

Pengaruh Aplikasi Pupuk Mikotricho pada Budidaya Bawang Merah dengan Pengurangan Dosis Pupuk N-P-K (*The Effect of Mikotricho Fertilizer Application on Shallots Cultivation by Reducing the N-P-K Dose*)

Eny Rokhminarsi, Darini Sri Utami, dan Begananda

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto,
Jln. Dr. Suparno Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia 53123
E-mail: enyrokminarsi@gmail.com

Diterima: 4 November 2019; direvisi: 27 Februari 2020; disetujui: 20 Maret 2020

ABSTRAK. Bawang merah termasuk sayuran bumbu yang dibutuhkan oleh masyarakat dan harganya bersifat fluktuatif sehingga diperlukan kecukupan produksi untuk mendukung kestabilan harga. Kecukupan produksi dapat tercapai melalui pemanfaatan lahan marginal seperti Ultisol yang masih luas dan perbaikan teknik budidaya, di antaranya melalui aplikasi pupuk Mikotricho. Tujuan penelitian adalah mengkaji pupuk Mikotricho dengan pengurangan dosis N-P-K terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. Penelitian berupa percobaan lapang di lahan Ultisol menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama, dosis pupuk Mikotricho, yaitu 10 g, 30 g, dan 50 g/tanaman, faktor kedua, pengurangan dosis N-P-K berupa Urea, SP-36, KCl, dan ZA, yaitu 0, 25%, dan 50% dari rekomendasi. Hasil penelitian menunjukkan, aplikasi pupuk Mikotricho meningkatkan jumlah daun (11,4%) dan bobot tanaman segar (49,1%) bawang merah secara linier positif dengan dosis terbaik 50 g/tanaman. Hasil umbi/rumpun dan per petak efektif (0,64 m²) dosis pupuk Mikotricho, 10 g, 30 g, dan 50 g/tanaman tidak berbeda. Pengurangan dosis N-P-K dari rekomendasi berpengaruh terhadap jumlah anakan dan bobot segar tanaman bawang merah dengan efek linier negatif, namun pengurangan 25% dosis N-P-K dapat dipilih. Pengaruh interaksi pupuk Mikotricho dengan pengurangan dosis N-P-K terjadi pada kehijauan daun dan luas daun. Pemberian pupuk Mikotricho dosis 10 g hingga 30 g/tanaman dengan pengurangan dosis N-P-K 25% hingga 50% dari rekomendasi meningkatkan kehijauan daun dan luas daun bawang merah. Implikasi dari penelitian ini adalah diperlukan sosialisasi pemanfaatan pupuk Mikotricho pada budidaya tanaman bawang merah atau tanaman sayuran lain untuk mengurangi pemakaian pupuk sintetik dan perlu dukungan industri pembuatan pupuk Mikotricho.

Kata kunci: Mikoriza; *Trichoderma*; N-P-K; Bawang merah; Lahan marginal

ABSTRACT. Shallots are a spice vegetable needed by the community. Adequacy of production can be achieved through the use of Ultisols with application of Mikotricho fertilizer. The aim of this research was to study the Mikotricho fertilizer with a reduced dose of N-P-K on growth and yield of shallots. The research was a factorial RCBD with three replications. The first factor, namely 10 g, 30 g, and 50 g/plant Mikotricho fertilizer dose, the second factor, namely 0, 25%, 50% N-P-K reduction of the recommendation. The results showed that Mikotricho fertilizer increased the number of leaves (11.4%) and fresh plant weight (49.1%) of shallots, the best dose of 50 g/plant. The yield bulbs/clump and per plot (0.64 m²) 10 g, 30 g, and 50 g Mikotricho fertilizer were not different. The 25% reduction in the N-P-K can be chosen to the number of tillers and fresh weight of shallots plants. Apply of Mikotricho fertilizer 10 g until 30 g/plant with a reduction in the N-P-K of 25% until 50% increases leaf greenish and leaf area. The implication was that socialization of Mikotricho fertilizer in cultivation of shallots or other vegetable crops to reduce the use of synthetic fertilizers and needs the support of the Mikotricho fertilizer manufacturing industry.

Keywords: Mycorrhizae; *Trichoderma*; N-P-K; Shallots; Marginal land

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu jenis sayuran bumbu yang selalu digunakan sehari-hari oleh masyarakat. Harga komoditas ini sering berfluktuasi hingga 3–4 kali lipat dari harga normalnya (Rp20.000,00 – Rp25.000,00/kg) sehingga menambah pengeluaran keluarga, namun ketika panen raya harga turun sangat rendah sampai Rp10.000,00/kg yang dapat merugikan petani. Menurut Rahmadona, Fariyanti & Burhanuddin (2017), perubahan harga bawang merah dapat memengaruhi inflasi. Penyebab utama fluktuasi harga bawang merah di pasar adalah ketersediaan umbi bawang merah yang tidak stabil (Sarjani et al. 2018). Kecukupan produksi bawang merah dapat dilakukan melalui perluasan areal tanam

ke lahan kering marginal atau suboptimal seperti Ultisol, karena lahan yang subur sebagian besar banyak digunakan untuk kepentingan pemukiman dan industri. Di Indonesia, lahan kering marginal masih luas, yaitu berupa tanah Ultisol 47,5 juta ha dan Oxisol 18 juta ha, namun mempunyai tingkat kesuburan yang rendah akibat reaksi tanah yang masam, cadangan hara rendah, basa-basa dapat tukar dan kejenuhan basa rendah, sedangkan kejenuhan aluminium tinggi sampai sangat tinggi sehingga diperlukan inovasi teknologi untuk memperbaiki produktivitasnya (Suprpto 2003 dalam Yuwono 2009).

