

The Inoculation Effect Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Phosphate Fertilization to Increase Cherry Tomato Production

Ardhia Dwi Cahyani ^{*)}, Dwi Retno Lukiwati, Eny Fuskhah
Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University
Tembalang Campus, Semarang 50275 – Indonesia

^{*)}Corresponding E-mail : ardhiadwicahyani@gmail.com

ABSTRACT

One of phosphate (P) fertilizer i.e. SP-36 is expensive and can be obtained by rock phosphate (RP). Rock phosphate combined with Vesicular Arbuscular Mycorrhizal fungus (VAM) could increase P availability. VAM consists of many species, so it is necessary to test the role of VAM species on cherry tomato plant. This study aims to examine the effect of VAM species and phosphate fertilization to improve cherry tomato production. The research use a Completely Randomized Design (CRD) which consisted of two factors with three replications. The first factor is the phosphate fertilization (P0= without P fertilizer, P1= SP-36, P2= rock phosphate) and the second factor is VAM species (M0= control without mycorrhizae, M1= *Glomus etunicatum*, M2= *Glomus fasciculatum*, M3= double inoculation of *G. etunicatum* and *G. fasciculatum*). The results show that mycorrhizae inoculation increases plant height, fruit number, fruit weight and accelerates flowering age compared to without inoculation. BP fertilization increases fruit weight. BP+CMA produces number of fruit equivalent to SP-36+CMA. BP+*G. etunicatum* treatment significantly increases fruit weight compared to SP-36+*G. etunicatum*. *G. etunicatum* inoculation gives the highest fruit weight compared to other inoculation.

Keywords: CMA, *G. etunicatum*, *G. fasciculatum*, P fertilizer

PENDAHULUAN

Tomat ceri (*Solanum lycopersicum* var. red cherry) merupakan komoditas hortikultura yang diminati karena mengandung zat gizi yang diperlukan bagi tubuh misalnya potasium, likopen, vitamin A, C dan K serta serat (Dhaniapuri dan Irawati, 2018). Produktivitas tomat dalam negeri 15,75 ton/ha dengan potensi sebesar 45,7 – 80,0 ton/ha (Kementan, 2012). Produksi tomat di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 992.780 ton (Dirjen hortikultura, 2015), tetapi masih impor 11 ton (Pusdatin, 2014). Permintaan dalam negeri untuk komoditas tomat ceri lebih besar daripada kemampuan produksi nasional.

Produksi tomat ceri dapat ditingkatkan dengan penggunaan pupuk dan salah satunya adalah fosfat anorganik (SP-36). Kelemahan pupuk P anorganik yaitu harganya mahal dan tidak ramah lingkungan. Pupuk P anorganik dapat disubstitusi dengan pupuk P alam, yaitu

batuan fosfat (BP) dengan penerapan teknologi cendawan mikoriza.

Keunggulan batuan fosfat dibanding pupuk P anorganik, yaitu harganya lebih murah dan merupakan hasil alam sehingga ramah lingkungan. Batuan fosfat juga merupakan bahan baku untuk pembuatan pupuk P anorganik. Batuan fosfat bersifat lambat tersedia dan ketersediaan P batuan fosfat dapat ditingkatkan dengan bantuan cendawan mikoriza arbuskular (CMA). Penggunaan CMA yang bersimbiosis dengan tanaman dapat memecah ikatan P batuan fosfat sehingga ketersediaannya meningkat.

Cendawan mikoriza merupakan mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk kepentingan pertanian dan sudah terdapat studi mengenai manfaat cendawan mikoriza. Penelitian Rokhminarsi *et al.* (2007) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza berpengaruh pada jumlah buah per tanaman. Gunadi dan Subhan (2007)

menyatakan bahwa inokulasi cendawan mikoriza mampu meningkatkan jumlah bunga per tanaman, tinggi tanaman, berat kering dan ketersediaan unsur P pada tanah dibandingkan tanpa inokulasi mikoriza. Cendawan mikoriza meningkatkan ketersediaan fosfat dari BP dengan menghasilkan enzim fosfatase yang mengubah fosfat organik menjadi fosfat bebas sehingga tersedia untuk tanaman. Simbiosis akan terjadi jika cendawan mikoriza dan akar tanaman inang kompatibel. Kesesuaian antara tanaman inang dan cendawan mikoriza bergantung pada spesies mikoriza. Hal tersebut menyebabkan perlunya penelitian untuk melengkapi informasi mengenai kesesuaian cendawan mikoriza spesies *Glomus etunicatum* dan *Glomus fasciculatum* pada tanaman, khususnya pada pertumbuhan dan produksi tomat ceri.

