



PENGARUH KOMBINASI DOSIS MIKORIZA DAN PUPUK FOSFAT PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KUBIS BUNGA (*Brassica oleracea* var. *bortrytis* L.)

Jinny Aulia Rahmadini^{1*}, Endah Budi Irawati¹, Tutut Wirawati¹

¹Program Studi Agroteknologi Pertanian UPN Veteran Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283

Corresponding Author: jinyauliarahmadini@gmail.com

ABSTRAK

Kubis bunga adalah salah satu sayuran yang digemari oleh masyarakat karena mengandung mineral yang tinggi. Produksi kubis bunga masih belum dapat mencukupi kebutuhan sehingga diperlukan upaya untuk peningkatan produksinya. Tujuan penelitian ini untuk menentukan adanya dosis mikoriza dan pupuk fosfat yang terbaik untuk tanaman kubis bunga. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu dosis mikoriza yang dikombinasikan dengan pengurangan dosis pupuk fosfat. Data hasil pengamatan dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) 5% dan DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara kombinasi mikoriza dan pupuk fosfat pada tanaman kubis bunga dan kombinasi dosis 15 g/tanaman mikoriza dan 187.5 kg/ha pupuk fosfat secara nyata menunjukkan hasil yang lebih baik pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun umur 21 HST, 28 HST, dan 35 HST, diameter batang umur 28 HST dan 35 HST, volume akar, lingkaran bunga, bobot bunga dan daun per tanaman, dan indeks panen.

Kata kunci : kubis bunga, mikoriza, pupuk fosfat

ABSTRACT

EFFECT OF COMBINATION DOSES OF MYCORRHIZA AND PHOSPHATE FERTILIZER ON GROWTH AND YIELD OF CAULIFLOWER (*Brassica oleracea* var. *bortrytis* L.). Cauliflower is one of the vegetables that is in demand by the public because it contains high minerals. The production of cauliflower still cannot meet the needs so efforts are needed to increase its production. The purpose of this study was to determine the best dose of mycorrhiza and phosphate fertilizer for cauliflower plants. This study used a completely randomized design (CRD) with a single factor consisting of 7 treatments, namely the dose of mycorrhiza combined with a reduced dose of phosphate fertilizer. Observation data were analyzed with *Analysis of Variance* (ANOVA) 5% and DMRT at 5% level. The results showed that there was an effect between the combination of mycorrhiza and phosphate fertilizer on cauliflower plants and the combination of doses of 15 g/plant mycorrhiza and 187.5 kg/ha phosphate fertilizer significantly showed better result in the parameters of plant height and number of leaves at 21 HST, 28 HST, and 35 HST, stem diameter at 28 HST and 35 HST, root volume, flower circumference, flower and leaf weight per plant, and harvest index.

Keywords: cauliflower, mycorrhiza, phosphate fertilizer

PENDAHULUAN

Kubis bunga atau kembang kol (*Brassica oleracea* var. *bortrytis* L.) adalah salah satu sayuran yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Bagian yang biasa dimanfaatkan yaitu bunganya atau "curd". Kubis bunga bermanfaat untuk kesehatan karena mengandung vitamin dan mineral, sehingga kebutuhan akan sayuran ini meningkat. Kubis bunga adalah varietas dataran tinggi, tetapi seiring berkembangnya ilmu dan teknologi, saat ini telah ditemukan varietas kubis bunga dataran rendah, contohnya seperti varietas Diamond 40 F1, Mona, White Shot, Diamond Orient, dan PM 16 F1 (Listiana *et al.*, 2023).

Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 mencatat bahwa produksi kubis bunga pada tahun 2020 di Indonesia mencapai 204.238 ton, kemudian ditahun 2021 menurun menjadi 203.385 ton. Luas panen kubis bunga pada tahun 2021 di Indonesia mencapai 15.052 ha. Berdasarkan luas panen, produksi kubis bunga di Indonesia mencapai 13,5 ton/ha, hal ini menunjukkan bahwa produksi kubis bunga belum mencapai potensi yaitu 18-25 ton/ha.

