

Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Indigeneous dan Pupuk Fosfor Anorganik dalam Upaya Peningkatan Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Berkapur Pulau Timor

Yosni Kiuk^{1*}, Peters O. Bako², dan Lily F. Ishaq²

¹Program Studi Budi Daya Pertanian Lahan Kering, Fakultas Logistik Militer, Universitas Pertahanan RI

Kampus Ben Mboi, Belu, Nusa Tenggara Timur 85752

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

*Alamat korespondensi: yosnikiuk21@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima: 27-09-2021

Direvisi: 05-04-2022

Dipublikasi: 29-04-2022

ABSTRACT/ABSTRAK

The Application of Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Inorganic Phosphorus Fertilizer to Enhance Phosphorus Uptake and Yield of Maize in the Calcareous Land of Timor Island

Keywords:
Arbuscular
mycorrhizal fungi,
Calcareous land,
Inorganic P
fertilizer, Maize

Low soil fertility is one of the limiting factors for low maize production on Timor Island. This is mainly related to the low availability of phosphorus (P) which are generally overcome by farmers through the use of P-inorganic fertilizers. However, calcareous soil conditions can reduce the availability of P for plants so that P-inorganic fertilizers have low efficiency. This study aimed to determine the best doses of inorganic P fertilizer combined with inoculated AMF towards P uptake, the growth and yield of maize. The research was conducted in the experimental field of Penfui Timur village, Kupang district, and Soil Physics Laboratory of Faculty of Agriculture, Universitas Nusa Cendana, Kupang. The research carried out in a factorial treatment with 2 factors laid out in a split-plot design with 3 replications. The main plot was the inoculation of AMF (M) consisted of 3 levels: uninoculated AMF (M0), inoculation of a single type of AMF spore (M1), and inoculation of mixed AMF spores (M2). The subplot was the doses of P fertilizer (SP-36) (P) contained 4 levels: 25% (P1), 50% (P2), 75% (P3), and 100% (P4) of recommended doses. Variable observed were P tissue content, plant height, and 100-seed dry weight. The results showed that: (1) interaction of inoculated AMF and doses of inorganic P fertilizer had no significant effect on all variables observed; the inoculation of a single type AMF spore gave a significant contribution to the plant height and 100-seed dry weight, however, it had no effect on P tissue content; the single treatment of inorganic P fertilizer only gave an effect, significantly, on P tissue content, otherwise had no significant effect on the plant height and 100 seed dry weight, (2) inoculation of AMF either the single or mixed AMF spores were unable to increase P tissue content, although it was capable of enhancing plant height and 100-seed dry weight; there was no significant difference in plant height and 100-seed dry weight responses between the treatments of a single and mixed AMF spore inoculations, thus no better treatment of both AMF inoculations in this study, and (3) there was no inorganic P fertilizer that had the best effect in elevating the P-uptake, growth and yield of maize in this research corresponding to the efficiency of low inorganic P fertilization in calcareous lands.

Kata Kunci:
Fungi mikoriza
arbuskula, Jagung,
Pupuk P anorganik

Kesuburan tanah yang rendah menjadi salah satu faktor pembatas rendahnya produksi jagung di Pulau Timor. Hal ini terutama terkait dengan ketersediaan unsur hara fosfor (P) yang rendah yang umumnya diatasi oleh petani melalui penggunaan pupuk P-anorganik. Namun demikian, kondisi tanah yang berkapur dapat menurunkan ketersediaan hara P bagi tanaman sehingga pupuk P-anorganik memiliki efisiensi yang rendah. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis pupuk fosfor (P) anorganik dan inokulasi kelompok FMA yang memberikan pengaruh terbaik terhadap serapan hara P, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan di lahan pertanian di Desa Penfui Timur, Kabupaten Kupang dan Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana Kupang. Penelitian ini dirancang dalam percobaan faktorial 2 faktor menggunakan rancangan lingkungan berupa rancangan petak terpisah (*split plot design*) dengan 3 ulangan. Petak utama adalah inokulasi FMA (M) yang terdiri dari 3 taraf: tanpa inokulasi FMA (M0), inokulasi satu jenis spora FMA (M1), dan inokulasi spora FMA campuran (M2). Anak petak adalah dosis pupuk P (SP-36) (P) yang terdiri dari 4 taraf: 25% (P1), 50% (P2), 75% (P3), dan 100% (P4) dosis anjuran. Variabel yang diamati adalah kandungan hara P-jaringan tanaman, tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering. Hasil penelitian menunjukkan: (1) interaksi perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan; perlakuan tunggal inokulasi FMA berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering namun tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P jaringan tanaman; perlakuan tunggal dosis pupuk P-anorganik hanya berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P-jaringan tanaman namun tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering, (2) inokulasi FMA baik tipe spora tunggal maupun tipe spora campuran belum mampu meningkatkan kandungan hara P jaringan tanaman namun mampu meningkatkan tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering; tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal dengan perlakuan tipe spora campuran dalam meningkatkan tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering sehingga tidak didapatkan perlakuan inokulasi FMA terbaik dalam penelitian ini, dan (3) tidak didapatkan perlakuan dosis pupuk P-anorganik yang memberikan pengaruh terbaik dalam meningkatkan serapan hara P, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung pada penelitian ini berkaitan dengan efisiensi pemupukan P-anorganik yang rendah pada lahan berkapur.