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji pengaruh inokulasi cendawan mikoriza dan pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tomat ceri. Manfaat penelitian adalah melengkapi informasi mengenai peran spesies CMA untuk meningkatkan ketersediaan P dan memberikan solusi alternatif penggunaan batuan fosfat dengan inokulasi cendawan mikoriza yang tepat untuk menekan penggunaan pupuk SP-36 dalam budidaya tomat ceri.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan tanggal 28 Maret sampai 1 Oktober 2019 di *screen house* Kebun Percobaan Balai Pengkajian Teknologi (BPTP) Jawa Tengah dan laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Tabel 1. Hasil Analisis Media Tanam dan Batuan Fosfat

Bahan penelitian yang digunakan adalah benih tomat ceri varietas *red cherry*, campuran tanah dan pupuk kandang ayam (1:1) sebagai media tanam, Inokulum *G. etunicatum* dan *G. fasciculatum*, batuan fosfat serta beberapa macam pupuk yaitu ZA, SP-36 dan KCl. Alat penelitian yang digunakan adalah pH meter, timbangan analitik, alat-alat gelas kimia, spektrofotometer UV-VIS, termometer dan kamera serta peralatan laboratorium lainnya.

Penelitian dilakukan di dalam pot percobaan dengan ukuran 40 x 40 cm. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Terdiri dari 2 faktor yaitu sumber fosfat (P0 : tanpa pupuk P, P1 : SP-36 dan P2 : batuan fosfat) dan spesies CMA (M0 : kontrol tanpa mikoriza, M1 : *G. etunicatum*, M2 : *G. fasciculatum*, dan M3 = inokulasi ganda *G. etunicatum* dan *G. fasciculatum*). Data diuji dengan Anova, apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%.

Persiapan penelitian dilakukan dengan kegiatan persiapan bahan dan alat penelitian, inokulum CMA, media tanam tomat ceri dan sterilisasi media tanam. Media tanam tomat ceri telah disterilisasi dengan metode uap panas pada suhu 100 °C selama 2 jam dan dilanjutkan analisis kandungan N, P, K, bahan organik dan pH media. Media tanam steril sebanyak 10 kg dimasukkan ke dalam pot diameter 40 cm dan tinggi 40 cm. Analisis kandungan N, P dan K juga dilakukan pada batuan fosfat. Hasil analisis media tanam tercantum pada Tabel 1.

Unsur	Nilai	Kategori*
N media tanam	0,56%	Sedang
P total media tanam	0,90%	Sangat rendah
K media tanam	0,69%	Sangat rendah
C-organik media tanam	8,29%	Sangat tinggi
pH media tanam	8	Agak alkalis

Keterangan : * Balai Penelitian Tanah, 2009.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan kegiatan penanaman, inokulasi CMA, pemupukan dan pemeliharaan. Inokulum CMA diberikan sebanyak 50 g setiap pot (populasi sekitar 100 spora/10 g). Benih kemudian ditanam masing-masing tiga per pot, selanjutnya hanya satu tanaman yang dipelihara sampai panen. Pemupukan dilakukan dengan dosis 135 kg N/ha (19,28 g ZA/pot), 75 kg P₂O₅/ha (6,25 g SP-36/pot) dan 110 kg K₂O/ha (5,5 g KCl/pot). Batuan fosfat diberikan sebanyak 16,19 g/pot. Hasil analisis BP mengandung N (0,12%), P total (13,90%) dan K (0,02%). Pemupukan KCl, SP-36 dan batuan fosfat dilakukan sekali yaitu ditanamkan pada saat tanam, sedangkan pemupukan N dilakukan saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam (HST). Pupuk KCl dan ZA diberikan pada semua pot sebagai pupuk dasar, sedangkan pupuk SP-36 dan batuan fosfat sebagai perlakuan. Kegiatan pemeliharaan mencakup pengendalian hama, pemasangan ajir dan penyiraman. Pemasangan ajir dilakukan pada umur 33 HST, sedangkan pengendalian hama dilakukan apabila diperlukan. Penyiraman tanaman dilakukan sehari sekali sampai dengan panen.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada semua unit percobaan dengan parameter yang diamati berupa:

1. Bobot buah segar (g/tanaman), ditimbang menggunakan timbangan analitik dari panen pertama sampai terakhir.
2. Jumlah buah (buah/tanaman), dihitung per tanaman. Tomat ceri dipanen pertama kali umur 93 HST ketika sudah berwarna merah dan pada saat panen terakhir semua buah yang tersisa dipetik.
3. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi menggunakan meteran, dilakukan saat minggu pertama sampai ke-17.
4. Umur berbunga, dihitung saat bunga pertama muncul pada tiap tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk fosfat, inokulasi CMA dan interaksi perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot buah tomat ceri. Hasil DMRT pada perlakuan pupuk P, inokulasi CMA dan interaksi perlakuan terhadap bobot buah tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Bobot Buah Tanaman Tomat Ceri pada Pemupukan Fosfat dan Inokulasi Spesies CMA

Pupuk Fosfat	Inokulasi CMA				Rata-rata
	M0 (Tanpa)	M1 (<i>G. etunicatum</i>)	M2 (<i>G. fasciculatum</i>)	M3 (Inokulasi ganda)	
	------(g/tanaman)-----				
P0 (Tanpa)	15,92 ^e	44,27 ^a	16,14 ^e	19,61 ^e	23,98 ^b
P1 (SP-36)	20,58 ^e	30,48 ^d	8,61 ^f	37,19 ^{bc}	24,22 ^b
P2 (BP)	34,85 ^{cd}	42,88 ^a	7,80 ^f	40,00 ^{ab}	31,38 ^a
Rata-rata	23,78 ^c	39,21 ^a	10,85 ^d	32,27 ^b	