Kesuburan tanah yang menurun dapat menyebabkan rendahnya produksi kubis bunga di Indonesia. Penurunan kesuburan tanah dapat disebabkan oleh penurunan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Winandha dan Mudji, 2020). Penurunan kesuburan tanah salah satunya dapat disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik. Pupuk anorganik dapat menyebabkan menurunnya kandungan bahan organik tanah, ketidakseimbangan unsur hara, mikrobiologi tanah menjadi sedikit, tanah menjadi masam, dan mengeras jika digunakan dalam jangka waktu yang lama (Mansyur *et al.*, 2021). Pemupukan menggunakan mikoriza dan pengurangan dosis pupuk anorganik P dapat menjadi salah satu solusi.

Mikoriza adalah jamur yang mampu melakukan simbiosis dengan akar tanaman dengan memberikan keuntungan pada keduanya. Peran positif mikoriza dalam tanaman dapat meningkatkan suplai hara bagi tanaman khususnya unsur P, penghalang biologis infeksi patogen akar, memperluas bidang serap akar sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman air. Mikoriza menghasilkan hifa eksternal yang mampu meningkatkan bidang serap tanaman (Adetya *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Serdani dan Widiatmanta (2019), menunjukkan pemberian mikoriza dengan dosis 10 g/tanaman pada tanaman sawi memberikan hasil yang terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman.

Unsur P dalam tanah bersifat *immobile* dan ketersediaannya cenderung rendah karena 15%-90% kompleks kation logam mengikat unsur P yang ditambahkan pada tanah, sehingga unsur P tidak dapat dimanfaatkan seluruhnya oleh tanaman. Unsur P diserap oleh Al dan Fe membentuk Al-P dan Fe-P pada tanah masam, sedangkan pada tanah basa Al diserap oleh Ca dan Mg sehingga membentuk Ca-P dan Mg-P. Efisiensi pemupukan fosfat yang rendah dapat menyebabkan petani seringkali meningkatkan takaran pupuk fosfat untuk memenuhi kebutuhan akan unsur hara tersebut. Pengurangan pupuk anorganik fosfat diperlukan karena penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan unsur P dalam tanah menjadi tinggi karena terakumulasi secara terus-menerus. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan mikoriza untuk melarutkan fosfat yang ada didalam tanah. Mikoriza menghasilkan enzim

fosfatase yang mampu mengubah fosfat yang awalnya tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjadi dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut penelitian Rokhminarsi *et al.* (2022), pemberian 20 g mikoriza + 20 g trichoderma dengan pengurangan 25% dosis pupuk anorganik (urea, SP-36, dan KCl) dari dosis yang direkomendasi menghasilkan massa bunga paling tinggi pada kubis bunga. Unsur P yang awalnya terikat dengan ion Al^{3+} , Fe^{2+} , dan Ca^{2+} dapat dilepas dengan bantuan enzim fosfatase sehingga unsur P dapat digunakan oleh tanaman (Liu *et al.*, 2013). Mikoriza yang dikombinasikan dengan pupuk fosfat diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kubis bunga.

METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2023 yang bertempat di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Kalurahan Wedomartani, Kapanewon Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Lokasi penelitian memiliki ketinggian sekitar \pm 104 m dpl dengan suhu $21^{\circ}C$ - $33^{\circ}C$ dan kelembaban \pm 65% sampai 80%. Curah hujan mencapai 133 mm per bulan. Bahan yang digunakan adalah benih kubis bunga varietas PM 126 F1, pupuk hayati mikoriza (Mycogrow), SP-36, Urea, KCl, tanah, pupuk kandang ayam, insektisida dengan bahan aktif lamda sihalotrin dan metomil, fungisida dengan bahan aktif propineb, dan air. Alat-alat yang digunakan yaitu *polybag* 40 cm x 40 cm, *polybag* semai 6 cm x 8 cm, nampan, sekop, cangkul, selang air, *sprayer*, *hand sprayer* timbangan digital, kamera, kertas label, penggaris, meteran, meteran kain, jangka sorong, dan alat tulis.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas satu faktor dengan 7 perlakuan, P0= Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (100% dosis rekomendasi pupuk fosfat), P1= 5 g/tanaman mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (75% dosis rekomendasi pupuk fosfat), P2= 5 g/tanaman mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (50% dosis rekomendasi pupuk fosfat), P3= 10 g/tanaman mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat fosfat (75% dosis rekomendasi pupuk fosfat), P4= 10 g/tanaman mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (50% dosis rekomendasi pupuk fosfat), P5= 15 g/tanaman mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat fosfat (75% dosis rekomendasi pupuk fosfat), dan P6= 15 g/tanaman mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (50% dosis rekomendasi pupuk fosfat). Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali. Penelitian dianalisis keragamannya menggunakan ANOVA 5% dan apabila terdapat beda nyata maka dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

