

Pengaruh Kadar Air Tanah dan Jumlah Tanaman Inang Berbeda terhadap Perbanyakannya Spora FMA dan Pertumbuhan Tanaman Jagung

Effect of Soil Water Content and Number of Different Host Plants on AMF Spore Propagation and Maize Plant Growth

Maria Berliana Fau, *I Nyoman Rai, I Wayan Wiraatmaja, Ni Nyoman Ari Mayadewi

Fakultas Pertanian, Universitas Udayana, Indonesia

KATA KUNCI

Corn,
Mycorrhiza,
Number of Host Plants,
Soil Moisture Content.

HISTORI ARTIKEL

Diterima : 21-05-2024

Direvisi : 25-06-2024

Diterbitkan: 30-07-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

ABSTRAK

Tanaman jagung merupakan jenis tanaman yang paling umum digunakan sebagai inang (*host*) dalam perbanyakannya spora mikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode perbanyakannya Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan kadar air tanah dan jumlah tanaman inang dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Rancangan percobaan yang digunakan, yaitu RAK 2 faktor. Faktor pertama kadar air tanah terdiri atas 4 taraf yaitu K₁ (100% kapasitas lapang), K₂ (75% kapasitas lapang), K₃ (50% kapasitas lapang) dan K₄ (25% kapasitas lapang). Faktor kedua jumlah tanaman inang per pot terdiri atas 3 taraf, yaitu J₁ (1 tanaman per pot), J₂ (2 tanaman per pot), dan J₃ (3 tanaman per pot). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi perlakuan kadar air 25% dan jumlah tanaman tiga per pot (K₄J₃) menghasilkan 372.275 spora per pot. Pada pertumbuhan tanaman jagung, faktor tunggal kadar air tanah K₃ menghasilkan berat kering total tertinggi, yaitu 3.065 g, dan faktor tunggal jumlah tanaman inang per pot J₃ menghasilkan berat kering total tertinggi, yaitu 6.445 g.

ABSTRACT

Maize is the most common type of plant used as a host plant. The study aimed to determine the method of AMF propagation with soil moisture content and the number of host plants and its effect on corn plant growth. The research was carried out using Randomized Block Design with 2 factors. The first factor of soil moisture content consists of 4 levels, namely K₁ (100% field capacity), K₂ (75% field capacity), K₃ (50% field capacity) and K₄ (25% field capacity). The second factor was the number of host plants per pot consisting of 3 levels, namely J₁ (1 plant per pot), J₂ (2 plants per pot), and J₃ (3 plants per pot). The results showed that the interaction treatment of 25% moisture content and the number of three plants per pot (K₄J₃) produced 372,275 spores per pot. On corn plant growth, the single factor of soil moisture content K₃ produced the highest total dry weight, which was 3,065 g, and the single factor of the number of host plants per pot J₃ produced the highest total dry weight, which was 6,445 g.

How to Cite:

Fau, M. B., Rai, I. N., Wiraatmaja, I. W., Mayadewi, N. N. A. (2024). Pengaruh Kadar Air Tanah dan Jumlah Tanaman Inang Berbeda terhadap Perbanyakannya Spora FMA dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 12(2), 77-86. <https://doi.org/10.33005/plumula.v12i2.228>.

***Author Correspondent:**

Email: rainyoman@unud.ac.id

PENDAHULUAN

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) memiliki hubungan yang baik dengan akar tanaman inang dengan membentuk simbiosis mutualisme, dengan arti kedua pihak saling menguntungkan. Mikoriza adalah cendawan yang hidup berdasarkan hubungan simbiosis mutualisme antara cendawan (*myces*) dengan perakaran (*rhiza*) tanaman tingkat tinggi (Rai, 2018). Jamur ini akan membentuk struktur di dalam sel-sel akar tanaman yang disebut sebagai arbuskula yang berfungsi untuk membantu penyerapan nutrisi dari tanah dan mentransfernya ke tanaman. Di samping itu, tanaman memberikan keuntungan balik dengan menyediakan makanan kepada jamur berupa karbohidrat hasil dari fotosintesis tanaman. Tanaman yang memiliki hubungan mutualisme dengan mikoriza memiliki akar yang lebih efisien untuk penyerapan nutrisi dibandingkan dengan tanaman yang tidak ber-mutualisme dengan mikoriza. Hal ini terjadi karena mikoriza juga dapat menghasilkan enzim yang membantu melarutkan nutrisi tertentu, seperti fosfor yang tidak dapat dikelola tanaman secara langsung. Telah banyak hasil penelitian yang membuktikan peran FMA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, sehingga perlu dioptimalkan dengan memperbanyak spora FMA yang akan dimanfaatkan sebagai pupuk hayati mikoriza.

Tanaman jagung merupakan jenis tanaman yang paling sering digunakan sebagai tanaman inang dalam perbanyakan mikoriza. Hal ini disebabkan karena tanaman jagung merupakan tanaman yang ideal untuk perkembangan hifa dan perbanyakan endomikoriza, mempunyai sistem perakaran yang banyak dan halus, dan mikroorganisme mudah berkembang di perakaran tersebut termasuk endomikoriza (Wirawan dkk., 2015).

