

Pertumbuhan Anggrek *Cymbidium ensifolium* (L.) Sw. dengan Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza

Growth of Cymbidium ensifolium (L.) Sw. with the Application of Mycorrhizal Fertilizers

Sofatun Misrofah¹, Nintya Setiari^{1*}, Yulita Nurchayati¹, Sri Widodo Agung Suedy¹

Diterima 4 Maret 2022/Disetujui 10 April 2022

ABSTRACT

Cymbidium ensifolium is a terrestrial orchid listed on CITES 2020 as an endangered or vulnerable species that requires ex situ conservation. One of the supporting factors for orchid cultivation is the application of fertilizer. Mycorrhizal biofertilizers are eco-friendly and can reduce the negative impact of inorganic fertilizers. This study aims to examine the effect of various doses of mycorrhizal biofertilizers on the growth of *C. ensifolium*. This study was arranged using a one-factor Completely Randomized Design, namely mycorrhizal biofertilizers (0; 5; 10; 15 g plant⁻¹) with 6 replications. Data were analyzed in the Analysis of Variance with a 95% confidence level. The experiment was conducted from October 2021 – February 2022 in Tembalang, Semarang. Parameters observed were time of shoot emergence, number of shoots, time of leaf emergence, number of leaves, and the percentage of mycorrhizal infections. The results showed that the treatment of mycorrhizal biofertilizers had a significant effect on the time of emergence of shoots and leaves, the number of leaves, and the percentage of mycorrhizal infections. Mycorrhizal biofertilizer at 5 g plant⁻¹ is the optimal treatment to increase the time of emergence of shoots and leaves, and the optimal concentration of 15 g plant⁻¹ increases the number of leaves and the percentage of mycorrhizal infections. The effect of this mycorrhizal biofertilizer can be developed for the preservation of other types of orchids.

Keywords: orchid species, *Cymbidium*, biofertilizer, mycorrhiza

ABSTRAK

Anggrek *Cymbidium ensifolium* adalah anggrek terestrial yang terdaftar di CITES 2020 sebagai spesies hampir terancam punah atau rentan sehingga perlu upaya pelestarian secara ex situ. Salah satu faktor pendukung budidaya anggrek adalah pemberian pupuk. Pupuk hayati mikoriza bersifat ramah lingkungan dan dapat mengurangi dampak negatif pupuk anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pupuk hayati mikoriza berbagai dosis terhadap pertumbuhan anggrek *C. ensifolium*. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap satu faktor, yaitu pupuk hayati mikoriza (0; 5; 10; 15 g tanaman⁻¹) dengan 6 ulangan. Data dianalisis pada *Analysis of Variance* dengan taraf kepercayaan 95%. Percobaan dilakukan bulan Oktober 2021 – Februari 2022 di Tembalang, Semarang. Parameter yang diamati berupa waktu muncul tunas, jumlah tunas, waktu muncul daun, jumlah daun, dan persentase infeksi mikoriza. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza berpengaruh signifikan terhadap waktu muncul tunas dan daun, jumlah daun, dan persentase infeksi mikoriza. Pupuk hayati mikoriza sebesar 5 g tanaman⁻¹ merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan waktu muncul tunas dan daun, serta konsentrasi 15 g tanaman⁻¹ optimal meningkatkan jumlah daun dan persentase infeksi mikoriza. Pengaruh pupuk hayati mikoriza ini dapat dikembangkan untuk pelestarian anggrek jenis lain.

Kata kunci: anggrek spesies, *Cymbidium*, biofertilizer, mikoriza

PENDAHULUAN

Anggrek termasuk dalam famili Orchidaceae yang merupakan kelompok tanaman terbesar dan paling beragam dari Angiospermae (Zhang *et al.*, 2018). Salah satu spesies anggrek yang ada di Indonesia yakni *Cymbidium ensifolium*

dengan nama lokal anggrek empat musim (Jiang *et al.*, 2019). Anggrek dalam genus *Cymbidium* bernilai ekonomi tinggi di Cina, Jepang, Korea, dan Asia Tenggara karena bunganya yang indah, harum, dan berbunga lebih dari dua kali dalam setahun (Wei *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2013). Anggrek *Cymbidium* menarik karena tidak hanya dimanfaatkan sebagai tanaman

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
E-mail: nintyasetiari@yahoo.co.uk (*Penulis korepondensi)

hias dan bunga potong, namun juga sebagai sumber daya genetik untuk hibridisasi anggrek (De dan Rakesh, 2018).

Permasalahan muncul karena populasi alami *C. ensifolium* telah berkurang secara drastis akibat hilangnya habitat alami dan pengambilan yang berlebihan yang mengancam kelestariannya. Anggrek *C. ensifolium* di Cina terdaftar sebagai spesies yang terancam punah (Kasutjaningati dan Firgiyanto, 2018; Jiang *et al.*, 2019). Menurut CITES (2020), status konservasi anggrek *C. ensifolium* termasuk dalam kategori hampir terancam (*near threatened*) atau rentan (*vulnerable*). Oleh sebab itu, perlu adanya upaya pelestarian untuk tanaman ini.

