

Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskula pada Tanaman Singkong (*Manihot esculenta*) di Tanah Inceptisol Bogor

(Effectiveness of Arbuscular Mycorrhizal on Cassava (*Manihot esculenta*) in Inceptisol Bogor)

Yaumil Khairiyah¹, Rahayu Widyastuti¹, Rohani Cinta Badia Ginting^{2*}

(Diterima Maret 2022/Disetujui Juni 2022)

ABSTRAK

Singkong banyak ditanam di tanah Inceptisol, yang pemanfaatannya sebagai lahan pertanian terkendala oleh derajat kemasaman tanah yang cukup tinggi dan permeabilitas agak lambat. Efektivitas FMA terhadap tanaman singkong belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi tentang efektivitas inokulan FMA terhadap pertumbuhan tanaman singkong di tanah Inceptisol. Inokulan FMA yang digunakan adalah *Gigaspora* sp., *Glomus manihotis*, dan konsorsium *Acaulospora tuberculata* dan *Glomus rubiforme*. Percobaan disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu perlakuan M1 *G. manihotis*, M2 konsorsium *A. tuberculata-G. Rubiforme*, M3 *Gigaspora* sp., M4 konsorsium *A. tuberculata-G. manihotis-G. Rubiforme*, M5 konsorsium *G. manihotis-Gigaspora* sp., M6 konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp., M7 konsorsium *A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme-Gigaspora* sp., dan kontrol, yaitu aplikasi pupuk dasar NPK dosis rekomendasi. Pada perlakuan aplikasi FMA, pupuk dasar NPK diaplikasikan sebanyak 75% dosis rekomendasi. Sejumlah 50 spora inokulan FMA per tanaman diaplikasikan pada tanaman singkong dan tanaman dipelihara selama 8 pekan. Data dianalisis menggunakan program RStudio 4.1.1. Aplikasi FMA secara nyata meningkatkan pertumbuhan vegetatif singkong yang ditanam di tanah Inceptisol, yaitu bobot kering tajuk dan akar, panjang akar, serapan fosfor, dan persentase infeksi akar. Aplikasi *G. manihotis* dan konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman singkong selama 8 pekan. Aplikasi FMA dapat menghemat 25% penggunaan pupuk NPK.

Kata kunci: *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, mikoriza, pupuk, singkong

ABSTRACT

Cassava is widely grown in Inceptisol. As agricultural land, the soil has several problems, i.e., high soil acidity and slow permeability. However, the effectiveness of AMF on cassava has not been widely reported. This study aimed to determine the effect of AMF inoculants on the vegetative growth of cassava in Inceptisol. The AMF inoculants used were *Gigaspora* sp., *Glomus manihotis*, and a consortium of *Acaulospora tuberculata* and *Glomus rubiforme*. The experiment was performed in a Randomized Block Design with eight treatments and three replications, i.e., M1 = *G. manihotis*, M2 = consortium of *A. tuberculata-G. rubiforme*, M3 = *Gigaspora* sp., M4 consortium of *A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme*, M5 consortium of *G. manihotis-Gigaspora* sp., M6 consortium of *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp., and M7 consortium of *A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme-Gigaspora* sp., and control (as recommended dose of NPK fertilizers). In the AMF application treatment, 75% of the recommended NPK fertilizer was applied. A total of 50 AMF spores were applied to each cassava plant and maintained for eight weeks. The data were analyzed using the RStudio 4.1.1 program. The results showed that AMF application significantly increased the vegetative growth of cassava grown in Inceptisols, i.e., shoot and root dry weight, root length, P-uptake, and percentage of root infection. Application of *G. manihotis* and the consortium of *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. effectively increased cassava plants' growth for eight weeks in Inceptisol. The AMF application could save 25% on the use of NPK fertilizers.