Media tanam yang digunakan adalah pupuk kandang ayam dan tanah dengan perbandingan 1:1 kemudian dimasukkan ke dalam *polybag*. Benih kubis bunga varietas PM 126 F1 disemai di media pupuk kandang ayam dan tanah dengan perbandingan 1:1. Setiap *polybag* diisi satu benih kubis bunga. Saat tanaman berumur 20 HST, dilakukan pindah tanam dengan ciri-ciri terdapat 4-5 helai daun, seragam, sehat, dan bebas penyakit. Aplikasi mikoriza dilakukan saat pindah tanam dengan cara memasukkan ke lubang tanam dengan dosis sesuai perlakuan. Pupuk SP-36 diberikan seminggu sebelum pindah tanam, 10, 20, 34 HST dengan dosis sesuai dengan perlakuan. Pupuk urea dan KCl diberikan pada saat pindah tanam, 10, 20, 34 HST dosis 250

kg/ha Urea dan 200 kg/ha KCl. Pemeliharaan berupa penyiraman, penyulaman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, dan penutupan bunga. Pemanenan dilakukan saat umur 50 HST dengan ciri-ciri massa bunga (*curd*) telah mencapai ukuran maksimal, bentuknya sudah merekah, bunganya kompak, padat (permukaan atas bunga tidak rata), dan belum mekar. Pemanenan dilakukan dengan cara memotong batang beserta dengan 6 helai daun dibawah *curd*. Agar bunga masih segar, panen dilakukan pagi hari.

Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (cm), waktu berbunga (HST), volume akar (cm³), lingkar bunga (cm), bobot bunga dengan daun pertanaman (gram), dan indeks panen. Tinggi tanaman diukur pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan cara mengukur batang yang terlihat dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tertinggi menggunakan penggaris pada 5 tanaman sampel kemudian dirata-rata. Jumlah daun diukur pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan cara menghitung daun yang sudah membuka sempurna dari paling bawah sampai ujung tanaman pada 5 tanaman sampel kemudian dirata-rata. Diameter batang diukur pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan cara mengukur bagian batang yang berada 5 cm dari permukaan tanah pada 5 tanaman sampel menggunakan jangka sorong kemudian dirata-rata. Waktu berbunga dihitung dengan cara menghitung hari sejak tanaman ditanam sampai muncul bunga, dihitung 50% dari populasi tanaman per petak percobaan telah membentuk bunga. Volume akar diamati saat panen, bagian yang diamati yaitu pangkal akar sampai ujung akar yang telah dipotong dari batang tanaman. Pengamatan dilakukan dengan cara mencuci pangkal akar sampai ujung akar sampai bersih kemudian mengisi gelas ukur 1000 ml dengan 600 ml air. Akar yang sudah dicuci bersih lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai tenggelam seluruhnya. Selanjutnya, diamati selisih volume air saat akar dimasukkan dengan volume awal air. Lingkar bunga diukur saat panen dengan cara melilitkan meteran ke bunga kubis bunga pada 5 tanaman sampel kemudian dirata-rata. Bobot bunga dengan daun per tanaman ditimbang saat panen, bagian yang ditimbang adalah bunga dan batang sepanjang 10 cm dan 6 helai daun pada 5 tanaman sampel kemudian dirata-rata. Indeks panen dihitung dengan menimbang bobot segar kubis bunga secara ekonomis dan bobot segar kubis bunga secara biologis. Bobot segar kubis bunga secara ekonomis adalah bobot tanaman yang memiliki nilai jual, meliputi bunga dan batang sepanjang 10 cm. Sedangkan bobot segar biologis adalah bobot keseluruhan tanaman meliputi akar, daun, batang, dan bunga yang telah dibersihkan dari kotoran. Rumus indeks panen adalah bobot sefar kubis bunga secara ekonomis dibagi dengan bobot segar kubis bunga secara biologis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi mikoriza dan pupuk fosfat berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun umur 21, 28, dan 35 HST, diameter batang umur 28 dan 35 HST, volume akar, lingkar bunga, bobot bunga dengan daun per tanaman, bobot bunga tanpa daun per tanaman, dan indeks panen.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman Umur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (cm)