Upaya yang dapat dilakukan untuk melestarikan anggrek adalah dengan cara dibudidayakan. Salah satu cara untuk memperoleh hasil yang optimal dalam budidaya anggrek yaitu dengan pemupukan (Milla *et al.*, 2017). Pupuk hayati telah menunjukkan potensi besar sebagai sumber nutrisi tanaman yang terbarukan dan ramah lingkungan (Bhattacharjee dan Dey, 2014). Pupuk ini membantu untuk memperbaiki dampak buruk dari pupuk anorganik karena tidak meninggalkan bahan berbahaya dan beracun (Shina, 2018). Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikoriza.

Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme jamur dengan akar tanaman. Jamur mikoriza akan masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk arbuskula (kumpulan hifa) yang bertindak sebagai mediator pertukaran metabolit antara jamur dan sitoplasma akar inang. Manfaat jamur pada tanaman yaitu dapat meningkatkan perolehan air dengan meningkatkan luas permukaan akar inang. Mikoriza dapat meningkatkan ketersediaan dan suplai ion seperti fosfat ke tanaman. Selain itu, mikoriza juga dapat menyediakan nutrisi makro dan mikro lainnya seperti N, K, Mg, Cu dan Zn (Saleh dan Atmaja, 2017; Bhat *et al.*, 2017). Sementara itu, tanaman akan memberikan karbon hasil fotoasimilat pada jamur simbiosisnya. Jumlah karbon fotoasimilat yang diberikan ke jamur diperkirakan mencapai 4-23%. Umumnya, mikoriza pada tanaman anggrek termasuk dalam kelompok Sebacina, Tulasnella, dan Ceratobasidium (Santiago *et al.*, 2022, Sugiyarto *et al.*, 2016).

Penggunaan pupuk hayati dari mikoriza pada tanaman telah dilakukan sebelumnya. Dosis mikoriza sebanyak 10 g tanaman⁻¹ merupakan dosis terbaik pada anggrek *Dendrobium* sp. yang dapat meningkatkan jumlah akar sebesar 30.78% dan infeksi mikoriza meningkat 480% dibandingkan kontrol (Herliana *et al.*, 2018). Dosis tersebut juga dapat meningkatkan pertumbuhan kacang hijau pada parameter tinggi tanaman, bobot basah tajuk, bobot basah akar, serta bobot polong dan biji dibandingkan kontrol. Upaya pelestarian *Cymbidium* belum banyak dilaporkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan pupuk hayati mikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman anggrek *C. ensifolium* dan dosis pupuk hayati mikoriza yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman anggrek *C. ensifolium*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan selama empat bulan dimulai pada bulan November 2021 - Maret 2022. Lokasi penelitian berada di Kebun Percobaan, Tembalang, Kota Semarang. Desain penelitian yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu empat dosis pupuk hayati mikoriza yang berbeda. Dosis yang digunakan sebagai perlakuan adalah 0 g tanaman⁻¹ (kontrol), 5 g tanaman⁻¹, 10 g tanaman⁻¹, 15 tanaman⁻¹. Masing-masing perlakuan terdapat 6 ulangan. Tanaman anggrek *Cymbidium ensifolium* dewasa diperoleh dari penjual anggrek di Trenggalek. Penelitian ini diawali dengan aklimatisasi anggrek selama 1 bulan dengan cara tanaman ditumbuhkan di lingkungan penelitian dan diberi pupuk NPK dengan merk dagang Growmore seminggu sekali.

Setelah aklimatisasi, dilakukan pemberian pupuk hayati mikoriza dalam bentuk granul dengan merk dagang Mycogrow pada dosis 0, 5, 10, dan 15 g tanaman⁻¹. Pupuk Mycogrow mengandung 5 spesies endospora dengan jumlah spora 33 g⁻¹. Cara pengaplikasiannya yaitu dengan menaburkan pupuk hayati mikoriza di sekitar akar. Selanjutnya perakaran anggrek ditutup dengan media tanam. Tanaman anggrek disiram dua hari sekali. Pemberian vitamin B1 dilakukan dua minggu sekali. Setelah diberi perlakuan pupuk hayati mikoriza, pemberian pupuk NPK dihentikan. Penyiangian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut dari area tanaman.

Pengamatan infeksi mikoriza dilakukan di akhir penelitian. Pengamatan ini dilakukan pada preparat semi permanen yang telah dibuat. Cara membuat preparat menurut Brundrett *et al.* (1984) yang dimodifikasi dalam Sulfiyah (2021) yaitu akar dibersihkan dari tanah yang menempel dan dipotong ± 1 cm sebanyak 5 potongan. Akar dimasukkan KOH 10% dan didiamkan selama ± 24 jam hingga akar menjadi putih atau pucat dan dibilas menggunakan aquades 5 kali. Selanjutnya dilakukan pewarnaan dengan merendam dalam tinta-cuka 5% (1 ml tinta dan 19 ml cuka 5%) selama ± 12 jam. Akar direndam kembali dengan cuka 5% selama ± 30 menit agar akar tidak overstaining. Tingkat infeksi akar dihitung berdasarkan rumus Schenck (1982). Infeksi mikoriza ditandai dengan adanya vesikel, arbuskula, atau hifa pada akar tanaman.

