



## Evaluasi Efektivitas Mikoriza dan Pupuk Organik terhadap Pengendalian Serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cepae* pada Bawang Putih

### *Evaluation of the Effectiveness of Mycorrhiza and Organic Fertilizer in Controlling Fusarium oxysporum* f.sp. *Cepae* Attacks on Garlic

Supyani, Dwiwiyati Nurul Septariani, Zahra Tazkiyatun Haqiki\*, Hadiwiyono  
Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*Corresponding author: [haqikizahra31@gmail.com](mailto:haqikizahra31@gmail.com)

Received: February 23, 2023; Accepted: August 19, 2023; Published: October 31, 2023

#### ABSTRACT

The main problem in garlic cultivation was root rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. Environmentally friendly control following sustainable agriculture can be used to increase plant resistance by providing biological fertilizers such as mycorrhizae and organic fertilizers such as compost and husk charcoal. This research aimed to evaluate the effectiveness of the application of mycorrhizae and organic fertilizers against *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. The research was conducted from June to November 2021 at the Tawangmangu Horticultural Seed Garden in Jl. Raya Tawangmangu, Beji, Tawangmangu, Karanganyar. Laboratory test was conducted from December 2021 to January 2022 at Laboratory of Plant Pests and Diseases and Laboratory of Soil Chemistry, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University. The method used was completely randomized design with a combination of mycorrhizae treatment (2 gr plant<sup>-1</sup>), compost fertilizer (16 ton ha<sup>-1</sup>), and husk charcoal fertilizer (6 ton ha<sup>-1</sup>). The data obtained were analyzed using analysis of variance and then continued with the Duncan's Multiple Range Test. The results showed that mycorrhizae gave 22.95% effectiveness in wilting control and 20.93% in tuber rot control. Organic fertilizers provide the wilting effectiveness control by 9.27% (compost) and 8.06% (husk charcoal), as well as tuber rot effectiveness control by 27.91% (compost) and 25.58% (husk charcoal). The combination of mycorrhizae and organic fertilizers gave the highest wilt control effectiveness of 26.07% in the combination of mycorrhizae, compost, and husk bran. The effectiveness of tuber rot control was found in the combination of Mycorrhizae and compost, which was 34.88%.

**Key words:** Clamidospore; Compost; Fertilizer; Fungi; Husk charcoal; Root rot

**Cite this as:** Supyani, Septariani, D. N., Haqiki, Z. T., & Hadiwiyono. (2023). Evaluasi Efektivitas Mikoriza dan Pupuk Organik terhadap Pengendalian Serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cepae* pada Bawang Putih. Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi, 24(2), 85-92. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v25i2.71308>.

#### PENDAHULUAN

Bawang putih merupakan komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Bawang putih dimanfaatkan sebagai bumbu masakan. Produksi bawang putih yang ada tidak dapat memenuhi, sehingga selalu bergantung pada impor. Produksi bawang putih di Indonesia pada tahun 2018 hanya dapat memenuhi 8,24 persen dari kebutuhan nasional (Kementerian Pertanian 2018). Budidaya bawang putih memiliki banyak kendala salah satunya adalah serangan penyakit busuk pangkal. Penyakit busuk pangkal bawang merupakan salah satu penyakit yang menyerang bawang putih di Tawangmangu Karanganyar sejak musim tanam tahun 2013 dan terus terjadi peluasan serangan (Pujiastuti et al. 2014).

Penyakit busuk pangkal yang terjadi pada bawang putih disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Patogen ini merupakan patogen tular tanah yang menyebabkan pembusukan umbi. *F. oxysporum* memiliki kisaran inang yang sangat luas. Jamur ini sudah dilaporkan menginfeksi hampir 150 spesies tanaman (Rana et al. 2021). Kehilangan hasil akibat penyakit busuk pangkal dapat mencapai 50% di lapang

dan 30% di penyimpanan. *F. oxysporum* f. sp. *cepae*. merupakan patogen yang sulit dikendalikan karena memiliki kemampuan membentuk klamidiospora. Hal tersebut membuatnya dapat bertahan hidup bertahun-tahun didalam tanah tanpa tanaman inang. Selain itu penyebarannya juga dapat melalui berbagai media seperti peralatan pertanian, irigasi, percikan air hujan bahkan melalui udara menyebarkan patogen ini memiliki area serangan yang sangat luas. Penyakit ini juga menyebabkan tingkat kematian yang cukup tinggi (Asrul et al. 2021).

Gejala yang timbulkan adalah terjadinya pengeringan dan pengeritingan daun dimulai dari ujung serta pembusukan umbi atau perakaran (Septiani et al. 2018). Gejala pertama yang tampak yaitu daun melengkung/terpelintir, menguning dari arah ujung ke pangkal. Perkembangan gejala berikutnya yaitu mulai tampak layu dan mengering bahkan sampai mati. Gejala-gejala tersebut terjadi karena adanya pembusukan pada pangkal batang yang menyebabkan terganggunya transportasi zat hara, mineral dan air (Asrul et al. 2021). *F. oxysporum* f. sp. *cepae* merupakan jenis patogen lemah yang dapat menyerang pada

tanaman dengan kondisi tanah kurang subur. Memperkuat ketahanan dan kesuburan tanaman dapat dilakukan dengan memberikan pupuk. Pupuk yang baik digunakan adalah pupuk hayati seperti mikoriza dan pupuk organik seperti pupuk kompos dan arang sekam.