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan sumber karbohidrat bagi sebagian masyarakat di Indonesia. Khusus di Nusa Tenggara Timur (NTT), sebagian masyarakat menjadikan jagung sebagai bahan makanan pokok pengganti beras saat musim paceklik. Mengingat pentingnya jagung bagi masyarakat NTT maka upaya peningkatan produksi jagung mutlak untuk dilakukan. Hal ini karena rata-rata produksi jagung di NTT selama ini masih rendah jauh di bawah potensi hasilnya.

Puslitbangtan (2012) melaporkan potensi hasil dari beberapa varietas jagung seperti Kalingga, Wisanggeni, Bisma dan Lamuru yang dapat mencapai 7,0 – 8,0 ton/ha, sedangkan BPS (2015) melaporkan produktivitas jagung rata-rata di NTT hanya sebesar 2,52 ton/ha.

Salah satu faktor pembatas rendahnya produksi jagung di NTT terutama di Pulau Timor adalah kesuburan tanah yang rendah terutama terkait dengan ketersediaan unsur hara fosfor (P). Rendahnya ketersediaan P dapat dikaitkan dengan proses pembentukan tanah di pulau Timor yang

dipengaruhi oleh formasi geologi batuan kapur (*limestone*) yang memiliki kandungan unsur kalsium (Ca) yang tinggi (Carson, 1989). Kandungan Ca yang tinggi pada tanah berkapur (kalkarosol) menyebabkan P terfiksasi oleh Ca yang berdampak pada menurunnya kelarutan dan ketersediaan P bagi tanaman, demikian juga pada kandungan Ca dapat ditukar (ca-dd) yang melebihi 20 cmol/kg ketersediaan P umumnya rendah dari P total yang ada dalam tanah (Leytem & Mikkelsen, 2005; Nur dkk., 2014).

Hingga saat ini penggunaan pupuk P anorganik merupakan cara utama yang dilakukan oleh petani untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan hara P. Di sisi lainnya, dengan kandungan Ca yang tinggi pada tanah berkapur, maka pupuk P yang diaplikasikan akan diubah menjadi bentuk yang kurang larut sehingga akan menurunkan ketersediaannya bagi tanaman (Brady & Weil, 2002). Selain memiliki efisiensi yang rendah, penggunaan pupuk P dalam jumlah besar juga dapat berdampak buruk terhadap kualitas tanah dan lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu ada upaya alternatif untuk memenuhi kebutuhan P tanaman sekaligus mengurangi tingkat penggunaan pupuk P anorganik, salah satunya menggunakan fungi mikoriza arbuskula (FMA). Mikoriza arbuskula adalah simbiosis mutualisme antara jamur dan perakaran tanaman. Sebagai bentuk pertukaran karbohidrat yang diperoleh dari tanaman inangnya, FMA membantu penyerapan hara bagi tanaman terutama P. Peningkatan penyerapan unsur hara P oleh FMA terjadi melalui perluasan permukaan serapan, mobilisasi sumber hara yang tak mudah tersedia dan sekresi senyawa khelat. Melalui eksternal miselium, FMA dapat menyerap unsur hara dari dalam tanah yang jaraknya jauh dari akar dan mengakumulasi serta mengirim ke jaringan tanaman. Selain itu, FMA umumnya memiliki spesifitas yang rendah dan dapat membentuk asosiasi dengan berbagai jenis tanaman, sehingga hifa FMA dapat berperan sebagai jembatan nutrisi di antara tanaman (Basri, 2018; Bolan, 1991; Smith & Read, 2008;).

Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aplikasi FMA dapat berkontribusi positif terhadap serapan hara P maupun pertumbuhan dan hasil jagung. Niswati dkk. (2005) melaporkan bahwa FMA mampu meningkatkan serapan hara P oleh tanaman jagung. Inokulasi FMA pada tanaman jagung memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan

produksi jagung (Mahbub, 2005). Indriati dkk. (2013) melaporkan bahwa pemberian FMA multispora berpengaruh terhadap berat basah jagung, jumlah biji jagung tiap tongkol, dan diameter tongkol jagung.

Jenis-jenis FMA dapat memiliki kemampuan yang berbeda di dalam membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga pemilihan isolat mikoriza yang benar-benar kompatibel dengan tanaman yang dibudidayakan perlu dilakukan (Pratifthiasari & Nurbaity, 2010). Untuk tujuan penggunaan sebagai pupuk hayati, penggunaan FMA indigenous. mempunyai peluang keberhasilan yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan mikoriza eksogen.