Parameter pertumbuhan tunas (waktu muncul dan jumlah tunas) serta pertumbuhan daun (waktu muncul dan jumlah daun) diamati empat hari sekali selama 3 bulan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% dan jika terdapat perbedaan data yang significant dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Penelitian dilakukan di Tembalang, Kota Semarang pada ketinggian sekitar 200 m dpl. Kondisi iklim di lingkun-

gan penelitian yaitu memiliki suhu 22–30 °C, kelembaban berkisar 80%, dan curah hujan 181–284 mm. Gulma yang tumbuh yaitu rumput kerbau (*Brachiaria mutica*) yang dapat dikendalikan dengan mencabut akarnya.

Hasil Analisis Sidik Ragam

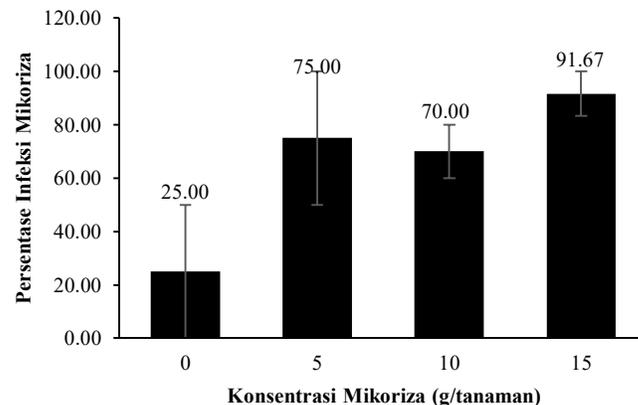
Berdasarkan uji Anova menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza berpengaruh nyata terhadap persentase infeksi mikoriza, waktu muncul tunas, waktu muncul daun dan jumlah daun dengan nilai signifikansi 0.05 dan tidak berpengaruh nyata pada jumlah tunas anggrek *C. ensifolium* (Tabel 1).

Persentase Infeksi Mikoriza

Hasil uji lanjut Duncan terhadap perlakuan pupuk hayati mikoriza dosis 15 g tanaman⁻¹ memperlihatkan infeksi mikoriza tertinggi (Gambar 1). Persentase infeksi mikoriza pada penelitian cukup tinggi diduga disebabkan karena kurangnya kesuburan media tanam sehingga mikoriza perlu mengubah unsur hara yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Menurut Brundrett (2009) tingkat infeksi akar oleh mikoriza sangat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah. Infeksi yang tinggi akan terjadi ketika tanah di sekitar akar tidak subur.

Hasil penelitian ini meyakinkan bahwa anggrek *C. ensifolium* bersimbiosis dengan mikoriza yang ditunjukkan dengan adanya hifa dan vesikula (Gambar 2). Sasmitha *et al.* (2019) mengatakan bahwa persentase infeksi akar menunjukkan bahwa mikoriza dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan dibuktikan dengan adanya hifa, vesikula, atau arbuskula. Semakin tinggi dosis pupuk hayati mikoriza yang diberikan, semakin tinggi pula persentase infeksi mikoriza pada akar. Hal ini diduga penambahan pupuk hayati mikoriza dapat meningkatkan auksin dan peningkatan auksin tersebut menyebabkan kolonisasi mikoriza pun meningkat. Hal ini sesuai dengan Bhat *et al.* (2017) bahwa ketika konsentrasi auksin meningkat maka perkecambahan spora, pertumbuhan hifa, laju infeksi, dan persentase kolonisasi mikoriza turut meningkat.

Jamur dalam asosiasi mikoriza akan mendapatkan karbon yang jumlahnya hingga seperlima dari hasil fotosintesis tanaman inang dan sebagai imbalannya jamur akan mening-



Gambar 1. Persentase Infeksi Mikoriza pada akar Anggrek *Cymbidium ensifolium* dengan perlakuan mikoriza selama 92 hari.

katkan kemampuan tanaman untuk mengambil air dan mineral yang akan berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan dan reproduksi tanaman (Goh *et al.*, 2019; Yeh, 2019). Unsur karbon yang diperoleh jamur dari tanaman digunakan untuk mempertahankan dan memperbesar extraradical mycelium (ERM), metabolisme sel, dan pengembangan spora (Buckingham *et al.*, 2012).

