

## JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

### Aplikasi Spora Endomikoriza, Kompos Dan *Trichoderma* Spp. Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)

*Application Of Endomycorrhizal Spores, Compost, And Trichoderma Spp. Increased Growth Of Cacao Seedlings (Theobroma cacao L.)*

Tadzkiya Hanifah Akbar<sup>1\*</sup>, Meitini Wahyuni Proborini<sup>2</sup>, Made Ria Defiani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Jl. Raya Kampus UNUD Jimbaran, Kuta Selatan, 80361, Bali, Indonesia

\*Email: [tadzkiahanifah@gmail.com](mailto:tadzkiahanifah@gmail.com)

Correspondence email: [pmeitini@unud.ac.id](mailto:pmeitini@unud.ac.id)

#### INTISARI

Pembibitan kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu upaya untuk mempertahankan agroforestri dan menjaga fungsi hutan. Penelitian bertujuan menganalisis kombinasi antara jamur endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan bibit kakao serta menentukan konsentrasi yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Penelitian dilakukan di laboratorium taksonomi tumbuhan (mikologi) dan *green house* Persemaian Permanen Suwung, Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Hutan Anyar. Perlakuan disusun secara RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 5 perlakuan yang terdiri dari 5 ulangan dan 3 unit tanaman untuk setiap ulangan. Perlakuan pertama menggunakan tanah steril (kontrol negatif), perlakuan kedua dengan tanah steril + kompos 10 g + *Trichoderma* spp 10 mL (kontrol positif), perlakuan ketiga dengan tanah steril dan inokulasi endomikoriza *Glomus* sp 100 butir + kompos 10 gram + *Trichoderma* spp. 10 mL, perlakuan keempat dengan tanah steril dan inokulasi endomikoriza *Glomus* sp 150 butir + kompos 10 g + *Trichoderma* spp. 10 mL, dan perlakuan kelima dengan tanah steril dan inokulasi endomikoriza *Glomus* sp 200 butir + kompos 10 g + *Trichoderma* spp. 10 mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kelima (200 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., dan 10 g kompos) merupakan kombinasi terbaik untuk pertumbuhan bibit kakao dilihat dari nilai parameter tinggi tanaman sebesar 29,03 cm, berat kering tanaman 3,55 g, berat kering akar 1,83 g, dan persentase kolonisasi endomikoriza sebesar 66,33 %.

**Kata kunci:** Green house, *Glomus* sp., agroforestri, persentase kolonisasi

#### ABSTRACT

Quality of cacao seedlings (*Theobroma cacao* L.) is one of the effort to maintain agroforestry and forest functions. This study aimed to identify the effects of the endomycorrhizal spores, compost, and *Trichoderma* spp. for cacao seedlings and to investigate the best concentration of media combinations on growth of cacao seedlings. The study was carried out in plant taxonomy laboratory (mycology) and the green house of Suwung Permanent Nursery, BPDASHL. Treatments were set up on RCBD (Randomized Complete Block Design) with five treatment combinations and 5 replications and 3 units of experiment. The first treatment was application of sterile soil only (negative control), the second treatment was with sterile soil+10 g of compost+10mL of *Trichoderma* spp (positive control), the third treatment was sterile soil+100 spore of endomycorrhizal *Glomus* sp. +10 g of compost+10mL of *Trichoderma* spp, the fourth treatment was with sterile soil+150 spore of endomycorrhizal *Glomus* sp.

+10 g of compost+10mL of *Trichoderma* spp, and the fifth treatment was with sterile soil+200 spore of endomycorrhizal *Glomus* sp. +10 g of compost+10mL of *Trichoderma* spp. The result showed that combination of the fifth treatment (sterile soil+200 spore of endomycorrhizal *Glomus* sp. +10 g of compost+ 10mL of *Trichoderma* spp.) was the best combination cacao seedlings for plant heights (29,03 cm), plant dry weight (3,55 g), root dry weight (1,83 g), and the percentage of endomycorrhizal colonization (66,33%).