Hal ini karena FMA indigen telah beradaptasi dengan kondisi setempat. Pada penelitian sebelumnya, sejumlah spora FMA indigenous berhasil diisolasi dari rhizosfer tanaman jagung di Kabupaten Kupang dan isolat FMA indigenous ini mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pada percobaan rumah kaca (Ishaq dkk., 2015). Melihat potensi FMA indigenous yang ada, maka perlu diteliti lebih lanjut kemampuan tipe isolat mikoriza dalam meningkatkan kandungan P jaringan, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada kondisi lapangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada lahan pertanian milik Susteran Asumta Desa Penfui Timur, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang dan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana Kupang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dirancang sebagai percobaan faktorial dua faktor dengan menggunakan rancangan lingkungan berupa Rancangan Petak Terpisah (*Split Plot Design*). Faktor pertama adalah inokulasi FMA yang ditempatkan sebagai petak utama dan terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa inokulasi FMA (M0), inokulasi FMA tipe spora tunggal (M1) dan inokulasi FMA tipe spora campuran (M2).

Faktor kedua adalah dosis pupuk P-anorganik yang ditempatkan sebagai anak petak dan terdiri dari 4 taraf yaitu 25% dosis anjuran (P1), 50% dosis anjuran (P2), 75% dosis anjuran (P3), dan 100% dosis anjuran (P4). Jenis pupuk P anorganik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk SP-36 dengan dosis anjuran sebesar 200 kg/ha. Kombinasi perlakuan yang diperoleh sebanyak 12 kombinasi

yang dibuat dalam 3 ulangan sehingga secara keseluruhan diperoleh 36 satuan percobaan berupa petakan pertanaman jagung.

Persiapan Lahan

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh aplikasi FMA dan pupuk P sehingga lahan yang digunakan sebagai lokasi penelitian adalah lahan dengan kandungan P tersedia rendah. Berdasarkan hasil survei awal dilakukan pada 3 lokasi yaitu 2 lokasi berada di Kelurahan Matani dan 1 lokasi berada di Desa Penfui Timur untuk mendapatkan lahan yang sesuai. Hasil analisis P-tersebut tanah menunjukkan kandungan P-tersebut pada Kelurahan Matani 1 adalah sebesar 60,36 ppm yang tergolong sangat tinggi serta Kelurahan Matani 2 adalah sebesar 56,77 ppm yang tergolong tinggi, sedangkan kandungan P-tersebut pada lokasi di Desa Penfui Timur adalah sebesar 24,03 ppm dan tergolong sangat rendah. Karena hasil analisis kandungan P-tersebut pada lokasi Desa Penfui Timur adalah sangat rendah maka lokasi tersebut kemudian ditetapkan sebagai lokasi penelitian. Pada lahan penelitian ini diambil sampel tanah komposit untuk analisis sifat kimia tanah. Lahan dibersihkan dari batuan dan rerumputan lalu diolah menggunakan traktor tangan. Selanjutnya lahan dibagi ke dalam 3 blok yang memotong arah datangnya sinar matahari dengan jarak antar blok 1,5 m. Pada masing-masing blok dibentuk 12 petak percobaan dengan ukuran tiap petak percobaan adalah 2 m x 1,5 m, jarak antara anak petak adalah 0,8 m dan jarak antara petak utama adalah 1,5 m. Penempatan perlakuan dalam masing-masing blok dilakukan secara acak melalui lotre.

Penyiapan Inokulum Spora FMA

Perlakuan inokulasi spora FMA dalam penelitian ini terdiri dari perlakuan tanpa inokulasi FMA (M0), inokulasi FMA tipe spora tunggal (M1), dan inokulasi FMA tipe spora campuran (M2). Penentuan perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal dan tipe spora campuran didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya oleh Ishaq dkk. (2005). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dari beberapa tipe spora FMA yang ditemukan pada rhizosfer jagung di Pulau Timor, kelompok spora FMA dengan karakteristik warna spora kuning, bentuk bulat, dan memiliki permukaan halus memiliki kemampuan sporulasi yang paling tinggi sehingga ditemukan dalam jumlah yang paling banyak. Berdasarkan hasil identifikasi, tipe spora ini