Salah satu strategi peningkatan produktivitas lahan untuk peningkatan produksi tanaman sayuran

ditekankan pada percepatan pertumbuhan produksi berbasis peningkatan inovasi teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Adiyoga 1999) serta berbasis sumber daya dan kearifan lokal. Pada umumnya dalam sistem produksi bawang merah, petani menggunakan input produksi seperti pupuk kimia dan pestisida pabrik dalam jumlah yang tinggi yang dapat merusak kondisi tanah dan lingkungan. Selain itu, menurut Napitupulu & Winarto (2010), produksi bawang merah meningkat hanya 32% jika pemberian pupuk N dua kali lebih tinggi dari dosis sebelumnya. Dengan kata lain, pemberian pupuk dosis tinggi tidak menjamin peningkatan hasil.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan aplikasi pupuk Mikotricho. Pupuk Mikotricho ini merupakan inovasi teknologi dengan memanfaatkan mikroba berguna spesifik lokasi lahan marjinal, yaitu berupa jamur mikoriza dan *Trichoderma*. Jamur mikoriza mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan jalan meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur hara, seperti fosfat, kalsium, natrium, mangan, kalium, magnesium, tembaga, dan air. Kontribusi tersebut melalui asosiasi atau simbiosis antara tanaman dengan jamur mikoriza yang mengoloni jaringan korteks akar selama periode aktif pertumbuhan tanaman (Suryani 2017). *Trichoderma harzianum* merupakan jamur antagonis yang paling banyak digunakan untuk pengendalian patogen tular tanah. *Trichoderma* juga berperan penting dalam memberikan sinyal auksin dan merangsang pertumbuhan tanaman (Nurahmi, Susanna & Sriwati 2012), membantu tanaman induk menyerap unsur hara tertentu terutama fosfat (Poulton, Koide & Stephenson 2001). Pada tanaman nilam, aplikasi pupuk hayati mikoriza yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gusta, Rofiq & Fatahillah 2018).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji aplikasi pupuk Mikotricho pada budidaya tanaman bawang merah dengan pengurangan dosis pupuk N-P-K terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. Hipotesis yang dapat diajukan adalah pemberian pupuk Mikotricho dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah serta dapat mengurangi pupuk N-P-K.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Agronomi dan Hortikultura serta Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Sudirman Purwokerto selama 5 bulan dimulai bulan

Maret sampai dengan Juli 2019 di lahan milik petani di Desa Sokawera, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas dengan jenis tanah Ultisol. Bahan yang digunakan, yaitu pupuk hayati Mikotricho, kompos, pupuk Urea, KCl, SP36, dan ZA, serta benih bawang merah varietas Bima Brebes.

Metode Penelitian

Penelitian merupakan percobaan lapang pola faktorial 3 x 3 dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang tiga kali dengan 36 tanaman setiap petak atau unit perlakuan sehingga terdapat 3 x 9 unit percobaan. Ukuran petak 1,2 m x 1,2 m (1,44 m²) dengan petak efektif 0,8 m x 0,8 m. Faktor pertama adalah dosis pupuk Mikotricho, terdiri atas 10 g Mikotricho (5 g mikoriza dan 5 g *Trichoderma*), 30 g Mikotricho (15 g mikoriza dan 15 g *Trichoderma*), dan 50 g Mikotricho (25 g mikoriza dan 25 g *Trichoderma*) per tanaman. Faktor kedua berupa pengurangan dosis pupuk N-P-K dari dosis rekomendasi, terdiri atas tiga taraf, yaitu pengurangan dosis pupuk N-P-K 0% dari rekomendasi (43 g Urea, 43 g SP36, 24 g KCl, dan 72 g ZA), 25% dari rekomendasi (32 g Urea, 32 g SP36, 18 g KCl, dan 54 g ZA), dan 50% dari rekomendasi (22 g Urea, 22 g SP36, 12 g KCl, dan 36 g ZA) per petak. Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Dosis rekomendasi pupuk sintetis yang digunakan adalah 317,39 kg Urea/ha, 111 kg SP36/ha, 166,7 kg KCl/ha, dan 500 kg/ha ZA (Sumarni *et al.* 2013), sedangkan pupuk kandang 10 ton/ ha.

Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 20 cm sehingga setiap petak berisi 36 tanaman. Pengamatan variabel pertumbuhan dan hasil tanaman rerata/rumpun, dilakukan pada lima tanaman sampel, sedangkan produksi diamati pada petak efektif sejumlah 16 tanaman, yaitu lima tanaman sampel ditambah 11 tanaman di luar sampel. Pupuk kandang kambing dan SP36 diberikan sebagai pupuk dasar 1 minggu sebelum tanam. Pupuk Mikotricho diberikan saat tanam berumur 7 hari setelah tanam (HST) sesuai perlakuan yang dicoba dengan membenamkannya di sekitar tanaman sedalam 5 cm. Pupuk Urea, ZA, dan KCl diberikan dua kali, masing-masing ½ dosis pada saat tanam berumur 14 HST dan 21 HST.

Variabel yang diamati adalah aspek fisiologis, pertumbuhan, dan hasil yang meliputi, (1) kehijauan daun, menggunakan *soil plant analysis development* (SPAD), (2) tinggi tanaman, (3) jumlah daun, (4) luas daun, daun bawang merah berbentuk kerucut memanjang dengan ujung meruncing dan memiliki diameter. Rumus luas daun kerucut, sbb. :

$$\text{Luas daun (cm}^2\text{)} = \pi r^2 \times t$$

Keterangan : $\pi = 3,14$
 r = diameter daun
 t = panjang daun

(5) jumlah anakan, (6) bobot tanaman segar, (7) bobot umbi kering/ rumpun, dan (8) bobot umbi kering per petak efektif. Pengamatan kehijauan daun, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan bobot segar tanaman dilakukan pada umur 30 HST. Bobot kering umbi ditimbang setelah dijemur selama 5 hari.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila berpengaruh nyata

dilanjutkan dengan uji ragam faktorial regresi dan Uji Banding Ganda *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada tingkat kesalahan 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, bahwa variasi dosis pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran, berpengaruh nyata pada semua variabel yang diamati kecuali tinggi tanaman. Uji lanjut dengan ragam

Tabel 1. Angka rata-rata pengaruh perlakuan terhadap variabel pertumbuhan dan produksi serta hasil analisis statistik (Average rate of treatment effect on the growth and production variables and result of statistical analysis)

Perlakuan (Treatments)	Pertumbuhan (Growth)					Produksi (Production)		
	KDH	TT	JD	LD	JA	BTSR	BUKR	BUKP
M1S0	29,8	42,7	43	31,4	9	76,93	44,7	466,7
M1S1	33,6	44,1	43	26,2	7	54,33	53,2	317,7
M1S2	41,2	43,2	46	37,1	6	53,23	51,4	311,7
M2S0	31,6	41,8	47	24,5	8	80,07	53,6	442,2
M2S1	35,1	41,7	41	40,8	8	68,67	55,7	351,9
M2S2	27,1	41,8	41	43,9	6	52,67	72,1	300,1
M3S0	31,4	41,8	50	32,2	9	107,03	44,3	437,3
M3S1	29,8	35,1	47	35,6	8	87,67	52,6	336,3
M3S2	34,1	40,5	50	33,7	6	80,50	39,5	267,7
Hasil uji ragam 0,05	Nyata	Tidak nyata	Nyata	Nyata	Nyata	Nyata	Tidak nyata	Nyata