Keterangan: superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama serta matriks interaksi menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Perlakuan batuan fosfat dengan inokulasi *G. etunicatum* dapat meningkatkan bobot buah tanaman tomat dibanding tanpa pemupukan P + tanpa inokulasi, pemupukan SP-36 + tanpa inokulasi dan SP-36 + inokulasi ganda. Perlakuan batuan fosfat + *G. etunicatum* berbeda tidak nyata dengan perlakuan tanpa pupuk P + *G. etunicatum* pada parameter bobot buah. Inokulasi *G. etunicatum* berpengaruh nyata meningkatkan bobot buah tomat ceri, hal ini menunjukkan bahwa inokulasi *G. etunicatum* pada tanaman sudah mampu menyediakan unsur hara terutama P dari batuan fosfat untuk pembentukan buah. Hal ini sejalan dengan penelitian Ortas (2010) bahwa *G. etunicatum* mampu meningkatkan produktivitas tanaman dibanding dengan *G. mosseae*. Permatasari dan Nurhidayati (2014) menyatakan bahwa CMA mensintesis enzim fosfatase yang mampu mengkatalis proses hidrolisis fosfat kompleks yang tidak tersedia menjadi tersedia dan dapat diserap akar tanaman. Unsur P ini akan memacu metabolisme tanaman untuk pembentukan buah. Menurut Meylia dan Koesriharti (2018) ketersediaan P akan membantu penyerapan hara K yang berpengaruh dalam memperbaiki kualitas buah. Neliyati (2012) menyatakan bahwa unsur K membantu transfer fotosintat

dari daun menuju akar. Fotosintat menyediakan energi untuk pertumbuhan akar dan perkembangan ukuran buah, sehingga bobot buah tomat bertambah.

Perlakuan batuan fosfat + *G. etunicatum* nyata lebih tinggi ($P < 0,05$) dibanding SP-36 tanpa inokulasi CMA pada parameter bobot buah tomat ceri. Hal ini sejalan dengan penelitian Rokhminarsi *et al.* (2007) bahwa tanpa inokulasi CMA bobot buah tomat ceri lebih rendah dibanding dengan inokulasi. Nzanza (2011) menyatakan bahwa tomat merupakan tanaman yang sangat bergantung pada simbiosis dengan CMA. Pemupukan P pada tanaman berupa SP-36 secara langsung akan meningkatkan unsur P tersedia, sedangkan menurut Rizvi *et al.* (2015) peningkatan hara P dapat menurunkan permeabilitas membran yang akan menurunkan senyawa eksudat akar. Senyawa eksudat akar yang menurun akan menurunkan efektivitas CMA di akar. Menurunnya efektivitas CMA di akar tomat akan berdampak pada menurunnya bobot buah dikarenakan berkurangnya serapan unsur hara yaitu N, P, K dan hara mikro oleh hifa eksternal, selain itu serapan air oleh tanaman juga akan menurun. Keunggulan batuan fosfat dalam meningkatkan bobot buah dibanding SP-36

adalah BP mengandung unsur hara Ca (Ridwan, 2011), K dan N yang dapat digunakan dalam pembentukan buah, sedangkan pupuk SP-36 hanya mengandung P.

Perlakuan tanpa pupuk P + G. *etunicatum* nyata meningkatkan bobot buah tertinggi. Hal ini dapat terjadi karena rendahnya unsur P media tanam akan meningkatkan pengaruh *G. etunicatum* pada tanaman. *Glomus etunicatum* yang bersimbiosis dengan perakaran mampu meningkatkan produksi dan serapan P serta Zn (Pereira *et al.*, 2015). Serapan hara yang cukup dapat membantu perkembangan buah, sehingga bobot buah bertambah.

Bobot buah perlakuan SP-36 tanpa inokulasi lebih rendah dibanding BP tanpa inokulasi. Pupuk SP-36 merupakan sumber P larut air sehingga dapat langsung diserap akar tanaman untuk pembentukan buah. Bobot buah SP-36 yang lebih rendah dapat

disebabkan adanya kontaminasi pada perlakuan BP+tanpa inokulasi kemudian menyebabkan P dari BP tersedia untuk pembentukan buah. Menurut Lestariana dan Aulia (2019) kontaminasi pada media tanpa inokulasi dapat terjadi jika proses sterilisasi tidak efektif atau terkontaminasi oleh spora CMA lingkungan sekitar. Proses sterilisasi yang tidak efektif menyebabkan CMA indigenous masih mampu menginfeksi dan mengkoloni perakaran tanaman.