**Keyword:** Green house, *Glomus* sp., agroforestry, colonization percentage

## PENDAHULUAN

Buah kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu produk hutan non kayu dan untuk membudidayakannya perlu dibuat struktur hutan yang menyerupai hutan asli lokal atau disebut dengan sistem agroforestri yang mengutamakan keanekaragaman hayati (Milz *et al.*, 2016). Kakao merupakan tanaman tahunan yang banyak dibudidayakan pada daerah tropis dan menempati posisi ke tiga dalam ekspor komoditas perkebunan tertinggi setelah komoditas CPO (*Crude Palm Oil*) dan karet sehingga memiliki peran penting dalam peningkatan devisa Indonesia (Sidabutar *et al.*, 2013). Menurut Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan (2018), produksi kakao di Indonesia terus mengalami penurunan dari tahun 2010 hingga 2017, sehingga upaya pengembangan tanaman kakao dalam jumlah produksi dan mutu hasil sangat diperlukan. Salah satu upaya tersebut adalah dengan melakukan pembibitan secara optimal untuk memperoleh bibit yang baik dan bermutu tinggi (Marpaung, 2013).

Pengembangan tanaman kakao di daerah tropis dihadapkan pada berbagai permasalahan seperti kondisi lahan dan iklim yang tidak sesuai serta serangan hama dan penyakit yang tinggi (Baharudin dan Rubiyo, 2013). Kondisi lahan dan iklim yang tidak sesuai membuat ketersediaan hara menjadi rendah sehingga petani sering menggunakan pupuk kimia untuk meningkatkan hasil. Namun penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan biaya produksi menjadi besar (Brady dan Weil, 2008).

Salah satu upaya untuk memperoleh bibit kakao yang baik yaitu dengan menggunakan Endomikoriza. Endomikoriza atau disebut juga mikoriza arbuskula adalah simbiosis mutualisme antara sel-sel akar tanaman dengan fungi endofit

yang berkoloni di dalam sel korteks selama masa pertumbuhan tanaman (Sufaati *et al.*, 2011). Pengaruh endomikoriza terhadap pertumbuhan tanaman antara lain dapat meningkatkan siklus nutrisi tanah, meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres (biotik dan abiotik), meningkatkan penyerapan ion, meningkatkan kualitas struktur tanah, dan meningkatkan perakaran dan pembentukan tanaman (Bhattacharjya *et al.*, 2018). Selain dengan penambahan endomikoriza, upaya lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan jamur *Trichoderma* spp. dan kompos.

*Trichoderma* spp. adalah jenis jamur berfilamen yang berasal dari tanah dan banyak digunakan sebagai agen biokontrol di bidang pertanian karena mekanisme antagonisnya yang efektif untuk melawan patogen dan nematoda yang menyerang tanaman serta mampu menginduksi pertahanan tanaman dan merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Poveda *et al.*, 2019). Sedangkan kompos merupakan salah satu pupuk organik yang digunakan pada pertanian untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Kompos umumnya merupakan campuran beberapa jenis bahan organik dengan bertujuan untuk meningkatkan kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman (Patmala, 2010).

Penelitian mengenai pengaruh kombinasi pupuk hayati endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp. terhadap pembibitan kakao belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian dilakukan dengan pemberian spora endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp. untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan (Mikologi) dan Green House Persemaian Permanen Suwung, Balai

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Unda Anyar. Secara keseluruhan penelitian dilakukan selama 6 bulan (November 2019 hingga Mei 2020).

Bahan yang digunakan antara lain isolat jamur *Trichoderma* spp. dan spora endomikoriza jenis *Glomus* sp koleksi laboratorium mikologi, media PDA (Potato Dextrose Agar), kompos steril, benih kakao (*Theobroma cacao* L.), tanah dan pasir steril, larutan KOH 10%, larutan HCl 1%, *Methylene blue* 0,05%. Alat yang digunakan antara lain saringan bertingkat merk “*Analysensieb Eckhardt 5657 Haan W. Germany*” dengan ukuran 200  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 65  $\mu\text{m}$ , dan 45  $\mu\text{m}$ , cawan Petri, pipet Pasteur, tabung reaksi, polybag ukuran 15 x 7,5 cm (panjang x lebar), wadah semai, penggaris, timbangan analitik, oven.

