

PENGARUH PEMBERIAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR (FMA) DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP PENYAKIT MOLER DAN PRODUKTIVITAS BAWANG MERAH DI TANAH GAMBUT

THE EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (AMF) AND ORGANIC FERTILIZERS ON MOLER DISEASE AND SHALLOT PRODUCTIVITY IN PEAT SOIL

Riki Warman^{1*}, Fadjar Rianto² dan Iwan Sasli³

¹Pusat Riset Tanaman Perkebunan Badan Riset Inovasi Nasional, Bogor, Indonesia

^{2, 3}Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

*Corresponding Author. E-mail address: rikiambo@gmail.com

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 19 Januari 2023

Direvisi: 19 Januari 2023

Disetujui: 3 Juli 2024

KEYWORDS:

Biological agents, chicken manure, *Fusarium oxysporum*, shallot resistance.

KATA KUNCI:

Agen hayati, *Fusarium oxysporum*, ketahanan bawang merah, pupuk kandang ayam.

ABSTRACT

Moler disease is a significant threat to shallot plants, caused by *Fusarium oxysporum*, which can lead to reduced production and even crop failure. Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and organic fertilizers represents an effort to manage moler disease by enhancing plant resistance and suppressing disease development. This study aims to investigate the role of AMF and organic fertilizers in boosting resistance to moler disease while improving the growth and yield of shallots. The research was conducted at the visitor plot in BPTP West Kalimantan and the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University. The experiment was designed using a randomized complete split-plot design, with mycorrhizal treatment as the main plot (without mycorrhizae, application of mycorrhizae) and sub-plots with varying doses of chicken manure (without chicken manure, 3 ton ha⁻¹, 6 ton ha⁻¹, 9 ton ha⁻¹, 12 ton ha⁻¹, and 15 ton ha⁻¹). The study found that AMF increases the resistance of shallot plants by extending the disease incubation period, reducing disease incidence and severity, and decreasing the infection rate and moler disease severity. While chicken manure application increased tuber weight per clump and plant dry weight, it did not suppress moler disease development. The growth response to mycorrhiza in shallots declined with higher doses of organic fertilizer.

ABSTRAK

Moler termasuk penyakit penting pada tanaman bawang merah akibat serangan *Fusarium oxysporum* sehingga berdampak terhadap penurunan produksi bahkan gagal panen. Pengaplikasian Fungi Mikoriza Arbuskula dan pupuk organik dapat menjadi salah satu upaya pengendalian penyakit moler yaitu dengan meningkatkan ketahanan tanaman dan menekan perkembangan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran FMA dan pupuk organik dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit moler sekaligus meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah. Penelitian dilakukan di visitor plot BPTP Kalimantan Barat, dan Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Pelaksanaan penelitian diatur menggunakan pola rancangan *splitplot* RAL. *Mainplot* yaitu perlakuan fungi mikoriza arbuskula (tanpa FMA dan dengan FMA), *subplot* yaitu perlakuan pupuk organik (tanpa pupuk organik, 3 ton ha⁻¹, 6 ton ha⁻¹, 9 ton ha⁻¹, 12 ton ha⁻¹, 15 ton ha⁻¹). Kemampuan FMA dalam meningkatkan ketahanan tanaman bawang merah dengan memperlama masa inkubasi penyakit, menekan insiden dan keparahan penyakit serta menekan laju infeksi dan laju keparahan penyakit moler. Pupuk kandang ayam yang diaplikasikan berperan dalam meningkatkan hasil pada bobot umbi per rumpun dan bobot kering tanaman, tetapi belum bisa menekan perkembangan penyakit moler. Tanggap pertumbuhan akibat mikoriza (TPAM) tanaman bawang merah semakin menurun seiring dengan peningkatan dosis pupuk organik yang diaplikasikan.