termasuk dalam kelompok *Glomus* sp. Tipe spora inilah yang kemudian diperbanyak dan dijadikan sebagai inokulum untuk perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal dalam penelitian ini. Selanjutnya, tipe spora FMA lain yang ditemukan dalam jumlah yang tidak terlalu banyak kemudian diperbanyak sebagai kultur campuran tanpa membedakan karakteristik morfologi dari masing-masing spora FMA. Beberapa tipe spora FMA yang ditemukan dalam kultur campuran ini adalah tipe spora berwarna kuning dengan permukaan halus, tipe spora berwarna putih dengan permukaan halus, tipe spora berwarna hitam dengan permukaan halus, tipe spora orange dengan permukaan halus, dan tipe spora berwarna kemerahan dengan permukaan halus. Inokulum FMA yang digunakan dalam penelitian ini berupa propagul (tanah yang mengandung spora FMA) yang diperoleh dari pot-pot perbanyakan spora FMA. Propagul yang telah diambil kemudian disaring dengan menggunakan saringan (diameter 1 mm) untuk memisahkan propagul dari akar dan kotoran lainnya. Bobot propagul yang digunakan harus mengandung 75 spora FMA. Untuk menetapkan bobot propagul terlebih dahulu dilakukan isolasi spora untuk mengetahui kepadatan spora (jumlah spora per 100 g tanah) untuk masing-masing perlakuan tipe spora tunggal maupun tipe spora campuran. Isolasi spora dilakukan dengan metode penyaringan basah (*wet sieving*) berdasarkan petunjuk yang dikemukakan Brundrett *et al.* (1996). Berdasarkan hasil isolasi spora, diperoleh rata-rata kepadatan spora sebesar 121 spora/100 g tanah pada pot-pot perbanyakan FMA tipe spora tunggal dan 92 spora/100 g tanah untuk tipe spora campuran. Berdasarkan data kepadatan spora ini kemudian ditetapkan bobot propagul yang mengandung 75 spora FMA pada masing-masing perlakuan inokulasi FMA, yakni 62 g propagul untuk perlakuan tipe spora tunggal dan 82 g propagul untuk perlakuan tipe spora campuran.

Perlakuan Benih sebelum Ditanam

Varietas jagung yang digunakan dalam penelitian ini adalah Varietas Lamuru. Sebelum ditanam, benih jagung terlebih dahulu disortir untuk mendapatkan benih yang sehat. Untuk menghindari kontaminasi oleh mikroorganisme, benih jagung terlebih dahulu direndam di dalam larutan chlorox/NaOCl 5% selama 1 menit, kemudian dibilas 3 kali dengan menggunakan aquades hingga bersih. Selanjutnya benih dikeringanginkan selama \pm 1 hari.

Penanaman dan Inokulasi FMA

Penanaman jagung dilakukan bersamaan dengan kegiatan inokulasi FMA. Jarak tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 m x 0,5 m sehingga jumlah tanaman jagung dalam satu petakan perlakuan berukuran 2 m x 1,5 m adalah 12 tanaman. Dari total jumlah tanaman sebanyak 12 hanya 2 tanaman yang diinokulasi spora FMA untuk setiap petak percobaan karena keterbatasan spora FMA (inokulum) pada penelitian ini. Tanaman yang diinokulasi adalah tanaman yang terdapat pada bagian tengah petakan dan dijadikan sebagai tanaman sampel.

Penanaman jagung yang mendapat perlakuan inokulasi spora FMA dilakukan dengan system berlapis, dengan tahapan: (1) membuat tugal sedalam kurang lebih 7 cm; (2) memasukkan FMA ke dalam tugal yang telah dibuat; (3) menutupi propagul dengan lapisan tipis tanah; (4) menempatkan benih jagung di atas lapisan tipis tanah tersebut; dan (4) menutup lubang tanam. Untuk tanaman yang tidak mendapatkan perlakuan inokulasi FMA, penanaman dilakukan secara tugal sedalam \pm 5 cm. Masing-masing lubang tanam ditanami 3 tanaman.

Penjarangan Tanaman dan Aplikasi Pupuk

Kegiatan penjarangan dilakukan saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam (HST) dengan menyisakan satu tanaman sehat per lubang tanam. Pada saat penjarangan juga dilakukan aplikasi pupuk P-anorganik sesuai dengan perlakuan yang dicobakan. Pupuk P-anorganik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk SP-36 dengan dosis anjuran untuk tanaman jagung sebesar 200 kg/ha. Berdasarkan dosis anjuran tersebut, maka perlakuan yang dicobakan adalah 25% dosis anjuran SP-36 setara 1,25 g /lubang tanam (P1); 50% dosis anjuran SP-36 setara 2,5 g/lubang tanam (P2); 75% dosis anjuran SP-36 setara 3,75 g/lubang tanam (P3) dan 100% dosis anjuran SP-36 setara 5 g/lubang tanam. Selain aplikasi perlakuan dosis pupuk SP-36, juga dilakukan aplikasi pupuk dasar berupa pupuk urea dengan dosis 200 kg/ha (setara 5 g/tanaman) dan pupuk KCL dengan dosis 150 kg/ha (setara 3,7 g/tanaman). Pemupukan dilakukan secara tugal sedalam 5-7 cm, di sekeliling lubang tanam dengan jarak \pm 5 cm dari batang tanaman.

Pemeliharaan Tanaman

Tanaman disiram setiap hari hingga kadar air tanah mencapai kondisi kapasitas lapang.

Penyiangan dilakukan setiap ada gulma yang tumbuh pada petakan pertanaman. Pada umur 32 HST, tanaman terserang hama kumbang dan dilakukan pengendalian secara kimiawi menggunakan insektisida. Tindakan pengendalian ini cukup berhasil dalam mengendalikan populasi hama kumbang pada pertanaman jagung.