Pertumbuhan Tunas

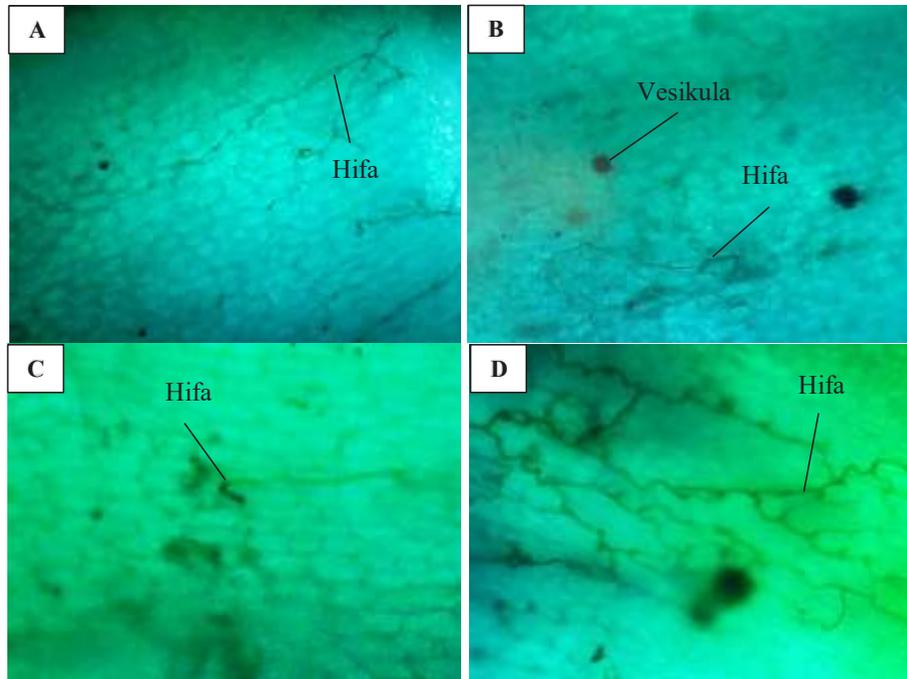
Berdasarkan hasil pengamatan, penggunaan pupuk hayati mikoriza berpengaruh secara signifikan terhadap waktu muncul tunas baru (Gambar 3) dan meningkatkan waktu muncul 15-50 hari dibandingkan perlakuan kontrol. Meskipun persentase infeksi mikoriza paling banyak pada perlakuan mikoriza 15 g tanaman⁻¹, namun perlakuan mikoriza 5 g tanaman⁻¹ dapat memunculkan tunas paling cepat. Sementara itu, waktu muncul tunas terlama pada perlakuan tanpa pemberian pupuk hayati mikoriza. Hal ini disebabkan karena penggunaan pupuk hayati mikoriza diduga dapat meningkatkan sitokinin dalam tanaman sehingga mempercepat pembelahan sel. Hal ini didukung oleh Goh *et al.* (2019) bahwa kandungan sitokinin pada tanaman yang diberi mikoriza lebih banyak dibanding tanaman tanpa mikoriza. Sitokinin tersebut berperan dalam mempercepat pembelahan sel yaitu dalam menginduksi protein cyclin-dependent protein kinase (CDKs) dan mereduksi fosfat sehingga dapat mempercepat fase G2 pembelahan sel (Lipavská *et al.*, 2011). Akibat pembelahan sel yang cepat dapat berpengaruh pada kemunculan tunas yang lebih cepat pula.

Pupuk hayati mikoriza juga diduga dapat meningkatkan mikronutrien dan makronutrien seperti N, P, K, Mg, Cu dan Zn yang berperan penting pada fase mitosis. Widiastoety (2014) mengemukakan bahwa sitokinin dan nutrisi lainnya berguna untuk mensintesis senyawa esensial seperti protein, karbohidrat, lemak dan senyawa esensial lain yang akan ber-

Tabel 1. Hasil Analisis Sidik Ragam

Perlakuan	Uji Anova
Persentase infeksi mikoriza	*
Waktu muncul tunas	*
Jumlah tunas	tn
Waktu muncul daun	*
Jumlah daun	*

Keterangan : *= nyata, tn= tidak nyata



Gambar 2. Penampakan mikroskopis mikoriza pada akar anggrek *C. ensifolium* dengan perlakuan mikoriza A. 0 g tanaman⁻¹; B. 5 g tanaman⁻¹; C. 10 g tanaman⁻¹; D. 15 g tanaman⁻¹ (Perbesaran 10x10)

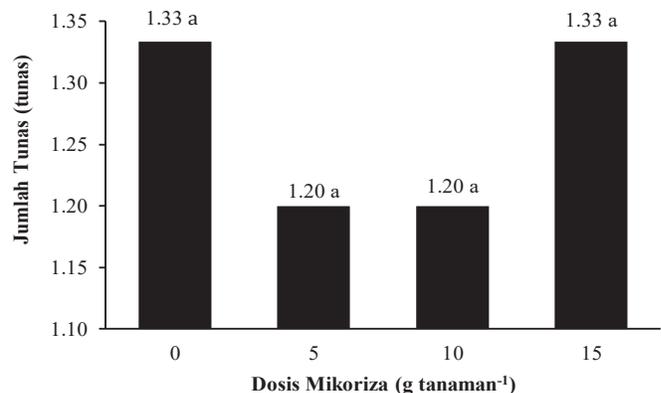
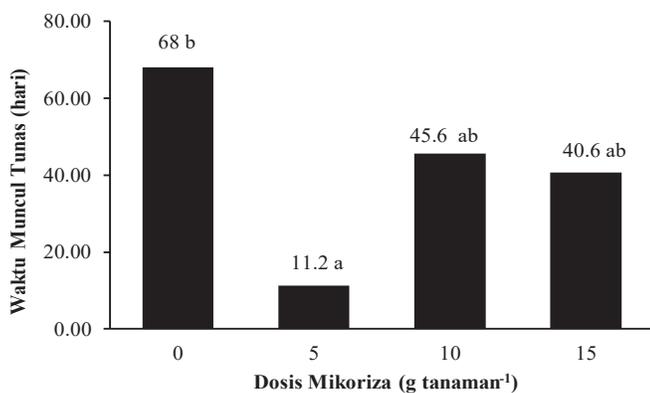
peran dalam pembelahan sel/mitosis.