1. PENDAHULUAN

Penyakit moler adalah Salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman bawang merah adalah penyakit layu fusarium. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* yang menyerang umbi dan menyebabkan tanaman layu dan akhirnya mati. Serangan patogen moler terhadap tanaman bawang merah yang dibudidayakan pada lahan gambut Kalimantan Barat dapat menyebabkan kehilangan hasil yang cukup tinggi mencapai 25-40% dan bahkan dapat menyebabkan gagal panen (Purbiati, 2010). Gejala yang ditimbulkan pada tanaman bawang merah akibat serangan *F.oxysporum* yaitu daun tanaman menguning dan cenderung terpelintir sehingga disebut moler (Nugroho et al., 2011). Selanjutnya menurut Supriyadi et al., (2013) Tanaman bawang merah yang terserang cendawan *F. oxysporum* akan mengalami penyakit moler, yang ditandai dengan gejala daun tanaman menguning dari ujung hingga pangkal, daun menjadi terpilin, dan pada serangan yang lebih lanjut, tanaman akan rebah dan akhirnya mati.

Tanaman bawang merah di Kalimantan Barat umumnya dibudidayakan pada lahan gambut, hal ini karena sebaran gambut yang cukup luas mencapai 1.73 juta ha (Badan Pusat Statistik, 2021). Permasalahan utama lahan gambut yang dijadikan lahan untuk budidaya tanaman bawang merah yaitu kondisi pH tanah yang bereaksi asam, sehingga kondisi ini menjadi salah satu faktor penyebab berkembangnya jamur *F. oxysporum*. Dimana nilai pH tanah yang kurang dari 5,5 merupakan kondisi yang sesuai dan dapat menyebabkan tingginya intensitas serangan penyakit moler (Wiyatiningsih, 2011). Menurut Warman et al., (2021) kerapatan spora *F. oxysporum* 10^{11} spora ml⁻¹ pada tanah gambut sudah dapat menimbulkan insiden penyakit sampai 90% dengan periode inkubasi 12.57 hari dan tingkat keparahan penyakit mencapai 76.88%. Peningkatan resistensi tanaman bawang merah akibat serangan penyakit moler untuk meningkatkan produktivitasnya yaitu dapat dilakukan dengan menekan terjadinya perkembangan penyakit melalui pengaplikasian FMA dan pupuk organik.

Menurut Smith dan Read (1997) mikoriza merupakan asosiasi atau simbiosis antara fungi dan tanaman yang saling menguntungkan. Fungi mikoriza mengkoloni jaringan korteks akar tanaman pada masa pertumbuhannya. Mikoriza banyak ditemukan pada lahan-lahan marginal dan gambut. Mengacu pada hasil penelitian Sasli dan Ruliansyah (2012) bahwa terdapat tiga genus mikoriza yang dominan yang ditemukan pada rizosfer nanas di tanah gambut yaitu *Glomus*, *Gigaspora* dan *Acaulospora*, dengan kerapatan spora rata-rata 171.8 spora per 20 g tanah. Mikoriza yang mengkolonisasi perakaran tanaman dapat membantu akar dalam mengoptimalkan proses penyerapan unsur hara di dalam tanah, serta membantu dalam melindungi perakaran tanaman dari patogen tular tanah (Wang dan Chen 2024.)

Pupuk organik yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat membantu dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas tanah secara fisik, kimia dan biologi sehingga keberadaan unsur hara untuk tanaman di dalam tanah berada dalam kondisi berimbang sesuai kebutuhan tanaman (jiang et al., 2024). Pupuk organik yang telah terdekomposisi oleh mikroorganisme pengurai secara sempurna dapat bermanfaat dalam memperbaiki kualitas tanah serta mengurangi populasi patogen tanah, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara maksimal (Setyorini et al., 2006).

Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji peran FMA dan pupuk organik dalam meningkatkan ketahanan tanaman bawang merah terhadap penyakit moler dan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di visitor plot BPTP Kalimantan Barat dan Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, dari bulan Oktober 2020 sampai April 2021. Pelaksanaan penelitian diatur menggunakan pola rancangan *splitplot* RAL. *Mainplot* yaitu perlakuan fungi mikoriza arbuskula (tanpa FMA dan pemberian FMA), *subplot* yaitu perlakuan pupuk organik (tanpa pupuk organik, 3 ton ha⁻¹, 6 ton ha⁻¹, 9 ton ha⁻¹, 12 ton ha⁻¹, 15 ton ha⁻¹), sehingga diperoleh 12 kombinasi perlakuan dan diulang 3 kali, setiap ulangan terdapat 5 sampel amatan.