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	14HST	21HST	28HST	35 HST
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	8,80a	11,58c	14,99d	18,50d
5 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	8,78a	11,87bc	15,13cd	18,94bcd
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	8,70a	11,61c	15,12cd	18,55cd
10 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	8,81a	12,13bc	15,91bcd	19,76abc
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	8,85a	12,58ab	16,17abc	19,84ab
15 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	9,77a	13,36a	16,98a	20,75a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	9,80a	13,33a	16,83ab	20,43a
Rerata	9,07	12,35	15,87	19,54
KK	7%	4%	4%	9%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 1. menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi pada perlakuan P5 dan P6 daripada perlakuan P0, P1, P2, dan P3 pada umur 21 HST. Pada umur 28 HST, perlakuan P5 menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi daripada perlakuan P0, P1, P2, dan P3. Pada umur 35 HST perlakuan P5 dan P6 menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi daripada perlakuan P0, P1, dan P2. Perlakuan P5 dan P6 menunjukkan hasil yang lebih baik daripada perlakuan lain pada umur 21 HST dan 35 HST karena memiliki dosis mikoriza yang tertinggi dan pengurangan pupuk P yang rendah sehingga mampu menyediakan kebutuhan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Semakin banyak dosis mikoriza yang diberikan maka semakin tinggi pula jumlah hifa yang menginfeksi akar sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Tanaman yang diberikan mikoriza menghasilkan hifa eksternal yang mampu menembus ke pori-pori tanah melebihi jangkauan bulu akar dan dapat memperluas bidang serap akar sehingga dapat penyerapan air dan unsur hara dapat optimal (Syafria dan Jamarun, 2021). Hifa mikoriza membantu tanaman menyerap air lebih banyak, semakin besar serapan air maka unsur hara yang diserap semakin besar pula. Unsur hara yang mudah terlarut terbawa oleh aliran massa sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kubis bunga. Adanya hormon auksin, giberalin, dan sitokinin yang diproduksi oleh mikoriza dapat membantu untuk pembelahan sel, sehingga dapat mengoptimalkan pertumbuhan tinggi tanaman (Budi dan Hardhani, 2020).

Tabel 2. menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi pada perlakuan P5 daripada perlakuan P0 dan P1 pada umur 21. Perlakuan P5 menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi daripada perlakuan P0, P1, P2, P3, dan P4 pada umur 28 HST. Perlakuan P5 dan P6 menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi terhadap perlakuan P0, P1, dan P2 pada umur 35 HST. Perlakuan P5 dan P6 menunjukan hasil yang terbaik dikarenakan dosis tersebut mampu mencukupi kebutuhan tanaman. Semakin banyak hifa yang menginfeksi akar maka mikoriza mampu membantu penyerapan bahan-bahan pembentuk zat

hijau daun, seperti unsur hara N, P, dan Mg. Zat hijau daun atau klorofil berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Jika klorofil berjumlah banyak maka pembentukan energi semakin banyak sehingga dapat membantu dalam pembentukan daun. Pembentukan daun muda menjadi daun sempurna dibantu dengan adanya unsur N karena unsur N berperan dalam pembelahan sel sehingga dapat membantu proses pertumbuhan. Adanya unsur N yang mencukupi kebutuhan tanaman maka pertumbuhan daun tanaman semakin banyak pula. Unsur P membantu dalam pembentukan ATP yang dibutuhkan tanaman untuk berfotosintesis (Sasmita *et al.*, 2020).