Waktu muncul dan jumlah tunas pada perlakuan mikoriza 10 g tanaman⁻¹ dan 15 g tanaman⁻¹ lebih lambat dibandingkan mikoriza 5 g tanaman⁻¹ diduga disebabkan karena dosis kandungan sitokinin pada dosis tersebut telah mengalami penurunan. Konsentrasi sitokinin diduga meningkat pada fase awal pemberian mikoriza. Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu muncul tunas pada perlakuan M10 dan M15 selama 45.6 hari dan 40.6 hari sehingga diduga kandungan sitokinin telah mengalami penurunan yang dapat menghambat pembedahan

tukan tunas.

Menurut Ludwig-Muller (2010), simbiosis antara tanaman *Arabidopsis thaliana* dengan jamur *P. indica* menunjukkan bahwa *P. indica* dapat mensintesis sitokinin dalam jumlah yang tinggi. Ludwig-Muller berasumsi bahwa sitokinin mungkin berperan selama fase awal kolonisasi.

Meskipun pemberian mikoriza 5 g tanaman⁻¹ merupakan perlakuan tercepat pada parameter waktu muncul tunas, hal ini belum mempengaruhi hasil pada parameter jumlah tunas. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati



Gambar 3. Waktu Muncul dan Jumlah Tunas Anggrek *C. ensifolium* dengan perlakuan mikoriza selama 92 hari
Keterangan: Data yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%

mikoriza tidak berpengaruh pada parameter jumlah tunas (Gambar 3). Hal ini diduga karena pupuk hayati mikoriza meningkatkan konsentrasi auksin pada akar. Hal ini disebutkan oleh Pons *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa pada akar tomat, kolonisasi mikoriza telah terbukti meningkatkan konsentrasi auksin. Ketika konsentrasi auksin melebihi sitokinin akan menghambat pertumbuhan tunas. Inisiasi dan pembentukan tunas dikontrol oleh interaksi zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin. Perbandingan konsentrasi yang tepat akan meningkatkan pembelahan dan diferensiasi sel. Konsentrasi auksin yang lebih tinggi dibanding sitokinin memiliki efek yang berlawanan terhadap pertumbuhan tunas. Sementara itu, ketika konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi akan mempengaruhi sel untuk melakukan pembelahan secara cepat hingga berkembang menjadi tunas, batang, dan daun (Pamungkas *et al.*, 2009; Septiana, 2014).

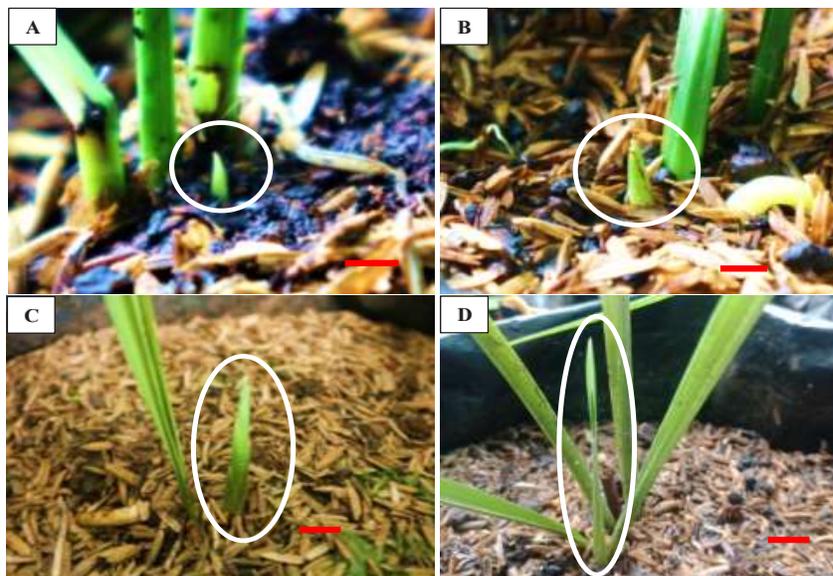
Aplikasi mikoriza tidak berpengaruh terhadap variabel pertumbuhan tunas, hal ini diduga akibat dari konsentrasi auksin yang sudah lebih tinggi dan digunakan untuk pertumbuhan batang. Menurut Ludwig-Muller (2010), konsentrasi auksin akan meningkat seiring perkembangan mikoriza. Hormon auksin dalam inisiasi tunas dibutuhkan dalam konsentrasi rendah sekitar 10^{-10} – 10^{-8} M. Ketika konsentrasi auksin sudah lebih tinggi (10^{-8} – 10^{-5} M) maka akan menginisiasi pembentukan batang (Kolachevskaya *et al.*, 2019).

Hasil penelitian tentang jumlah tunas yang tidak berpengaruh dengan pemberian pupuk hayati mikoriza didukung oleh Herliana (2018), bahwa penambahan pupuk hayati mikoriza pada *Dendrobium* sp. tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas. Peningkatan jumlah tunas dipengaruhi oleh jenis media. Rerata jumlah tunas pada tanaman non mikoriza (1.17), mikoriza 10 g tanaman⁻¹ (1.33), dan mikoriza 20 g tanaman⁻¹ (1.35).