2.2 Bahan Penelitian

Inokulum FMA yang digunakan yaitu hasil pengayaan tanah gambut dari rizosfer nanas di Kota Pontianak dengan kepadatan spora ± 420 spora per 100 g tanah (inokulum alami). Isolat jamur *F. oxysporum* yang diaplikasikan dalam penelitian yaitu hasil isolasi tanaman bawang merah yang terserang penyakit moler di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.

2.3 Penanaman Bawang Merah

Proses penanaman bawang merah diawali dengan persiapan media tanam yaitu tanah gambut pada tingkat kematangan hemist yang telah dibersihkan dari seresah kasar dan diangin-anginkan selanjutnya dikukus selama 5-6 jam agar media tanam steril dari patogen tanah, selanjutnya tanah gambut steril ditimbang sebanyak 4.8 kg per polybag dengan ukuran polybag 35x35 cm. Tanah gambut yang telah dimasukkan ke dalam polybag selanjutnya diberi kapur dolomit sebanyak 2 ton ha⁻¹ (10 g per polybag), serta diaplikasikan pupuk organik berupa pupuk kandang ayam. Banyaknya dosis pupuk kandang ayam yang diaplikasikan yaitu menyesuaikan dengan perlakuan yang ditetapkan (tanpa pupuk kandang ayam, 15, 30, 45, 60, dan 75 g polybag⁻¹) selanjutnya media tanam diinkubasi selama 2 minggu.

Bawang merah disemai menggunakan 2 media semai sesuai perlakuan yaitu pada media semai tanpa FMA (tanah gambut yang telah disterilisasi) dan media semai dengan inokulasi mikoriza (tanah gambut steril+tanah gambut dari rizosfer nanas dengan kepadatan spora FMA ± 420 spora per 100 g tanah dengan perbandingan 1:1 /w:w). Bibit bawang merah dengan berat 5-6 g dipotong $\frac{1}{4}$ kemudian ditanam pada media semai sesuai perlakuan. Penyemaian dilakukan selama 7 hari. Bibit yang telah berumur 7 hari dilakukan identifikasi kolonisasi akar oleh mikoriza dengan hasil kolonisasi diperoleh 100% akar bibit bawang merah terkolonisasi oleh FMA dan dapat dilanjutkan untuk penanaman. Penanaman bawang merah dilakukan ke dalam polybag (media tanam) yang telah diinokulasi *F. oxysporum* dengan konsentrasi 10⁹ spora ml⁻¹ sebanyak 48 ml pada saat 1 hari sebelum pindah tanam. Penanaman dilakukan dengan cara bibit bawang merah beserta media semai dimasukkan ke dalam polybag. Selanjutnya proses perawatan tanaman bawang merah dilakukan melalui penyiraman rutin pada waktu pagi hari (300 ml air per polybag) dan pengendalian gulma hingga panen.

2.4 Variabel Pengamatan

Pengamatan ketahanan tanaman dilakukan dengan menghitung periode inkubasi dihitung mulai dari inokulasi patogen sampai muncul gejala dengan lama pengamatan sampai tanaman panen yaitu 56 hari setelah tanam, jika tidak terjadi gejala penyakit maka periode inkubasi pada perlakuan tersebut adalah di akhir pengamatan. Insiden penyakit diamati setiap minggu dari minggu pertama setelah tanam sampai umur 7 MST menggunakan rumus:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: IP= insiden serangan penyakit; n= jumlah tanaman sakit; N=total jumlah bagian tanaman yang diamati.

Keparahan penyakit diamati dengan menghitung tanaman yang layu pada setiap minggu sejak munculnya gejala hingga sebelum memasuki waktu pemanenan, perhitungan keparahan penyakit menggunakan rumus:

$$KP = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: KP=keparahan penyakit; n= total tanaman yang di amati pada skor tertentu; v=skor tanaman mengalami gejala layu; N =total tanaman yang diamati; V= nilai tertinggi skor penyakit.

Skoring Penyakit berdasarkan Gao *et al.*, (1995) 1: tanaman tidak menunjukkan gejala; 2 : 1-25% daun kering/umbi busuk; 3 : 26-50% daun kering/umbi busuk; 4: 51-75% daun kering/umbi busuk; 5: 76-100% daun kering/umbi busuk.