Keywords: *Acaulospora*, cassava, *Gigaspora*, *Glomus*, fertilizer, mycorrhizal

PENDAHULUAN

Singkong merupakan pengganti beras yang penting karena mengandung energi yang lebih tinggi daripada

beras, jagung, ubi jalar, dan sorgum sehingga dapat mendukung ketahanan pangan lokal. Nilai gizi umbi tersebut cukup baik dan sangat diperlukan untuk menjaga kesehatan tubuh, yaitu air 60%, pati 25–35%, serta protein, mineral, serat, kalsium, dan fosforus (Suwandi *et al.* 2016). Singkong banyak ditanam di lahan kering beriklim basah dan lahan kering beriklim kering seperti tanah Inceptisol. Jenis tanah tersebut tersebar luas di Indonesia, yaitu sekitar 40,8 juta ha (Hanudin *et al.* 2021). Budi daya tanaman di tanah Inceptisol menghadapi beberapa masalah, yaitu

¹ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung BJ Habibie, Jakarta Pusat 10340

* Penulis Korespondensi:

E-mail: r.cinta.badia.br.ginting@brin.go.id

derajat kemasaman tanah yang cukup tinggi, kadar bahan organik yang rendah, kurangnya unsur hara esensial (seperti N, P, Ca, Mg, dan Mo), kemampuan menahan air yang rendah sehingga tanah akan mudah kering dan mengganggu tanaman dalam penyerapan unsur hara dan mineral (Muryati *et al.* 2016).

Inceptisol sebagai media tanam dapat diperbaiki dengan pemberian inokulan FMA. Inokulasi FMA merupakan alternatif teknologi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman (Rasyid *et al.* 2016). Fungi mikoriza arbuskula mampu bersimbiosis dengan tanaman spesies tingkat tinggi dan dapat mencapai 80%, dapat tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim (Smith dan Read 2008). Simbiosis yang menguntungkan antara FMA dan perakaran tanaman dapat membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik pada tanah dengan tingkat kesuburan rendah dan lahan terdegradasi, dengan cara memperluas fungsi sistem perakaran dalam memperoleh nutrisi (Garg & Chandel 2010; Budi *et al.* 2014). Hifa FMA dapat menjelajah ke dalam tanah untuk menyerap air, unsur hara makro dan mikro, yang tidak dapat dijangkau oleh akar (Muryati *et al.* 2016). Hifa eksternal pada mikoriza yang tersebar di akar tanaman dapat mengambil air tanah relatif lebih banyak (Purba *et al.* 2014). Inokulasi FMA dapat membantu tanaman untuk memperoleh unsur hara yang terperap karena FMA memiliki sejumlah enzim yang dapat melepaskan unsur hara yang terperap oleh unsur logam, membentuk hifa eksternal yang memperluas jangkauan akar tanaman dalam mendapatkan unsur hara (Widyati 2013).

Fungi mikoriza arbuskula memengaruhi struktur tanah dengan cara menangkap sumber karbon dari tanaman sehingga membantu pembentukan struktur tanah yang berperan dalam meningkatkan agregasi lewat hifa eksternal yang mampu memantapkan agregat tanah (Jastrow *et al.* 2007). Jaringan hifa eksternal memengaruhi ruang pori tanah, hifa eksternal memiliki jangkauan yang lebih luas daripada jangkauan akar tanaman sehingga membantu dalam proses pembentukan ruang pori tanah. Jaringan hifa eksternal dapat memperbaiki dan memantapkan struktur tanah dengan sekresi senyawa polisakarida dan asam organik yang mampu mengikat butir-butir primer menjadi agregat mikro, lalu hifa eksternal akan membentuk agregat makro yang mantap (Supriatna *et al.* 2021). Penggunaan inokulan FMA yang tepat dapat mengefisienkan penggunaan pupuk. Pada tanaman lamtoro, pemberian FMA dapat mengefisienkan 50% kebutuhan fosforus, 40% kebutuhan nitrogen, dan 25% kebutuhan kalium (Supriatna *et al.* 2021). Penelitian ini bertujuan menetapkan efektivitas beberapa inokulan FMA terhadap pertumbuhan tanaman singkong di tanah Inceptisol.