KHD = kehijauan daun, TT = tinggi tanaman (cm), JD = jumlah daun, LD = luas tiap daun (cm²), JA = jumlah anakan, BTSR = bobot tajuk segar per rumpun (gr), BUKR = bobot umbi kering per rumpun (g), BUKP = bobot umbi kering per petak efektif (g)

faktorial dari variabel pengamatan yang berpengaruh nyata menunjukkan bahwa, efek mandiri aplikasi pupuk Mikotricho berpengaruh nyata pada variabel jumlah daun, jumlah anakan, bobot tanaman segar/ rumpun, dan bobot umbi kering per rumpun. Efek mandiri pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berpengaruh nyata pada variabel luas daun, bobot tanaman segar per rumpun, dan bobot umbi kering per petak efektif. Simple efek (efek interaksi) berpengaruh nyata pada variabel kehijauan daun, luas daun, jumlah anakan, dan bobot umbi kering per rumpun.

Kehijauan Daun

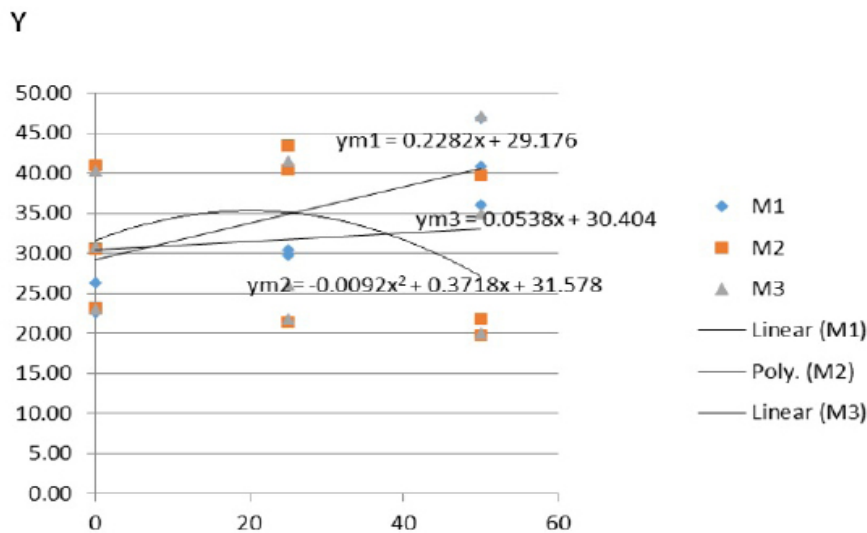
Tingkat kehijauan daun bawang merah tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk Mikotricho dan pupuk N-P-K, tetapi nyata dipengaruhi interaksi keduanya. Hal ini menggambarkan bahwa penggunaan bersama (kombinasi) keduanya memberikan efek yang berbeda pada masing-masing dosis.

Berdasarkan Uji Banding Ganda (Tabel 3), menunjukkan bahwa aplikasi dosis pupuk Mikotricho

Tabel 2. Hasil analisis ragam faktorial pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (The result of various factorial effect of treatment on the growth and yield of shallots)

Variabel (Variable)	Perlakuan (Treatments)		
	M	S	M x S
Kehijauan daun (Greenish leaves)	-	-	*
Jumlah daun (Number of leaves)	*	-	-
Luas daun (Leaf area)	-	*	*
Jumlah anakan (Tillers number)	-	*	-
Bobot tanaman segar (Fresh plant weight)	*	*	-
Bobot umbi kering per petak efektif (0,64 m ²) (Dry bulb weight per effective plot)	-	*	-

M = dosis pupuk Mikotricho, S = pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran, M x S = interaksi dosis pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran, * = berpengaruh nyata, - = tidak berpengaruh nyata



Pengurangan pupuk N-P-K dari dosis anjuran (*Reduction of N-P-K fertilizer dose from recommended*)

Gambar 1. Hubungan aplikasi dosis pupuk Mikotricho pada pengurangan dosis anjuran pupuk N-P-K terhadap kehijauan daun (*The relationship of application of Micotricho fertilizer dose to the reducing of recommended dose of N-P-K fertilizer on greenish*)

Tabel 3. Pengaruh interaksi pemberian pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K terhadap kehijauan daun bawang merah (*The effect of interaction of Micotricho fertilizer and reducing the dose of N-P-K on greenish shallots leaves*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Dosis pupuk N-P-K (<i>Dose of N-P-K fertilizer</i>)		
	0% R	25% R	50% R
Dosis pupuk Mikotricho (<i>Dose of Micotricho fertilizer</i>)			
10 g	29,8 ab	33,6 ab	41,2 c
30 g	31,6 ab	35,1 ab	27,1 a
50 g	31,4 ab	29,8 ab	34,1 ab

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 0,05 (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

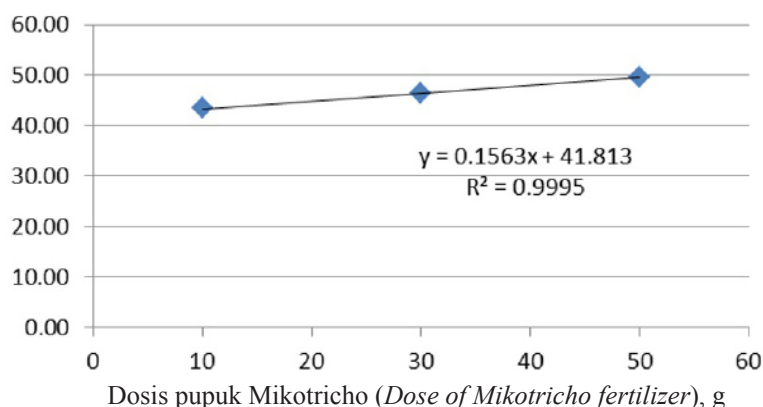
10 g (5 g mikoriza dan 5 g *Trichoderma*) per tanaman dan pengurangan dosis N-P-K hingga 50% dari dosis rekomendasi (M1S2) memberikan tingkat kehijauan daun tertinggi.