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun Umur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (helai)

Perlakuan	Jumlah daun (helai)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	6,15a	8,25c	11,00c	15,30c
5 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	5,65a	8,95bc	11,40c	15,70bc
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	6,20a	9,15abc	11,75bc	15,60c
10 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	5,80a	9,15abc	11,80bc	16,75abc
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	5,45a	9,15abc	11,80bc	17,95ab
15 g/tan mikoriza + 187,5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	6,25a	10,45a	13,55a	18,40a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	6,40a	10,25ab	12,90ab	18,05a
Rerata	5,99	9,34	12,03	16,82
KK	8%	9%	6%	8%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 3. menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi pada perlakuan P5 daripada perlakuan P0, P1, dan P2 pada umur 28 HST. Perlakuan P5 dan P6 menunjukkan adanya beda nyata lebih tinggi daripada perlakuan P0, P1, dan P2 pada umur 35 HST. Perlakuan P5 dan P6 mampu mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman sehingga menghasilkan diameter batang yang lebih besar daripada perlakuan lain. Mikoriza mampu membantu penyerapan P dalam tanah yang awalnya diikat oleh ion tanah menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Pembentukan energi kimiawi tanaman dapat dibantu oleh unsur hara fosfor, hal ini dikarenakan fosfor merupakan bagian penyusun dari ATP. Energi yang dihasilkan dalam proses respirasi digunakan dalam pertumbuhan tanaman, salah satunya memperbesar diameter batang tanaman (Winarti *et al.*, 2023). Hal ini sejalan dengan parameter jumlah daun. Semakin banyak jumlah daun maka hasil fotosintesis pun semakin meningkat sehingga dapat meningkatkan diameter batang. Mikoriza memproduksi hormon auksin, giberalin, dan sitokinin yang dapat membantu untuk pembelahan sel sehingga dapat meningkatkan diameter batang (Budi dan Hardhani, 2020).

Mikoriza dapat meningkatkan penyerapan fosfor karena menghasilkan enzim fosfatase yang berperan dalam mineralisasi fosfor dalam tanah (Benggu,

et al., 2021). Adanya mikoriza dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik fosfat sebanyak 25% dan 50%. Unsur P yang awalnya terikat dengan ion Al^{3+} , Fe^{2+} , dan Ca^{2+} dapat dilepas dengan bantuan enzim fosfatase sehingga unsur P dapat digunakan oleh tanaman (Liu *et al.*, 2013).

Tabel 3. Rerata Diameter Batang Umur 14, 21, 28, dan 35 HST dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (cm)

Perlakuan	Diameter batang (cm)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	0,38a	0,47a	0,68c	1,00b
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	0,36a	0,48a	0,75bc	1,08b
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	0,36a	0,51a	0,73c	1,07b
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	0,36a	0,49a	0,86abc	1,14ab
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	0,35a	0,50a	0,78bc	1,16ab
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	0,42a	0,57a	0,95a	1,25a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	0,39a	0,59a	0,92ab	1,24a
Rerata	0,37	0,51	0,81	1,13
KK	12%	16%	13%	16%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 4. menunjukkan tidak adanya beda nyata pada parameter pengamatan waktu berbunga. Parameter waktu berbunga tidak berbeda nyata disebabkan karena waktu berbunga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor genetik yang berupa varietas dan faktor lingkungan. Penelitian ini menggunakan varietas yang sama yaitu PM 126 F1 sehingga tidak terdapat beda nyata dalam waktu berbunga. Hal ini sesuai dengan teori Yuniarti *et al.* pada tahun 2022 yaitu varietas yang sama memiliki sifat-sifat yang sama pula. Tanaman ditanam ditempat yang sama sehingga mendapatkan cahaya matahari, suhu, air, dan media tanam yang sama sehingga tanaman cenderung seragam waktu berbunganya.

Tabel 5. menunjukkan adanya beda nyata pada perlakuan P5 yang nyata lebih tinggi dari P0 dan P1, tetapi tidak berbeda nyata dengan P2, P3, P4, dan P6. Tanaman yang terinfeksi mikoriza memiliki hifa eksternal yang berukuran sangat kecil. Hifa tersebut dapat menyerap unsur hara diluar jangkauan rambut akar dan menyebabkan bidang serap menjadi lebih luas. Selain itu, mikoriza dapat melepaskan unsur P yang berikatan dengan ion tanah sehingga tanaman dapat menyerap unsur tersebut, hal ini dikarenakan mikoriza menghasilkan enzim fosfatase. Unsur P berfungsi dalam reaksi enzim, perkembangan jaringan meristem, dan pembelahan sel sehingga dapat membantu akar lateral dan rambut akar. Volume akar berkaitan dengan jumlah akar, tanaman dengan volume akar yang banyak maka jumlah akar ikut meningkat sehingga penyerapan unsur hara lebih banyak (Rahmadhani *et al.*, 2020). Sejalan dengan penelitian dari Tarigan dan Nelvia (2020), pemberian

mikoriza dapat meningkatkan volume akar dibandingkan pada perlakuan tanpa mikoriza.