METODE PENELITIAN

Penyiapan Inokulan Spora FMA

Inokulan FMA *Gigaspora* sp., *Glomus manihotis*, dan konsorsium *Acaulospora tuberculata* dan *Glomus rubiforme* terlebih dahulu diperbanyak dalam 10 kg per pot media tanam zeolit steril ukuran 2–5 mm. Tanaman jagung digunakan sebagai inang. Permukaan biji jagung terlebih dahulu disteril dengan merendam biji dalam larutan alkohol 70% selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali, lalu direndam dalam akuades steril hangat selama 12 jam. Benih jagung disemai di cawan petri yang dialasi kertas steril yang lembap selama 5 hari. Inokulan FMA masing-masing 150 g diaplikasikan ke lubang tanam dan bibit jagung yang telah disemai dengan ukuran seragam ditanami 2 tanaman per pot. Tanaman jagung dipelihara selama 3 bulan. Tanaman disiram setiap 2 hari untuk menjaga kelembapan media tanam. Unsur hara diberikan setiap pekan dengan memberikan larutan hara NPK (25-5-20) konsentrasi 2 g L⁻¹ sebanyak 200 mL per pot. Hama penyakit dikendalikan secara mekanis. Setelah berumur 2 bulan, tanaman jagung dikondisikan dengan cekaman kekeringan untuk merangsang pembentukan spora, yaitu dengan penyiraman setiap 3 hari selama 1 pekan dan pekan berikutnya setiap 4 hari. Setelah 3 bulan, tajuk tanaman jagung dipangkas tiga perempat bagian atas tanaman dan penyiraman dihentikan. Propagul FMA diperoleh dengan cara mencampur media tumbuh dengan akar jagung yang dipotong 1–2 cm. Sebelum digunakan sebagai inokulan, spora setiap inokulan FMA terlebih dahulu diisolasi dengan teknik *wet sieving* (Pacioni 1992), lalu disentrifugasi (Brundrett *et al.* 1996) untuk mengetahui bobot inokulan yang berisi 50 spora. Pada perlakuan konsorsium, 50 spora diperoleh dengan cara mencampur inokulan setiap spesies FMA sesuai dengan perlakuan dengan nisbah yang sama.

Uji Efektivitas Inokulan FMA pada Tanaman Singkong yang ditanam di tanah Inceptisol

Penelitian rumah kaca disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 8 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan aplikasi FMA terdiri M1 = *G. Manihotis*, M2 = *A. tuberculata*-*G. Rubiforme*, M3 = *Gigaspora* sp., M4 = *A. tuberculata*-*G. manihotis*-*G. Rubiforme*, M5 = *G. manihotis*-*Gigaspora* sp., M6 = *A. tuberculata*-*G. rubiforme*-*Gigaspora* sp., M7 = *A. tuberculata*-*G. manihotis*-*G. rubiforme*-*Gigaspora* sp., dan kontrol Untuk perlakuan kontrol, pupuk dasar NPK diaplikasikan sesuai dengan dosis rekomendasi pemupukan pada tanaman singkong, yaitu urea 300 kg ha⁻¹, SP₃₆ 100 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹ (Sulistiono *et al.* 2020). Untuk perlakuan aplikasi FMA, pupuk dasar NPK diaplikasikan sebanyak 75% dosis rekomendasi, lebih hemat 25% dibanding dengan perlakuan kontrol.

Tanah Inceptisol asal Leuwikopo, Bogor, Jawa Barat, digunakan sebagai media tanam yang diisikan sebanyak 10 kg per pot tanah kondisi kering angin. Sifat fisis dan biologi tanah yang dianalisis meliputi pH, K-dd, P-total, P-tersedia, N-total, C-organik, kepadatan dan jenis spora FMA. Sebanyak 50 spora inokulan FMA sesuai dengan perlakuan dimasukkan ke dalam lubang tanam dan ditanam batang singkong varietas Gajah. Tanaman singkong dipelihara selama 8 pekan setelah tanam (MST). Parameter pertumbuhan yang diamati adalah tinggi tanaman, bobot kering tajuk, panjang dan bobot kering akar, serapan P tanaman, dan persentase kolonisasi FMA pada akar dengan teknik pewarnaan akar (Giovannetti & Mosse 1980). Tanaman diekstraksi dengan cara pengabuan basah menggunakan campuran asam pekat HNO₃; kadar P tanaman diukur menggunakan spektrofotometer (Eviati & Sulaeman 2009), kemudian serapan P tanaman dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Kadar P (\%)} = \frac{\text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak}/1000 \text{ mL} \times 100}{\text{mg contoh} \times \text{FP} \times \text{FK}}$$

$$\text{KA} = \frac{(\text{bobot basah} - \text{bobot kering})/\text{bobot basah} \times 100}{\text{FKA tanaman} = (\text{KA} + 100)/100}$$

$$\text{Serapan P} = \text{Kadar P} \times \text{FKA tanaman}$$

Keterangan:

ppm kurva = Kadar contoh yang didapat dari kurva

FK = Faktor koreksi kadar air

FP = Faktor pengenceran

FKA = Faktor kadar air total tanaman

KA = Kadar air total tanaman

Persen infeksi mikoriza dihitung dari jumlah akar yang terinfeksi ditandai dengan keberadaan vesikel atau arbuskula dalam korteks akar. Fungi mikoriza arbuskula dikatakan viabel jika mempunyai persentase infeksi 50%. Persen infeksi mikoriza dihitung berdasarkan rumus:

$$\% \text{infeksi akar} = \frac{(\text{jumlah akar yang terinfeksi}/\text{total potongan akar yang diamati}) \times 100}{}$$