Menurut Diputra dkk. (2018), pada perlakuan kadar air tanah, semakin rendah kadar air tanah semakin tinggi jumlah spora perbanyakan yang dihasilkan. Pemberian stres air dengan kadar air tanah 40% kapasitas lapang memberikan jumlah spora terbanyak dalam perbanyakan spora mikoriza (Rai dkk., 2018). Mikoriza aktif bersporulasi dalam keadaan kering dan sebaliknya pada kondisi basah. Manurung dkk. (2019) menyatakan bahwa cekaman air pada tanaman dapat mengurangi potensial air sel tumbuhan dan turgor, yang menyebabkan menurunnya pembesaran sel dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Namun, hal ini justru memacu mikoriza untuk semakin memproduksi spora yang banyak. Kadar air tanah berpengaruh sangat nyata terhadap persentase peningkatan jumlah spora mikoriza dan penurunan kadar air tanah menyebabkan persentase peningkatan jumlah spora semakin tinggi (Wedagama dkk., 2019). Dalam penelitian ini, pemberian kadar air tanah diturunkan dari kadar air tanah 40% kapasitas lapang hingga 25% kapasitas lapang dengan harapan bahwa penurunan kadar air tanah ini semakin memperbanyak spora yang dihasilkan.

Perbanyakan spora FMA juga dapat dilakukan dengan banyaknya tanaman dalam satu area atau satu pot yang sama. Berdasarkan hasil penelitian Rini dkk. (2020), kondisi *stress* tanaman diakibatkan oleh adanya kompetisi ruang bagi akar untuk tumbuh dan mendapatkan air dan unsur hara yang diduga dapat memicu produksi spora, sehingga jumlah spora yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Untuk mengoptimalkan penggunaan FMA terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi pertanian. Salah satu teknologi yang dikembangkan ialah penggunaan FMA indigenus sebagai teknologi pertanian yang berkelanjutan. Pemanfaatan FMA indigenus yaitu mikoriza yang diisolasi dari tanaman tertentu kemudian dikembalikan lagi ke jenis tanaman yang bersangkutan dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk meningkatkan produksi tanaman (Tarigan dkk., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode perbanyakan FMA dengan kadar air tanah dan jumlah tanaman inang dan pengaruh kedua perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2023 hingga Desember 2023. Perbanyakan dengan perlakuan kadar air tanah dan jumlah tanaman inang per pot dilakukan di rumah kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Alat-alat yang digunakan adalah sekop atau cangkul, plastik, *sprayer*, gunting, ember, timbangan analitik, meteran, pinset, jangka sorong, *chlorophyll meter*, mikroskop *stereo* dan *compound*, jarum ose, cawan petri, *object glass*, *cover glass*, pipet 3 ml, polybag 5 kg, gelas kaca dan gelas beaker 1000 ml. Bahan yang digunakan adalah tanah, tisu, pasir vulkanik, benih jagung hibrida varietas BISI-2, aquades, glukosa 60%, KOH 10%, H₂O₂ 3%, HCL 1%, lactoglycerol, trypan blue, dan aluminium foil.

Penelitian ini menggunakan tanaman jagung sebagai inang perbanyakan spora. Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor, di mana faktor pertama yaitu kadar air tanah (K) terdiri atas 4 taraf yaitu K₁ (100% kapasitas lapang), K₂ (75% kapasitas lapang), K₃ (50% kapasitas lapang)

dan K₄ (25% kapasitas lapang). Faktor kedua jumlah tanaman inang per pot jagung terdiri atas 3 taraf, yaitu J₁ (1 tanaman per pot), J₂ (2 tanaman per pot), dan J₃ (3 tanaman per pot). Terdapat 12 kombinasi perlakuan yang diulang 3 kali, sehingga memerlukan 36 polybag percobaan.

Pelaksanaan dilakukan mulai dari inokulasi FMA dengan pengambilan sampel 100 g tanah. Spora diisolasi dengan menggunakan satu set penyaringan basah dari Pacioni (1992) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi dari Brundrett dkk. (1996). Lalu, sampel dipindahkan ke cawan petri dan diamati di bawah mikroskop stereo.

Kadar air tanah kapasitas lapang dihitung dengan cara mengurangi volume awal penyiraman dengan volume air yang menetes dari polybag kemudian dirata-ratakan. Volume kapasitas lapang yang sudah diketahui kemudian dikonversi menjadi 100%, 75%, 50% dan 25% kapasitas lapang untuk penyiraman taraf K₁, K₂, K₃ dan K₄.

Media tanam menggunakan tanah dan pasir vulkanik dengan perbandingan 1:10 dan dibuat berlapis dalam polybag. Tanah dimasukkan hingga setengah polybag dan ditaburkan 250 g pasir vulkanik di atasnya. Kemudian ditimpa lg dengan tanah dan ditaburkan kembali sisa 250 g pasir vulkanik, Terakhir ditutup dengan sedikit tanah. Pembuatan prototipe pupuk hayati FMA indigenus memerlukan media pembawa/*carrier* yang tepat bagi spora mikoriza. Pemilihan media pembawa yang tepat menjamin spora tetap *viable* dan tetap hidup dalam jangka waktu lama sebelum diaplikasikan. Pasir vulkanik dengan tekstur kasar dan unsur hara yang rendah sehingga sangat baik sebagai medium tumbuh untuk produksi inokulum mikoriza arbuskula

Penanaman benih jagung dilakukan dengan meletakkan benih pada lubang tanam di mana setiap polybag ditanami dengan 5 benih jagung. Setelah 1 minggu masa tanam dilakukan seleksi terhadap tanaman yang sehat dan disesuaikan dengan perlakuan jumlah tanaman per pot, sehingga didapatkan tanaman terbaik sesuai kebutuhan. Setelah berumur 2 minggu tanaman jagung diberikan perlakuan stres air dengan mengatur penyiraman tanaman jagung sesuai tingkat kadar air yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan agar FMA indigenus dapat membentuk spora.