Mikoriza merupakan jamur yang hidup di tanah dan berasosiasi dengan akar tanaman. Asosiasi mikoriza dan akar tanaman menghasilkan berbagai keuntungan untuk tanaman inang, diantaranya dapat mempercepat pertumbuhan tanaman, meningkatkan penyerapan unsur hara, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban dan dapat mencegah terjadinya serangan patogen tanaman. (Kurnia et al. 2019). Simbiosis tanaman dengan mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai patogen termasuk nematode, jamur, bakteri dan virus, terutama patogen tular tanah. Diketahui bahwa inokulasi mikoriza *Glomus etunicatum* mampu meningkatkan ketahanan tanaman mentimun terhadap serangan *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (Wang et al. 2022). Keberadaan mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman seperti unsur P, Zn, Fe, dan Cu yang memiliki mobilitas rendah di dalam tanah (Younes et al. 2022).

Mikoriza mengkoloni jaringan korteks akar selama periode pertumbuhan tanaman dan dapat berperan sebagai penghalang biologis terhadap infeksi patogen akar, meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman dan meningkatkan hormon pemacu tumbuh (Suamba et al. 2014). Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat mengaktifkan sistem pertahanan tanaman dengan mekanisme memicu aktivasi imunitas. Mikoriza memiliki protein efektor dan pola molekul terkait mikroba yang dapat dikenali oleh kompleks protein reseptor tanaman (Wang et al. 2022).

Pupuk organik dapat meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Hartatik et al. 2015). Pupuk organik memiliki karakter slow release sehingga memungkinkan tanaman memproses pupuk secara lebih alami dan tidak akan menghasilkan pemupukan yang berlebihan yang merusak tanaman (Assef dan Tadesse 2019). Pupuk organik memiliki banyak jenis dan bahan pembuat diantaranya yaitu pupuk kompos dan arang sekam. Pupuk kompos berasal dari limbah organik yang mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme. Kompos dapat digunakan sebagai media tanam yang berpotensi menekan berbagai penyakit tular tanah dan membuat tanaman memproduksi hasil yang tinggi (Nalluri dan Karri 2018). Arang sekam mempunyai kemampuan menahan air dan memiliki porositas yang baik (Juniyati et al. 2016). Selain kemampuan menahan air, arang sekam juga dapat meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan ketersediaan fosfor (Titin dan Baiq 2021). Penelitian mengenai pupuk organik dan mikoriza sudah banyak dilakukan, namun pada kasus ini belum diperoleh hasil yang optimal. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi pemberian mikoriza dan pupuk organik beserta kombinasinya dalam menekan serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* pada bawang putih.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Benih

Hortikultura Tawangmangu, yang berlokasi di Jl. Raya Tawangmangu, Beji, Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah pada bulan Juni – November 2021. Lahan tersebut berada pada ketinggian 1100 mdpl dengan jenis tanah andosol yang memiliki pH 5,5 – 6. Rata-rata suhu pada saat pengamatan adalah 22 – 25°C. Berbagai jenis tanaman lain yang tumbuh di sekitar pertanaman bawang putih, diantaranya adalah bawang merah, wortel, bawang daun dan sawi, serta banyak terdapat jenis gulma. Uji Lab. dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman dan Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret pada bulan Desember 2021 – Januari 2022. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian di lapang menggunakan mikoriza (2 gr/ lubang tanam) dan pupuk organik berupa kompos (16 ton/ha) dan arang sekam (6 ton/ha) yang diaplikasikan secara tunggal dan kombinasi serta kontrol tanpa perlakuan dan cara petani dengan aplikasi pupuk KCl (300 kg/ha), pupuk SP (300 kg/ha), urea (100 kg/ha) dan pupuk susulan pada 15 HST yaitu pupuk urea dan ZA masing-masing 100 kg/ha. Sehingga terdapat 8 perlakuan yaitu Mikoriza, Mikoriza+Kompos, Mikoriza+Arang sekam, Mikoriza+Kompos+Arang sekam, Kompos+Arang sekam, Kompos, arang sekam, tanpa perlakuan dan cara petani. Setiap perlakuan dilakukan 3 ulangan sehingga menghasilkan 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan diambil 10 tanaman sampel secara acak. Pengamatan di lapangan dilakukan seminggu sekali.

