp. adalah cendawan yang umum ditemukan di tanah sehingga populasi cendawan *Trichoderma* sp. di media yang tidak dicampur dengan kompos berasal dari inokulum cendawan yang terbawa dalam tanah atau pupuk kandang yang diberikan, mengingat tanah dan pupuk kandang yang digunakan tidak disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Hasil isolasi tanah dari rizosfer kentang juga ditemukan keberadaan isolat *Trichoderma* sp. (Purwantisari & Hastuti 2019).

Trichoderma sp. sangat adaptif di berbagai zona ekologi. Hal ini ditunjukkan dari keberadaan cendawan tersebut yang umum ditemukan di tanah di seluruh dunia dan banyaknya strain cendawan ini yang dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan dan substrat yang beragam (Hjeljord & Tronsmo 2005). Cendawan dari genus *Trichoderma* sp. banyak ditemukan secara alami pada rizosfer pertanaman kentang sehat di Magelang (Purwantisari & Hastuti 2009). Dengan demikian, sangat memungkinkan kalau tanah yang digunakan pada campuran media sudah mengandung cendawan *Trichoderma* sp. secara alami sehingga jumlah propagulnya dapat saja lebih banyak dibandingkan campuran media yang menggunakan kompos plus *Trichoderma* di dalamnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan berbagai campuran media seperti pupuk kandang, kompos, dan arang sekam ke tanah untuk media perbenihan petai dapat meningkatkan kemasaman tanah (pH) dan kandungan hara tanah (N, P, K, Ca, dan Mg)