Tanaman jagung setelah berumur 40 hari setelah tanam kemudian diberikan *topping* dengan cara memotong tajuk tanaman inang sampai kira-kira $\frac{3}{4}$ batang bawah yang tersisa. *Topping* ini bertujuan agar tanaman inang dan mikoriza mengalami kondisi tekanan yang sangat tinggi sehingga nantinya mikoriza tetap berusaha mempertahankan diri dengan membentuk spora baru. Tanaman jagung yang sudah ditopping dibiarkan selama 7 hari. Tahap terakhir adalah pemanenan spora yang dilakukan dengan cara membongkar rizosfer tanaman inang.

Pengamatan dilakukan pada beberapa variabel, yaitu jumlah populasi spora setelah perbanyakan, Tingkat infeksi mikoriza, jumlah daun (helai), tinggi tanaman (cm), diameter batang (cm), kandungan klorofil daun (SPAD), kadar air relatif (KAR) daun, berat kering oven akar per tanaman (g), dan berat kering oven total tanaman (g). Akar yang di-*sampling* kemudian diproses untuk melihat infeksi FMA menurut metode Brundrett dkk. (1996) dengan pewarnaan menggunakan trypan blue. Perhitungan persentase infeksi akar dilakukan pada akar jagung dengan menggunakan metode *slide* Giovannetti & Mosse (1980). Derajat/persentase kolonisasi akar dihitung dengan menggunakan rumus.

$$\text{Akar terinfeksi (\%)} = \frac{\sum \text{akar terinfeksi}}{\sum \text{seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Tingkat infeksi akar terdiri dari 5 kelas:

1. Kelas 1 bila infeksi akar 0% - 5% (sangat rendah)
2. Kelas 2 bila infeksi akar 6% - 25% (rendah)
3. Kelas 3 bila infeksi akar 26% - 50% (sedang)
4. Kelas 4 bila infeksi akar 51% - 75% (tinggi)
5. Kelas 5 bila infeksi akar 76% - 100% (sangat tinggi)

Kandungan air relatif daun diamati sebanyak 2 kali selama penelitian yaitu pada umur 3 dan 4 minggu setelah tanam benih. Dari kedua pengamatan tersebut hasilnya kemudian dirata-ratakan. Nilai KAR dihitung dengan rumus:

$$\text{KAR (\%)} = \frac{\text{Berat segar (BS)} - \text{Berat kering oven (BK)}}{\text{Berat turgid (BT)} - \text{Berat kering oven (BK)}} \times 100\%$$

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis keragaman atau *analysis of variance* (Anova). Apabila interaksi berpengaruh nyata, maka diuji dengan dengan Uji Jarak Berganda Duncan atau *Duncan's Multiple Range Test*. Apabila interaksi berpengaruh tidak nyata, maka rata-rata taraf faktor tunggal diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistika pada semua variabel pengamatan tanaman indikator menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan kadar air tanah (K) dan jumlah tanaman inang per pot (J) terhadap jumlah spora setelah perbanyakkan, persentase peningkatan jumlah spora, diameter batang, dan klorofil daun. Tetapi, tidak memiliki interaksi antara perlakuan kadar air tanah (K) dan jumlah tanaman inang per pot (J) terhadap variabel lainnya.

Perlakuan tunggal kadar air tanah (K) berpengaruh nyata pada variabel jumlah spora per pot, persentase peningkatan jumlah spora, diameter batang, klorofil daun, berat segar tajuk, berat segar akar, berat segar total, berat kering tajuk, berat kering akar, dan berat kering total. Perlakuan tunggal jumlah tanaman inang per pot (J) berpengaruh nyata pada seluruh variabel, kecuali kadar air relatif (KAR) daun (Tabel 1).

Jumlah dan Persentase Peningkatan Jumlah Spora

Jumlah spora per pot tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan kadar air 25% dan jumlah tanaman tiga per pot (K_4J_3) dengan jumlah 372.275,00 spora per pot, sementara jumlah spora per pot terendah pada kombinasi perlakuan kadar air 100% dan jumlah tanaman satu per pot (K_1J_1) dengan jumlah spora 130.791,67 spora (Tabel 2).

Tabel 1. Signifikansi Pengaruh Tingkat Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Jumlah Spora dan Variabel Pertumbuhan Tanaman Indikator

No.	Variabel	Perlakuan		
		K	J	KJ
1	Jumlah spora per pot (kg)	**	**	**
2	Persentase peningkatan jumlah spora per pot (kg)	**	**	**
3	Jumlah daun (helai)	ns	**	ns
4	Tinggi tanaman (cm)	ns	**	ns
5	Diameter batang (cm)	**	**	*
6	Klorofil daun (spad unit)	**	**	**
7	Kadar air relatif daun (%)	ns	ns	ns
8	Berat kering akar (g)	**	**	ns
9	Berat kering total (g)	**	**	ns

Keterangan:

ns : berpengaruh tidak nyata ($P \leq 0,05$)

* : berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

** : berpengaruh sangat nyata ($P > 0,01$)

Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 2. Pengaruh Interaksi Tingkat Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Variabel Jumlah Spora per Pot (kg) Setelah Perbanyakkan di Rumah Kaca

Jumlah tanaman per pot	Kadar Air Tanah			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
J ₁	130.791,67 i	193.158,33 fg	211.783,33 e	309.300,00 b
J ₂	151.850,00 h	205.833,33 ef	243.166,67 d	314.258,33 b
J ₃	183.958,33 g	207.783,33 e	259.275,00 c	372.275,00 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) taraf 5%.