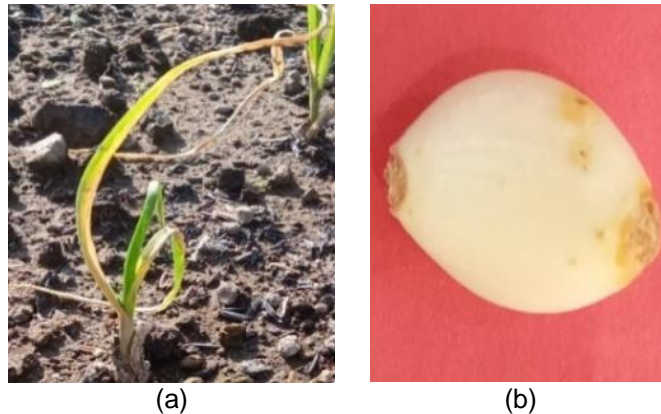
Variabel yang di amati intensitas kelayuan dan busuk umbi, insidensi penyakit, Luas bawah kurva perkembangan penyakit (LBKPP), efektivitas pengendalian, berat umbi, berat segar dan brangkas, serta kandungan hara tanah. Intensitas kelayuan dan busuk umbi dihitung menggunakan skoring sesuai dengan Pujiastuti et al (2014), 0 = tanaman tidak menunjukkan gejala, 1 = 1–25% daun layu, 2 = 26–50% daun layu, 3 = 51–75% daun layu, dan 4 = 76–100%. Lalu dihitung dengan rumus:  $I = (\sum(n \times v)) / (Z \times N)$  dengan I = intensitas penyakit, n = jumlah tanaman yang diamati menunjukkan skor tertentu, v = skor untuk tanaman yang mengalami gejala kelayuan, N = skor tertinggi, dan Z = jumlah seluruh tanaman yang diamati. Insidensi penyakit dilakukan dengan menghitung tanaman yang sakit tanpa memperhatikan keparahannya, kemudian memasukan pada rumus  $IP = a/b \times 100\%$  dengan IP = insidensi penyakit, a = jumlah tanaman sakit, b = jumlah tanaman total. LBKPP atau Luas Daerah Bawah Kurva Perkembangan Penyakit dihitung hasil pengamatan intensitas dengan rumus  $\sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1})/2] \times (t_{i+1} - t_i)$  dengan X = Intensitas penyakit dan t = waktu pengamatan (minggu ke-1, 2, 3, dan seterusnya).

Uji kolonisasi mikoriza pada akar bawang merah dilakukan dengan metode pewarnaan akar (*root staining*). Sampel akar dimasukan ke dalam larutan KOH 10% dan dibiarkan selama 24 jam. Tujuannya untuk mengeluarkan sitoplasma akar. Setelah itu cuci dengan air mengalir dan diganti dengan larutan HCL 2% direndam selama 24 jam untuk menetralkan kondisi akar. Selanjutnya buang larutan HCL 2% dan rendam sampel dengan Larutan *tryphan blue* selama semalam. Pengamatan kolonisasi dilakukan dengan mengambil

akar dan diletakan pada kaca preparat dengan perbesaran 100 kali. Kolonisasi akar ditandai dengan adanya hifa, vesikula dan arbuskula atau salah satu dari ketiganya. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada tingkat kepercayaan 95%. Data hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan histogram.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penyakit busuk pangkal bawang putih yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f sp. *cepae* ditandai dengan gejala daun menguning, mengering/meliuk pada bagian ujung, layu dan mengering (Gambar 1a), pada umbinya menguning dan terdapat bercak busuk kering (Gambar 1b).



Gambar 1. Gejala penyakit busuk pangkal a) pada tanaman bawang putih, (b) pada umbi bawang putih

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis sidik ragam, mikoriza dan pupuk organik kompos dan arang sekam tidak menunjukkan beda nyata terhadap insidensi penyakit busuk pangkal dan intesitas busuk umbi (Tabel 1). Namun menunjukkan hasil berbeda nyata pada variabel intensitas kelayuan. Hasil analisis DMRT variabel intensitas kelayuan menunjukkan bahwa perlakuan mikoriza dan kombinasi dengan pupuk organik menunjukkan hasil berbeda nyata dengan pupuk organik tanpa kombinasi dan kontrol. Insidensi penyakit

memiliki rata-rata yang tinggi diduga disebabkan oleh benih yang digunakan sudah terinfeksi *Fusarium oxysporum* f sp. *cepae* dan kemampuan *Fusarium oxysporum* f. sp *cepae* dalam membentuk klamidospora sehingga memungkinkan untuk bertahan di dalam tanah dalam waktu yang cukup panjang meskipun tanpa tanaman inang (Aprilia et al. 2020). Southwood et al. (2015) juga melaporkan bahwa benih merupakan sumber inokulum bagi penyebaran jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae*.

Tabel 1. Pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap insidensi penyakit, Intensitas, kelayuan dan busuk umbi bawang putih

Perlakuan	Insidensi penyakit (%)	Intensitas (%)	
		Kelayuan	Busuk umbi
Mikoriza (M)	83,67±0,53	31,84±4,72 b	28,33±9,46
Kompos (K)	84,10±2,67	37,50±3,61 c	25,83±1,44
Arang sekam (AS)	85,21±2,58	38,00±0,83 c	26,67±6,29
M+K	83,84±0,51	32,95±0,63 b	23,33±1,44
M+AS	84,78±0,14	32,22±1,79 b	33,33±3,81
M+K+AS	81,79±0,89	30,55±1,55 b	27,50±2,50
Tanpa pengendalian	85,72±2,74	41,33±3,16 c	35,83±3,81
Cara petani	84,44±0,39	25,44±1,55 a	27,50±6,61

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT5%.

Efektivitas pengendalian dilihat dari daya penghambatan terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. yang dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan analisis sidik ragam terdapat bedanyata terhadap efektivitas pengendalian kelayuan, namun terhadap efektivitas pengendalian busuk umbi tidak terdapat beda nyata. Efektivitas pengendalian yang paling tinggi yaitu pada cara petani. Sedangkan efektivitas paling rendah yaitu pada Arang sekam. Namun apabila dilihat dari busuk umbi efektivitas

pengendalian tertinggi pada kombinasi mikoriza dan kompos dan terendah kombinasi mikoriza arang sekam (Tabel 2).