Pemberian berbagai jenis media tanam dengan penambahan mikoriza memberi pengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan benih petai. Media yang terbaik untuk pertumbuhan benih petai adalah tanah : pupuk kandang = 1 : 1 (v/v). Jika media tanah:pupuk kandang = 1 : 1 (v/v) ditambahkan dengan mikoriza menghasilkan pertumbuhan benih tanaman petai yang lebih baik namun tidak berbeda secara signifikan dengan media tanpa penambahan mikoriza.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abujabbar, IS, Bound, SA, John, RD & Bowman, P 2016, 'Effect of biochar and compost amendments on soil physico-chemical properties and the total community within a temperate agricultural soil', *Applied Soil Ecology*, vol. 98, pp. 243–253.
2. Aisha, AF, Abu-Salah, KM, Alrokayan, SA, Ismail, Z & Abdul Majid, AMS 2012, 'Evaluation of antiangiogenic and antioxidant properties of *Parkia speciosa* Hassk extracts', *Pak. J. Pharm. Sci.*, vol. 25, pp. 7–14.
3. Al-Batran, R, Al-Bayati, F, Jamil Al-Obaidi, MM, Abdulkader, AM, Hadi, HA, Ali, HM & Abdulla, MA 2013, 'In vivo antioxidant and antiulcer activity of *Parkia speciosa* ethanolic leaf extract against ethanol-induced gastric ulcer in rats', *PLoS One*, vol. 8, p. 11.
4. Barman, J, Samanta, A, Saha, B & Datta, S 2016, 'Mycorrhiza', *Resonance*, pp. 1093–1104.
5. Blaya, J, Lopez-Mondejar, R, Lloret, E, Pascual, JA & Ros, M 2013, 'Changes induced by *Trichoderma harzianum* in suppressive compost controlling fusarium wilt', *Pestic. Biochem. Physiol.*, vol. 107, pp. 112–119.
6. Cahyani, NKMD, Nurhatika, S & Muhibuddin, A 2014, 'Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) indigenous pada tanah aluvial di Kabupaten Pamekasan Madura', *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, vol. 3, no. 1, pp. 22–25.
7. Cameron, DD, Neal, AL, Van Wees, SC & Ton, J 2013, 'Mycorrhiza-induced resistance: more than the sum of its parts?', *Trends Plant Sci.*, vol. 18, pp. 539–545.
8. Chen, W, Li, J, Zhu, H, Xu, P, Chen, J & Yao, Q 2017, 'Arbuscular mycorrhizal fungus enhances lateral root formation in *Poncirus trifoliata* (L.) as revealed by RNA-Seq analysis', *Frontiers in Plant Science*, vol. 8, no. November, pp. 1–13.
9. Fernanda, C 2012, 'Arbuscular mycorrhizal fungi: Essential below ground organisms for earth life but sensitive to a changing environment', *African Journal of Microbiology Research*, vol. 6, no. 27, pp. 5523–5535.
10. Grove, S, Haubensak, KA, Gehring, C & Parker, IM 2017, 'Mycorrhizae, Invasions, and temporal dynamics of mutualism disruption', *Journal of Ecology*, vol. 105, pp. 1496–1508.
11. Handoko, AP, Wicaksono, KS & Rayes, ML 2016, 'Pengaruh kombinasi arang tempurung kelapa dan abu sekam padi terhadap perbaikan sifat kimia tanah sawah serta pertumbuhan tanaman jagung', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 3, pp. 381–388.
12. Hjeljord, L & Tronsmo, A 2005, 'Trichoderma and Gliocladium in biological control: an overview', in GE Harman & CP Kubicek (eds), *Trichoderma and Gliocladium : enzymes, biological control and commercial applications*, Taylor & Francis Ltd, pp. 243–262.
13. Jamaludin, F & Mohamed, S 1993, 'Hypoglycemic effect of extracts of petai papan (*Parkia speciosa*, Hassk)', *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, vol. 16, pp. 161–165.
14. Ko, H-J, Ang, L-H & Ng, L-T 2014, 'Antioxidant activities and polyphenolic constituents of bitter bean parkia speciosa', *International Journal of Food Properties*, vol. 17, pp. 1977–1986.
15. Miransari, M, Bahrami, HA, Rejali, F & Malakouti, MJ 2009, 'Effects of arbuscular mycorrhiza, soil sterilization, and soil compaction on wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrients uptake', *Soil and Tillage Research*, vol. 104, pp. 48–55.
16. Muas, I 2003, 'Peranan cendawan mikoriza arbuskula terhadap peningkatan serapan hara oleh bibit pepaya', *J. Hort.*, vol. 13, pp. 105–113.
17. Muas, I 2005, 'Kebergantungan dua kultivar pepaya terhadap cendawan mikoriza arbuskula', *J. Hort.*, vol. 15, pp. 102–108.
18. Musafa, MK, Aini, LQ & Prasetya, B 2015, 'Peran mikoriza arbuskula dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam meningkatkan serapan p dan pertumbuhan tanaman jagung pada Andisol', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 2, pp. 191–197.
19. Musfal, M 2017, 'Potensi cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung', *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 29, no. 4, pp. 154–158.
20. Nawrocka, J & Malolepsza, U 2013, 'Diversity in plant systemic resistance induced by Trichoderma', *Biological Control*, vol. 67, no. 2, pp. 149–156.
21. Nurhayati 2010, 'Pengaruh waktu pemberian mikoriza vesikular arbuskular pada pertumbuhan tomat', *Jurnal Agrivigor*, vol. 9, pp. 280–284.
22. Parniske, M 2008, 'Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses', *Nature Reviews Microbiology*, vol. 6, pp. 763–775.
23. Phirke, N V., Kothari, RM & Chincholkar, SB 2008, 'Rhizobacteria in mycorrhizosphere improved plant health and yield of banana by offering proper nourishment and protection against diseases', *Appl Biochem Biotechnol*, vol. 151, pp. 441–451.
24. Purwantisari, S- & Hastuti, RB 2019, 'Isolasi dan identifikasi jamur indigenous rhizosfer tanaman kentang dari lahan pertanian kentang organik di Desa Pakis, Magelang', *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, vol. 11, no. 2, p. 45–53.
25. Scheuerell, SJ, Sullivan, DM & Mahaffee, WF 2005, 'Seedling damping-off caused by *Phytophthora ultimum*, *P. irregulare* and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific Northwest compost sources', *Phytopathology*, vol. 95, no. 3, pp. 306–315.

26. Srivastava, R, Khalid, A, Singh, US & Sharma, AK 2010, 'Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici for the management of tomato wilt', *Biological Control*, vol. 53, no. 1, pp. 24–31.
27. Sukamto, Syakir, M & Djazuli, M 2014, 'Pengendalian penyakit budok pada tanaman nilam dengan agensia hayati dan pembenah tanah', in *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*, pp. 321–328.
28. Sulaeman, Suparto & Eviati 2005, *Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk*, Balai Penelitian Tanah, Bogor.