Isolat jamur *Trichoderma* spp.koleksi laboratorium mikologi direisolasi pada media PDA (*Potato Dextrosa Agar*) kemudian diamati dibawah mikroskop untuk memastikan tidak ada kontaminasi dan dilakukan reidentifikasi secara morfologi berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis dengan panduan buku Pitt dan Hocking (2000).

Sampel tanah-zeolit hasil propagasi spora endomikoriza ditimbang sebanyak 250 g, direndam dalam 1000 ml air selama lima-sepuluh menit sambil diaduk, kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat merk “*Analysensieb Eckhardt 5657 Haan W. Germany*” dengan ukuran 200  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 65  $\mu\text{m}$ , dan 45  $\mu\text{m}$ . Residu pada saringan 65  $\mu\text{m}$  dan 45  $\mu\text{m}$  dibilas dengan air kran yang mengalir kecil agar menjamin bahwa semua partikel yang kecil sudah terbawa. Masing-masing residu pada saringan tersebut dituang kedalam cawan Petri lalu diamati spora yang masih *viable* di bawah mikroskop. Spora endomikoriza diambil menggunakan pipet Pasteur kemudian dimasukkan kedalam botol yang telah diisi air steril. Spora endomikoriza yang sudah disortir disimpan kedalam *refrigerator* sebelum digunakan agar mencegah terjadinya kontaminasi.

Perlakuan disusun secara RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 5 perlakuan yang terdiri dari 5 ulangan dan 3 unit

tanaman perlakuan sesuai dengan denah rancangan penelitian di bawah ini:

**Tabel 1.** Denah Rancangan Penelitian

Kelompok 1			Kelompok 2			Kelompok 3			Kelompok 4			Kelompok 5		
A <sub>1</sub> <sup>1</sup>	A <sub>1</sub> <sup>2</sup>	A <sub>1</sub> <sup>3</sup>	E <sub>2</sub> <sup>1</sup>	E <sub>2</sub> <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> <sup>3</sup>	D <sub>3</sub> <sup>1</sup>	D <sub>3</sub> <sup>2</sup>	D <sub>3</sub> <sup>3</sup>	C <sub>4</sub> <sup>1</sup>	C <sub>4</sub> <sup>2</sup>	C <sub>4</sub> <sup>3</sup>	B <sub>5</sub> <sup>1</sup>	B <sub>5</sub> <sup>2</sup>	B <sub>5</sub> <sup>3</sup>
B <sub>1</sub> <sup>1</sup>	B <sub>1</sub> <sup>2</sup>	B <sub>1</sub> <sup>3</sup>	A <sub>2</sub> <sup>1</sup>	A <sub>2</sub> <sup>2</sup>	A <sub>2</sub> <sup>3</sup>	E <sub>3</sub> <sup>1</sup>	E <sub>3</sub> <sup>2</sup>	E <sub>3</sub> <sup>3</sup>	D <sub>4</sub> <sup>1</sup>	D <sub>4</sub> <sup>2</sup>	D <sub>4</sub> <sup>3</sup>	C <sub>5</sub> <sup>1</sup>	C <sub>5</sub> <sup>2</sup>	C <sub>5</sub> <sup>3</sup>
C <sub>1</sub> <sup>1</sup>	C <sub>1</sub> <sup>2</sup>	C <sub>1</sub> <sup>3</sup>	B <sub>2</sub> <sup>1</sup>	B <sub>2</sub> <sup>2</sup>	B <sub>2</sub> <sup>3</sup>	A <sub>3</sub> <sup>1</sup>	A <sub>3</sub> <sup>2</sup>	A <sub>3</sub> <sup>3</sup>	E <sub>4</sub> <sup>1</sup>	E <sub>4</sub> <sup>2</sup>	E <sub>4</sub> <sup>3</sup>	D <sub>5</sub> <sup>1</sup>	D <sub>5</sub> <sup>2</sup>	D <sub>5</sub> <sup>3</sup>
D <sub>1</sub> <sup>1</sup>	D <sub>1</sub> <sup>2</sup>	D <sub>1</sub> <sup>3</sup>	C <sub>2</sub> <sup>1</sup>	C <sub>2</sub> <sup>2</sup>	C <sub>2</sub> <sup>3</sup>	B <sub>3</sub> <sup>1</sup>	B <sub>3</sub> <sup>2</sup>	B <sub>3</sub> <sup>3</sup>	A <sub>4</sub> <sup>1</sup>	A <sub>4</sub> <sup>2</sup>	A <sub>4</sub> <sup>3</sup>	E <sub>5</sub> <sup>1</sup>	E <sub>5</sub> <sup>2</sup>	E <sub>5</sub> <sup>3</sup>
E <sub>1</sub> <sup>1</sup>	E <sub>1</sub> <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> <sup>3</sup>	D <sub>2</sub> <sup>1</sup>	D <sub>2</sub> <sup>2</sup>	D <sub>2</sub> <sup>3</sup>	C <sub>3</sub> <sup>1</sup>	C <sub>3</sub> <sup>2</sup>	C <sub>3</sub> <sup>3</sup>	B <sub>4</sub> <sup>1</sup>	B <sub>4</sub> <sup>2</sup>	B <sub>4</sub> <sup>3</sup>	A <sub>5</sub> <sup>1</sup>	A <sub>5</sub> <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> <sup>3</sup>