Kombinasi mikoriza dan pupuk organik memberikan efektivitas pengendalian kelayuan yang lebih tinggi yaitu 26,07% dibandingkan dengan pupuk organik tunggal dan mikoriza tunggal dan efektivitas pengendalian busuk umbi yang sama dengan cara petani (Tabel 1). Kombinasi mikoriza dan kompos memiliki presentase busuk umbi yang paling rendah dibandingkan mikoriza

tunggal, kompos tunggal, kombinasi lainnya, kontrol dan cara petani (Tabel 2), sehingga Kombinasi mikoriza dan kompos menjadi pengendalian terhadap busuk umbi yang paling efektif (Tabel 1). Kombinasi mikoriza dan pupuk organik menunjukkan insidensi, intensitas dan perkembangan penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tunggal (Tabel 2).

Pupuk kompos dan arang sekam sangat berguna dalam meningkatkan kandungan hara serta didukung dengan pengkombinasian dengan mikoriza membantu

tanaman dalam menyerap unsur hara. Interaksi keduanya akan membantu tanaman dapat lebih efektif dalam penyerapan unsur hara sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan patogen. Menurut Rosina et al. (2021), hifa fungi mikoriza berasosiasi dengan akar tanaman mampu meningkatkan penyerapan hara dan memperluas zona perakaran dari tanaman yang terinfeksi sehingga dapat menyerap unsur hara lebih optimal terutama unsur hara P sehingga dapat tersedia untuk tanaman.

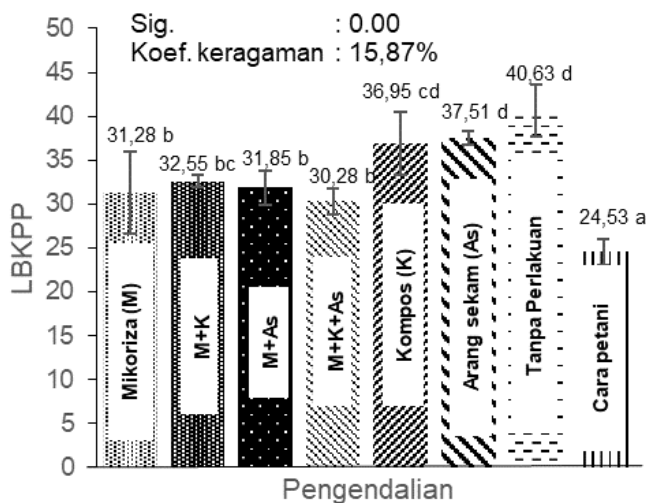
Tabel 2. Pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap Efektivitas pengendalian kelayuan dan busuk umbi bawang putih dibandingkan tana pengendalian

Perlakuan	Efektivitas Pengendalian (%)	
	Kelayuan	Busuk umbi
Mikoriza (M)	22,95±11,43 b	20,93±26,41
Kompos (K)	9,27±8,73 a	27,91±04,03
Arang Sekam (AS)	8,06±2,02 a	25,58±17,56
M+K	20,29±1,52 b	34,88±04,03
M+AS	22,04±4,35 b	6,97±10,66
M+K+AS	26,07±3,75 b	23,25±06,98
Cara Petani	38,44±3,75 c	23,25±18,46

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT5%.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa mikoriza dan pupuk organik terdapat perbedaan nyata terhadap Luas Bawah Kurva Perkembangan Penyakit (LBKPP) pada setiap perlakuan (Gambar 2). Nilai LBKPP sebanding lurus dengan intensitas kelayuan, semakin tinggi intensitas maka LBKPP semakin besar. LBKPP tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 40,63. Cara petani memiliki LBKPP paling rendah yaitu 24,53. Aplikasi mikoriza memberikan efektivitas pengendalian kelayuan besesar 22,95% (Tabel 1). Tanaman bawang putih yang di beri mikoriza tunggal menunjukkan intensitas kelayuan yang lebih rendah daripada pupuk organik tunggal dan tanpa pengendalian (tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza dapat

menekan serangan *Fusarium oxysporum*. Mikoriza yang bersimbiosis pada akar tanaman dapat merangsang terbentuknya senyawa *isoflavonoid* (Sudantha et al. 2016), mikoriza yang berada pada korteks dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder (fenol, kuinon dan berbagai fitoaleksin) yang dapat menghambat infeksi patogen tanah salah satunya *Fusarium oxysporum* (Silalahi et al. 2020). Sesuai dengan penelitian Afiefah etl al. (2020), tanaman bawang merah yang terkena penyakit busuk pangkal fusarium kemudian diberikan mikoriza menunjukkan tingkat keparahan yang rendah karena adanya interaksi antara mikoriza dengan akar bawang merah.