Jumlah Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah buah, sedangkan perlakuan inokulasi CMA dan interaksi perlakuan berpengaruh nyata terhadap jumlah buah tomat ceri (P<0,05). Hasil DMRT pada perlakuan inokulasi CMA dan interaksi perlakuan terhadap jumlah buah tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Buah Tanaman Tomat Ceri pada Pemupukan Fosfat dan Inokulasi Spesies CMA

Pupuk Fosfat	Inokulasi CMA				Rata-rata
	M0 (Tanpa)	M1 (<i>G. etunicatum</i>)	M2 (<i>G. fasciculatum</i>)	M3 (Inokulasi ganda)	
	------(buah/tanaman)-----				
P0 (Tanpa)	3,33 ^{de}	7,00 ^a	4,00 ^{bcd}	4,33 ^{abc}	4,67
P1 (SP-36)	4,00 ^{cd}	6,67 ^{ab}	2,33 ^{ef}	5,67 ^{ab}	4,67
P2 (BP)	7,00 ^a	6,67 ^{ab}	1,67 ^f	7,00 ^a	5,59
Rata-rata	4,78 ^b	6,78 ^a	2,67 ^c	5,67 ^{ab}	

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama dan matriks interaksi menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Perlakuan BP dengan inokulasi *G. etunicatum* dan inokulasi ganda mampu meningkatkan jumlah buah tanaman tomat ceri dibanding tanpa pemupukan P + tanpa inokulasi. Perlakuan batuan fosfat + *G. etunicatum* berbeda tidak nyata dengan pemupukan SP-36 + *G. etunicatum*. Hasil penelitian ini

menunjukkan *G. etunicatum* merupakan spesies CMA yang cocok dan mampu meningkatkan jumlah buah tomat ceri. Hal ini sejalan dengan penelitian Cofcewicz *et al.* (2001) bahwa inokulasi *G. etunicatum* pada tanaman tomat memberikan hasil jumlah buah dan bobot kering buah lebih tinggi dibanding

Gigaspora. Jumlah buah yang meningkat dapat dipengaruhi oleh kemampuan CMA menyediakan hara P. Menurut Rengganis *et al.* (2014) CMA dapat memacu ketersediaan P untuk tanaman karena mampu menghasilkan enzim fosfatase yang memecah ikatan P pada batuan fosfat. Hadianur *et al.* (2016) menambahkan kolonisasi CMA meningkatkan serapan P karena memiliki hifa dan enzim fosfatase yang mengkatalis hidrolisis ikatan fosfat dari semula tidak tersedia menjadi tersedia.

Jumlah buah perlakuan BP + *G. etunicatum* setara dengan SP-36 + *G. etunicatum* demikian juga dengan BP + *G. fasciculatum* setara SP-36 + *G. fasciculatum*, namun inokulasi *G. etunicatum* nyata meningkatkan jumlah buah lebih tinggi dibanding *G. fasciculatum*. Menurut Hadianur *et al.* (2016) unsur P penting dalam proses fotosintesis dan metabolisme energi dalam sel, terutama sebagai penyimpan dan transfer energi di dalam proses biokimia tanaman. Chandel *et al.* (2017) menambahkan peningkatan unsur P pada jaringan tanaman akan meningkatkan pembentukan asam nukleat dan pembelahan sel, sebagai hasilnya terjadi peningkatan jumlah buah tomat.

Jumlah buah pada perlakuan tanpa pupuk P + *G. etunicatum* berbeda tidak nyata dengan perlakuan BP + *G. etunicatum*. Hal ini dapat terjadi karena *G. etunicatum* telah mampu menyediakan unsur yang dibutuhkan tanaman terutama P dari media tanam, sehingga berdampak positif pada jumlah buah. Hal ini sejalan dengan penelitian Rokhminarsi *et al.* (2007) bahwa jumlah buah tomat ceri setara antara perlakuan tanpa inokulasi CMA pada pemupukan P dan N sesuai rekomendasi dengan inokulasi CMA + pengurangan pupuk

N dan P sebesar 30%. Rizvi *et al.* (2015) menambahkan bahwa tanaman dengan CMA dapat memanfaatkan unsur hara tidak tersedia dalam tanah dibanding tanpa inokulasi, selain itu juga meningkatkan translokasi aktif mineral karena terdapat hifa eksternal.

Perlakuan BP + tanpa inokulasi nyata paling tinggi dalam menghasilkan jumlah buah tomat ceri. Pemupukan BP + tanpa inokulasi seharusnya tidak mampu menghasilkan jumlah buah setara SP-36 + inokulasi *G. etunicatum*, hal ini dikarenakan BP merupakan sumber hara P yang tidak tersedia. Unsur hara P yang berasal dari BP memerlukan CMA supaya tersedia dan dapat diserap akar tanaman. Jumlah buah yang banyak dapat terjadi karena respon tanaman tomat ceri akan kekurangan atau kahat unsur hara. Tanaman yang kekurangan hara akan menghasilkan bunga sebagai bentuk mempertahankan kelangsungan generasinya. Buah yang dihasilkan karena kahat hara akan kecil dan bobotnya rendah. Hal ini terbukti bahwa jumlah buah yang banyak tidak diimbangi oleh bobot buah yang tinggi pula (Tabel 2). Menurut Maimunah *et al.* (2018) cekaman berupa kekurangan hara mampu menghasilkan bunga sebagai bentuk tanaman dalam menyelesaikan siklus hidupnya, tetapi produksi yang dihasilkan rendah.