Hal ini menggambarkan bahwa aplikasi pengurangan dosis anjuran N-P-K sampai dengan 50% dan penggunaan pupuk Mikotricho 10 g dapat meningkatkan kehijauan daun. Pemberian dosis 10 g pupuk Mikotricho menghasilkan warna daun yang lebih hijau dibandingkan dosis pupuk Mikotricho yang lebih tinggi, di mana warna hijau pada daun ditunjukkan oleh adanya kandungan klorofil. Hal ini karena jamur mikoriza mampu berkolonisasi dan beradaptasi dengan lingkungannya lebih baik dibandingkan dengan pada dosis tinggi. Menurut Lele,

Rai & Suada (2018), efektivitas kolonisasi setiap genus atau spesies endomikoriza bervariasi tergantung asal dari endomikoriza yang digunakan serta kemampuan beradaptasi dengan lingkungan dan tanaman inang. Dalam penelitian ini jamur mikoriza yang digunakan merupakan genus lokal (*indigenous*) yang mampu beradaptasi dengan baik. Faktor lain adalah pemberian pupuk Mikotricho dosis tinggi akan terjadi kompetisi atau persaingan dalam mendapatkan faktor tumbuh dari mikoriza dan *Trichoderma* seperti ruang tumbuh akibat adanya perkembangan hifa atau miselium yang tinggi dari jamur tersebut.

Analisis lanjutan dengan regresi pada masing-masing penggunaan Mikotricho menunjukkan bahwa penggunaan Mikotricho 10 g (M1) memberikan respon pada variasi pengurangan dosis anjuran pupuk N-P-K dalam bentuk fungsi linier, yaitu $Ym1 = 0,2282 X + 29,175$ ($Ym1$ adalah kehijauan daun pada penggunaan Mikotricho 10 g, X variasi pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran dalam %). Pada penggunaan pupuk Mikotricho 30 g (M2) memberikan respon dengan fungsi kuadrat, yaitu $Ym2 = 0,0092 X^2 + 0,3718 X + 31,578$ ($Ym2$ adalah tingkat kehijauan daun pada penggunaan Mikotricho 30 g, X variasi pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran dalam %). Pada penggunaan mikotricho 50 g (M3) memberikan respon dalam fungsi linier, yaitu $Ym3 = 0,0538 X + 30,404$ ($Ym3$ adalah tingkat kehijauan daun pada penggunaan Mikotricho 50 g, X variasi pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran dalam %). Hasil analisis regresi ini memberikan indikasi bahwa penggunaan Mikotricho dengan dosis 10 g/tanaman memberikan respon terbaik terhadap pengurangan dosis anjuran pupuk N-P-K.

Jumlah daun per rumpun (*Leaves number per clump*)



Gambar 2. Hubungan aplikasi pupuk Mikotricho terhadap jumlah daun per rumpun (*The relationship of Mikotricho fertilizer on the leaves number per clump*)

Kehijauan daun merupakan indikator kandungan klorofil daun, semakin tinggi nilai kehijauan daun maka semakin tinggi kandungan klorofilnya. Mikroba yang terkandung dalam pupuk Mikotricho, yaitu mikoriza dan *Trichoderma* dapat efektif membantu ketersediaan unsur hara tanaman, seperti nitrogen dan magnesium yang merupakan penyusun klorofil. Efektivitas pemberian pupuk Mikotricho pada dosis rendah (10 g/tanaman) dibandingkan dengan dosis yang lebih tinggi karena jamur mikoriza lebih efektif bekerja pada tanah yang kekurangan unsur hara dibandingkan pada tanah yang cukup hara (Yusriadi, Patadungan & Hasanah 2017). Pada dosis Mikotricho yang tinggi akibat adanya *Trichoderma* yang cukup banyak menyebabkan peningkatan kesuburan tanah, sesuai dari perannya sebagai biodekomposer. Menurut Lehar (2017), *Trichoderma* dapat mendegradasi bahan organik menjadi hara yang mendukung pertumbuhan tanaman. Menurut Rizkiaditama, Purwanti & Muizzudin (2017), faktor yang memengaruhi pembentukan klorofil antara lain gen, cahaya, dan unsur N, Mg, serta Fe.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam dengan $\alpha = 0,05$ sebagaimana tersaji pada Tabel 1, menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi dosis pupuk Mikotricho dengan pengurangan penggunaan pupuk N-P-K dari dosis anjuran tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis pupuk Mikotricho 10, 30, dan 50 g/tanaman, dan pengurangan pupuk N-P-K sebesar 0%, 25%, dan 50% dari anjuran secara mandiri mempunyai tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata, demikian pula kombinasi keduanya (interaksi) juga memberikan efek yang sama terhadap tinggi tanaman bawang merah. Hal ini menggambarkan bahwa variasi dosis pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis anjuran pupuk N-P-K memberikan hasil yang

Tabel 4. Pengaruh pemberian variasi pupuk Mikotricho terhadap jumlah daun bawang merah (*The effect of variation of Mikotricho fertilizer on the leaves number of shallots*)

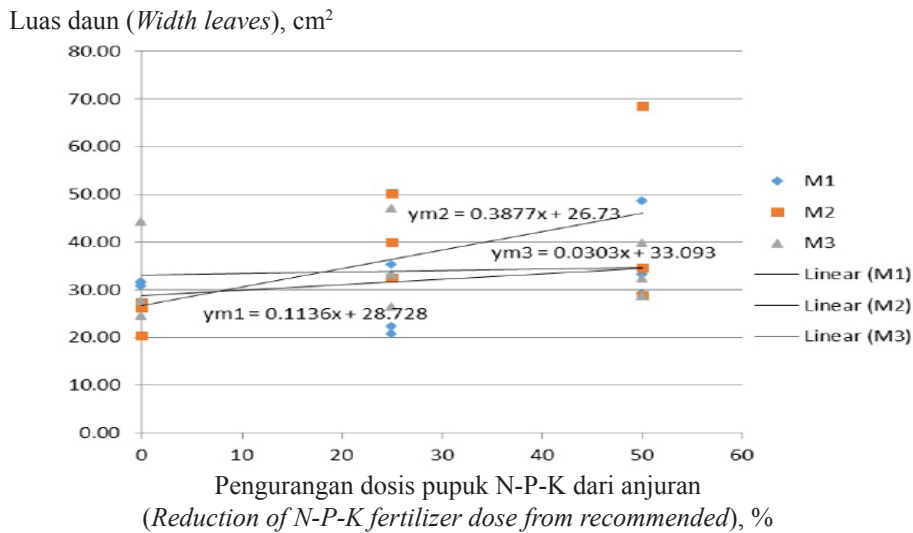
Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Jumlah daun (helai) (<i>Number of leaves</i>)
M1	44 a A
M2	43 a A
M3	49 b B

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 0,05 (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

sama terhadap tinggi tanaman yang berkisar 35,1–44,1 cm. Tidak berbedanya tinggi tanaman bawang merah pada perlakuan yang diberikan karena tinggi tanaman suatu tanaman merupakan sifat genetik tanaman sehingga tidak mudah dirubah oleh faktor luar. Berdasarkan deskripsi tinggi tanaman bawang merah varietas Bima Brebes berkisar 25–44 cm (Balitsa 2018).