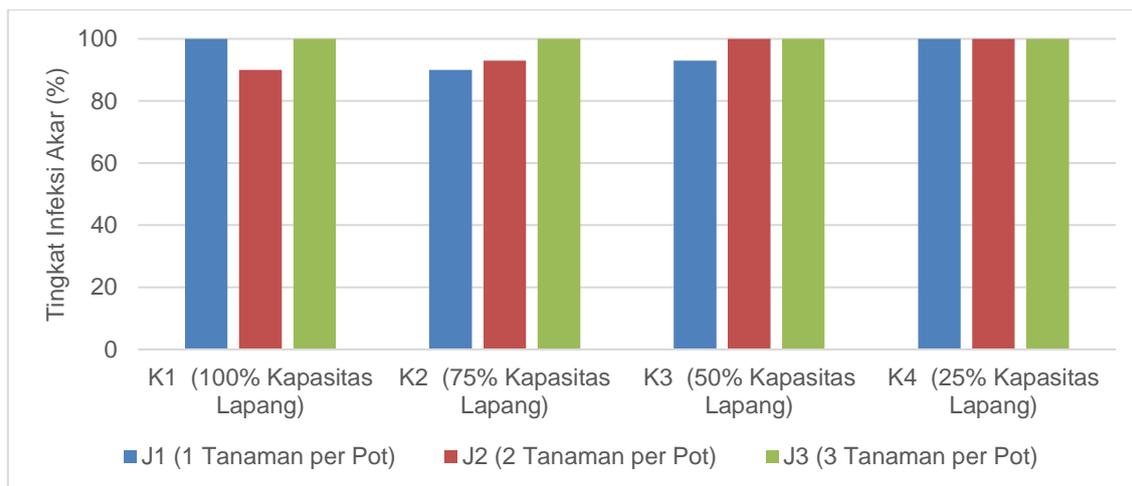
Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 3. Pengaruh Interaksi Tingkat Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Variabel Persentase Peningkatan Jumlah Spora per Pot (%) Setelah Perbanyakkan di Rumah Kaca

Jumlah tanaman per pot	Kadar Air Tanah			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
J ₁	4.358,72 i	6.437,61 fg	7.058,44 e	10.309,00 b
J ₂	5.060,67 h	6.860,11 ef	8.104,56 d	10.474,28 b
J ₃	6.130,94 g	6.925,11 e	8.641,50 c	12.408,17 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) taraf 5%.

Sumber: Data Diolah 2024



Gambar 1. Pengaruh Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Variabel Tingkat Infeksi Akar Setelah Perbanyakkan pada Tanaman Jagung (%)

Persentase peningkatan jumlah spora per pot tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan kadar air 25% dan jumlah tanaman tiga per pot (K₄J₃) dengan persentase sebesar 12.408,17%, sementara persentase peningkatan jumlah spora per pot terendah pada kombinasi perlakuan kadar air 100% dan jumlah tanaman satu per pot (K₁J₁) dengan persentase sebesar 4.358,72% (Tabel 3).

Tingkat Infeksi Mikoriza

Jumlah spora yang diberikan pada saat persiapan media tanam, yaitu sebanyak 30 spora telah menunjukkan adanya peningkatan yang tinggi dalam perbanyakannya. Dimana yang awalnya hanya 30 spora mampu memperbanyak diri berkali-kali lipat jumlahnya, jumlah spora tertinggi pada kombinasi perlakuan kadar air 25% dan jumlah tanaman tiga per pot (K₄J₃), yaitu 372.275,00 spora per pot (Tabel 2) dan persentase peningkatan sebesar 12.408,17% (Tabel 3). Angka yang sangat tinggi ini menunjukkan keberhasilan spora dalam memperbanyak diri dengan kondisi tanah yang kering dan banyaknya tanaman dalam satu pot.

Interaksi antara dua perlakuan, menunjukkan ketika semakin rendahnya kadar air tanah dan semakin banyak jumlah tanaman inang per pot, maka semakin tinggi pula jumlah dan persentase kolonisasi FMA setelah perbanyakkan (Gambar 1). Hasil uji perbanyakkan ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Rai dkk. (2018) penurunan kadar air tanah dari 100% hingga 70%, dan 40% menyebabkan bertambahnya jumlah spora. Sesuai juga dengan hasil penelitian Rini dkk. (2020), yaitu jumlah spora dalam media tanam pada perlakuan tanaman inang 1 tanaman/pot menghasilkan spora yang paling rendah.

Hal ini terjadi karena, kekeringan justru menyebabkan kolonisasi FMA meningkat tajam tetapi tidak sampai pada kondisi kekeringan yang parah. Menurut Sieverding (1991), salah satu cara untuk meningkatkan produksi spora FMA adalah dengan memberikan kondisi *stress* pada pot kultur (salah satunya dengan pengeringan). Leal dkk. (2016) mendapatkan bahwa *endomychorhiza* dari genus *Glomus* dan *Acaulospora* di *Eucalyptus camaldulensis* mengalami kekeringan di mana jumlah spora semakin meningkat lebih dari 300

Tabel 4. Hasil Faktor Tunggal Tingkat Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Variabel Jumlah daun, Tinggi tanaman, Kadar air relatif daun, dan Panjang akar.