Tabel 4. Rerata Waktu Berbunga dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (HST)

Perlakuan	Waktu berbunga (hst)
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	39,50a
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	39,25a
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	39,25a
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	38,75a
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	39,00a
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	37,50a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	37,50a
Rerata	38,67
KK	4%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 5. Rerata Volume Akar dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (ml)

Perlakuan	Volume Akar (ml)
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	30,00c
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	32,50c
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	33,00abc
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	32,75bc
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	34,25abc
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	40,50a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	39,00ab
Rerata	34,50
KK	13%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 6. menunjukkan adanya beda nyata pada perlakuan P5 yang nyata lebih tinggi dari P1, tetapi tidak berbeda nyata dengan P2, P3, P4, dan P6. Perlakuan P5 mampu menunjang kebutuhan P tanaman sehingga mampu membentuk bunga dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Rokhminarsi *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pengurangan dosis pupuk sintetis 25% dari dosis rekomendasi yang dikombinasikan dengan mikoriza-trichoderma dapat meningkatkan diameter bunga. Penyerapan unsur P dapat menjadi lebih optimal dan dapat memenuhi kebutuhan kubis bunga karena penggunaan mikoriza. Mikoriza mampu menyediakan P yang awalnya tidak tersedia menjadi tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman. Rahman *et al.* (2019), menyatakan bahwa fosfor berfungsi sebagai energi dalam berbagai

reaksi metabolisme tanaman serta berperan dalam peningkatan hasil panen. Hal ini dikarenakan P berperan sebagai komponen penyusun ATP yang merupakan sumber energi pada fotosintesis. Meningkatnya fotosintesis akan berdampak pada hasil fotosintat yang dihasilkan sehingga lingkaran bunga meningkat.

Tabel 6. Rerata Lingkaran Bunga dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (cm)

Perlakuan	Lingkaran bunga (cm)
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	32,79c
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	37,58abc
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	35,41bc
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	38,24ab
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	38,36ab
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	41,00a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	38,48ab
Rerata	37,41
KK	8%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 7. Rerata Bobot Bunga dan Daun Per Tanaman dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat (g)

Perlakuan	Bobot bunga dan daun per tanaman (g)
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	394,60c
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	443,88abc
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	432,77bc
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	451,39abc
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	498,67ab
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	541,63a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	518,26ab
Rerata	468,74
KK	13%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 7. menunjukkan adanya beda nyata pada perlakuan P5 yang nyata lebih tinggi dari P0 dan P2, tetapi tidak berbeda nyata dengan P1, P3, P4, dan P6. Penyerapan unsur P dapat menjadi lebih optimal dan dapat memenuhi kebutuhan kubis bunga pada masa pembungaan karena penggunaan mikoriza. P berperan sebagai komponen penyusun ATP yang merupakan sumber energi pada fotosintesis. Asril *et al* (2023), menyatakan bahwa kurangnya kebutuhan fosfor akan berdampak pada kualitas, kuantitas, dan waktu panen. Penelitian Rokhminarsi *et al.* (2022), menyatakan bahwa pengurangan dosis pupuk sintetis 25% dari dosis rekomendasi yang dikombinasikan dengan mikoriza-trichoderma dapat meningkatkan diameter bunga dan bobot massa bunga

pada kubis bunga, namun pengurangan lebih banyak lagi yaitu 50% menyebabkan penurunan lingkaran bunga dan bobot massa bunga. Bobot bunga diduga berhubungan dengan jumlah daun. Jumlah daun yang banyak menyebabkan luas daun pun meningkat sehingga dapat menyerap cahaya matahari dan CO₂ lebih banyak. Hal ini mengakibatkan laju fotosintesis dapat berlangsung secara optimal dan menghasilkan fotosintat lebih banyak. Fotosintat digunakan untuk pertumbuhan tanaman dan ditranslokasikan juga ke organ generatif seperti bunga sehingga lingkaran bunga membesar dan bobot bunga menjadi lebih berat (Winarti *et al.*, 2023).