Pemanenan

Pemanenan jagung dilakukan saat tanaman berumur 98 HST dengan kriteria panen berupa 2/3 daun-daun tanaman mengering, tongkol atau kelobot mulai mengering dan apabila dibuka biji kering, keras dan mengkilap serta apabila ditekan tidak membekas.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Kandungan hara P-Jaringan daun jagung. Analisis dilakukan dengan metode destruksi basah pada 2 tanaman sampel saat tanaman memasuki fase pertumbuhan vegetatif akhir, yakni pada umur 45 HST. Sampel daun yang digunakan adalah 2 helai daun per tanaman, yakni daun ketiga dan keempat dihitung dari helai daun terbawah.
2. Tinggi Tanaman. Pengamatan dilakukan pada umur tanaman 45 HST pada 2 tanaman sampel. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh dengan menggunakan meteran.
3. Bobot 100 biji pipilan kering. Pengamatan dilakukan pada 2 tanaman sampel dengan menimbang (menggunakan timbangan analitik) 100 butir jagung pipilan kering yang telah dikeringkan pada oven dengan suhu 65°C selama 3 hari (kadar air biji \pm 12%).

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (anova) untuk melihat pengaruh interaksi perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik maupun pengaruh masing-masing faktor tunggal terhadap kandungan hara P-jaringan tanaman, tinggi tanaman, dan bobot 100 butir jagung pipilan kering dan dilanjutkan dengan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mendapatkan perlakuan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap kandungan hara P-jaringan tanaman, tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah pada lokasi penelitian menunjukkan pH tanah tergolong agak masam (6,4), kandungan C-organik tergolong sedang (2,85%), kandungan P-tersedia tanah sangat rendah (9,8 mg/kg), sedangkan kandungan P total tanah tergolong sangat tinggi (85,3 mg/kg). Kandungan C-organik umumnya dipengaruhi oleh input bahan organik ke lahan. Lahan ini sebelum digunakan ditumbuhi dengan semak yang dapat menjadi sumber bahan organik tanah. Kandungan P tersedia tanah tergolong sangat rendah sedangkan kandungan P total tanah tergolong sangat tinggi. Hal ini sangat mungkin terjadi karena kandungan Ca yang tinggi pada tanah berkapur dapat mengfiksasi P menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman (Brady & Weil, 2002).

Kandungan P Jaringan Tanaman

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan hara P jaringan tanaman jagung. Perlakuan tunggal inokulasi FMA juga tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P jaringan tanaman, sedangkan perlakuan tunggal dosis pupuk P-anorganik berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P jaringan tanaman. Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi FMA tipe spora tunggal (M1) maupun tipe spora campuran (M2) tidak menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan hara P-jaringan tanaman secara nyata. Tren peningkatan kandungan hara P sebenarnya terlihat pada perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal (M1) namun peningkatan tersebut terjadi secara tidak nyata.

Hasil tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh penggunaan sampel jaringan tanaman yang tidak mewakili bagian tanaman tanaman secara keseluruhan sehingga hasil yang diperoleh tidak dapat merepresentasikan kandungan hara P-jaringan tanaman secara valid. Sampel tanaman yang digunakan pada penelitian ini hanya berupa dua helai daun tanaman tanpa menyertakan organ tanaman lainnya. Keterbatasan sampel ini berkaitan dengan terbatasnya jumlah tanaman yang diberi perlakuan inokulasi FMA (2 tanaman per petak) sehingga tidak dimungkinkan untuk dilakukan pengambilan sampel secara destruktif yang dapat mengikutsertakan keseluruhan bagian tanaman.

Munson dan Nelson (1990) menyebutkan bahwa suatu unsur yang terkandung di dalam masing-masing jaringan tanaman tidak berada dalam jumlah yang sama atau tidak homogen.

Konsentrasi unsur dalam bagian tanaman tertentu seperti daun, tangkai daun, batang dan sebagainya terdapat dalam jumlah yang berbeda. Konsentrasi suatu unsur dalam bagian-bagian tanaman tersebut akan berubah pula sesuai dengan umur tanaman. Dengan demikian, semakin banyak bagian/organ tanaman yang digunakan sebagai sampel akan semakin representatif menggambarkan kondisi kandungan hara jaringan tanaman yang sesungguhnya.

Tabel 1. Rerata kandungan hara P-jaringan tanaman jagung (%) pada perlakuan inokulasi FMA dan dosis pupuk P-anorganik

Perlakuan dosis pupuk P (P)	Perlakuan inokulasi FMA (M)			Rerata (P)
	M0	M1	M2	
P1	0,29	0,27	0,31	0,29 a
P2	0,31	0,65	0,34	0,43 b
P3	0,27	0,46	0,29	0,34 ab
P4	0,24	0,33	0,27	0,28 a
Rerata (M)	0,28	0,43	0,30	
	A	A	A	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbede tidak nyata pada Uji DMRT (0,05).