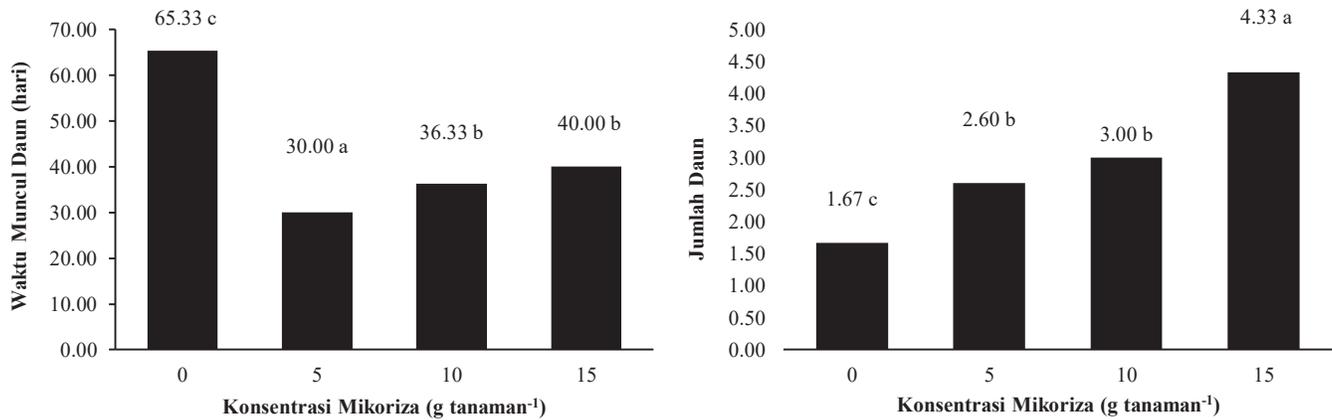
Pertumbuhan Daun

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa pemberian mikoriza berpengaruh signifikan terhadap waktu muncul daun dan jumlah daun baru. Gambar 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza dapat meningkatkan waktu muncul daun 25 - 35 hari lebih cepat. Daun *C. ensifolium* tumbuh berasal dari tunas. Berdasarkan hasil pada Gambar 3, tunas yang tumbuh tercepat pada perlakuan mikoriza 5 g tanaman⁻¹. Hal ini menyebabkan waktu muncul daun pada perlakuan yang sama turut lebih cepat. Munculnya daun baru ditandai dengan membukanya helai daun pertama yang berasal dari primordia daun (Gambar 4).

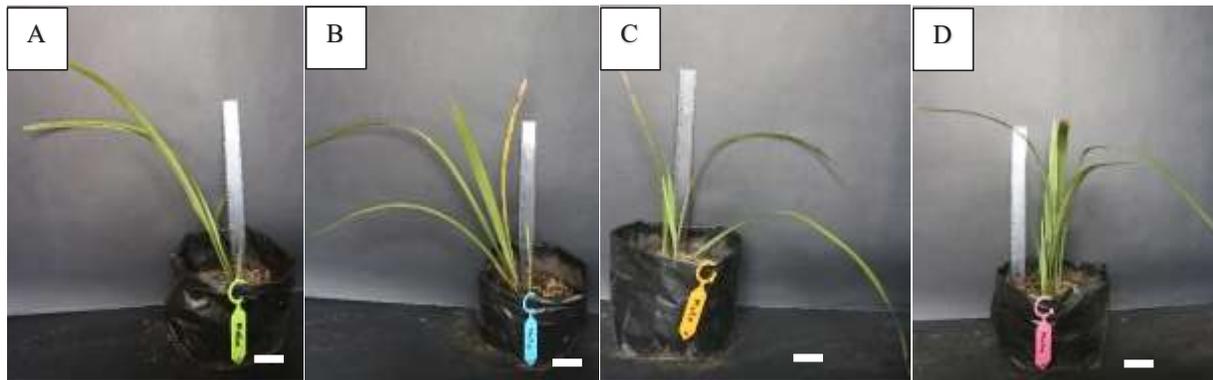
Sementara itu pada parameter jumlah daun, pemberian pupuk hayati mikoriza dapat meningkatkan jumlah daun sebesar 50-150%. Meskipun waktu muncul daun perlakuan mikoriza 15 g tanaman⁻¹ lebih lambat dibanding mikoriza 5 g tanaman⁻¹ (Gambar 5), namun jumlah daun yang dihasilkan lebih banyak. Berdasarkan hasil pengamatan, daun pada perlakuan mikoriza 5 g tanaman⁻¹ walaupun muncul lebih cepat, hingga 92 hari perlakuan hanya berjumlah 1-4 helai dalam satu polybag (Gambar 6). Sementara itu, perlakuan mikoriza 15 g tanaman⁻¹ relatif muncul lebih lama namun jumlah daun sebanyak 2-7 helai dalam satu polybag. Hasil ini diduga karena akar yang bersimbiosis dengan mikoriza dapat menyerap unsur nitrogen lebih banyak dibandingkan akar non mikoriza. Perlakuan pemberian mikoriza memiliki persentase infeksi yang tinggi dan berbeda dengan perlakuan kontrol (Gambar 1) sehingga berpengaruh pada serapan hara N. Hal ini sesuai dengan pendapat Yeh *et al.* (2019) bahwa simbiosis mikoriza penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup banyak spesies tanaman dan bertanggung jawab hingga 80%



Gambar 4. Pertumbuhan tunas anggrek *C. ensifolium* (dalam lingkaran) pada umur A. 1 hari, B. 4 hari, C. 20 hari; d. 36 hari (Bar: 1 cm)