Bobot bunga per tanaman dalam deskripsi benih kubis bunga PM 126 mencapai 700-800 gram per tanaman, namun pada penelitian ini rerata bobot bunga yang paling berat hanya mencapai 541,63 gram pada perlakuan P5. Hal ini karena kondisi iklim di tempat penelitian yang terlalu panas. Suhu pada saat pembentukan bunga dibulan Juli 2023 berkisar 32-35°C dan hujan sangat jarang selama penelitian berlangsung. Penyiraman pada tanaman sudah dilakukan sebanyak dua kali sehari, namun karena suhu yang panas menyebabkan air menjadi cepat menguap dan tanaman menjadi kekurangan air. Tanaman kubis bunga membutuhkan air karena air berperan dalam proses pembentukan bunga baik secara ukuran dan bobot. Penelitian dari Nisa *et al.* pada 2023 menyatakan bahwa kubis bunga akan memiliki pertumbuhan yang kurang optimal yang akan berpengaruh ke massa bunga dan hasilnya menjadi rendah jika kekurangan air.

Tabel 8. Rerata Indeks Panen dengan Perlakuan Dosis Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Perlakuan	Indeks Panen
Tanpa mikoriza + 250 kg/ha pupuk fosfat (P0)	0,37b
5 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P1)	0,42ab
5 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P2)	0,40ab
10 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P3)	0,44ab
10 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P4)	0,44ab
15 g/tan mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (P5)	0,48a
15 g/tan mikoriza + 125 kg/ha pupuk fosfat (P6)	0,47a
Rerata	0,43
KK	11%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 8. menunjukkan adanya beda nyata pada perlakuan P5 dan P6, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Indeks panen adalah kemampuan tanaman dalam menyalurkan asimilat. Menurut Goldsworthy dan Fisher (1996), indeks panen mempunyai nilai optimal yang beragam dari 0.15 hingga 0.52. Rerata indeks panen pada Tabel 10. menunjukkan indeks panen yang dihasilkan berkisar antara 0,37-0,48, hal ini berarti hasil fotosintat cukup banyak ditranslokasikan ke massa bunga tanaman kubis bunga. Indeks panen yang tinggi menunjukkan bahwa hasil fotosintat dari tajuk banyak ditranslokasikan ke bagian bunga tanaman kubis bunga. Indeks

panen yang meningkat akan diikuti dengan peningkatan bobot massa bunga. Tinggi tanaman dan jumlah daun dapat mempengaruhi indeks panen, karena menggambarkan besarnya proporsi tajuk sebagai *source* (Safriyani, 2021). Bobot bunga pada kubis bunga dipengaruhi oleh banyaknya fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman. Tingginya hasil indeks panen menunjukkan bahwa hasil ekonomi yang dicapai tanaman juga tinggi (Putra *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara kombinasi mikoriza dan pupuk fosfat pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun umur 21 HST, 28 HST, dan 35 HST, diameter batang umur 28 HST dan 35 HST, volume akar, lingkaran bunga, bobot bunga dengan daun per tanaman, dan indeks panen. Perlakuan 15 g/tanaman mikoriza + 187.5 kg/ha pupuk fosfat (75% dosis anjuran) secara nyata menunjukkan lebih baik pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun umur 21 HST, 28 HST, dan 35 HST, diameter batang umur 28 HST dan 35 HST, volume akar, lingkaran bunga, bobot bunga dengan daun per tanaman, dan indeks panen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Kemendikbudristek yang telah memberikan dana hibah pada penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada sahabat dan teman-teman prodi Agroteknologi UPN Veteran Yogyakarta yang sudah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetya, V., S. Nurhatika, & A. Muhibuddin. 2019. Pengaruh Pupuk Mikoriza terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Tanah Pasir. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7:75-79.
- Asril, M., W. Lestari, B. Basuki, M. F. Sanjaya, R. Firgiyanto, B. Manguntungi & W. R. Kunusa. 2023. *Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan*. Yayasan Kita Menulis. Medan. 152 hlm.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Produksi Tanaman Sayuran 2021. Diakses dari <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/2/produksi-tanaman-sayuran.html>. pada 3 Januari 2023.
- Benggu, Y. I., S. S. Gea, L. F. Ishaq, & A. S. A. Tae. 2021. Effect Of Biochar and Mycorrhizae Application on Drought Resistance and Yield of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Agrisa*, 10: 1-16.
- Buana, L. T., I. S. Banuwa, K. F. Hidayat, & A. Afandi. 2021. Pengaruh Tindakan Konservasi Tanah dan Aplikasi Pupuk Organonitrofos terhadap Kehilangan Unsur Hara dan Bahan Organik pada Fase Generatif Pertanaman Singkong (*Manihot esculenta* Crantz.) di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9: 85-90.