Laju infeksi penyakit moler (jenis penyakit monosiklik) dihitung dengan rumus Van Der Plank (1963):

$$r = \frac{e}{t} \times \left[\log \frac{1}{1-X_t} - \log \frac{1}{1-X_0} \right] \quad (3)$$

Keterangan: e= 2,714; t= selang waktu pengamatan; X_t =insiden penyakit pada waktu tertentu; X_0 =insiden penyakit pada waktu sebelumnya.

Nilai *Area of Under the Disease Progress Curve* (AUDPC) diperoleh dari hasil pengamatan perkembangan penyakit dan dihitung dengan rumus:

$$AUDPC = \frac{X_t - X_0}{2} t \quad (4)$$

Keterangan: X_t = perkembangan penyakit pada waktu tertentu; X_0 =perkembangan penyakit pada waktu sebelumnya; t= selang waktu pengamatan.

Pengamatan bobot umbi per rumpun dilakukan dengan menimbang umbi yang telah dikering angin-anginkan. Bobot kering tanaman diamati dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dikering angin-anginkan selama 14 hari, selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap variabel pendukung yaitu tanggap pertumbuhan tanaman akibat mikoriza (TPAM), perhitungan dilakukan dengan rumus (Plenchette *et al.*, 1983):

$$TPAM = \frac{WM - WNM}{WNM} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan: WM= bobot kering total setiap tanaman yang dikolonisasi FMA pada saat panen; WNM= rata-rata bobot kering tanaman yang tidak dikolonisasi FMA pada saat panen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Periode Inkubasi Penyakit

Hasil penelitian terhadap pengamatan periode inkubasi penyakit moler pada tanaman bawang merah yang diakibatkan *F. oxysporum* secara signifikan terdapat pengaruh dari perlakuan FMA, dimana terlihat pada tanaman yang diinkubasi dengan FMA, periode inkubasi penyakit secara nyata menunjukkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan tanaman yang tanpa FMA. Nilai rata-rata periode inkubasi pada tanaman yang terinfeksi FMA yaitu 55.09 HST, dan tanaman tanpa FMA 34.39 HST (Tabel 1). Berdasarkan data tersebut mengindikasikan bahwa FMA secara nyata dapat

meningkatkan ketahanan bawang merah dari serangan penyakit moler dengan memperlambat proses timbul penyakit terhadap tanaman.

Peningkatan ketahanan tanaman bawang merah terhadap penyakit moler akibat serangan *F.oxysporum* dalam penelitian ini dipengaruhi oleh aplikasi FMA sebagaimana hasil penelitian secara nyata FMA mampu meningkatkan ketahanan tanaman dengan memperlama periode inkubasi penyakit, menekan insiden dan keparahan penyakit, memperlambat laju infeksi dan laju perkembangan (AUDPC) penyakit. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Sari *et al.*, (2016) bahwa tanaman bawang merah yang diinfeksi dengan FMA memiliki daya tumbuh dan survival tanaman yang lebih baik serta mampu menekan perkembangan penyakit bercak ungu.

3.2 Insiden Serangan Penyakit

Perlakuan FMA secara signifikan mempengaruhi insiden penyakit moler pada tanaman bawang merah, sebagaimana hasil uji BNJ terlihat bahwa rata-rata insiden penyakit bawang merah yang tanpa diinokulasi FMA pada 1 minggu setelah tanam (MST) nyata lebih tinggi sebesar 100%, pada 2 MST nyata lebih tinggi 66,69%, pada 3 MST nyata lebih tinggi 62.50%, pada 4 dan 5 MST nyata lebih tinggi 66.67% dibandingkan tanaman bawang merah yang diinokulasi FMA (Tabel 2). Rendahnya insiden penyakit yang terjadi menunjukkan bahwa FMA mampu menekan terjadinya serangan patogen penyebab penyakit moler pada bawang merah.