Analisis Data

Data parameter pengamatan dianalisis dengan ANOVA (*analysis of variance*) menggunakan program RStudio 4.1.1. Hasil analisis ragam yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Media Tumbuh Tanaman Singkong

Tanah Inceptisol yang digunakan sebagai media tumbuh memiliki status kesuburan tergolong sedang sampai tinggi dengan pH agak masam. Dari kepadatan spora FMA indigenus dalam tanah tersebut (50 g⁻¹ tanah) hanya diperoleh 1 jenis FMA, yaitu genus *Glomus* sp. (Tabel 1). Artinya, tanah tersebut memiliki keragaman dan kepadatan spora FMA yang tergolong rendah. Tanah digolongkan memiliki jumlah populasi spora FMA yang tinggi jika kepadatan sporanya 20 g⁻¹ tanah (Samsi *et al.* 2017). Hal tersebut terjadi karena kandungan unsur hara P dan N yang tinggi di tanah sering merugikan keanekaragaman FMA (Liu *et al.* 2012; Borriello *et al.* 2015). Perkembangan FMA juga dipengaruhi oleh pH, seperti pada perkembangan FMA genus *Glomus* dengan kisaran pH optimum 5,6–7, pH 4–6 untuk genus *Gigaspora*, dan pH 4–5 untuk genus *Acaulospora* (Samsi *et al.* 2017).

Efektivitas FMA terhadap Pertumbuhan Tanaman Singkong

Pada tanah yang cukup subur, aplikasi FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman singkong. Tanah Inceptisol yang digunakan sebagai media tanam, intensif menggunakan pupuk sehingga ketersediaan hara P pada tanah tersebut sangat tinggi. Pertumbuhan tanaman merupakan pertambahan ukuran, baik jumlah sel, volume, bobot, serta peningkatan jumlah daun dan batang (Wicaksono & Mansur 2014; Widiyatmoko *et al.* 2017). Aplikasi FMA secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman singkong (Tabel 2) yang terlihat dari bobot kering tajuk, bobot kering akar, panjang akar, infeksi akar, dan serapan P. Tinggi tanaman singkong pada pengamatan 8 MST tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Inokulasi FMA tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman pada 8 MST. Hal ini karena waktu penanam singkong hanya 8 pekan sehingga perbedaan inokulasi FMA dengan kontrol belum terlihat. Setiap spesies FMA secara nyata memperlihatkan efektivitas yang beragam terhadap pertumbuhan tanaman. Perlakuan konsorsium A.

Tabel 1 Karakteristik kimia dan biologi Inceptisol di Leuwikopo, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Metode	Hasil	Status*
pH (H ₂ O)	Elektrode kaca	5,80	Agak masam
K-dd (me/100 g tanah)	NH ₄ OAc 1M, pH 7,0	0,10	Rendah
P total (mg/100 g tanah)	HCl 25%	40,8	Tinggi
P tersedia (ppm)	Bray I	20,3	Sangat tinggi
N total (%)	Kjeldahl	0,30	Sedang
C-organik (%)	Walkey & Black	1,30	Rendah
Kepadatan spora (50 g ⁻¹ tanah)	wet seiving	4,00	Rendah
Jenis spora	INVAM	1,00	<i>Glomus</i> sp.

Keterangan: *kriteria sifat tanah didasarkan pada Eviati dan Sulaeman (2009).