Umur Berbunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga, interaksi perlakuan dan inokulasi CMA berpengaruh nyata terhadap umur berbunga tomat ceri ($P < 0,05$). Hasil DMRT pada perlakuan pupuk fosfat dan interaksi perlakuan terhadap umur berbunga tanaman tomat ceri tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Umur Berbunga Tanaman Tomat Ceri pada Pemupukan Fosfat dan Inokulasi Spesies CMA

Pupuk Fosfat	Inokulasi CMA				Rata-rata
	M0 (Tanpa)	M1 (<i>G. etunicatum</i>)	M2 (<i>G. fasciculatum</i>) (HST)	M3 (Inokulasi ganda)	
P0 (Tanpa)	47,67 ^b	40,00 ^c	36,00 ^{cde}	36,67 ^{cde}	40,08
P1 (SP-36)	52,33 ^a	35,33 ^{de}	38,67 ^{cd}	35,33 ^{de}	40,42
P2 (BP)	50,00 ^{ab}	34,00 ^e	40,33 ^c	36,33 ^{cde}	40,17
Rata-rata	50,00 ^a	36,44 ^b	38,33 ^b	36,11 ^b	

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama dan matriks interaksi menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Umur berbunga SP-36 dengan *G. etunicatum* dan inokulasi ganda nyata paling cepat dan berbeda tidak nyata dibanding batuan fosfat dengan inokulasi *G. etunicatum* dan inokulasi ganda. Batuan fosfat dengan inokulasi *G. etunicatum* dan inokulasi ganda menghasilkan umur berbunga nyata lebih cepat dibanding tanpa inokulasi dan BP dengan *G. fasciculatum*. Umur berbunga SP-36 dengan CMA nyata paling cepat dalam membentuk bunga karena SP-36 merupakan sumber P larut air sehingga dapat langsung dimanfaatkan tanaman, selain itu inokulasi CMA ikut berperan dalam penyerapan P untuk pembentukan bunga. Menurut Yudha *et al.* (2014) CMA aktif membantu penyerapan P terutama pada fase generatif, sehingga memperbesar kemungkinan terbentuk bunga. Menurut Budi *et al.* (2015) CMA meningkatkan penyerapan unsur hara N, P, K, Ca, Mg dan unsur hara mikro lain. Unsur hara yang diserap tanaman tomat ceri akan membantu pembentukan bunga. Hal ini sesuai dengan penelitian Chandel *et al.* (2017) bahwa umur berbunga tomat yang cepat disebabkan kecukupan hara tanaman.

Umur berbunga BP dengan *G. etunicatum* dan inokulasi ganda berbeda tidak

nyata dengan SP-36+*G. etunicatum* dan inokulasi ganda. Hal ini karena unsur P pada batuan fosfat menjadi tersedia dengan adanya inokulasi CMA yang dapat digunakan untuk pembentukan bunga. Menurut Jamilah *et al.* (2016) CMA mampu meningkatkan ketersediaan P terikat dengan cara menghasilkan enzim fosfatase. Pemanfaatan BP sebagai pupuk perlu diperhatikan ketersediaannya karena sifatnya *slow release* jika dibanding SP-36 (Kuswandi dan Sugiyarto, 2015), selain itu sifat BP tidak larut air (Winata *et al.*, 2014) sehingga memerlukan bantuan CMA supaya tersedia.

Umur berbunga BP dengan inokulasi *G. etunicatum* dan inokulasi ganda nyata lebih cepat dibanding tanpa inokulasi CMA dan perlakuan BP+*G. fasciculatum*. Hal ini sejalan dengan penelitian Ortas *et al.* (2013) bahwa *G. etunicatum* menyebabkan tomat mampu berbunga 6 hari lebih awal. Selain itu inokulasi ganda spesies CMA akan memberikan keuntungan lebih karena masing-masing spesies berperan dalam membantu pembentukan bunga. Menurut Salvioli *et al.* (2012) inokulasi CMA mempercepat umur berbunga tomat 4 hari lebih awal dibanding tanaman tanpa inokulasi, hal ini karena