3.3 Laju Infeksi Penyakit dan Nilai AUDPC

Laju infeksi penyakit dan nilai *area of under the disease progress curve* (AUDPC) pada tanaman bawang merah yang terserang penyakit moler dengan perlakuan FMA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan. Tanaman bawang merah dengan diinokulasi FMA nyata lebih rendah sebesar 76.14% terjadinya laju infeksi penyakit serta nyata lebih rendah 65.14% terjadinya laju keparahan penyakit dibandingkan tanaman bawang merah tanpa diinokulasi FMA (Tabel 1). Rendahnya nilai laju infeksi dan nilai AUDPC pada tanaman bawang merah yang diinokulasi FMA menandakan terjadinya peningkatan ketahanan akibat aplikasi FMA pada bawang merah sehingga sehingga laju infeksi dan laju perkembangan penyakit dapat berjalan lebih lambat.

3.4 Keparahen Penyakit

Inokulasi FMA secara nyata memberikan pengaruh signifikan dalam meningkatkan ketahanan tanaman dengan menekan keparahan penyakit. Keparahen penyakit tanaman yang tanpa diinokulasi FMA pada 1 MST nyata lebih tinggi 100%, 2 MST nyata lebih tinggi 63,67%, 3 MST nyata lebih tinggi 51.23%, 4 MST nyata lebih tinggi 58.59% dan 5 MST nyata lebih tinggi 61.65% dibandingkan tanaman yang diinokulasi FMA (Tabel 3). Rendahnya keparahan penyakit moler pada tanaman bawang merah yang diinokulasi FMA menunjukkan bahwa FMA mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan *F.oxysporum*.

Tabel 1. Periode Inkubasi Penyakit, Laju Infeksi Penyakit, dan Nilai AUDPC Pada Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan FMA.

Perlakuan	Rata-rata		
	Periode Inkubasi (HST)	Laju Infeksi (% per hari)	Nilai AUDPC ^{a)}
Tanpa FMA	34.39 b	3.10 ± 1.89 a	175.00 ± 8.60 a
Inokulasi FMA	55.09 a	0.42 ± 0.95 b	36.94 ± 5.78 b
BNJ 5%	7.66	0.92	1.26

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%*) data diikuti rata-rata data transformasi arcin.

Tabel 2. Indikasi Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan FMA.

Perlakuan	Rata-rata Insiden Penyakit (%)				
	1 MST*)	2 MST*)	3 MST*)	4 MST*)	5 MST*)
Tanpa FMA	7.78± 4.34 a	22.22±4.15 a	43.33±5.52 a	50.00±5.71 a	55.56±5.87 a
Inokulasi FMA	0.00±4.05 b	4.44±1.80 b	10.00±4.43 b	10.00±4.43 b	11.11±4.47 b
BNJ 5%	0.28	1.79	0.56	0.68	0.73

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%*) data diikuti rata-rata data tranformasi arcin.

Tabel 3. Keparahan Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah Dengan Perlakuan FMA.

Perlakuan	Keparahan Penyakit (%)				
	1 MST*)	2 MST	3 MST*)	4 MST*)	5 MST*)
Tanpa FMA	4.44±4.22 a	10.00±2.85 a	25.83±4.96 a	37.22±5.33 a	43.33±5.52 a
Inokulasi FMA	0.00±4.05 b	2.22±1.52 b	8.33±4.36 b	9.72±4.41 b	10.28±4.43 b
BNJ 5%	0.16	1.20	0.20	0.32	0.39

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%*) data diikuti rata-rata data tranformasi arcin.

Menurut Marlina *et al.*, (2010) terjadinya peningkatan ketahanan tanaman secara sistemik dapat disebabkan karena adanya rangsangan dari FMA dalam memproduksi dan mengakumulasi senyawa seperti senyawa *fitoaleksin*, asam salisilat dan PR protein, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya penghambatan penetrasi patogen. Selanjutnya menurut Zhang *et al.*, (2013) meningkatnya kadar asam salisilat yang terbentuk pada tanaman disebabkan oleh inokulasi mikoriza. Menurut Talanca dan Adnan (2005) FMA dapat menghambat infeksi dan penyebaran patogen pada tanaman dengan cara menyebabkan sel korteks tanaman inangnya menghasilkan senyawa yang berfungsi sebagai antibiotik, seperti fenol, kuinon, dan berbagai fitoaleksin. Kondisi tersebut selanjutnya dapat menekan laju infeksi dan tingkat keparahan penyakit, serta tingkat keparahan penyakit akan lebih rendah dibandingkan dengan tanaman tanpa FMA.