Jumlah Daun

Jumlah daun dipengaruhi oleh efek mandiri dari aplikasi pupuk Mikotricho, sedangkan faktor lainnya tidak berpengaruh nyata. Pengujian lanjutan dengan Uji Banding Ganda menunjukkan bahwa secara mandiri aplikasi pupuk Mikotricho dengan 50 g/tanaman, memberikan pertumbuhan jumlah daun tertinggi (Tabel 4). Hasil analisis regresi (Gambar 2) hubungan antara dosis pupuk Mikotricho dengan jumlah daun per rumpun menunjukkan garis linier dengan $Y=0,1563 X + 41,813$ dengan koefisien determinasi 99,95%, artinya makin tinggi pupuk Mikotricho yang diaplikasikan memberikan jumlah daun yang semakin meningkat. Hal ini menunjukkan peran mikoriza dan *Trichoderma* yang cukup baik.



Gambar 3. Hubungan aplikasi dosis pupuk Mikotricho pada pengurangan dosis anjuran pupuk N-P-K terhadap luas setiap daun (cm²) (*The relationship of application of Mikotricho fertilizer dose on the reduction of recommended dose of N-P-K on area each leaf*)

Menurut Daras, Trisilawati & Sobari (2013), mikoriza mampu memperbaiki struktur dan agregasi tanah melalui pengaruh hifa atau eksudat glikoprotein. Hifa jamur memiliki kemampuan istimewa, yakni pada saat akar tanaman kesulitan menyerap air, hifa jamur mampu menyerap air dari pori-pori tanah. Air yang diserap inilah merupakan bahan baku dalam proses fotosintesis. Menurut Damanik & Suryanto (2018), bahwa mikoriza yang menginfeksi perakaran tanaman akan memproduksi jaringan hifa eksternal yang tumbuh secara ekspansif sehingga akan meningkatkan kapasitas akar dalam menyerap air dan unsur hara. *Trichoderma* sp. disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agens hayati (Gusnawaty *et al.* 2014).

Luas Daun

Aplikasi pupuk Mikotricho dengan pengurangan penggunaan pupuk N-P-K dari dosis anjuran dan interaksi kedua faktor berpengaruh nyata terhadap luas daun (cm²). Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa aplikasi dosis pupuk Mikotricho 30 g dan pengurangan dosis pupuk N-P-K 50% dari anjuran (M2S2) menghasilkan luas daun lebih tinggi dibandingkan dengan yang dipupuk dengan pengurangan dosis 0% (Tabel 5).

Garis regresi hubungan aplikasi masing-masing dosis pupuk Mikotricho pada pengurangan dosis anjuran N-P-K menunjukkan bahwa pada aplikasi pupuk hayati sebesar 10 g menghasilkan persamaan $Ym1 = 0,1136 X + 28,728$, aplikasi dosis 30 g menghasilkan persamaan $Ym2 = 0,3877 X + 26,73$ aplikasi dosis 50 g menghasilkan persamaan $Ym3 = 0,0303 X + 33,093$ (Gambar 3). Hal ini memberikan gambaran bahwa pada pengurangan dosis pupuk N-P-K 50%

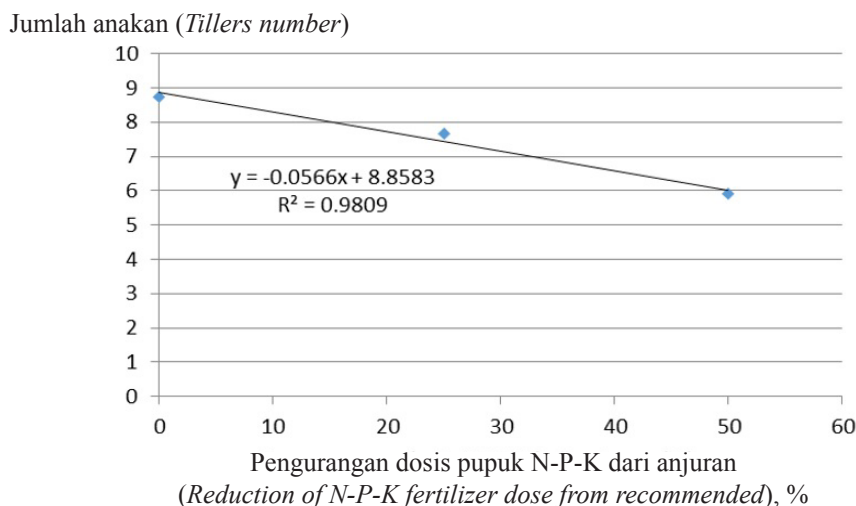
Tabel 5. Pengaruh interaksi pemberian pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K terhadap luas setiap daun bawang merah (*The interaction effect of Mikotricho fertilizer application and reduction of NPK fertilizer dose on the area of each shallots*)

Perlakuan (Treatments)	S0	S1	S2
M1	31,40 ab	26,23 a	37,08 bc
M2	24,53 a	40,81 bc	43,92 c
M3	32,21 ab	35,61 bc	33,73 b

Angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5% (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

dari anjuran (S2), aplikasi pupuk Mikotricho 30 g (M2) memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan aplikasi 10 g dan 50 g

Grafik pada Gambar 3, menunjukkan kenaikan garis regresi pada aplikasi pupuk Mikotricho dengan dosis 30 g semakin meningkat dibandingkan dengan aplikasi pupuk Mikotricho dosis 10 g dan dosis 50 g. Luas daun tertinggi terjadi pada aplikasi dosis Mikotricho 30 g dengan pengurangan dosis pupuk N-P-K sebesar 50% dari anjuran. Hal ini diduga aplikasi dosis Mikotricho yang lebih tinggi memberikan jumlah daun lebih banyak, di lain pihak hal ini membuat daun saling menaungi sehingga penetrasi cahaya yang masuk menjadi berkurang. Pertambahan luas daun yang dicapai pada dosis 30 g pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K sebesar 50%, adalah peran dari pupuk Mikotricho yang dapat menyediakan unsur nitrogen melalui aktivitas mikoriza dan *Trichoderma*. Mikoriza



Gambar 4. Pengaruh pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran terhadap jumlah anakan (*The effect of reduction of N-P-K fertilizer dose from the recommended on tillers number*)

mampu meningkatkan serapan unsur nitrogen yang diikuti dengan peningkatan pertumbuhan (Marwani et al. 2013) yang dalam penelitian ini dapat memperluas helaian daun tanaman. Menurut Pramitasari, Wardiyati & Nawawi (2016), unsur tersebut juga bermanfaat untuk meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, lebar, dan panjang daun. *Trichoderma* dapat berperan sebagai *plant growth promoting fungi* (PGPF) sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Yogaswara et al. 2020), yang akhirnya mengurangi pemakaian pupuk N-P-K.