Tabel 2 Efektivitas fungi mikoriza arbuskula pada pertumbuhan tanaman singkong

Perlakuan spesies FMA	Tajuk		Akar		Infeksi akar (%)	Serapan P (g per tanaman)
	tinggi (cm)	bobot kering (g)	panjang (cm)	bobot kering (g)		
Kontrol	39,0 a	15,0 c	27,0 b	3,0 c	5,5 d	0,27 d
M1 <i>G. manihotis</i>	41,0 a	35,4 a	41,7 a	4,4 bc	42,2 c	0,46 a
M2 <i>A. tuberculata-G. rubiforme</i>	37,7 a	33,2 ab	28,3 b	3,9 c	43,3 bc	0,30 cd
M3 <i>Gigaspora</i> sp.	42,7 a	18,9 c	31,0 ab	4,7 bc	58,9 abc	0,38 abc
M4 <i>A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme</i>	38,3 a	16,0 c	31,7 ab	3,8 c	62,2 abc	0,31 bcd
M5 <i>G. manihotis-Gigaspora</i> sp.	40,0 a	28,1 b	32,3 ab	7,9 ab	65,6 a	0,39 ab
M6 <i>A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora</i> sp.	43,7 a	34,4 a	34,7 ab	9,3 a	64,4 ab	0,41 a
M7 <i>A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme-Gigaspora</i> sp.	37,7 a	20,7 c	32,7 ab	3,8 c	50,0 abc	0,37 abc
Koefisien keragaman (%)	6,3	8,9	13,8	26,7	15,5	8,4

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata. Pupuk dasar NPK diberikan sesuai dengan dosis rekomendasi untuk perlakuan kontrol dan diberikan 75% dosis rekomendasi untuk perlakuan aplikasi FMA.

tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora sp. (M6) dan perlakuan inokulasi *G. manihotis* (M1) dengan pupuk dasar NPK 75% paling efektif pada tanaman singkong karena memiliki pertumbuhan tanaman yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan inokulasi FMA yang lain. Inokulasi FMA pada tanaman ini dapat menghemat penggunaan pupuk dasar NPK sebanyak 25%. Damayanti *et al.* (2015) melaporkan bahwa inokulasi FMA dapat menghemat pupuk NPK sebanyak 50% pada bibit kelapa sawit.

Tingkat efektivitas FMA dapat dilihat dari pengamatan bobot kering tajuk, bobot kering akar, panjang akar dan serapan P tanaman (Tabel 2). Bobot kering tajuk dan akar yang mendapatkan inokulasi FMA nyata meningkat dibandingkan perlakuan tanpa FMA. Bobot kering tajuk tanaman tertinggi (35,4 g) diperoleh dari perlakuan inokulasi *G. manihotis*, sedangkan bobot kering akar tertinggi (9,3 g) diperoleh dari perlakuan konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. Panjang akar tanaman tertinggi (41,7 cm) diperoleh dari perlakuan inokulasi *G. manihotis*. Inokulasi FMA pada tanaman cabai rawit dapat meningkatkan bobot kering tanaman (Adetya *et al.* 2018). Fungi mikoriza arbuskula bekerja aktif, dapat memperluas fungsi akar di dalam tanah, dan akar dapat berkembang dengan baik, sehingga dapat meningkatkan bobot dan panjang akar (Ferdiyanto *et al.* 2018). Inokulasi FMA dapat meningkatkan serapan P tanaman singkong. Serapan hara adalah jumlah hara yang terdapat pada jaringan tanaman, diukur untuk mengetahui efisiensi pemupukan dan menentukan jumlah hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Bustami *et al.* 2012; Supriyadi *et al.* 2014). Hara diserap dalam bentuk ion melalui mekanisme pertukaran kation di dalam tanah (Nuryani *et al.* 2010). Perlakuan inokulasi *G. manihotis* menunjukkan serapan P tertinggi, yaitu 0,46 g⁻¹ tanaman dan perlakuan konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. memiliki serapan 0,41 g⁻¹ tanaman. Unsur hara lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Gambar 1) yang diinokulasi oleh FMA karena keberadaan hifa FMA yang membantu akar dalam menyerap unsur hara