- Budi, S. W., & M. F. P. Hardhani. 2020. Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Pot Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan Kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl) di Persemaian Permanen Dramaga. *Journal of Tropical Silviculture*, 11:126-131.
- Goldsworthy, P.R. & N.M. Fischer. 1996. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropika*. Yogyakarta : GMU Press.
- Listiana, U., R. N. Sesanti, D. Maulida, R. Kartina, S. U. Putri & B. Safitri. 2023. Evaluasi Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis L) Dataran Rendah pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique*. *Journal of Horticulture Production Technology*, 1: 30-37.
- Liu, Q., A. J. Parsons, H. Xue, C. S. Jones, & S. Rasmussen. 2013. Functional Characterisation and Transcript Analysis of an Alkaline Phosphatase From the Arbuscular Mycorrhizal Fungus. *Funneliformis mosseae*. *Fungal Genetics and Biology*, 54: 52-59.
- Mansyur, N. I., E. H. Pudjiwati, & A. Murti Laksono. 2021. *Pupuk dan pemupukan*. Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Nisa, N. A., H. Rahmi, & Y. S. Rahayu. 2023. Respon Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* Var. Botrytis L.) Kultivar PM 126 F1 terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Organik Cair dari Limbah Organik. *Jurnal Agroplasma*, 10: 535-539.
- Putra, A. A. G., I. N. Karnata, & K. T. I. Winten. 2022. Pemberian Pupuk Urea pada Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) dengan Jarak Tanam yang Berbeda. *Ganec Swara*, 16: 1297-1305.
- Rahmadhani, L. E., L. I. Widuri, & P. Dewanti. 2020. Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakcoy) dengan Sistem Budidaya Akuaponik Dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14: 33-43.
- Rahman, M. M., A.R. Saidy, & C. Nisa. 2019. Aplikasi mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Serapan Fosfat, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *EnviroScienteeae*, 15(1) : 59-70.
- Rokhminarsi, E., D. S. Utami, W. Cahyani, & O. Herliana. 2022. Pemanfaatan Mikoriza-Trichoderma dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Vitamin C Kubis Bunga. *Jurnal Hort. Indonesia*, 13:140-147.
- Safriyani, E. E. 2021. Aplikasi Mikoriza dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat. *Lansium*, 2:36-39.

- Sasmita, M. W. S., S. Nurhatika, & A. Muhibuddin. 2020. Pengaruh Dosis Mikoriza Arbuskular pada Media AMB-P0K terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* var. Somporis). *Sains dan Seni ITS*, 8:43-48.
- Serdani, A. D., & Widiatmanta, J. 2019. Respon Kandungan Logam Berat dan Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) terhadap Kombinasi Media Tanam Lumpur Lapindo dan Mikoriza. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 13: 16-25.
- Syafria, H., & N. Jamarun. 2021. Pengaruh Biourine dan Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Hasil Hijauan, Protein Kasar serta Fosfor Rumput Kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23: 1-6.
- Tarigan, A. D. & N. Nelvia. 2020. Pengaruh Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays sacharrata* L.) di Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12: 23-37.
- Winandha, A. & M. Santoso. 2020. Pengaruh Aplikasi Biourin Sapi dan Pupuk Urea pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bunga Kol (*Brassica oleracea* L var.botrytis). *Jurnal Produksi Tanaman*, 8:715-723.
- Winarti, S., Alpian, A., Jaya, H. P., & Suriani, M. 2023. Respons Tanaman Kubis Bunga (*Brassica Oleracea*) terhadap Pemberian Pupuk Multi KP Pada Ultisol. *AgriPeat*, 24:41-49.
- Yuniarti, A. R., E. Rokhminarsih, & P. Purwanto. 2022. Uji Kemampuan Bakteri Diazotrof Asal Perakaran Bawang Merah dalam Mendukung Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah. *Kultivasi*, 21: 181-189.