Gambar 5. Waktu Muncul dan Jumlah Daun Anggrek *C. ensifolium* dengan perlakuan mikoriza selama 92 hari
Keterangan: Data yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%



Gambar 6. Pertumbuhan daun anggrek *C. ensifolium* yang diberi perlakuan mikoriza A. 0 g tanaman⁻¹, B. 5 g tanaman⁻¹, C. 10 g tanaman⁻¹, D. 15 g tanaman⁻¹ pada umur 92 hari.
Keterangan: Bar menunjukkan skala 5 cm

pada penyerapan nitrogen dan fosfor oleh tanaman. Unsur nitrogen yang telah diserap akan mempengaruhi proses pembentukan daun pada tanaman. Menurut Sauwubi *et al.* (2012), nitrogen pada tembakau yang diserap tanaman lebih banyak dimanfaatkan untuk membentuk asam amino untuk peningkatan ukuran sel pada daun muda. Unsur N digunakan sebagai unsur utama pembentukan klorofil dalam fotosintesis. Hasil dari fotosintesis akan berperan banyak dalam pertumbuhan daun.

Pemberian mikoriza diduga juga dapat meningkatkan konsentrasi sitokinin dalam tanaman sehingga mempercepat pembentukan daun. Menurut Bhat *et al.* (2017), adanya mikoriza menyebabkan konsentrasi sitokinin meningkat. Wu *et al.* (2021) menyatakan bahwa sitokinin mengatur laju pembelahan sel, waktu transisi sel daun dari pembelahan sel ke pembesaran sel, dan ukuran pembesaran sel sehingga mempengaruhi jumlah dan ukuran sel yang kemudian berpengaruh pada ukuran daun.

Penelitian Rivana *et al.* (2016) sejalan dengan hasil penelitian ini bahwa pemberian mikoriza berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun tanaman sorghum. Rerata jumlah daun pada dosis 10 g tanaman⁻¹ (13.67 helai) lebih banyak dibandingkan rerata jumlah daun pada dosis 0 g tanaman⁻¹ (10.92 helai).

KESIMPULAN

Perlakuan pupuk hayati mikoriza meningkatkan pertumbuhan anggrek *Cymbidium ensifolium* pada parameter waktu muncul tunas, jumlah daun, waktu muncul daun. Perlakuan pupuk hayati mikoriza juga berpengaruh terhadap persentase infeksi mikoriza. Pupuk hayati mikoriza sebesar 5 g tanaman⁻¹ merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan waktu muncul tunas dan waktu muncul daun. Pupuk hayati mikoriza sebesar 15 g tanaman⁻¹ merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan jumlah daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah Penelitian Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro dengan sumber dana selain APBN dengan nomor 1261E/UN7.5.8/PP/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhat, R.A., M.A. Devash, M.A. Mehmood, B.M. Skinder, A. Rashid, J.I.A. Bhat, D.V. Singh, R. Lone. 2017. Mycorrhizae: a sustainable industry for plant and soil environment. Mycorrhiza-Nutrient Uptake, Biocontrol, Ecorestoration: 473-502. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68867-125>
- Bhattacharjee, R., U. Dey. 2014. Biofertilizer, a way towards organic agriculture: a review. Afr. J. Microbiol. Res. 8(24): 2332-2342. Doi: <https://doi.org/10.5897/AJMR2013.6374>
- Brundrett, M. 2009. Mycorrhizal association and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. Plant Soil. 320: 33-77.
- Brundrett, M.C., Y. Piche, R.L. Peterson. 1984. A new method for observing the morphology of vesicular arbuscular mycorrhizae. Can. J. Bot. 62: 2128-2134.
- Bucking, H, E. Liepold, P. Ambilwade. 2012. The role of the mycorrhizal symbiosis in nutrient uptake of plants and the regulatory mechanism underlying these transport process. Plant Science. Intech Open. Doi: <https://doi.org/10.5772/52570>.
- CITES. 2020. Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/pc/25/Inf/E-PC25-Inf-04.pdf>. [14 Mei 2022].
- De, L.C., R. Singh. 2018. Organic production of *Cymbidium orchids*. Acta Sci. Agric. 2(4): 30-35.
- Goh, D. M., M. Cosme, A. B. Kisiala, S. Mulholland, Z. M. F. Said, L. Spichal, R. J. N. Emery, S. Declerk, F. C. Guinel. 2019. A stimulatory role for cytokinin in the arbuskular mycorrhizal symbiosis of pea. Front. Plant Sci. 10: 1-18. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00262>
- Herliana, O., E. Rokhminarsi, S. Mardini, M. Jannah. 2018. Pengaruh jenis media tanam dan aplikasi pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan, pembungaan, dan infeksi mikoriza pada tanaman anggrek *Dendrobium* sp. J. Kultivasi. 17(1): 550-557.
- Jiang, Y.T., R.Q. Lin, B. Liu, Q.M. Zeng, Z.J. Liu, S.P. Chen. 2019. Complete chloroplast genome of *Cymbidium ensifolium* (Orchidaceae). Mitochondrial DNA B: Resour. 4(2): 2236-2237. Doi: <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1624637>
- Kasutjianingati, K., R. Firgiyanto. 2018. Characterization of morphology from orchid *Vanda* sp. as a genetic information source for preservation and agribusiness of orchids in indonesia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 207. Doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/207/1/012006>
- Kolachevskaya, O.O., S.N. Lomin, D.V. Arkhipov, G.A. Romanov. 2019. Auxins in potato: molecular aspects and emerging roles in tuber formation and stress resistance. Plant Cell Rep. 36(6): 681-698. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00299-019-02395-0>
- Li, X., J. Luo, T. Yan, L. Xiang, F. Jin, D. Qin. 2013. Deep sequencing-based analysis of the *Cymbidium ensifolium* floral transcriptome. PLoS One. 8(12). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085480>
- Lipavska, H., P. Maskova, P. Vojvodova. 2011. Regulatory desphosphorylation of CDK at G2/M in plant: yeast mitotic phosphatase cdc25 induces cytokinin-like effect in transgenic tobacco morphogenesis. Ann. Bot. 107: 1071-1086. Doi: <https://doi.org/10.1093/aob/mcr016>
- Ludwig-Muller, J. 2010. Hormonal Responses in Host Plants Triggered by Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function pp 169-190. Doi: https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6_8.
- Milla, Y. N., I.K. Widnyana, N.P. Pandawani. 2017. Pengaruh waktu pemberian pupuk mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman paprika (*Capsicum annum* var grossum L.). Agrimet. Hal. 66-76.
- Pamungkas, F.T., S. Darmanti, B. Raharjo. 2009. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman dalam supernatan kultur *Bacillus* sp.2 DUCC-BR-K1.3 terhadap pertumbuhan stek horisontal batang jarak pagar. J. Sains & Matematika 17(3): 131-140.
- Pons, S., S. Fournier, C. Chervin, G. Becard, S. Rochange, N. F. D. Frey, V. P. 2020. Phytohormone production by the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis*