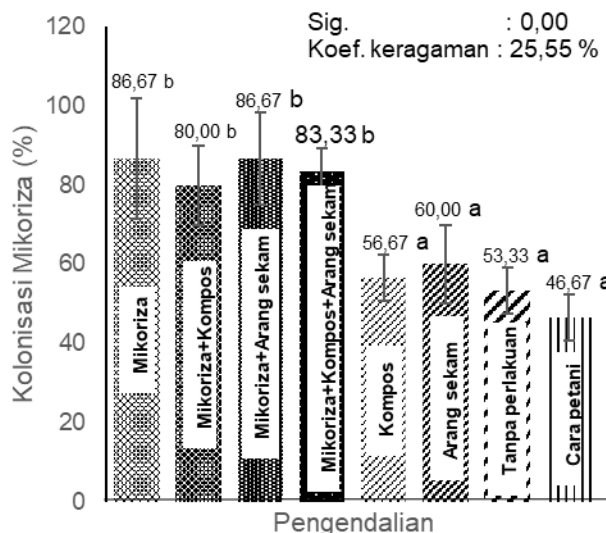
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT5%. Gambar 2. Histogram pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap luas bawah kurva perkembangan instensitas kelayuan bawang putih

Efektivitas mikoriza dalam pengendalian *F. oxysporum* f sp. *cepae* dipengaruhi oleh adanya kolonisasi mikoriza yang terjadi pada akar tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Fitriani et al. (2019), Mikoriza yang mengkoloni akar bawang merah dengan baik dapat memperpanjang periode laten, menurunkan insidensi penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Aulia et al. (2016), menyatakan bahwa Mikoriza mempunyai mekanisme mengendalikan patogen secara langsung berupa kompetisi dan antibiosis. Selain itu pertumbuhan propagule infeksi mikoriza akan menghalangi patogen untuk menginfeksi akar tanaman. Mikoriza menginfeksi tanaman dengan melakukan infeksi melalui penetrasi kedalam akar dan berkembang di dalam korteks

Aplikasi mikoriza secara tunggal maupun kombinasi menunjukkan kolonisasi yang lebih tinggi daripada tanpa mikoriza (Gambar 3). Infeksi mikoriza ditunjukkan dengan terbentuknya arbuskula, vesikel dan hifa mikoriza pada akar (Gambar 4). Suamba et al. (2014), struktur arbuskula dan vesikula merupakan struktur spesifik yang keberadaannya sangat penting untuk mengidentifikasi terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman. Arbuskula terbentuk didalam dinding sel dari hifa yang hifa yang berada diantara sel sel korteks yang menembus dinding sel, sedangkan vesikel ditemukan di dalam dan di luar korteks parenkim yang terbentuk dari hifa yang menggelembung. Mikoriza juga memiliki mekanisme pengendalian secara tidak langsung, melalui proses respon fisiologis dan biokimia dengan adanya peningkatan senyawa kimia dan perubahan aktivitas enzim, sehingga menghambat perkembangan patogen. Suamba et al. (2014), Mikoriza mengkoloni jaringan korteks akar selama periode

pertumbuhan tanaman dan dapat berperan sebagai penghalang biologis terhadap infeksi patogen akar, meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman dan meningkatkan hormon pemacu tumbuh. Berruti et al. (2016), miselium mikoriza yang muncul dari akar tanaman dapat mengambil nutrisi dari tanah yang tidak dapat dijangkau akar. Hal ini dikarenakan ukuran hifa jauh lebih tipis daripada akar sehingga dapat menjangkau pori-pori tanah yang sangat kecil. Selain membantu meningkatkan serapan nutrisi mikoriza juga bermanfaat dalam meningkatkan toleransi kekeringan, salinitas dan ketahanan terhadap penyakit. Pemupukan mikoriza sangat mempengaruhi kolonisasi mikoriza pada akar bawang putih. Besar presentase kolonisasi mikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor menurut Wicaksono (2014), diantaranya yaitu jenis mikoriza, karakteristik tanaman, shu, pH tanah, kelembaban, kandungan fosfor dan nitrogen.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi larutan kalium hidroksida berpengaruh nyata terhadap parameter keserempakkan tumbuh. Perlakuan K1 (0,1%) berbeda nyata dengan perlakuan K2 (0,2%) dan K3 (0,3%). Sedangkan perlakuan K2 (0,2%) dan K3 (0,3%) menunjukkan hasil berbeda tidak nyata. Perlakuan K1 (0,1%) merupakan hasil dengan Rerata persentase keserempakkan tumbuh tertinggi dengan nilai 66,89 %. Perlakuan konsentrasi dengan nilai Rerata persentase keserempakkan tumbuh terendah ada pada perlakuan K3 (0,3%) dengan nilai 40,89 %. Pada konsentrasi larutan kalium hidroksida yang semakin tinggi menunjukkan hasil yang semakin rendah terhadap parameter keserempakkan tumbuh.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Gambar 3. Histogram Pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap kolonisasi mikoriza pada akar bawang putih