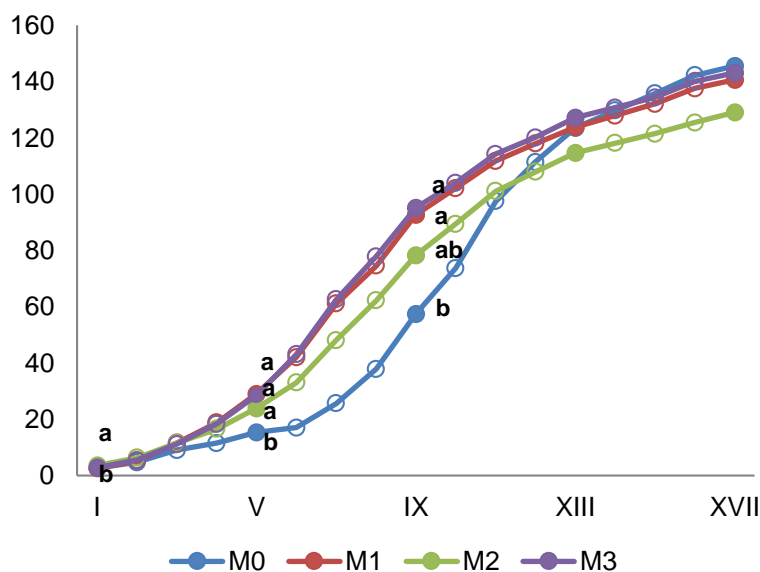
peningkatan unsur hara tanaman memaksa meristem vegetatif berkembang ke arah pembungaan. Perlakuan BP dengan *G. fasciculatum* memberikan hasil umur berbunga nyata lebih lama dibanding BP dengan *G. etunicatum*, hal ini dapat terjadi karena *G. fasciculatum* belum mampu menyediakan unsur hara terutama P dibanding inokulasi *G. etunicatum*. Selain itu interaksi fisiologis spesies CMA dengan tanaman inang berbeda, akibatnya terjadi perbedaan pada respon pertumbuhan dan produksi tanaman (Rizvi *et al.*, 2015). Penelitian ini menunjukkan inokulasi *G. etunicatum* dan inokulasi ganda mempercepat umur berbunga tomat ceri 13 hari lebih awal dibanding tanpa inokulasi serta inokulasi *G. fasciculatum* 11 hari lebih awal dibanding tanpa inokulasi.

Umur berbunga yang cepat pada perlakuan tanpa pupuk P dengan *G. fasciculatum* dan ganda, SP-36 dengan *G.*

fasciculatum serta BP dengan *G. fasciculatum* tidak menghasilkan bobot buah yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh tanaman yang kekurangan hara terutama P karena CMA belum mampu menyediakan P terikat untuk tanaman. Tanaman yang kekurangan unsur hara cenderung mempercepat masa hidupnya dan menghasilkan bunga untuk melestarikan generasinya, tetapi hal ini berdampak pada rendahnya bobot (Tabel 2) dan kualitas buah yang dihasilkan.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, inokulasi CMA berpengaruh nyata ($P < 0,05$), tetapi tidak terdapat interaksi perlakuan secara nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil DMRT pada perlakuan inokulasi CMA terhadap parameter tinggi tanaman tomat ceri tercantum pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Tomat Ceri dengan Inokulasi CMA

Pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman tomat ceri. Menurut Wahyuni *et al.* (2013) tinggi tanaman pada pemupukan SP-36 dosis 250 kg/ha berbeda nyata dibanding tanpa pemupukan P (kontrol), sedangkan dosis lebih rendah berbeda tidak nyata dibanding kontrol. Pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman dapat diakibatkan karena dosis yang digunakan saat penelitian adalah 208 kg/ha. Penelitian Volpe *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa kekurangan unsur P pada fase awal dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Inokulasi CMA mempengaruhi tinggi tanaman pada fase vegetatif (minggu I – V) dan pembentukan bunga sampai terbentuk buah (minggu V – IX), tetapi saat buah mulai berkembang sampai matang (minggu IX – minggu XVII), CMA tidak lagi berpengaruh (Ilustrasi 1). Hal ini dikarenakan unsur hara misalnya N, P, K dan hara mikro lain yang disediakan oleh CMA akan terfokus pada proses pembentukan dan pengisian buah. Menurut Yudha *et al.* (2014) pada fase generatif tanaman akan mengalokasikan hasil fotosintesis ke pembentukan dan pemasakan buah, akibatnya CMA tidak memperoleh karbohidrat dari tanaman sehingga aktivitas CMA menurun. Gunadi dan Subhan (2007) menyatakan bahwa tinggi tanaman tomat dengan inokulasi CMA lebih tinggi dibanding tanpa inokulasi, tetapi tidak berlangsung sampai akhir masa tanam.

Respon tinggi tanaman terhadap inokulasi CMA berbeda di setiap minggu (Ilustrasi 1). Minggu I tinggi tanaman inokulasi *G. fasciculatum* nyata lebih tinggi ($P < 0,05$) dibanding tanpa inokulasi, inokulasi *G. etunicatum* dan ganda. Minggu IV sampai VIII tinggi tanaman inokulasi *G. etunicatum*, *G.*

fasciculatum dan inokulasi ganda nyata lebih tinggi dibanding tanpa inokulasi. Minggu IX tinggi tanaman inokulasi *G. etunicatum* dan ganda nyata lebih tinggi dibanding tanpa inokulasi, tetapi berbeda tidak nyata terhadap *G. fasciculatum*. Perlakuan *G. fasciculatum* juga berbeda tidak nyata terhadap tanpa inokulasi.