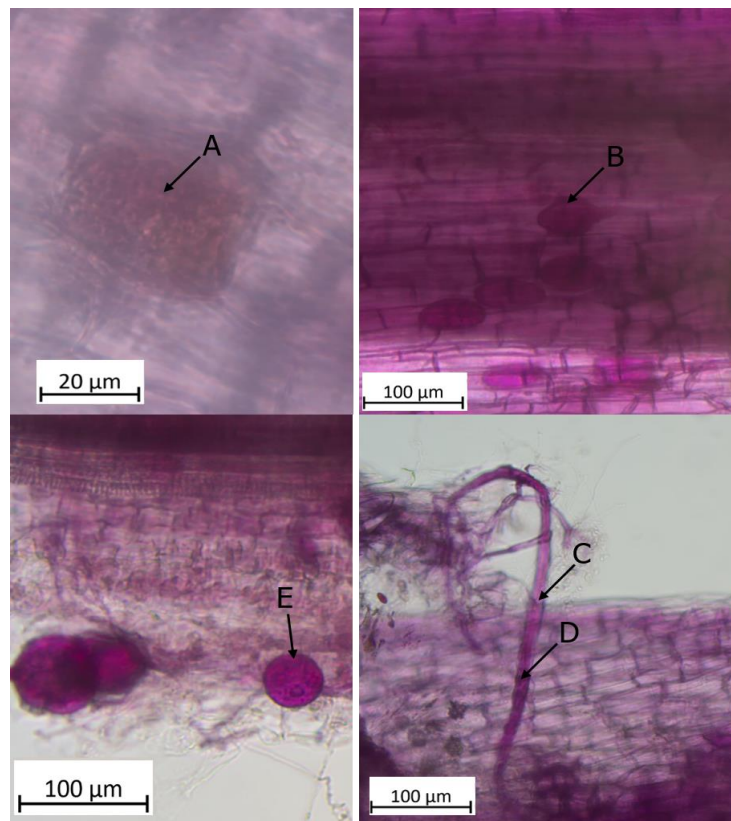
yang sulit terjangkau (Indriani *et al.* 2011). Jaringan hifa eksternal FMA dapat memperluas bidang serapan hara yang sebelumnya tidak mampu dijangkau oleh akar tanaman (Prasetyo *et al.* 2019). Penyebaran hifa yang sangat luas di dalam tanah membuat tanaman mengambil air tanah relatif lebih banyak (Purba *et al.* 2014).

Pada penelitian ini, spora FMA yang diinokulasikan ke akar tanaman singkong telah mampu menginfeksi akar tanaman (Gambar 2) pada pekan ke-8. Karakteristik FMA menentukan keefektifannya dalam menginfeksi akar tanaman secara cepat ketika umur tanaman masih relatif muda (Agustin *et al.* 2010). Pada pekan ke-8 setelah tanam, inokulan FMA pada setiap perlakuan telah mampu menginfeksi akar tanaman lebih dari 40%. Infeksi akar tanaman tertinggi 65,6% diperoleh dari perlakuan konsorsium *G. manihotis-Gigaspora* sp. diikuti oleh perlakuan inokulasi konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. dengan infeksi akar 64,4%. Tingginya persen infeksi akar pada perlakuan inokulasi konsorsium *G. manihotis-Gigaspora* sp. tidak diikuti dengan meningkatnya serapan P tanaman (0,39 g⁻¹ tanaman). Diperkirakan hifa eksternal yang terbentuk lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan inokulasi *G. manihotis* dan perlakuan konsorsium *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp. Pada perlakuan *G. manihotis*, infeksi akar hanya sekitar 42,2%. Diduga hifa eksternal yang terbentuk lebih banyak sehingga dapat membantu tanaman menyerap unsur hara P dan air dari tanah. Hifa eksternal FMA dapat memperluas bidang serapan akar yang tumbuh dan berkembang melalui bulu akar (Rini *et al.* 2017). Menurut Rini *et al.* (2017), tingginya persen infeksi akar tidak selalu mencerminkan tingginya hifa eksternal yang terbentuk; penyerapan unsur hara lebih dipengaruhi oleh infeksi hifa eksternal.

Pada perlakuan kontrol NPK 100%, FMA menginfeksi akar tanaman singkong sekitar 5,5%. Tanah sebagai media tanam tidak disterilisasi dan FMA indigenus menginfeksi akar sekitar 5,5%. Infeksi oleh FMA indigenus ini termasuk kategori sangat rendah.



Gambar 1 Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula pada akar tanaman singkong pada 8 MST. M1 *G. manihotis*, M2 *A. tuberculata-G. rubiforme*, M3 *Gigaspora* sp., M4 *A. tuberculata-G. manihotis-G. rubiforme*, M5 *G. manihotis-Gigaspora* sp, M6 *A. tuberculata-G. rubiforme-Gigaspora* sp., M7 *A. tuberculata- G. manihotis-G. rubiforme-Gigaspora* sp. Pupuk dasar NPK diaplikasikan sesuai dengan dosis rekomendasi untuk perlakuan kontrol dan diberikan 75% dosis rekomendasi untuk perlakuan aplikasi FMA.