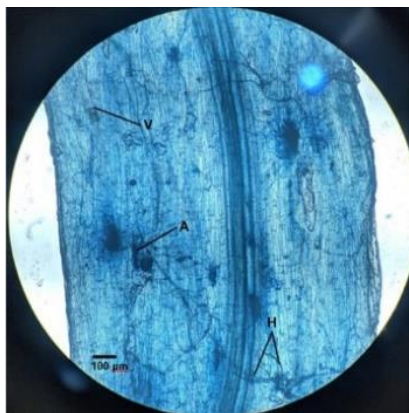
Mikoriza tunggal memberikan hasil berat segar yang paling tinggi (tabel 3). Menurut Misfahak dan Zuchrotus (2014), berat basah tanaman menunjukkan biomasa yang terdapat pada tanaman atau tingkat pertumbuhan tanaman, yang dipengaruhi oleh banyaknya air yang diserap oleh tanaman melalui akar. Begum et al. (2019), menyatakan bahwa mikoriza mampu memfasilitasi

tanaman inang untuk tumbuh pada kondisi cekaman, dengan adanya hubungan yang kompleks antara tanaman inang dengan mikoriza sehingga meningkatkan laju fotosintesis, pertukaran gas dan peningkatan penyerapan air. Selain itu berat basah juga terkait dengan kelayuan akibat kekurangan air yang menyebabkan berat basah berkurang. Namun aplikasi



mikoriza belum dapat memberikan produktifitas yang maksimal namun masih lebih baik dibandingkan tanpa perlakuan. Sejalan dengan penelitian Ansyar et al. (2017), Produktivitas umbi yang rendah dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti faktor lingkungan, adanya serangan *Fusarium oxysporum* f sp. *cepae* dan

menurut Wicaksono et al. (2014), simbiosis dengan mikoriza dapat menyebabkan perkembangan umbi bawang putih tidak dapat mencapai ukuran maksimal karena adanya aliran karbon kepada mikoriza pada fase generative.



Gambar 4. Kolonisasi mikoriza pada akar bawang putih.(V) Vesikel, (A) Arbuskul, (H) Hifa (Perbesaran 100x)

Tabel 3. Pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap berat umbi, berat segar, dan berat brangkasan

Perlakuan	Berat umbi (ton per ha)	Berat Brangkasan (g)	
		Segar	Kering
Mikoriza (M)	8,66±218	45,89±15,65	18,97±2,28 cd
Kompos (K)	9,20±0,72	44,37±5,05	14,84±2,77 bc
Arang sekam (AS)	9,01±1,63	45,03±2,57	15,07±1,39 bc
M+K	9,77±0,67	43,94±6,43	21,58±3,72 d
M+AS	6,83±0,91	32,13±5,41	19,87±0,86 d
M+K+AS	8,63±1,12	39,73±10,17	19,72±2,35 d
Tanpa pengendalian	6,93±0,16	33,99±1,80	10,32±1,12 a
Cara petani	8,74±1,63	45,83±5,54	13,31±2,39 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT5%

Kombinasi mikoriza dan pupuk organik menunjukkan adanya beda nyata terhadap berat brangkasan. Perlakuan kombinasi mikoriza dan pupuk organik menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan pupuk organik tunggal, mikoriza tunggal, kontrol dan cara petani (Tabel 3). Menurut Sudantha et al. (2016), aplikasi mikoriza membantu serapan unsur hara P yang akan meningkatkan laju fotosintesis dan suplai fotosintat serta peningkatan translokasi hara ke bagian atas tanaman. sehingga biomasa tanaman bermikoriza lebih tinggi dibanding tanpa mikoriza. Kombinasi mikoriza dan kompos memiliki berat brangkasan paling tinggi (tabel 3). Menurut Rokhminarsi et al. (2019), pemberian mikoriza dapat membantu menyediakan unsur hara P sedangkan pada kompos tersedia banyak unsur hara N untuk tanaman sehingga mempengaruhi tajuk tanaman. Wang et al. (2022), juga menyebutkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan kandungan nutrisi yang diserap tanaman, sehingga meningkatkan laju fotosintesis yang berdampak pada peningkatan biomassa.

Kombinasi Mikoriza dan kompos mempunyai produktivitas paling tinggi yaitu 9,77 ton/ha (Tabel 3).

Menurut Wicaksono et al. (2014), pemberian mikoriza dan pupuk organik mampu meningkatkan pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang tanaman, panjang akar, berat kering batang tanaman namun belum mampu meningkatkan hasil tanaman bawang putih. Berat umbi yang dihasilkan menurut Deden dan Umiyati (2017), djuga di pengaruhi oleh kesehatan dan pertumbuhan tanaman. Efektivitas kombinasi mikoriza dan pupuk organik juga dipengaruhi peningkatnya kandungan hara karena adanya interaksi antara pupuk kompos dan pupuk arang sekam sehingga meningkatkan kandungan bahan organik, fosfor dan Nitrogen. *Fusarium oxysporum* f sp. *cepae* merupakan patogen lemah sehingga dengan meningkatkan kesubutan tanaman dapat mengendalikan serangan patogen tersebut.

Pupuk organik yang diapliaksikan secara tunggal memiliki efektifitas yang tertinggi pada pengendalian busuk umbi. Pupuk organik menunjukkan insidensi dan intensitas kelayuan yang tinggi, namun masih dapat mengendalikan kelayuan sebesar 9,04% (kompos) dan 7,68% (arang sekam).