Keterangan: A : Kontrol negatif dengan tanah steril, B: Kontrol positif tanah steril, kompos 10 gram, dan inokulasi 10 mL *Trichoderma* spp., C: Inokulasi 10 mL *Trichoderma* spp., kompos 10 gram, dan 100 spora endomikoriza, D: Inokulasi 10 mL *Trichoderma* spp., kompos 10 gram, dan 150 spora endomikoriza, E: Inokulasi 10 mL *Trichoderma* spp., kompos 10 gram, dan 200 spora endomikoriza

Variabel yang akan diamati selama penelitian meliputi:

- Tinggi bibit (cm), diukur mulai dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi. Pengukuran dilakukan pada saat bibit berumur 30 dan 60 HST.
- Jumlah daun, dihitung dengan cara menjumlahkan semua daun yang tumbuh pada bibit kakao. Pengamatan jumlah daun dilakukan pada saat bibit berumur 30 dan 60 HST.
- Panjang akar, diukur setelah akhir penelitian dengan membongkar media tanam. Pengukuran dilakukan mulai dari pangkal akar hingga ujung paling panjang dari akar bibit kakao.
- Berat basah akar, diukur setelah akhir penelitian dan seluruh bagian akar bibit kakao yang telah dibersihkan dari tanah ditimbang dengan timbangan digital.
- Berat kering akar, diukur setelah akhir penelitian dan dioven selama 60 jam pada suhu 80°C (sampai berat konstan).
- Berat basah tanaman, diukur setelah akhir penelitian dan seluruh bagian bibit kakao yang telah dibersihkan dari tanah ditimbang dengan timbangan digital.

- g. Berat kering tanaman, diukur setelah akhir penelitian dan dioven 60 jam pada suhu 80°C (sampai berat konstan).
- h. Persentase kolonisasi endomikoriza pada bibit kakao, dengan menghitung jumlah akar bibit kakao yang terinfeksi oleh endomikoriza.