- laris. PLoS One. 15(10). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240886>
- Rivana, E., N.P. Indriani, L. Khairani. 2016. Pengaruh pemupukan fosfor dan inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorghum (*Sorghum bicolor* L.). J. Ilmu Ternak. 16(1): 46-53.
- Saleh, Ismail, I.S.W. Atmaja. 2017. Efektivitas inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) terhadap produksi bawang merah dengan teknik pengairan berbeda. J. Hort. Indonesia. 8(2): 120-127.
- Santiago, I.A.S., M.M. Trujillo, J.J.V. Alarcon, M.E.P. Santos, G. Santoyo, M.J. Pozo, A.T.C. Barcenas. 2022. An update review on the modulation of carbon partitioning and allocation in arbuscular mycorrhizal plants. Microorganism. 10(75): 1-20. Doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010075>
- Sasmita, M.W.S., S. Nurhatika, A. Muhibuddin. 2019. Pengaruh dosis mikoriza arbuskular pada media AMB-P0K terhadap pertumbuhan tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* var. Somporis). J. Sains dan Seni ITS. 8(2): 2337-3520
- Sauwubi, D.A., M. Muryono, F. Hendrayana. 2012. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan produktivitas tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) varietas prancak pada kepadatan populasi 45.000/Ha di Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur. Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Septiana, A. A. 2014. Pengaruh hormon IAA dan BAP terhadap perbanyakan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in Vitro*. J. UNEJ. 1 (1): 1-7
- Sugiyarto, L., S. Umniyatie, V. Henuhili. 2016. Keanekaragaman anggrek alam dan keberadaan mikoriza anggrek di Dusun Turgo Pakem, Sleman Yogyakarta. J. Sains Dasar. 5(2): 71-80
- Shina, S. 2018. Biofertilizer: usage, potential dan prospect as alternative to chemical fertilizer in nigeria. Doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26232.49927>
- Schenck, N.C. 1982. Methods and principles of mycorrhizal research. American Phytopathological Society St. Paul, MN.
- Sulfiah, S., N. Sukarno, A.W. Gunawan. 2021. Pembersihan isi sel akar dan jenis warna tinta untuk deteksi cendawan mikoriza arbuskula. J. Sumberdaya HAYATI. 7(1): 36-40.
- Wei, Y., J. Jin, X. Yao, C. Lu, G. Zhu, and F. Yang. 2020. Transcriptome analysis reveals clue into leaf-like flower mutant in chinese orchid *Cymbidium ensifolium*. Plant Divers. 42: 92-101. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2019.12.001>
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan planlet anggrek mokara. J. Hort. 24 (3): 230-238.
- Widiati, B.R., N. Haerani, M. Mulkilgram. 2018. Pertumbuhan dan produksi kacang hijau dengan pemanfaatan mikoriza vesikular arbuskular. Agro Plantae. 7(1). Doi: <https://doi.org/10.51978/agro.v7i1.29>
- Wu, W., K. Du, X. Kang, H. Wei. 2021. The diverse role of cytokinins in regulating leaf development. Hortic. Res. 8(18): 1-13. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00558-3>
- Yeh, C.M., K. Chung, C.K. Liang, W.C. Tsai. 2019. New insight into the symbiotic relationship between orchids and fungi. Appl. Sci. 9(3): 1-14. Doi: <https://doi.org/10.3390/app9030585>
- Zhang, S., Y. Yang, J. Li, J. Qin, W. Zhang, W. Huang, and H. Hu. 2018. Physiological diversity of orchids. Plant Divers. 40: 196-208. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.06.003>