3.5 Bobot Umbi per Rumpun dan Bobot Kering Tanaman

Hasil penelitian pada bobot umbi per rumpun dan bobot kering tanaman bawang merah yang dihasilkan menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari perlakuan pupuk organik, dimana pada dosis perlakuan 6 ton ha⁻¹ menghasilkan bobot umbi per rumpun yang lebih berat sebesar 6.93% dibandingkan pada perlakuan tanpa pupuk organik, dan nyata lebih berat 7.90% dibandingkan pada perlakuan 9 ton ha⁻¹, namun dibandingkan dengan perlakuan lainnya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (Tabel 4). Selanjutnya pada bobot kering tanaman pemberian pupuk organik sebesar 6 ton ha⁻¹ secara nyata lebih berat 6.53% jika dibandingkan dengan bobot kering pada tanaman tanpa pupuk organik serta nyata lebih tinggi 8.06% dibandingkan perlakuan 9 ton ha⁻¹ namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 4).

Penggunaan pupuk organik dalam penelitian ini secara nyata hanya memberikan pengaruh secara signifikan terhadap bobot umbi per rumpun serta bobot kering tanaman, tetapi pada ketahanan tanaman akibat serangan penyakit moler tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan. Secara umum pengaplikasian pupuk organik untuk mendukung produksi tanaman bawang merah yaitu melalui perbaikan kualitas tanah yakni berupa perbaikan pada kualitas fisik, kimia, maupun biologi tanah (El-Hamid *et al.*, 2013). Selanjutnya menurut Silalahi *et al.*, (2018) pupuk organik yang diaplikasikan melalui pupuk kandang ayam mampu meningkatkan kualitas tanah dengan mempercepat proses dekomposisi, sehingga mendukung proses metabolisme tanaman menjadi lebih optimal dan dapat membantu dalam pembentukan dan pembesaran umbi. Menurut Kastono (2005) pemberian pupuk organik ke dalam tanah dapat meningkatkan aktivitas enzim dan mikroba tanah.

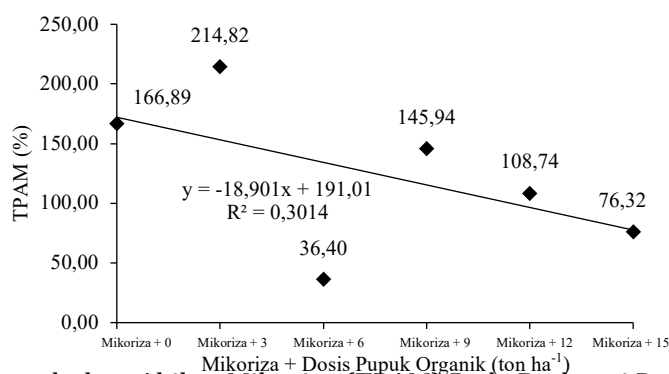
Total aktivitas enzim tanah bergantung pada enzim *ekstraseluler* dan jumlah enzim dalam sel mikroba yang mati maupun yang hidup.

Bobot umbi per rumpun dan berat kering tanaman yang dihasilkan dalam penelitian ini diperoleh nilai yang lebih berat pada perlakuan pupuk organik sebanyak 6 ton ha⁻¹ serta menunjukkan hasil yang sama baiknya dibandingkan dengan dosis perlakuan 3, 12 dan 15 ton ha⁻¹, namun untuk perlakuan pupuk organik sebanyak 9 ton ha⁻¹ terjadi penurunan hasil bobot umbi per rumpun dan bobot kering tanaman yang signifikan (Tabel 4). Hal ini disebabkan pada saat proses penelitian tanaman bawang merah pada perlakuan 9 ton⁻¹ rata-rata tanaman terdapat serangan penyakit dengan intensitas yang lebih tinggi daripada tanaman bawang merah pada perlakuan lainnya sehingga dapat berpengaruh terhadap proses metabolisme tanaman dan proses pertumbuhan dan perkembangannya menjadi terganggu.

Tabel 4. Bobot Umbi per Rumpun dan Bobot Kering Tanaman pada Perlakuan Pupuk Organik.