Prosedur penelitian:

- a. Pengambilan benih kakao  
Benih kakao didapatkan dari Perkebunan lokal masyarakat Suwat, Kabupaten Gianyar, Bali.
- b. Persiapan media tanam  
Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pasir dengan perbandingan 1:2. Kedua media tersebut dicampur dan di ayak menggunakan ayakan pasir sehingga batu, kerikil, dan kotoran dapat dipisahkan. Kemudian media disterilisasi dengan cara dikukus menggunakan drum atau panci selama 60 menit dengan suhu 100°C. Setelah itu, media steril sebanyak 800 g dimasukkan kedalam polibag berukuran 15 x 7,5 cm (panjang x lebar) dan disusun sesuai dengan tabel rancangan percobaan.
- c. Perkecambahan benih kakao  
Benih kakao dibersihkan lendirnya dengan cara digosok dan dicuci dengan air. Kemudian, benih disemai pada wadah semai yang telah diisi dengan kompos steril. Benih ditanam dengan posisi bakal akar berada di bawah. Benih ditanam dengan tegak dengan menyisakan sepertiga bagian atas berada di permukaan media. Wadah semai benih kakao dijaga kelembabannya dengan dilakukan penyiraman setiap pagi hari sampai benih tumbuh dan memiliki 2-3 helai daun ( $\pm$  14-16 hari).
- d. Aplikasi kompos  
Kompos terlebih dahulu disterilisasi dengan drum atau panci selama 60 menit dengan suhu 100°C. Kemudian kompos yang sudah dingin dicampurkan dengan media tanam pasir yang sudah steril sebanyak 10 g. Kemudian di masukkan kedalam polibag sesuai dengan rancangan percobaan. Khusus untuk perlakuan dengan penambahan pupuk,

kompos ditambahkan 1 minggu sebelum penanaman pada media tanam.

- e. Inokulasi spora endomikoriza  
Endomikoriza spora *Glomus* sp diambil sebanyak 100, 150, dan 200 butir spora sesuai dengan perlakuan yang telah dirancang. Kemudian, endomikoriza spora *Glomus* sp diinokulasikan pada tanah yang telah dilubangi di setiap polibagnya sebelum benih kakao ditanam.
- f. Inokulasi *Trichoderma* spp.  
*Trichoderma* spp. yang telah dibiakkan dalam media PDA selama 5 hari dibuat dalam bentuk suspensi. Kemudian setelah berisi spora jamur, suspensi *Trichoderma* spp diambil sebanyak 10 mL dan dituangkan kedalam lubang tanam yang telah dibuat pada masing-masing polibag sebanyak 1 kali.
- g. Pemindahan bibit kakao  
Bibit kakao dipindahkan ke dalam polibag setelah 15 hari setelah setelah disemai. Bibit diseleksi terlebih dahulu sebelum dipindahkan. Bibit yang dipindahkan yaitu bibit yang memiliki ukuran yang sama dengan kondisi yang baik.
- h. Pemeliharaan  
Pemeliharaan bibit kakao meliputi penyiraman, dan penyiangan. Penyiraman dilakukan setiap 1 kali sehari yaitu pada pagi hari. Penyiangan dilakukan secara manual pada bagian dalam dan luar polibag setiap satu minggu sekali atau sesuai dengan kondisi lapangan pada saat penelitian.

Pengamatan infeksi endomikoriza pada akar bibit kakao tahap pertama yaitu dengan mencuci sisa tanah dari akar tanaman menggunakan air lalu akar dipotong sebesar 3 cm. Kemudian, akar yang telah dipotong direndam di larutan KOH 10% selama 24 jam sampai akar menjadi transparan. Selanjutnya, akar dibilas dengan air sehingga tidak licin dan di larutan HCl 1% selama 5-10 menit (Proborini *et al.*, 2013). Tahap kedua yaitu akar ditambahkan *metylhene blue* 0,05% hingga akar terwarnai lalu dibilas dan diamati di bawah mikroskop.