Perlakuan	Jumlah daun (helai)	Tinggi tanaman (cm)	KAR (%)	Panjang akar (cm)
Kadar Air Tanah				
K ₁	5,986 a	35,514 a	0,621 a	30,392 c
K ₂	6,097 a	34,486 a	0,619 a	35,267 c
K ₃	6,289 a	38,168 a	0,614 a	40,925 b
K ₄	6,139 a	36,381 a	0,597 a	54,442 a
BNT 5%	0,456	3,789	0,070	4,967
Jumlah Tanaman per Pot				
J ₁	11,667 a	69,611 a	1,092 a	63,978 c
J ₂	10,500 b	60,850 b	1,080 a	69,800 b
J ₃	10,515 b	62,270 b	1,097 a	80,922 a
BNT 5%	0,39	3,28	0,06	4,30

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada perlakuan dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

Sumber: Data Diolah, 2024

kali lipat dibandingkan dengan kontrol. Pemberian kadar air tanah 25% dan 3 tanaman per pot membuat kondisi *stress* pada tanaman dan membuat spora semakin banyak dalam memperbanyak diri. FMA indigenous memiliki potensi yang tinggi untuk membentuk kolonisasi yang ekstensif karena mengenali tanaman inangnya, selain itu FMA indigenous memiliki sifat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan dengan cekaman yang tinggi. Apabila kadar air dan kelembapan sangat tinggi atau berlebihan dapat menyebabkan kondisi anaerob sehingga menghambat perkembangan mikoriza karena semua jamur pembentuk mikoriza adalah obligat aerob.

Lahan yang kering sangat mendukung bagi perkembangan mikoriza, di mana ketersediaan unsur hara yang rendah pada kondisi lahan kering tersebut akan mengoptimalkan perkembangan hifa mikoriza (Nurhalimah dkk., 2014). Selain itu, kekurangan air juga dapat menyebabkan kelarutan unsur hara menurun sehingga endomikoriza akan lebih aktif untuk menyediakan hara bagi tanaman inang. Jaringan hifa eksternal dari mikoriza akan memperluas bidang serapan air dan hara, di samping itu ukuran hifa yang lebih halus dari bulu-bulu akar memungkinkan hifa bisa masuk menyusup ke pori-pori tanah yang paling kecil (mikro) sehingga hifa bisa menyerap air pada kondisi kadar air tanah yang sangat rendah. Demikian juga pada perlakuan jumlah tanaman inang per pot menunjukkan bahwa semakin banyaknya tanaman inang dalam pot, maka akan memicu kondisi *stress* pada tanaman karena adanya kompetisi ruang bagi akar untuk bertumbuh dan mendapatkan air dan unsur hara. Menurut Simanungkalit dkk. (2006), tanaman inang yang responsif pada inokulasi FMA adalah yang memiliki perakaran yang banyak. Maka itu, untuk memperoleh perakaran tanaman inang yang banyak dalam satu pot untuk memproduksi FMA adalah dengan memperbanyak jumlah tanaman inang dalam satu pot. Perakaran yang banyak juga dapat dipengaruhi oleh kadar air tanah, semakin rendah kadar air tanah maka jagung akan memanjangkan akarnya untuk menjangkau air yang ada. Semakin panjangnya akar jagung, maka jumlah hifa dan jumlah spora akan semakin banyak diproduksi.

Pengaruh Perlakuan terhadap Tanaman Indikator

Variabel pertumbuhan tanaman indikator pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan kadar air tanah dan perlakuan jumlah tanaman inang per pot berpengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan tanaman. Variabel jumlah daun dan tinggi tanaman tertinggi dihasilkan pada perlakuan J₁, hal tersebut diduga karena tanaman memperoleh hara dari tanah tanpa ada kompetisi dengan tanaman lainnya, tanaman yang ditanam pada satu media tanam dengan tingkat kepadatan yang sangat tinggi akan mengakibatkan terjadinya persaingan penyerapan unsur hara, air, dan cahaya matahari sehingga dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan jaringan tumbuhan terutama pada daun, akar dan batang (Lundeto dkk., 2021). Hal ini diduga karena adanya pengaruh oleh unsur hara P yang telah diurai oleh mikoriza, Variabel jumlah daun dan tinggi tanaman tertinggi dihasilkan pada perlakuan K₃, diduga karena sehingga penyerapan unsur hara P pada tanaman lebih maksimal, walaupun perlakuan K₃ sudah memberikan kondisi yang cukup *stress* terhadap tanaman. Tanaman dapat meningkatkan serapan hara P dan unsur hara lainnya oleh adanya

Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi: Vol.12. No. 2 Juli 2024

koloni akar dengan mikoriza (Muzakkir, 2010). Unsur hara P merupakan hara esensial bagi tanaman yang banyak mempengaruhi proses pertumbuhan, terutama di masa vegetatif yang menjadi titik awal yang menentukan idealnya pertumbuhan tanaman hingga masa generatif

Menurut Charisma dkk. (2012) dan Rohmah dkk. (2013), FMA sering digunakan sebagai pupuk hayati karena dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan *Glomus* dapat meningkatkan penyerapan unsur hara berupa unsur N, P, K, Mn, Mg, Ca dan Cu. Unsur hara yang dominan diserap oleh mikoriza adalah unsur hara P. Meningkatnya serapan P disebabkan karena hifa eksternal yang dihasilkan oleh endomikoriza yang dapat memperluas permukaan serapan yang lebih besar (Gunawan, 1993). Diameter hifa FMA jauh lebih kecil dari pada diameter akar, panjang serta tersebar luas mengisi rongga dalam media menyebabkan semakin meluasnya permukaan untuk menyerap unsur hara dan air. Permukaan serapan yang semakin luas akan mempermudah akar untuk menjangkau daerah-daerah yang jauh sehingga ketersediaan air dan hara akan diperoleh, terutama ketika hifa mampu melampaui jarak yang dapat dicapai oleh rambut akar. Diputra dkk. (2018) melaporkan bahwa penyerapan fosfat di dalam tanah berlangsung dari hifa eksternal dan diubah menjadi senyawa polifosfat kemudian dipindahkan ke dalam hifa internal dan arbuskula. Senyawa polifosfat dipecah menjadi fosfat organik di dalam arbuskula yang kemudian dilepaskan ke sel tanaman inang. Senyawa C-organik dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara bagi simbiosis FMA dengan tanaman. Maka itu, tanaman yang berasosiasi atau terinfeksi dengan FMA mampu menyerap unsur hara P yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak berasosiasi dengan FMA. Daerah akar bermikoriza tetap aktif dalam mengabsorpsi hara untuk jangka waktu yang lebih lama dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza. Herawati dkk. (2021) juga melaporkan bahwa mikoriza memiliki hifa yang mengeluarkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan P yang terikat dengan unsur lain sehingga tersedia bagi tanaman.