Selanjutnya, hasil uji DMRT 5% (Tabel 1) menunjukkan peningkatan dosis pupuk P-anorganik dari 25% dosis anjuran (P1) menjadi 50% dosis anjuran (P2) mampu meningkatkan kandungan hara P-jaringan tanaman secara signifikan, namun peningkatan dosis selanjutnya menjadi 75% (P3) dosis anjuran dan 100% dosis anjuran (P4) menyebabkan terjadinya penurunan kandungan hara P-jaringan tanaman. Secara teoritis, peningkatan dosis pupuk P-anorganik akan diikuti dengan peningkatan ketersediaan hara P dalam tanah dan penyerapannya oleh tanaman yang berdampak pada tingginya kandungan hara P dalam jaringan tanaman. Fenomena tersebut ternyata tidak nampak dalam penelitian ini. Kondisi ini kemungkinan juga berkaitan erat dengan keterbatasan sampel jaringan tanaman yang dianalisis sehingga data hasil pengamatan kurang dapat merepresentasikan kandungan hara P-jaringan tanaman secara valid.

Tinggi Tanaman

Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ditemukannya interaksi yang nyata antara perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik terhadap tinggi tanaman jagung pada umur 42 HST. Perlakuan tunggal dosis pupuk P-anorganik juga tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung, sedangkan perlakuan tunggal inokulasi FMA berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung pada umur 42 HST.

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman (cm) tanaman jagung umur 42 HST pada perlakuan inokulasi FMA dan dosis pupuk P

Perlakuan dosis pupuk P (P)	Perlakuan inokulasi FMA (M)			Rerata (P)	
	M0	M1	M2		
P1	94,62	107,83	92,53	98,33	a
P2	72,78	113,77	101,93	96,16	b
P3	74,62	108,30	83,67	88,86	a
P4	85,97	109,22	100,92	98,70	a
Rerata (M)	82,00	109,78	94,76		
	A	B	B		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbedada tidak nyata pada Uji DMRT (0,05).

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan, tinggi tanaman jagung pada perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal (M1) dan perlakuan inokulasi FMA tipe spora campuran (M1) lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding perlakuan tanpa inokulasi FMA (M0). Hal ini berarti, spora FMA yang diinokulasi pada pertanaman jagung baik dalam bentuk kultur tunggal maupun kultur campuran mampu bekerja secara efektif dan memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan tanaman inang. Jika dihubungkan dengan parameter kandungan hara P-jaringan tanaman, walaupun inokulasi FMA belum mampu meningkatkan serapan hara P oleh tanaman namun pertumbuhan tanaman dapat meningkat secara signifikan karena FMA memainkan sekian banyak peran dalam membantu pertumbuhan tanaman inangnya. Parameter tinggi tanaman dominan dipengaruhi oleh penyerapan hara nitrogen (N). Spora FMA yang diaplikasikan dapat membantu tanaman inang dalam meningkatkan ketersediaan dan penyerapan hara nitrogen. Peningkatan ketersediaan hara N terjadi akibat adanya peningkatan serapan air tanaman oleh mikoriza. Serapan air yang lebih besar pada tanaman bermikoriza menyebabkan ikut terbawanya unsur hara yang mudah larut dan dibawa oleh aliran masa

seperti hara N, K dan S (Basri, 2018). Unsur hara N dalam bentuk ion NO_3^- pergerakannya di dalam tanah terjadi melalui mekanisme aliran massa.

FMA juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peranannya dalam menghasilkan produksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan gibberalin bagi tanaman inangnya (Basri, 2018). Auksin berfungsi untuk pencegahan penebaran akar, sehingga akar dapat berfungsi lebih lama dan penyerapan unsur hara akan lebih banyak. Unsur hara yang diserap dapat ditranslokasikan ke titik tumbuh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, sedangkan gibberalin berfungsi untuk merangsang pembesaran dan pembelahan sel, terutama merangsang pertumbuhan primer (Kurnia, 2014).

Hasil uji DMRT 5% (Tabel 2) menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk P-anorganik dari 25% dosis anjuran (P1) hingga 100% dosis anjuran (P4) tidak menyebabkan terjadinya peningkatan tinggi tanaman jagung secara signifikan. Keberadaan unsur hara P memang sangat penting bagi tanaman dan diserap di sepanjang fase pertumbuhan tanaman dan sering dianggap sebagai "*the key of life*". Walaupun demikian, dari aspek agronomis peran utama P lebih dominan terlihat pada perkembangan organ-organ generatif tanaman. Setyobudi dan Sari (2015) mengemukakan peranan hara P bagi tanaman, yakni merangsang perkembangan akar, berperan penting dalam proses pembentukan bunga, buah dan biji, berperan dalam proses pematangan tanaman, meningkatkan kualitas hasil tanaman, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Sementara itu, untuk perkembangan organ-organ vegetatif tanaman seperti akar batang dan daun yang dapat tercermin dari parameter tinggi tanaman peran unsur hara nitrogen lebih dominan. Harjadi (1996) dalam Pramitasari dkk. (2016) menyatakan, unsur nitrogen diperlukan tanaman untuk merangsang pertumbuhan tanaman terutama batang, cabang, dan daun. Unsur nitrogen memacu pertumbuhan daun yang berperan sebagai indikator pertumbuhan tanaman dalam proses fotosintesis. Meratanya cahaya yang dapat diterima oleh daun menyebabkan meningkatnya proses asimilasi yang terjadi sehingga hasil asimilasi yang diakumulasi akan lebih banyak, dimana asimilat tersebut akan digunakan sebagai energi pertumbuhan tanaman untuk membentuk organ vegetatif seperti daun dan tinggi tanaman (Napitupulu & Winarto, 2010).