Dosis Pupuk Organik (ton ha ⁻¹)	Bobot Umbi per Rumpun (g)	Bobot Kering Tanaman (g)
0	44.95 b	48.04 b
3	59.65 ab	62.69 ab
6	67.19 a	70.06 a
9	41.84 b	42.86 b
12	48.53 ab	52.71 ab
15	58.55 ab	61.16 ab
BNJ 5%	21.55	20.37

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%.



Gambar 1. Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza (TPAM) Pada Berbagai Dosis Pupuk Organik.

3.6 Tanggap Pertumbuhan Tanaman Akibat Mikoriza (TPAM)

Tanggap pertumbuhan tanaman bawang merah akibat mikoriza pada perlakuan berbagai dosis pupuk organik berdasarkan hasil uji regresi diperoleh nilai persamaan $y = -18.901x + 191.01$ ($R^2 = 0.30$). Hasil penelitian ini memberikan indikasi bahwa dosis pupuk organik yang semakin tinggi mengakibatkan tanggap pertumbuhan tanaman bawang merah akibat FMA semakin menurun (Gambar 1). Tanggap pertumbuhan akibat mikoriza (TPAM) pada tanaman bawang merah berdasarkan hasil penelitian diperoleh penurunan seiring dengan meningkatnya aplikasi pupuk organik pada tanaman (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena semakin tinggi dosis pupuk organik yang diaplikasikan ke dalam tanah, dapat meningkatkan kesuburan tanah yang lebih baik sehingga kinerja FMA terhadap tanaman akan menurun. Sejalan dengan pendapat Budi *et al.*, (2015) bahwa kesuburan tanah semakin baik dapat mengurangi kolonisasi dan produksi spora mikoriza.

Tanggap pertumbuhan tanaman bawang merah akibat ketergantungan tanaman pada mikoriza (*mycorrhizal dependency*) merupakan kondisi ketika tanaman yang bergantung pada mikoriza menghasilkan pertumbuhan atau hasil maksimal pada tingkatan kesuburan tanah tertentu

(Gerdemann, 1975). Semakin subur media tanam yang digunakan, semakin kecil ketergantungannya terhadap mikoriza. Skor ketergantungan yang tinggi menunjukkan bahwa inokulasi FMA bermanfaat terhadap produksi tanaman dan tahan terhadap kondisi kekeringan, kekurangan nutrisi, dan serangan patogen tular tanah (Ghosh & Verma, 2006).

4. KESIMPULAN

Fungi Mikoriza Arbuskular yang diinokulasi pada tanaman bawang merah dapat meningkatkan ketahanan tanaman yakni mampu memperlama masa inkubasi penyakit, menekan insiden dan keparahan penyakit serta menekan laju infeksi dan laju keparahan penyakit moler. Pupuk kandang ayam yang diaplikasikan berperan dalam meningkatkan hasil pada bobot umbi per rumpun dan bobot kering tanaman, tetapi pada variabel perkembangan penyakit moler tidak menunjukkan terjadinya penekanan perkembangan penyakit. Tanggap pertumbuhan akibat mikoriza (TPAM) tanaman bawang merah semakin menurun seiring dengan peningkatan dosis pupuk organik yang diaplikasikan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Barat yang telah memberikan fasilitas berupa lahan penelitian, selanjutnya pada Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura terimakasih atas bantuannya selama proses pengamatan penelitian. Serta terimakasih disampaikan kepada Redaksi Jurnal Agrotek Tropika, yang telah memberikan saran yang berharga untuk kesempurnaan naskah jurnal ini hingga dapat dipublikasikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Kalimantan Dalam Angka*. Pontianak: Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat.
- Budi S. W. R., S. I. Purwanti, & M. Turjaman. 2015. Fungi mikoriza arbuskula dan arang tempurung kelapa mempercepat pertumbuhan awal bibit *Calliandra calothyrsus* Meissn di media tanah marginal. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 6(2):114-118.
- El-Hamid, A., R. Azza, F. A. A. Al-Kamar, & M. E. Husein. 2013. Impact of some organic and biofertilizers soil amendments on the fertility status, some soil properties, and productivity of sandy soils. *Journal Science Soil and Agriculture. Eng.* 4:989-1007.
- Gao, H., C. H. Beckman, & W. C. Muller. 1994. The rate of vascular colonization as a measure of the genotype interaction between various cultivars of tomato and various formae or races of *Fusarium oxysporum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 46 (1):29-43.
- Gerdeman, J. W. 1975. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae*. In: The Development and Function of Roots. New York (US): Academic Press.
- Ghosh, S., & N. K. Verma. 2006. Growth and mycorrhizal dependency of *Acacia mangium* Willd. Inoculated with three vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in lateritic soil. *New Forests*. 31:75-81.
- Jiang, Yuhang, Xiaoqin Lin, Haibin Wang, Waqas Muhammad, Yina Xu, & Wenxiong Lin. 2024. "Evaluation of Fertilization on Microbial Assembly, Metabolites of Root Exudates and Rhizosphere Soil in Tea Plant." *Scientia Horticulturae* 338 (113812).
- Kastono, D. 2005. Tanggapan pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida gulma siam (*Chromolaena odorata*). *Jurnal Ilmu Pertanian*. 12 (2): 103-116.