Jumlah Anakan

Pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berpengaruh nyata, sedangkan aplikasi dosis pupuk Mikotricho dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan.

Berdasarkan Tabel 6, menunjukkan bahwa perlakuan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran sebesar 0% atau dengan pemberian pupuk N-P-K 100% dosis anjuran memberikan jumlah anakan tertinggi. Analisis regresi menghasilkan respon linier negatif, dalam arti makin tinggi pengurangannya menghasilkan jumlah anakan yang semakin rendah dengan persamaan $Y = -0,0566 X + 8,8583$ dengan koefisien determinan 98,09% (Gambar 4). Hal ini menggambarkan bahwa semakin besar pengurangan pupuk N-P-K dari dosis anjuran, jumlah anakan yang terbentuk menjadi semakin sedikit jumlahnya. Pada kondisi ini pasokan hara N, P, dan K dari dalam tanah menjadi rendah sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Menurut Istina (2016), nitrogen mampu meningkatkan jumlah daun dan anakan karena nitrogen merupakan salah satu unsur makro yang dibutuhkan tanaman sebagai bahan dasar utama membangun protein untuk

Tabel 6. Pengaruh pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran terhadap jumlah anakan bawang merah (*The effect of reduction of the NPK fertilizer dose from the recommended on number of shallot tillers*)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah anakan (Number of tillers)
S0	9 b
S1	8 b
S2	6 a

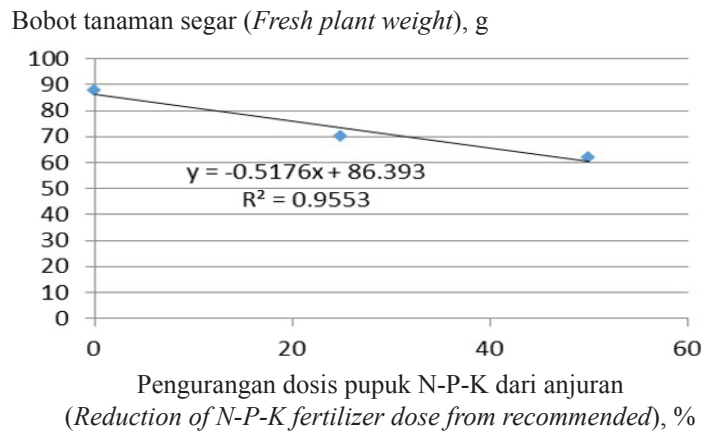
Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5% (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

pertumbuhan. Unsur fosfor yang cukup tersedia dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, yang akan berkontribusi besar memberikan keseimbangan besar penimbunan bahan kering (Irawan, Idwar & Murniati 2017), yang terkonfirmasi dalam jumlah anakan. Menurut Mehran, Kesumawaty & Sufardi (2016), unsur hara kalium (K) mempunyai peranan penting sebagai aktivator beberapa enzim dalam metabolisme tanaman, antara lain dalam sintesis protein dan karbohidrat, serta meningkatkan translokasi fotosintat ke seluruh bagian tanaman. Oleh karena itu dengan pengurangan dosis pupuk N-P-K akan mengurangi jumlah anakan bawang merah.

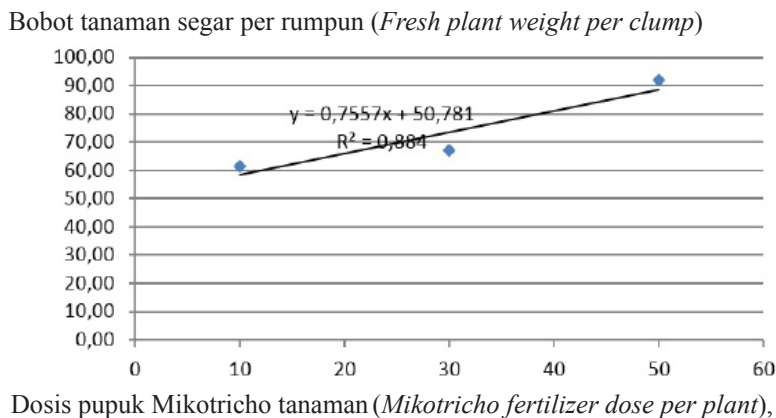
Bobot Tanaman Segar

Aplikasi dosis pupuk Mikotricho dan efek mandiri pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berpengaruh nyata.

Berdasarkan DMRT dan persamaan regresi menunjukkan bahwa secara mandiri pemberian pupuk Mikotricho semakin tinggi dosisnya semakin



Gambar 5. Pengaruh pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran terhadap bobot tanaman segar (The effect of reduction te dose of NPK fertilizer from recommended on fresh plant weight)



Gambar 6. Pengaruh dosis pupuk Mikotricho terhadap bobot tanaman segar (The effect of Mikotricho fertilizer dose on fresh plant weight)

tinggi pula bobot tanaman segarnya, artinya peran jamur mikoriza dalam menyediakan unsur-unsur hara tanaman semakin banyak sehingga serapan unsur hara untuk kebutuhan tanaman menjadi tercukupi. Menurut Harahap, Hanafiah & Guchi (2018), manfaat mikoriza bagi perkembangan tanaman yang menjadi inangnya, yaitu meningkatkan absorpsi hara dari dalam tanah, sebagai penghalang biologis terhadap infeksi patogen akar, meningkatkan hormon pemicu tumbuh, menjamin terselenggaranya siklus biogeokimia dan memperluas jangkauan akar sehingga dapat menyerap hara lebih tinggi. Faktor lain adalah bobot tanaman juga dipengaruhi oleh jumlah daun yang meningkat dengan meningkatnya pupuk Mikotricho. Daun merupakan tempat penangkapan cahaya dan tempat proses fotosintesis yang menghasilkan fotosintat. Menurut Buntor, Bogomulyo & Trisnowati (2014), perkembangan jumlah daun juga akan memengaruhi perkembangan tanaman. Semakin banyak daun dapat diartikan semakin banyak cahaya yang dapat ditangkap sehingga proses fotosintesis akan meningkat.

Pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran memberikan respon linier negatif, dalam arti makin

besar pengurangan pupuk N-P-K semakin rendah bobot tanaman segar yang diperoleh. Tanaman membutuhkan unsur hara tanaman dalam jumlah yang cukup, apabila kekurangan dapat mengakibatkan pertumbuhan dan hasil yang tidak maksimal. Menurut Rizal (2017), pupuk yang mengandung unsur N yang tinggi diperlukan tanaman dalam pertumbuhan vegetatif. Pada fase tersebut tanaman mempergunakan sebagian besar karbohidrat untuk perkembangan daun, batang, dan akar. Selain itu, rendahnya bobot segar tanaman dengan pengurangan pupuk N-P-K juga akibat jumlah anakan yang menurun (Gambar 4). Oleh karena itu pada tanah Ultisol dengan tingkat kesuburan rendah, pemupukan N-P-K masih diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil umbi bawang merah.

Bobot Umbi Kering Per Rumpun

Aplikasi pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran tidak berpengaruh nyata terhadap bobot umbi kering/rumpun. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis pupuk Mikotricho dan pupuk N-P-K menghasilkan bobot umbi kering/rumpun yang tidak berbeda nyata sehingga pemberian dosis Mikotricho sebesar 10

Tabel 7. Pengaruh mandiri pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran dan dosis pupuk Mikotricho terhadap bobot tanaman segar bawang merah (*Independent reduction of N-P-K fertilizer dose from recommended and Mikotricho fertilizer dose on the weight of fresh shallot plants*)

Perlakuan (Treatments)	S0	S1	S2	Rata-rata (Average)
M1	76,93	54,33	53,23	61,50 a
M2	80,07	68,67	52,67	67,13 a
M3	107,03	87,67	80,60	91,73 b
Rata-rata (Average)	88,01 A	70,22 AB	62,17 B	

Tidak terjadi interaksi pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran dengan dosis pupuk Mikotricho (*There was no interaction with the reduction dose from the recommended dose of Mikotricho fertilizers*). Angka pada baris dan kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5% (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

g/tanaman dan pengurangan pupuk N-P-K sebesar 50% dari anjuran dapat dikatakan paling ideal untuk diaplikasikan. Hal ini disebabkan karena keberadaan pupuk Mikotricho, yaitu pada dosis 10 g/ tanaman mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman bawang merah untuk pembentukan umbi dibandingkan dengan dosis pupuk Mikotricho yang lebih tinggi, yaitu 30 g dan 50 g/tanaman. Menurut Saleh & Atmaja (2017), bobot umbi per tanaman cenderung menurun ketika dosis cendawan mikoriza arbuskula (CMA) ditingkatkan dari 10 g menjadi 15 g per tanaman. Hal ini kemungkinan akibat populasi jamur meningkatkan kolonisasi dalam akar yang kemudian bersaing dalam memanfaatkan karbohidrat dalam tanaman bawang merah.

Bobot Umbi Kering Per Petak Efektif (g/0,64 m²)

Aplikasi pupuk Mikotricho dan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran berpengaruh nyata terhadap bobot umbi kering per petak efektif

Bobot umbi setiap petak merupakan indikator hasil per satuan luas lahan. Pengurangan pupuk N-P-K 0% dari anjuran (sesuai dosis anjuran) menunjukkan hasil bawang merah paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa secara mandiri, pengurangan dosis pupuk N-P-K anjuran akan mengurangi pasokan hara N, P, dan K. Umbi bawang merah merupakan organ penyimpan cadangan makanan tanaman yang berupa lapisan-lapisan. Lapisan tersebut merupakan akumulasi karbohidrat dari proses fotosintesis tanaman yang dipengaruhi oleh unsur N, P, dan K. Nitrogen berperan dalam pembentukan protein dan klorofil yang dapat memengaruhi proses fotosintesis, sedangkan unsur P berperan dalam pembentukan ATP

Tabel 8. Pengaruh pengurangan dosis N-P-K dari anjuran terhadap bobot umbi kering per petak efektif (*The effect of NPK dose reduction from recommended on the bulb dry weight per effective plot*)

Perlakuan (Treatments)	Bobot umbi kering per petak efektif (Bulb dry weight per effective plot), g
S0	448,7 b
S1	335,3 a
S2	293,2 a

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5% (*Number followed by the same letter was not significant difference at DMRT 0.05*)

dalam proses metabolisme tanaman, yang menurut Rizal (2017) untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar pada tanaman muda, serta agar daun tanaman tidak menguning. Unsur K membantu dalam penimbunan karbohidrat hasil fotosintesis ke dalam lapisan umbi bawang merah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi pupuk Mikotricho secara mandiri berpengaruh meningkatkan jumlah daun (11,4%) dan bobot tanaman segar (49,1%) bawang merah yang memberikan efek linier positif, dengan dosis terbaik adalah 50 g/tanaman. Hasil umbi per rumpun dan per petak efektif (0,64 m²) dosis pupuk Mikotricho 10 g, 30 g, dan 50 g/tanaman tidak berbeda.

Aplikasi pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran secara mandiri berpengaruh terhadap jumlah anakan dan bobot tanaman segar tanaman bawang merah yang memberikan efek linier negatif, namun pengurangan 25% dosis N-P-K dari anjuran dapat dipilih.

Pengaruh interaksi penggunaan pupuk Mikotricho dengan pengurangan dosis pupuk N-P-K dari anjuran terjadi pada kehijauan daun dan luas daun. Pemberian pupuk Mikotricho dosis 10 g hingga 30 g/tanaman dengan pengurangan dosis pupuk N-P-K 25 hingga 50% dari rekomendasi mampu meningkatkan kehijauan daun dan luas daun tanaman bawang merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristek Dikti, yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Penelitian Terapan tahun 2019 dan Rektor Unsoed yang telah