Gambar 2 Infeksi akar FMA pada tanaman singkong pada 8 MST. (A) Arbuskula, (B) Vesikel, (C) Appressorium, (D) Hifa intraseluler, (E) Spora FMA.

Fungi mikoriza arbuskula yang diaplikasikan dapat bersaing dengan FMA indigenus sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara dengan optimum akibat inokulasi FMA pada tanah Inceptisol. Nilai infeksi akar 51–75% termasuk kategori tinggi dan 70–100% dikategorikan sangat tinggi (Nurhandayani 2013). Penggunaan FMA dapat dikatakan efisien apabila mampu bersaing dengan mikroorganisme lain untuk menginfeksi dan menyerap unsur hara ke akar

tanaman dan selanjutnya mentransfernya ke tanaman (Rini *et al.* 2017).

KESIMPULAN

Setiap spesies FMA memperlihatkan efektivitas yang beragam dan secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman singkong yang terlihat dari parameter bobot kering tajuk dan akar, panjang akar,

serapan P, dan persentase infeksi akar. Perlakuan konsorsium FMA *Acaulospora tuberculata-Glomus rubiforme-Gigaspora* sp. diikuti oleh perlakuan inokulasi *Glomus manihotis* paling efektif dan meningkatkan pertumbuhan tanaman singkong pada 8 pekan setelah tanam di tanah Inceptisol. Aplikasi FMA pada tanah Inceptisol dapat menghemat 25% penggunaan pupuk NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetya V, Nurhatika S, Muhibuddin A. 2018. Pengaruh pupuk mikoriza terhadap pertumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) di tanah pasir. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7(2): 2337–3520. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37251>
- Agustin W, Ilyas S, Budi SW, Anas I, Suwarno FC. 2010. Inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan pemupukan P untuk meningkatkan hasil dan mutu cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 38(3): 218–224.
- Borriello R, Berruti A, Lumini E, Della BMT, Scariot V, Bianciotto V. 2015. Edaphic factors trigger diverse AMF fungal communities associated to exotic camellias in closely located Lake Maggiore (Italy) site. *Mycology*. 25: 253–265. <https://doi.org/10.1007/s00572-014-0605-4>
- Brundrett M. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research. Australia (AUS).
- Budi SW, Saputri TE. 2014. Pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan arang tempurung kelapa untuk meningkatkan pertumbuhan semai *Gmelina arborea* Roxb. dan *Ochroma bicolor* Rowlee. di persemaian. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 5(1): 24–32.
- Bustami, Sufardi, Bakhtiar. 2012. Serapan hara dan efisiensi pemupukan posfat serta pertumbuhan padi varietas lokal. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 1(2): 159–170.
- Damayanti ND, Maria VR, Rusdi E. 2015. Respon pertumbuhan kelapa sawit bibit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap jenis fungi mikoriza arbuskula pada dua tingkat pemupukan NPK. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15(1): 33–40. <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i1.109>
- Eviati, Sulaeman. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor (ID).
- Ferdiyanto RE, Liliek DS, Herlinawati. 2018. Aplikasi dosis mikoriza veskula arbuskula (MVA) dan waktu aplikasi terhadap peningkatan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Hexagro*. 2(1): 36–42.
- Garg N, Chandel S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process and function. a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30: 581–599. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_40
- Giovannetti M, Mosse B. 1980. An Evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*. 84(3): 489–500. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>
- Hanudin E, Iskyati W, Yuwono NW. 2021. Improving national value of cow manure with biomass ash and its response to the growth and K-Ca absorption of Mustard on Inceptisols. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 75: 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/752/1/012015>
- Indriani NP, Mansyur, Susilawati, Islami RZ. 2011. Peningkatan produktivitas tanaman pakan melalui pemberian fungi mikoriza arbuskula (FMA). *Jurnal Pastura*. 1(1): 27–30.
- Jastrow DJ, Amonette JE, Bailey VL. 2007. Mechanisms controlling soil carbon turnover and their potential application for enhancing carbon sequestration. *Climate Change*. 80(1): 5–23. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9178-3>
- Liu Y, Shi G, Mao L, Cheng G, Jiang S, Ma X, An L, Du G, Collins JN, Feng H. 2012. Direct and indirect influences of 8-yr of nitrogen and phosphorus fertilization on Glomeromycota in an alpine meadow ecosystem. *New Phytol*. 194: 523–535. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04050.x>
- Muryati S, Mansur I, Budi SW. 2016 Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rhizosfer *Desmodium* spp. Asal PT Cibaliung Sumberdaya, Banten. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7(3): 188–197. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.7.3.188-197>
- Nurhandayani R, Linda R, Khotimah S. 2013. Inventarisasi jamur mikoriza vesikular arbuskula dari rhizosfer tanah gambut tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Jurnal Protobiont*. 2(3): 146–151.
- Nuryani HUS, Haji M, Widya YN. 2010. Serapan hara N, P, K pada tanaman padi dengan berbagai lama penggunaan pupuk organik pada vertisol Sragen. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 10(1): 1–13.
- Pacioni G. 1992. *Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuskulas fungi*. 317-322. In Norris JR, Read DJ, Varma AK, editor. *Methods In Microbiology*. London (UK): Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0580-9517\(08\)70099-0](https://doi.org/10.1016/S0580-9517(08)70099-0)
- Prasetyo R, Sasli I, Ramadhan H. 2019. Identifikasi vegetasi dan Fungi mikoriza Arbuskula (FMA) pada lahan bekas tambang. *Jurnal Agronomi Indonesia*.