Tabel 4. Pengaruh mikoriza dan pupuk organik terhadap kandungan hara tanah

Perlakuan	C organik (%)	P Tersedia (Ppm)	N total (%)	K Tersedia (cmol/kg)	C/N Ratio
Mikoriza (M)	0,58	4,54	1.32	1,11	0,44
Kompos (K)	0,68	3,35	1.38	0,85	0,49
Arang Sekam (As)	0,58	3,28	0.91	1,09	0,64
M+K	0,71	4,93	0.93	0,84	0,76
M+As	0,72	4,39	1.14	1,22	0,63
M+K+As	0,79	5,01	1.07	1,07	0,74
Tanpa Pengendalian	0,50	1,92	1.26	0,64	0,39
Cara Petani	0,64	10,83	1.40	1,30	0,45

Pupuk organik dapat membantu menyuburkan tanah sehingga tanaman dapat tumbuh lebih sehat dan tahan penyakit. Menurut Sentana (2010), ekstrak kompos pada konsentrasi 5-15% dapat menghambat pertumbuhan jamur patogenik dan bakteri *B. subtilis* yang ditambahkan pada proses pengomposan juga dapat mengendalikan penyakit Arang sekam padi mengandung unsur silika kadar tinggi yaitu 87-97% yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap ketidakseimbangan unsur hara, menguatkan batang sehingga tanaman tahan rebah, mengurangi cekaman biotik dan abiotik (Dharmasika et al. 2019) dan membantu ketersediaan dan serapan unsur hara bagi tanaman (Harahap et al. 2020).

Pengaplikasian pupuk organik secara tunggal menunjukkan adanya peningkatan hasil produksi. Hal ini didukung dengan adanya peningkatan kandungan unsur hara tanah. Pupuk kompos memiliki kandungan bahan organik 1,17%, P 3,35 ppm, N 1,38%, K 0,85 cmol/kg dan rasio C/N 0,49. Pupuk Arang sekam memiliki kandungan bahan organik 1,01%, P 3,28 ppm, N 0,91%, K 1,09 cmol/kg dan rasio C/N 0,64 (Tabel 4). Wahyudi et al (2014), menyatakan bahwa terjadinya peningkatan hasil produksi bawang putih pada aplikasi pupuk kandang. Pemberian pupuk kandang dapat mempercepat pertumbuhan generatif tanaman dan memperbaiki struktur tanah sehingga unsur hara mudah diserap tanaman.

## KESIMPULAN

Mikoriza memberikan efektivitas pengendalian kelayuan sebesar 22,95% dan pengendalian busuk umbi sebesar 20,93%. Pupuk organik memberikan efektivitas kelayuan sebesar 9,27% (Kompos) dan 8,06% (Arang sekam), serta pengendalian busuk umbi 27,91% (Kompos) dan 25,58% (Arang sekam). Kombinasi mikoriza dan pupuk organik memberikan efektivitas pengendalian kelayuan tertinggi 26,07% pada kombinasi Mikoriza, kompos dan arang sekam. Efektivitas pengendalian tertinggi terhadap busuk umbi terdapat pada kombinasi Mikoriza dan Kompos yaitu 34,88%.

## DAFTAR PUSTAKA

Afiefah CH, Suryanti, Tri J, dkk. 2020. Beneficial effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma* on diseased shallot. *J Perlindungan Tanaman Indonesia* 24 (1): 105–114. DOI: 10.22146/jpti.53517.

Ansyar IA, Fetmi S, Murniati. 2017. Pengaruh pupuk kascing dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan

produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *J OM Faperta* 4 (1): 1 – 13.

Aprilia I, Awang M, Sobir, dkk. 2020. Keragaman genetik dan ketahanan terhadap penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp *cepae*) bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) Indonesia. *J Hort Indonesia* 11 (1): 32-40.

Asrul, Rosmini, Ade R, dkk. 2021. Karakterisasi jamur penyebab penyakit busuk pangkal batang (*basal rot*) pada bawang wakegi (*Allium x wakegi* Araki). *J Agro Bali* 4 (3): 341 – 350. DOI: 10.37637/ab.v4i3.835

Assefa S, Tadesse S. 2019. The principal role of organic fertilizer on soil. *J ARTOA* 22(2): 46 – 50. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.22.556192

Aulia F, Susanti H, Edwin NF. 2016. Pengaruh pemberian pupuk hayati dan mikoriza terhadap intensitas serangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*), pertumbuhan, dan hasil tanaman tomat. *J Ziraah* 2 (41): 250 – 260.

Begum N, Cheng Q, Ahanger MA, et al. 2019. Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *J Frontiers in Plant Science* 10 (1068): 1 – 15. DOI: 10.3389/fpls.2019.01068

Berruti A, Erica L, Raffaella B, et al. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *J Frontiers in Microbiology* 6 (1559): 1-13. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01559.

Deden, Umiyati U. 2017. Pengaruh inokulasi *Trichoderma* sp. dan varietas bawang merah terhadap penyakit moler dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *J Kultivasi* 16 (2): 340 – 348.

Dharmasika I, Susilo B, Florentina K. 2019. Pengaruh dosis arang sekam padi dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung hibrida (*Zea mays* L.) pada salinitas tanah. *J LitbangProvinsi Jawa Tengah* 17 (2): 195-205.

Fitriani ML, Suryo W, Meity SS. 2019. Potensi kolonisasi mikoriza arbuskular dan cendawan endofit untuk pengendalian layu fusarium pada bawang merah. *J Fitopatologi Indonesia* 15 (6): 228 – 238. DOI: 10.14692/jfi.15.6.228–238.