Penambahan jumlah daun yang diduga berkaitan dengan penyerapan unsur hara P memiliki peran terhadap pertumbuhan tanaman. Peningkatan jumlah daun juga didukung dengan adanya hormon sitokinin. Hasil penelitian menunjukkan sitokinin 2 ppm cenderung nyata meningkatkan jumlah pecah tunas, pertambahan tinggi dan jumlah daun, namun cenderung menghambat pertambahan luas daun (Rizal dkk., 2017). Tinggi tanaman dipengaruhi oleh hara P karena ketika tanaman kekurangan hara P dapat ditandai dengan tinggi tanaman relatif kerdil. Utomo dkk. (2017) menyatakan penyerapan yang lebih maksimal menyebabkan proses pertumbuhan tanaman berjalan lebih optimal. Selain membantu penyerapan unsur hara P, menurut Basri (2018) penambahan jamur mikoriza dapat meningkatkan produksi hormon pertumbuhan seperti auksin, sitokinin, dan giberelin bagi tanaman inangnya. Hormon giberelin dan fosfor berperan dalam pembelahan sel meristem apikal yang membantu pembelahan dan perpanjangan sel. Fungsi dari giberelin dan fosfor lebih dominan pada pembelahan sel yang terjadi pada meristem apikal atau ujung tanaman yang akan meningkatkan tinggi tanaman jagung. Hormon giberelin dapat merangsang pemanjangan batang dengan menginduksi pembentukan enzim amilase yang menghidrolisis pati sehingga meningkatkan kadar gula dan tekanan osmosis cairan sel, air masuk ke dalam sel sehingga sel akan memanjang mengakibatkan peningkatan panjang tanaman (Riko dkk., 2019).

Berdasarkan hasil yang tersaji pada Tabel 5, variabel berat segar tajuk, berat segar akar, berat segar total, berat kering tajuk, berat kering akar, dan berat kering total cenderung lebih tinggi pada perlakuan faktor tunggal kadar air tanah K₃ dan K₄, untuk faktor tunggal jumlah tanaman per pot, perlakuan J₃ cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Di mana hal tersebut menunjukkan angka tertinggi pada kondisi *stress* air dan kompetisi yang tinggi antar tanaman. Ketika semakin banyak tanaman inang, maka semakin banyak akar yang berkembang dalam pot. Semakin rendah kadar air tanah, maka akar terpacu semakin panjang untuk mendapatkan sumber air. Pada saat kekurangan air, tanaman akan memanjangkan akarnya sampai ke lapisan tanah yang memiliki ketersediaan air yang cukup, sehingga tanaman tersebut dapat bertahan hidup (Nio & Torey, 2013). Menurut Paudel dkk. (2019), unsur fosfor juga memiliki peranan yang serupa seperti hormon giberelin di mana aplikasi fosfor dapat meningkatkan panjang akar dan tinggi tanaman karena unsur fosfor mempunyai fungsi merangsang pembelahan sel di wilayah meristematik. Selain itu, FMA dapat menghasilkan asam-asam organik dan senyawa glikoprotein glomalin. Senyawa tersebut akan mengikat butiran-butiran tanah menjadi agregat mikro, kemudian mengubahnya menjadi agregat makro sehingga membuat tanah menjadi gembur dan akar akan mudah berkembang (Faiza dkk., 2013). Fungsi Mikoriza Arbuskular menghasilkan hormon auksin yang bermanfaat bagi pengembangan akar. Hal ini dapat mempengaruhi berat kering akar dan juga akan mempengaruhi berat kering total tanaman.

Tabel 5. Hasil Faktor Tunggal Tingkat Kadar Air Tanah (K) dan Jumlah Tanaman per Pot (J) terhadap Variabel Berat segar dan Berat Kering

Perlakuan	Berat segar tajuk (g)	Berat segar akar (g)	Berat segar total (g)	Berat kering tajuk (g)	Berat kering akar (g)	Berat kering total (g)
Kadar Air Tanah						
K ₁	6,490 a	2,040 b	8,531 b	1,445 c	0,717 c	2,162 c
K ₂	7,045 a	2,446 ab	9,491 ab	1,621 bc	0,761 bc	2,382 bc
K ₃	8,635 a	2,770 a	11,405 a	2,195 a	0,869 ab	3,065 a
K ₄	5,542 b	1,983 b	7,524 b	1,953 ab	0,917 a	2,870 ab
BNT 5%	2,263	0,697	2,461	0,455	0,130	0,538
Jumlah Tanaman per Pot						
J ₁	9,522 c	2,572 c	12,094 c	2,286 c	0,892 c	3,178 c
J ₂	11,667 b	3,893 b	15,560 b	2,979 b	1,369 b	4,349 b
J ₃	15,761 a	5,854 a	21,614 a	4,354 a	2,091 a	6,445 a
BNT 5%	1,96	0,60	2,13	0,39	0,11	0,47

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada perlakuan dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%.