Inokulasi CMA nyata meningkatkan tinggi tanaman dibanding tanpa inokulasi. Hal ini karena simbiosis CMA dengan perakaran tanaman tomat ceri mampu membentuk hifa eksternal yang kemudian memperluas permukaan serapan air dan hara. Hifa eksternal yang terbentuk meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara makro serta mikro pada media tanam, sehingga kebutuhan hara menjadi terpenuhi. Hal ini sesuai dengan pendapat Chandel *et al.* (2017) bahwa inokulasi CMA meningkatkan tinggi tanaman tomat karena CMA mampu menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan tidak tersedia menjadi tersedia untuk tanaman tomat. Menurut Rizvi *et al.* (2015), CMA akan meningkatkan tinggi tanaman tomat 20 – 60 hari setelah inokulasi. Hal ini sejalan dengan penelitian, yaitu tinggi tanaman tomat dengan inokulasi CMA mengalami peningkatan dibanding tanpa inokulasi.

Tinggi tanaman tomat ceri inokulasi *G. fasciculatum* berbeda tidak nyata terhadap tanpa inokulasi, inokulasi ganda dan *G. etunicatum*. Hal ini dapat diakibatkan karena efektivitas dan kemampuan spora *G. fasciculatum* lebih rendah dibanding *G. etunicatum*. Menurut Ortas *et al.* (2013) *G. etunicatum* merupakan CMA yang kompatibel dengan tomat, selain itu *G. etunicatum* meningkatkan serapan hara terutama P lebih

tinggi dibanding CMA lain. Hamida dan Dewi (2015) menyatakan bahwa inokulasi *G. etunicatum* nyata meningkatkan tinggi tanaman karena mampu menyediakan hara dan air serta meningkatkan kandungan gibberelin untuk memacu pembelahan sel sehingga pertumbuhan batang lebih cepat. Gunadi dan Subhan (2007) menjelaskan bahwa efisiensi simbiosis yang rendah berakibat pada tidak ada atau rendahnya pengaruh CMA.

SIMPULAN DAN SARAN

Inokulasi CMA mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah buah, bobot buah dan mempercepat umur berbunga tanaman tomat ceri dibanding tanpa inokulasi. Pemupukan BP mampu meningkatkan bobot buah. Pemupukan BP + inokulasi memberikan hasil jumlah buah setara pemupukan SP-36 + CMA. Perlakuan BP + *G. etunicatum* meningkatkan bobot buah secara signifikan dibanding SP-36 + *G. etunicatum*. Inokulasi *G. etunicatum* memberikan bobot buah tertinggi dibanding perlakuan lain. Saran yang diberikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan beberapa spesies CMA lain untuk melihat respon tanaman tomat ceri terhadap inokulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Dwi Retno Lukiwati, M.S. dan Dr. Ir. Eny Fuskah, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan pengarahan kepada penulis sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak BPTP Jawa Tengah yang telah menerima penulis, memberikan fasilitas tempat penelitian dan saran selama masa penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [Dirjen Hortikultura] Direktorat Jenderal Hortikultura. 2015. Statistik produksi hortikultura tahun 2014. Internet] [diunduh 2019 Februari 9] tersedia pada www.hortikultura.pertanian.go.id.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2012. Daftar keputusan Menteri Pertanian. Internet] [diunduh 2019 Februari 9] tersedia pada www.deptan.go.id.
- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2014. Outlook komoditi tomat. Internet] [diunduh 2019 Februari 9] tersedia pada www.epublikasi.setjen.pertanian.go.id.
- Budi, S. W., S. I. Purwanti, dan 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.
- Chandel, S. S., B. K. Singh, A. K. Singh, D. P. Moharana, A. Kumari dan A. Kumar. (2017). Response of various mycorrhizal strains on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Arka Vikas in relation to growth, yield, and quality attributes. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6 (6), 2381 – 2384.
- Cofcewicz, E. T., Carlos A. B. M., Carneiro, Regina M. D. G. dan Carlos R. P. (2001). Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus etunicatum* and *Gigaspora margarita* and root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in tomato. *Fitopatologia Brasileira*, 26 (1), 65 – 70.
- Dhaniaputri, R. dan H. Irawati. (2018). Pertumbuhan organ vegetatif tomat merah (*Lycopersicum esculentum*, L. var *commune*) dan tomat ungu (*Lycopersicum esculentum*, L. var *indigo rose*). *Jurnal Bioeduscience*, 2 (1), 88 – 95.
- Gunadi, N. dan Subhan. (2007). Respons tanaman tomat terhadap penggunaan jamur mikoriza di lahan marjinal. *Jurnal Hortikultura*, 17 (2), 138 – 149.