membantu pelaksanaan penelitian ini dan Ketua LPPM Unsoed Dekan Fakultas Pertanian Unsoed yang telah memberikan ijin penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiyoga, W 1999, 'Pola pertumbuhan produksi beberapa jenis sayuran di Indonesia', *J. Hort.*, vol. 9, no. 3, pp. 258–265.
2. Balitsa 2018, *Bawang merah varietas Bima Brebes*, diakses 10 Juni 2020, <<http://balitsa.litbang.pertanian.go.id/>>.
3. Buntoro, BH, Rogomulyo, R & Trisnowati, S 2014, 'Pengaruh takaran pupuk kandang dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan hasil temu putih (*Curcuma zedoaria* L.)', *Vegetalika*, vol. 3, no. 4, pp. 29–39.
4. Damanik, SA & Suryanto, A 2018, 'Efektivitas penggunaan mikoriza dan PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) terhadap tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada pipa PVC sistem vertikultur', *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 6, no. 4, pp. 635–641.
5. Daras, U, Trisilawati, O & Sobari, I 2013, 'Pengaruh mikoriza dan amelioran terhadap pertumbuhan benih kopi', *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, vol. 4, no. 2, pp. 145–156.
6. Gusnawaty, HS, Taufik, M, Triana, L & Asniah 2014, 'Karakterisasi morfologis *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara', *Jurnal Agroteknos*, vol. 4, no. 2, pp. 88–94.
7. Gusta, AR, Rofiq, M & Fatahillah, F 2018, 'Efektivitas pupuk hayati (inokulan cendawan mikoriza arbuskula dan *Trichoderma*) dan pupuk P pada karakter fisiologis, pertumbuhan dan produksi nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)', in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pertanian*, (September), pp. 79-83, DOI:10.25181/prosemnas.v010.734.
8. Harahap, LH, Hanafiah, AS & Guchi, H 2018, 'Efektifitas pemberian mikoriza terhadap serapan hara N dan P tanaman karet (*Hevea brassiliensis* Muell. Arg.) pada lahan dengan cekaman ke keringan yang telah diberi bahan organik di Desa Aek Godang Kecamatan Hulu Sihapas Kabupaten Padang Lawas Utara', *Jurnal Online Agroekoteknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 167–173.
9. Irawan, D, Idwar, I & Murniati, M 2017, 'Pengaruh pemupukan N, P dan terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) varietas Bima Brebes dan Thailand di tanah Ultisol', *JOM Faperta*, vol. 4, No. 1, pp 1-14.
10. Istina, IN 2016, 'Peningkatan produksi bawang merah melalui teknik pemupukan NPK', *Jurnal Agro*, vol. 3, no. 1, pp. 36–42.
11. Lehar, L 2017, 'Pengujian pupuk organik agen hayati (*Trichoderma* sp.) terhadap pertumbuhan kentang (*Solanum tuberosum* L.)', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 12, no. 2.
12. Lele, OK, Rai, IN & Suada IK 2018, 'Uji efektifitas endomikoriza indigenus terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.)', *AGROTOP*, vol. 8, no. 1, pp. 20–27.
13. Marwani, E, Suryatmana, P, Kerana, IW, Puspanikan, DL, Setiawati, MR & Manurung, R 2013, 'Peran mikoriza vesikular arbuskular dalam penyerapan nutrisi, pertumbuhan, dan kadar minyak jarak (*Jatropha curcas* L.)', *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, vol. 15, no. 1, pp. 1–7.
14. Mehran, M, Kesumawaty, E & Sufardi, S 2016, 'Pertumbuhan dan hasil beberapa varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah aluvial akibat pemberian berbagai dosis pupuk NPK', *Jurnal Floratek*, vol. 11, no. 2, pp. 117–133.
15. Napitupulu, D & Winarto, L 2010, 'Pengaruh pemberian pupuk N dan K terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah', *J. Hort.*, vol. 20, no. 1.
16. Nurahmi, E, Susanna, S & Sriwati, R 2012, 'Pengaruh *Trichoderma* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit kakao, tomat, dan kedelai', *Jurnal Floratek*, vol. 7, no. 1, pp. 57–65.
17. Poulton, JL, Koide, RT & Stephenson, AG 2001, 'Effects of mycorrhizal infection and soil phosphorus availability on in vitro and in vivo pollen performance in *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae)', *American Journal of Botany*, vol. 88, no. 10, pp. 1786–1793.
18. Pramasari, HE, Wardiyati, T & Nawawi, M 2016, 'Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.)', *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 4, no. 1.
19. Rahmadona, L, Fariyanti, A & Burhanuddin 2017, 'Dayasaing komoditas bawang merah di Kabupaten Majalengka, Jawa Barat', *Jurnal Hortikultura Indonesia*, vol. 8, no. 2, pp. 128–135.
20. Rizal, S 2017, 'Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang ditanam secara hidroponik', *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 14, no. 1, pp. 38-44.
21. Rizkiaditama, D, Purwanti, E & Muizzudin, 2017, 'Analisis kadar klorofil pada pohon angsa (*Pterocarpus indicus* Willd.) di kawasan Ngoro Industri Persada (NIP) Ngoro Mojokerto sebagai sumber belajar biologi', *Prosiding Seminar Nasional III Prodi Pendidikan Biologi-FKIP Bekerjasama dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK)*, Universitas Muhammadiyah Malang, 29 April 2017.
22. Saleh, I & Atmaja, I 2017, 'Efektivitas inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) terhadap produksi bawang merah dengan teknik pengairan berbeda', *Jurnal. Hortikultura Indonesia*, vol. 8, no. 2, pp. 120–127.
23. Sarjani, AS, Palupi, ER, Suhartanto, MR & Purwanto, YA 2018, 'Pengaruh suhu ruang simpan dan perlakuan pasca penyimpanan terhadap mutu dan produktivitas umbi benih bawang merah (*Allium cepa* L. group *Aggregatum*)', *Jurnal Hortikultura Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 111–121.
24. Sumarni, N, Rosliani, R, Basuki, RS & Hilman, Y 2013, 'Respons tanaman bawang merah terhadap pemupukan fosfat pada beberapa tingkat kesuburan lahan (Status P-Tanah)', *J. Hort.*, vol. 22, no. 2, pp. 130–138.
25. Suryani, R 2017, 'Respon tanaman bawang merah terhadap cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada cekaman kekeringan di tanah gambut', *PedonTropika*, vol. 3, no. 1, pp. 69–78.
26. Yogaswara, Y, Suharjo, R, Ratih, S & Ginting, C 2020, 'Uji kemampuan isolat jamur *Trichoderma* spp. sebagai antagonis *Ganoderma boninense* dan *plant growth promoting fungi*' (PGPF)', *J. Agrotek Tropika*, vol. 8, no. 2, pp. 235–246.
27. Yusriadi, Y, Patadungan, YS & Hasanah, U 2017, 'Kepadatan dan keragaman spora fungi mikoriza arbuskula pada daerah perakaran beberapa tanaman pangan di lahan pertanian Desa Sidera', *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, vol. 25, no. 1, pp. 64–73.
28. Yuwono, NW 2009, 'Membangun kesuburan tanah di lahan marginal', *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 137–141.