Sumber: Data Diolah, 2024

Berat kering total tanaman dipengaruhi oleh jumlah daun, tinggi tanaman dan berat kering akar. Karena dalam proses keberlangsungan hidupnya, hasil fotosintesis tanaman digunakan dalam membentuk biomassa yang ditandai dengan pertambahan tinggi, pertambahan berat dan pertambahan ukuran. Meningkatnya serapan hara tersebut akan mempengaruhi pembentukan energi berupa ATP yang akan digunakan dalam proses metabolisme tanaman dengan terjadinya diferensiasi dan pemanjangan sel, sehingga akan berpengaruh langsung terhadap panjang dan bobot akar akibat adanya kolonisasi FMA di jaringan korteks akar (Toro & Pinto, 2015). Berat kering tanaman merupakan indikator yang umum digunakan untuk mengetahui baik atau tidaknya pertumbuhan bibit, karena berat kering tanaman dapat menggambarkan efisiensi proses fisiologis di dalam tanaman yaitu proses fotosintesis, respirasi, translokasi dan penyerapan air serta mineral (Tak dkk., 2018). Ketika berat kering tanaman yang dihasilkan semakin meningkat, maka pertumbuhan tanaman dinilai semakin baik dan unsur hara yang diserap juga banyak. Berat kering total tertinggi pada faktor tunggal kadar air tanah diperoleh pada penggunaan kadar air K₄, yaitu 0,917 g sementara berat kering total terendah diperoleh pada taraf K₁, yaitu 0,717 g (Tabel 5). Hal tersebut diduga terjadi karena biomassa tanaman juga dipengaruhi oleh peranan FMA dalam menyerap unsur hara terutama fosfat, unsur hara lain, air, serta karbohidrat (Luturmas dkk., 2017). Berat kering total tanaman juga dipengaruhi oleh penggunaan media pembawa pasir vulkanik. Hasil penelitian Zuraida (1999) menunjukkan bahwa pemanfaatan pasir vulkanik Kelud hasil letusan pada tahun 1990 dapat meningkatkan tinggi tanaman dan bobot kering tanaman. Pasir vulkanik dengan tekstur kasar dan unsur hara yang rendah sehingga sangat baik sebagai medium tumbuh untuk produksi inokulum mikoriza arbuskula.

SIMPULAN

Interaksi antara kadar air tanah dan jumlah tanaman inang per pot berpengaruh sangat nyata terhadap spora FMA indigenus. Perlakuan kombinasi tingkat kadar air tanah 25% (K₄) dan Jumlah 3 tanaman inang per pot (J₃) merupakan kadar air tanah terbaik untuk perbanyak spora pada tanaman indikator dengan jumlah 372.275,00 spora per pot dengan persentase sebesar 12.408,17% dibandingkan dengan inokulasi jumlah spora awal hanya 30 spora per pot. Masing-masing faktor tunggal kadar air tanah dan faktor tunggal jumlah tanaman inang per pot berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Faktor tunggal kadar air tanah K₃ menghasilkan berat kering total yang cenderung tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 3,065 g, dan faktor tunggal jumlah tanaman inang per pot J₃ menghasilkan berat kering total tertinggi, yaitu 6,445 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, A. H. H. (2018). Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian. *Agrica Ekstensia*, 12(2), 74–78.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research. <https://doi.org/10.13140/2.1.4880.5444>
- Charisma, A. M., Rahayu, Y. S., & Isnawati. (2012). Pengaruh Kombinasi Kompos Trichoderma dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Media Tanam Tanah Kapur. *LenteraBio*, 1(3), 111–116.
- Diputra, I. M. M., Rai, I. N., & Dharma, I. P. (2018). Isolasi dan Identifikasi Endomikoriza Indigenus pada Perakaran Salak di Kabupaten Karangasem dan Perbanyakannya. *Agrotrop*, 8(1), 56–64.
- Faiza, R., Rahayu, Y. S., & Yuliani. (2013). Identifikasi Spora Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Tanah Tercemar Minyak Bumi di Bojonegoro. *LenteraBio*, 2(1), 7–11.
- 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>
- Gunawan, A. W. (1993). *Mikoriza Arbuskular : Bahan Pengajaran*. Pusat Antar Universitas, Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor.
- Herawati, Subaedah, S., & Saida. (2021). Pengaruh Aplikasi Mikoriza dan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai. *Agrotekmas*, 2, 54–63. <https://jurnal.fp.umi.ac.id/>
- Leal, P., Varón-López, M., Prado, I. G. de O., dos Santos, J. V., Fonsêca Sousa Soares, C. R., Siqueira, J. O., & Moreira, F. M. de S. (2016). Enrichment of arbuscular mycorrhizal fungi in a contaminated soil after rehabilitation. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(4), 853–862. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.06.001>
- Lundeto, S. W., Anis, S. D., Kaunang, W. B., & Sumolang, C. I. J. (2021). Pengaruh tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan Sorgum Brown Mid Rib (BMR) yang diberi pupuk bokashi kotoran ayam pada kondisi ternaung. *Zootec*, 41(1), 158. <https://doi.org/10.35792/zot.41.1.2021.32533>
- Luturmas, F. Y. R., R., S. W. B., & Mansur, I. (2017). Efektifitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) serta Pupuk Nitrogen dan Fosfat terhadap Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephallus cadamba* Roxb.). *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1), 20–25. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.20-25>
- Manurung, H., Kustiawan, W., Kusuma, I. W., & Marjenah. (2019). The Effect of Drought Stress on Growth and Total Flavonoid Content of Tabat Barito Plant (*Ficus deltoidea* Jack). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 10(1), 55–62. <https://doi.org/10.29244/jhi.10.1.55-62>
- Muzakkir. (2010). *Keragaman dan Potensi Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula Indigenus Bersama Pupuk Hijau Terhadap Tanaman Jarak Pagar*. Universitas Andalas, Padang.
- Nio, S. A., & Torey, P. (2013). Karakter Morfologi Akar sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman (Root Morphological Characters as Water-deficit Indicators in Plants). *JURNAL BIOS LOGOS*, 3(1 SE-Articles), 31–39. <https://doi.org/10.35799/jbl.3.1.2013.3466>
- Nurhalimah, S., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2014). Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(1), 30–34.
- Pacioni, G. (1992). 16 Wet-sieving and Decanting Techniques for the Extraction of Spores of Vesicular-arbuscular Fungi. In *Methods in Microbiology* (Vol. 24, pp. 317–322). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0580-9517\(08\)70099-0](https://doi.org/10.1016/S0580-9517(08)70099-0)
- Paudel, T. R., Shrestha, R. K., & Khanai, A. (2019). Performance of Different Varieties of Cauliflower (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis*) Under Different Levels of Phosphorus Application in Pot Culture at Lamjung, Nepal. *World Journal of Agriculture and Soil Science*, 3(4), 1–5. <https://doi.org/10.33552/WJASS.2019.03.000568>