- Marlina, Susanna, & C. M. F. Kausa. 2010. Kemampuan fungi mikoriza arbuskula (FMA) dalam menekan perkembangan *Colletotrichum capsici* penyebab antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 12(2):37-42.
- Nugroho, B., A. Dian, & M. Warmanti. 2011. Variasi virulensi isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* pada beberapa varietas bawang merah. *Jurnal Agrin*. 15(1):8-17.
- Plenchette, C., J. A. Fortin, & V. Furlan. 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependency Under Field Conditions. *Plant and Soil*. 70(2): 199-209.
- Purbiati, T., U. Abdullah., & S. Ary. 2010. Pengkajian adaptasi varietas-varietas bawang merah pada lahan gambut di Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional Hortikultura 25-26 November 2010 di Kampus Sudirman*. Universitas Udayana. Bali.
- Sari, M. P., H. Bambang, & Suryanti. 2016. Penekanan perkembangan penyakit bercak ungu pada bawang merah oleh cendawan mikoriza arbuskula. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(5):159-167.
- Sasli, I., & A. Ruliansyah. 2012. Pemanfaatan mikoriza arbuskula spesifik lokasi untuk efisiensi pemupukan pada tanaman jagung di lahan gambut tropis. *Jurnal Agrovigor*. 5(2):65-74.
- Setyorini, D. 2006. *Kompos*. Departemen Pertanian. Balittanah.
- Silalahi, M. J., A. R. Malcky, M. Telleng, & W. B. Kaunang. 2018. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman sorgum sebagai pakan. *Jurnal Zootec*. 38:286-295.
- Smith, S. E., & Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. London: Academic Press.
- Supriyadi, A., I. R. Sastrahidayat, & S. Djauhari. 2013. Kejadian penyakit pada tanaman bawang merah yang dibudidayakan secara vertikultur di Sidoarjo. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 1(3). 27-40.
- Talanca, A. H., & A. M. Adnan. 2005. Mikoriza dan manfaatnya pada tanaman. *Prosiding seminar ilmiah dan pertemuan tahunan PEI dan PFI XVI*, ISBN: 979-95025-6-7: Sulawesi Selatan.
- Van der Plank, J. E. 1963. *Plant Diseases. Epidemics and control*. New York and London. Academic Press.
- Wang, H, & Chen, Y. 2024. "Protecting Plants from Pathogens through Arbuscular Mycorrhiza: Role of Fungal Diversity. *Microbiological Research*. 289 (127919).
- Warman, R., F. Rianto, & I. Sasli. 2021. Uji patogenisitas *Fusarium oxysporum* pada bawang merah di tanah gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 24(3): 289-297.
- Wiyatiningsih, S. 2011. *Populasi Fusarium oxysporum f.sp. capae, intensitas Penyakit Moler dan hasil umbi bawang merah di tiga daerah sentra produksi*. Suarabaya: UPN University Press.
- Zhang, R. Q., H. H. Zhu, H. Q. Zhao, & Q. Yao. 2013. Arbuscular mycorrhiza fungal inoculation increases phenolic synthesis in clover roots via hydrogen peroxide, salicylic acid and nitric oxide signaling pathways. *Journal of Plant Physiology*. 170(1): 74-79.