- Hadianur, H., S. Syafruddin dan E. Kesumawati. (2016). Pengaruh jenis fungi mikoriza arbuscular terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Jurnal Agrista, 20 (3), 126 – 134.
- Hamida, R. dan K. Dewi. (2015). Efektivitas mikoriza vesikular arbuskular dan 5-aminolevulinic acid terhadap pertumbuhan jagung Varietas Lokal Madura pada cekaman kekeringan. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, 34 (1), 61 – 67.
- Jamilah, M., Purnomowati dan U. Dwiputranto. (2016). Pertumbuhan cabai merah (*Capsicum annum* L.) pada tanah masam yang diinokulasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) campuran dan pupuk fosfat. Jurnal Biosfera, 33 (1), 37 – 45.
- Kuswandi, P. C. dan L. Sugiyarto. (2015). Aplikasi mikoriza pada media tanam dua varietas tomat untuk peningkatan produktivitas tanaman sayur pada kondisi cekaman kekeringan. Jurnal Sains Dasar, 4 (1), 17 – 22.
- Lestariana, D. S. dan M. P. Aulia. (2020). Respon kedelai hitam (*Glycine max* (L) merril) dengan inokulasi mikoriza pada berbagai taraf pemupukan anorganik di tanah regosol Boyolali. Jurnal Agriovet, 2 (1), 17 – 42.
- Maimunah, G. Rusmayadi dan B. F. Langai. (2018). Pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) di bawah kondisi cekaman kekeringan pada berbagai stadia tumbuh. EnviroScienteeae, 14 (3), 211 – 221.
- Meylia, R. D. dan K. Koesriharti. (2018). Pengaruh pemberian pupuk fosfor dan sumber kalium yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Jurnal Produksi Tanaman, 6 (8), 1934 – 1941.
- Neliyati. (2012). Pertumbuhan Hasil tanaman tomat pada beberapa dosis kompos sampah kota. Jurnal Agronomi, 10 (2), 93 – 97.
- Nzanza, B., D. Marais dan P. Soundy. (2011). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedling growth and development as influenced by *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi. African Journal of Microbiology Research, 5 (4), 425 – 431.
- Ortas, I. (2010). Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions. Spanish Journal of Agricultural Research, 8 (1), 116 – 122.
- Ortas, I., N. Sari, C. Akpinar, C. dan H. Yetisir. (2013). Selection of arbuscular mycorrhizal fungi species for tomato seedling growth, mycorrhizal dependency and nutrient uptake. European Journal of Horticultural Science, 78 (5), 209 – 218.
- Pereira, J. A. P., I. J. C. Vieira, M. S. M. Freitas, C. L. Prins, M. A. Martins dan R. Rodrigues. (2015). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on *Capsicum* spp. Journal of Agricultural Science, 154, 828 – 849.
- Permatasari A. D. dan T. Nurhidayati. (2014). Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan cabai rawit. Jurnal Sains dan Seni POMITS, 3 (2), 44 – 48.
- Rengganis, R. D., Y. Hasanah, dan N. Rahmawati. (2014). Peran fungi mikoriza arbuskula dan pupuk rock fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Jurnal Online Agroekoteknologi, 2 (3), 1087 – 1093.
- Ridwan, I. (2011). Pembuatan pupuk super fosfat dengan variasi diameter partikel batuan fosfat dan variasi konsentrasi asam sulfat. Jurnal Fluida, 7 (1), 36 – 40.
- Rizvi, R., J. Iqbal, I. Mahmood dan R. A. Ansari. (2015). Comparative efficacy of different arbuscular-mycorrhizal fungal spp. (AMF) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). e-

- Journal of Science and Technology, 10 (1), 13 – 26.
- Rokhminarsi, E., H. Hartati, dan S. Suwandi, S. (2007). Pertumbuhan dan hasil tomat ceri pada pemberian pupuk hayati mikoriza, azolla serta pengurangan pupuk N dan P. J. Penelitian dan Informasi Pertanian, 11 (2), 92 – 102.
- Salvioli, A., I. Zouari, M. Chalot dan P. Bonfante. (2012). The arbuscular mycorrhizal status has an impact on the transcriptome profile and amino acid composition of tomato fruit. BMC Plant Biology, 12 (1), 1 – 12.
- Volpe, V., W. Chitarra, P. Cascone, M. G. Volpe, P. Bartolini, G. Moneti, G. Pieraccini, C. D. Serio, B. Maserti, E. Guerrieri dan R. Balestrini. (2018). The association with two different arbuscular mycorrhizal fungi differently affects the water stress tolerance in tomato. Frontiers in plant science, 9, 1 – 16.
- Wahyuni, S., R. Linda dan S. Khotimah. (2013). Pengaruh inokulum jamur *glomus aggregatum* dan pupuk fosfat SP-36 terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) pada tanah gambut. Jurnal Protobiont, 2 (3), 152 – 156.
- Winata, N. A. S. H., D. R. Lukiwati dan E. D. Purbajanti. (2014). Kualitas biji sorgum manis varietas numbu dengan pemberian pupuk sumber fosfat yang berbeda. Agrivigor, 7 (1), 63 – 69.
- Yelianti, U., Kasli, M. Kasium dan E. F. Husin. (2009). Biodiversity of arbuskular mycorrhiza fungi (AMF) on potatoes rhizosphere and it potential as biofertilizer. Jurnal Sainstek, 12 (1), 59 – 64.
- Yudha, B. P. K., B. Hermiyanto, R. Soedradjad. (2014). Pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskula dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo. Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian, 1 (1), 1 – 5.