- 47(2): 217–223. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.25050>
- Purba PRO, Rahmawati N, Kardhinata EH, Sahar A. 2014. Efektivitas beberapa jenis fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan tanaman karet (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg) di pembibitan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2: 919–932.
- Rasyid A, Lapanjang IM, Barus HN. 2016. Kepadatan dan keragaman fungi mikoriza arbuskula pada pertanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agroland*. 23(2): 141–148.
- Rini MV, Kusuma OP, Hidayat S. 2017. Seleksi lima isolat fungi mikoriza arbuskula untuk kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan. *Jurnal Agrotek Tropika*. 5(3): 138–143. <https://doi.org/10.23960/jat.v5i3.1820>
- Samsi N, Pata'dungan YS, Thaha AR. 2017. Isolasi dan identifikasi morfologi spora fungi mikoriza arbuskula pada daerah perakaran beberapa tanaman hortikultura di lahan pertanian Desa Sidera. *Jurnal Agrotekbis*. 5(2): 204–211.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd Edition. London (UK): Academic Press.
- Sulistiono W, Slamet H, Bram B. 2020. Respon beberapa varietas ubi kayu terhadap pemupukan NPK pada tanah Latosol di Maluku Utara. *Buletin Palawija*. 18(1): 43–53. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v18n1.2020.p43-51>
- Supriatna, Sondang S, Indah R. 2021. Pencemaran tanah oleh pestisida di perkebunan sayur Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Jambi Selatan, Kota Jambi (studi keberadaan jamur mikoriza dan cacing tanah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 21(1): 460-466. <https://doi.org/10.33087/jjubj.v21i1.1348>
- Supriyadi, Hartati S, Aminudin A. 2014. Kajian pemberian pupuk P, pupuk mikro, dan pupuk organik terhadap serapan P dan hasil kedelai (*Glycine max* L.) varietas kaba di inseptisol Gunung Gajah Klaten. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 29(2): 81–86. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v29i2.13372>
- Suwandi, Widaningsih R, Nuryati L, Waryanto B, Akbar. 2016. *Outlook komoditas pertanian sub sektor tanaman pangan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta (ID).
- Wicaksono AP, Mansur I. 2014. Respon pertumbuhan tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq) terhadap pemupukan dan pengapuran di areal bekas tambang. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 5(3): 181–187.
- Widiyatmoko R, Wasis B, Prasetyo LB. 2017. Analisis pertumbuhan tanaman revegetasi di lahan bekas tambang silika holcim educational forest (HEF) Cibadak, Sukabumi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(1): 79–88. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.1.79-88>
- Widyati E. 2013. Dinamika komunitas mikroba di rizosfir dan kontribusinya terhadap pertumbuhan tanaman hutan. *Jurnal Teknologi Hutan Tanaman*. 6(2): 55–64.