Harahap FS, Hilwa W, dkk. 2020. Pengaruh aplikasi tandan kosong kelapa sawit dan arang sekam padi terhadap beberapa sifat kimia tanah pada tomat. *J Agrotechnology research* 4 (1): 1-5. Doi: 10.20961/agrotechresj.v4i1.41121.

Hartatik W, Husnain, Widowati LR. 2015. Peranan

- pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *J Sumberdaya Lahan* 9 (2) : 107 – 120.
- Juniyati T, Adam A, Patang. 2016. Pengaruh komposisi media tanam organik arang sekam dan pupuk padat kotoran sapi dengan tanah timbunan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman kangkung darat (*Ipomea reptans Poir*). *J Pendidikan Teknologi Pertanian* 2 (1): 9 – 15.
- Kementrian Pertanian. 2018. Produksi dan kebutuhan bawang putih 2015-2018. Diakses di <https://lokadata.beritagar.id/chart/preview/produksi-dan-kebutuhan-bawang-putih-2015-2018-1565325786>. [26 Maret 2021].
- Kurnia, Gusmuaty, Siti HL. 2019. Identifikasi dan karakterisasi mikoriza pada tegakan nyatoh (*Palaquium* sp.). *J Perenial* 15 (1): 51-57.
- Misfahak dan Zuchrotus S. 2014. Pertumbuhan tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) dengan pemberian air kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai sumber belajar biologi SMA kelas XII. *J Jupemasbio* 1 (1): 16-21.
- Nalluri N, Karri VR. 2018. Use of groundnut shell compost as a natural fertilizer for the cultivation of vegetable plants. *J IJARSE* 7 (1): 97 – 104.
- Pujiastuti N, Hadiwiyono, subagiya. 2014. Peningkatan infeksi patogen busuk pangkal pada bawang putih oleh meloidogyne dengan variasi kerapatan inoculum. *J Agrosain* 16 (1): 1 – 6.
- Rana, A., Sahgal, M., & Johri, B. N. (2017). *Fusarium oxysporum*: genomics, diversity and plant–host interaction. in *developments in fungal biology and applied mycology* (pp. 159–199). Springer Singapore. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-10-4768-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4768-8_10)
- Rokhminarsi E, Darini SU, Begananda. 2019. Aplikasi pupuk mikotricho (Mikoriza-Trichoderma) dan pupuk sintetik pada budidaya cabai merah. *J Hort. Indonesia* 10 (3): 154-160. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jhi.10.3.154-160>.
- Rosinan AG, Agung S, dkk. 2021. Efek kombinasi biochar dan mikoriza pada pertumbuhan tanaman jagung pulut ungu (*Zea mays* L. *var ceratina Kulesh*) tanah inseptisol reuleut. *J Agriprima* 5 (1): 34-40. DOI: 10.25047/agriprima.v5i1.400.
- Sentana S. 2010. Pupuk organik, peluang dan kendalanya. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta. 26 Januari 2010. p1-4.
- Septhiani S, Nusantari DH, Asir D. 2018. Pemberian *Fusarium* non-patogen dan *Trichoderma* untuk menghambat penyakit busuk pangkal pada bawang putih. *J Biogenesis* 6 (2): 71 – 74.
- Silalahi YE, Mulyani RB, Winarti S. 2020. Pengaruh aplikasi mikoriza, *Trichoderma* sp. dan pupuk NPK terhadap penyakit layu fusarium serta hasil bawang merah di media gambut. *J Agripeat* 21(2):56-63.
- Southwood, M. J., Viljoen, A., & McLeod, A. (2015). Inoculum sources of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* on onion in the Western Cape Province of South Africa. *Crop Protection*, 75, 88– 95. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.05.014>
- Suamba WI, Gede PW, Wayan A. 2014. Isolasi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara mikroskopis pada rhizosfer tanaman jeruk (*Citrus* sp.) di Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar. *J Agroekoteknologi Tropika* 3 (4): 201 – 208. DOI: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>.
- Sudantha IM, Isnaini M, Astiko W, Ernawati NML. 2018. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza dan bioaktivator (mengandung jamur *Trichoderma* spp. dan ekstrak daun legundi) terhadap penyakit layu fusarium dan hasil bawang merah. *J Crop Agro* 11(2):94-103.
- Titin S, Baiq NH. 2021. Inorganic fertilizers covered by active rice husk charcoal promote growth and yield of shallot in dryland. *J RJOAS* 9 (117): 159 – 166. DOI: 10.18551/rjoas.2021-09.18
- Wahyudi A, Mayaniawatie Z, Sitawati W. 2014. Aplikasi pupuk organik dan anorganik dalam budidaya bawang putih varietas lumbu hijau. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Lampung 24 Mei. Hal: 237 – 243.
- Wang H, Zhipeng H, Xin Z, et al. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi induced plant resistance against *Fusarium* wilt in jasmonate biosynthesis defective mutant and wild type of tomato. *J of Fungi* 8 (422): 1 – 14. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof8050422>.
- Wicaksono MI, Muji R, Samanhudi. 2014. Pengaruh pemberian mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan bawang putih. *J Caraka Tani* 29 (1): 35-44.
- Younes RD, Khalid K, Keskin N, et al. 2022. Characterization of arbuscular mycorrhizal fungal communities associated with vineyards in northwestern Iran. *J Tubitak* 46 (3): 271 – 279. DOI: 10.55730/1300-011X.3001