Bobot 100 Butir Jagung Pipilan Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan, interaksi perlakuan dosis pupuk P-anorganik dengan perlakuan inokulasi FMA tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot 100 butir jagung pipilan kering. Perlakuan tunggal dosis pupuk P-anorganik juga tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 100 butir jaung pipilan kering, sedangkan perlakuan tunggal inokulasi FMA berpengaruh nyata terhadap bobot 100 butir jagung pipilan kering. Rerata bobot 100 butir jagung pipilan kering disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata bobot 100 butir jagung (g) dengan perlakuan aplikasi FMA (M) dan dosis pupuk P (P)

Perlakuan dosis pupuk P (P)	Perlakuan inokulasi FMA (M)			Rerata (P)	
	M0	M1	M2		
P1	26,57	34,45	30,83	30,62	a
P2	22,75	31,27	29,42	27,81	b
P3	24,55	33,67	29,82	29,34	a
P4	28,43	33,17	33,02	31,54	a
Rerata (M)	25,58	33,14	30,77		
	A	B	B		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata pada Uji DMRT 0.05.

Bobot 100 butir jagung pipilan kering sangat ditentukan oleh akumulasi fotosintat selama fase pengisian biji. Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa inokulasi FMA baik dalam bentuk kultur tunggal (M1) maupun dalam bentuk kultur campuran ternyata mampu meningkatkan bobot 100 butir jagung pipilan kering dibanding tanpa inokulasi FMA. Bobot 100 butir jagung pipilan kering pada perlakuan tanpa inokulasi FMA (M0) adalah 25,58 g, selanjutnya dengan aplikasi FMA tipe spora tunggal (M1) bobot 100 butir jagung pipilan kering meningkat menjadi 33,14 g, sedangkan aplikasi FMA tipe spora campuran (M2) menyebabkan terjadinya peningkatan bobot 100 butir jaung pipilan kering menjadi 30 g. Hasil ini mengindikasikan bahwa spora FMA yang diaplikasikan dapat bekerja efektif yang berdampak pada mutu hasil biji yang lebih baik.

Keberadaan FMA pada rhizosfer jagung memungkinkan terjadinya peningkatan penyerapan air dan hara termasuk hara P oleh tanaman sehingga dapat memenuhi kebutuhan tanaman dalam melakukan proses fisiologisnya terutama dalam

proses pembentukan dan pengisian biji. Jika dihubungkan dengan parameter kandungan hara P-jaringan tanaman, terlihat bahwa dalam penelitian ini, inokulasi FMA (tipe spora tunggal maupun tipe spora campuran) sebenarnya mampu meningkatkan penyerapan hara P-oleh tanaman. Peningkatan penyerapan hara P ini walaupun tidak terlihat nyata pada parameter kandungan hara P-jaringan tanaman namun terlihat nyata pada parameter bobot 100 butir jagung pipilan kering.

Hasil analisis pada Tabel 3 Menunjukkan. peningkatan dosis pupuk P-anorganik dari 25% dosis anjuran (P1) sampai dengan 100% dosis anjuran (P4) ternyata tidak dibarengi dengan peningkatan bobot 100 butir jagung pipilan kering. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan asupan pupuk P-anorganik sampai dengan 200 kg/ha ternyata tidak berdampak pada peningkatan ketersediaan hara P-dalam tanah secara nyata dan penyerapannya oleh tanaman sehingga tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan bobot 100 butir jagung pipilan kering. Hal ini kemungkinan berkaitan erat dengan efisiensi pemupukan P yang memang relatif rendah terutama pada tanah-tanah berkapur (calcarosol) seperti kondisi tanah pada lokasi penelitian ini. Kandungan Ca-dd (kalsium dapat ditukar) yang tinggi pada calcarosol menyebabkan sebagian besar hara P yang ada di dalam tanah termasuk yang berasal dari pupuk difiksasi oleh Ca dan membentuk senyawa Ca-P yang sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Interaksi perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan. Perlakuan tunggal inokulasi FMA berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering namun tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P-jaringan tanaman. Perlakuan tunggal dosis pupuk P-anorganik hanya berpengaruh nyata terhadap kandungan hara P-jaringan tanaman namun tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering.