- Rai, I. N. (2018). Dasar-Dasar Argonomi. In *Percetakan Pelawa Sari*.
- Rai, I. N., Suada, I. K., Praborini, M., & Wiraatmaja, I. W. (2018). Spore Propagation of Indigenous Endomycorrhiza from Several Rooting Areas of Salak on Different Soil Water Content. *International Journal of Biosciences and Biotechnology*, 5(2), 155–167. <https://doi.org/10.24843/IJBB.2018.v05.i02.p09>
- Riko, Aini, S. N., & Asriani, E. (2019). Aplikasi Berbagai Konsentrasi Giberelin (GA3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (Brassica oleracea L .) pada Sistem Budidaya Hidroponik [Application of Various Concentrations of Gibberellin (GA 3) on Kailan (Brassica oleracea L .) Growth with Hy. *The Horticulture Journal*, 29(2), 181–188.
- Rini, M. V., Wahyudi, S. W., & Sugiarno. (2020). Pengaruh Jumlah Tanaman Inang Terhadap Infeksi Akar Dan Produksi Spora Fungi Mikoriza Arbuskular. *Jurnal Agrotropika*, 19(2), 70. <https://doi.org/10.23960/ja.v19i2.4391>
- Rizal, S., Murdiono, W. E., & Nihayati, E. (2017). Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi Kinetin Terhadap Induksi Tunas Aksilat Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.) Secara In Vitro. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(9), 1512–1517.
- Rohmah, F., Rahayu, Y. S., & Yuliani. (2013). Pemanfaatan Bakteri Pseudomonas fluorescens, Jamur Trichoderma harzianum dan Seresah Daun Jati (Tectona grandis) untuk Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Media Tanam Tanah Kapur. *LenteraBio*, 2(2), 149–153.
- Sieverding, E. (1991). *Vesicular Arbuscular Mycorrhizae Management in Tropical Agroecosystem*. Bremer. <https://books.google.co.id/books?id=uZg8YAAACAAJ>
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D. A., Saraswati, R., Setyorini, D., & Hartatik, W. (2006). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Tak, S. S., Mansur, I., & Pamungkas, P. (2018). Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskula Indigenous Terhadap Pertumbuhan Stek Pucuk Gosale (Syzygium Malaccense (L.) Merr & L.M Perry). *Journal of Tropical Silviculture*, 9(3), 211–216. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.9.3.211-216>
- Tarigan, M. J., Rai, I. N., & Wiraatmaja, I. W. (2022). Respon Pertumbuhan dan Hasil Kakao (Theobroma cacao L.) terhadap Prototipe Pupuk Hayati FMA Indigenous dengan Media Pembawa Berbeda dan Konsentrasi Pupuk Hayati Cair. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(3), 504–512. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1002>
- Toro, G., & Pinto, M. (2015). Plant respiration under low oxygen. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75, 57–70. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000300007>
- Utomo, W., Astiningrum, M., & Susilawati, Y. E. (2017). Pengaruh mikoriza dan jarak tanam terhadap hasil tanaman jagung manis (Zea mays var. saccharata sturt). *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 2(1), 28–33.
- Wedagama, N. M. A., Sukewijaaya, I. M., Kartini, N. L., & Rai, I. N. (2019). Isolasi dan Identifikasi Endomikoriza pada Perakaran Tanaman Jagung (Zea mays L.) Dataran Sedang serta Perbanyakannya pada Tingkat Kadar Air Tanah Berbeda. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 9(2), 125. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2019.v09.i02.p03>
- Wirawan, I. W. E. A., Suada, I. K., & Susrama, I. G. K. (2015). Identifikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dari Rhizosfer Tanaman Cabai (Capsicum annum L.) dan Tomat (Solanum lycopersicum L.) serta Perbanyakannya Menggunakan Media Zeolit. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(4), 304–312.
- Zuraida. (1999). *Penggunaan Abu Vulkan sebagai Amelioran pada Tanah Gambut dan Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Jagung*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.