- Inokulasi FMA baik tipe spora tunggal maupun tipe spora campuran belum mampu meningkatkan serapan hara P oleh tanaman namun mampu meningkatkan tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering. Tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan inokulasi FMA tipe spora tunggal dengan perlakuan tipe spora campuran dalam meningkatkan tinggi tanaman dan bobot 100 butir jagung pipilan kering sehingga tidak didapatkan perlakuan inokulasi FMA terbaik dalam penelitian ini.
- Tidak didapatkan perlakuan dosis pupuk P-anorganik yang memberikan pengaruh terbaik dalam meningkatkan serapan hara P, pertumbuhan, dan hasil tanaman jagung pada penelitian ini berkaitan dengan efisiensi pemupukan P-anorganik yang rendah pada lahan berkapur.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

- Untuk penelitian sejenis, disarankan agar inokulasi FMA pada petakan pertanaman perlu ditingkatkan. Semua tanaman dalam petakan harus mendapat perlakuan inokulasi FMA sehingga analisis kandungan hara P-jaringan tanaman dapat dilakukan dengan mengikutsertakan semua organ/bagian tanaman sehingga hasil pengamatan menjadi lebih valid.
- Untuk mendapatkan gambaran tentang pengaruh perlakuan inokulasi FMA dengan perlakuan dosis pupuk P-anorganik terhadap serapan hara P yang lebih valid perlu ditambahkan variabel pengamatan berupa kandungan hara P-tersebut tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, AHH. 2018. Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensia*. 12(2): 74-78.
- Bolan, NS. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant Soil*. 134(2): 189-207.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung 2013-2015.
- Brady N, and R Weil. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th edition. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Brundrett, M, N Bougher, B Dell, T Grave, and N Malajezuk. 1996. *Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agriculture Research (ACIAR). Canberra.
- Carson, B. 1989. *Soil Conservation strategies for upland areas in Indonesia*. Environment and Policy Institute. East-West Center. Honolulu. Occasional Paper Paper No. 9. 120 p.
- Indriati, G, LI Ningsih, dan Rizki. 2013. Pengaruh pemberian fungi mikoriza multispora terhadap produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Prosiding Semirata FMIPA*. BKS Barat FMIPA Universitas Lampung. 10-12 Mei 2013. Hlm. 323-327.
- Ishaq, LF, A.J.S Adutae, P.O Bako, dan M.M Airtur. 2015. *Komposisi Endomikoriza Indigen pada Lahan Pertanian dengan Input Pupuk Kimia yang Berbeda dan Uji Efektifitasnya pada Jagung*. [Tidak dipublikasikan]. Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana. Kupang.
- Kurnia, IGAM. 2014. *Hormon Tumbuhan*. Tersedia online pada <https://distan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/hormon-tumbuhan-77>. Diakses Februari 2022.
- Leytem AB, and RL Mikkelsen. 2005. The nature of phosphorus in calcareous soils. *Better Crops*. 89(2): 11-13.
- Mahbub, IA. 2005. Pengaruh cendawan mikoriza dan kaptan superfosfat terhadap P tanah, serapan P tanaman dan hasil jagung pada ultisol. *Jurnal Agronomi*. 8(2): 121-124.
- Munson, RD, and WL Nelson. 1990. *Principles and practices in plant analysis*. In Pp. 359-387. *Soil Testing and Plant Analysis* (RL Westerman, Ed.). SSSA Book Series 3rd Ed. Soil Science Society of America. Madison.
- Napitupulu, D, dan L Winarto. 2010. Pengaruh pemberian pupuk N dan K terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah. *J. Hort*. 20(1): 27-35.
- Niswati, A, Y Sri, dan MAS Arif. 2005. Pemanfaatan cendawan mikoriza vesikula arbuskula (CMVA) asal pertanaman singkong untuk meningkatkan serapan P tanaman kedelai yang dipupuk P. *Jurnal Tanah Tropika*. 3: 26-31.
- Nur, MSM, T Islami, E Handayanto, WH Nugroho, dan WH Utomo. 2014. Pengaruh kompos

- diperkaya biochar sebagai bulking agent terhadap serapan fosfor dan hasil jagung (*Zea mays*, L.) pada calcarosol. Buana Sains. 14(2): 51-60.
- Prafithriasari, M, dan A Nurbaity. 2010. Infektivitas inokulum *Glomus* sp. dan *Gigaspora* sp. pada berbagai komposisi media zeolit-arang sekam dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan sorgum (*Sorghum bicolor*). Jurnal Agrikultura. 21(1): 39-45.
- Pramitasari, HE, T Wardiyati, dan M Nawawi. 2016. Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L). Jurnal Produksi Tanaman. 4(1): 49-56.
- [Puslitbangtan] Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Edisi Ketujuh. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Maros.
- Setyobudi, H, dan S Sari, 2015. Ilmu dan Implementasi Kesuburan Tanah. Universitas Muhamadiyah Malang. UMM Press. Malang.
- Smith, SE, and DJ Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Elsevier. New York.