Kolonisasi endomikoriza pada akar tanaman dihitung menggunakan metode *slide* (Giovannetti dan Mosse, 1980). Potongan akar

yang telah diwarnai diatur sebanyak 10 - 15 potong pada kaca objek dan diamati dibawah mikroskop. Tanda-tanda kolonisasi endomikoriza ditunjukkan dengan adanya hifa, vesikel atau arbuskula dan ditandai dengan tanda (+). Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui persentase kolonisasi endomikoriza pada akar bibit kakao adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ kolonisasi mikoriza pada akar} = \frac{\text{Jumlah akar terinfeksi (+)}}{\text{Jumlah akar yang diamati}} \times 100\%$$

Tinggi rendahnya kolonisasi akar dapat diukur dengan kriteria menurut Sarina *et al.*, (2016) seperti pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Kriteria Kolonisasi Endomikoriza Pada Akar

Kelas	Kriteria
1	0 – 5 % (sangat rendah)
2	6 - 26 % (rendah)
3	26 – 50 % (sedang)
4	51 – 75 % (tinggi)
5	76 – 100 % (sangat tinggi)

Data kuantitatif yang didapatkan selama peneliatan ini dianalisis secara deskriptif. Pengolahan data kuantitatif menggunakan analisis sidik ragam atau *analysis of varians* (ANOVA). Jika terdapat perbedaan yang nyata pada pengaruh perlakuan, maka uji akan dilanjutkan dengan uji Duncan's 5% (jarak berganda) menggunakan SPSS versi 26.

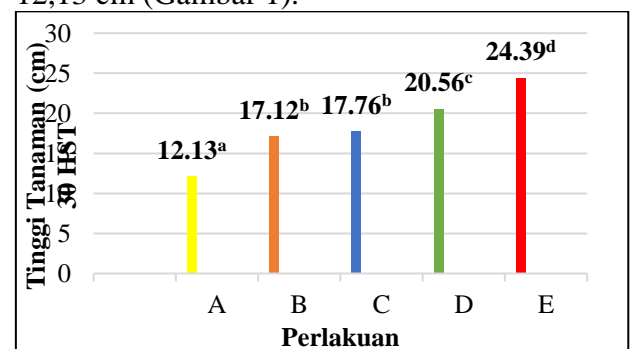
## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA), pemberian spora endomikoriza, *Trichoderma* spp., dan kompos menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibanding dengan kontrol terhadap tinggi tanaman, berat basah dan kering tanaman, berat basah dan kering akar, serta presentase kolonisasi endomikoriza dimana nilai signifikansi ( $P < 0,05$ ), hal ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi antara endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp. memberikan pengaruh pada

variabel tersebut. Sedangkan pada variabel jumlah daun dan panjang akar tidak memberikan hasil yang berbeda nyata karena nilai signifikansi ( $P > 0,05$ ) sehingga dapat diartikan pemberian kombinasi antara endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp. tidak memberikan pengaruh pada variabel tersebut. Hasil peneleitian dapat dijabarkan sebagai berikut.

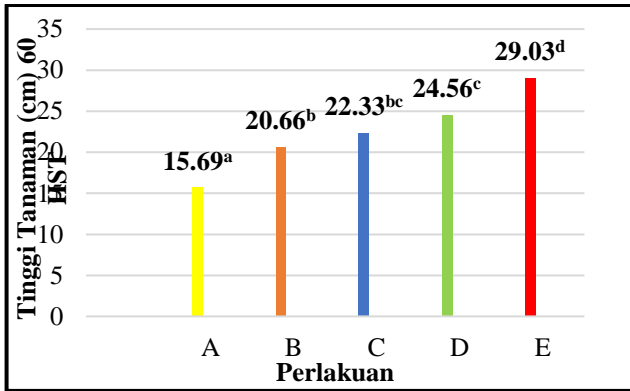
### Tinggi tanaman bibit kakao

Tinggi tanaman bibit kakao umur 30 HST pada perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 24,39 cm dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 12,13 cm (Gambar 1).



**Gambar 1.** Rata-rata tinggi tanaman umur 30 HST. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

Tinggi tanaman bibit kakao 60 HST pada perlakuan E juga memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 29,03 cm dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 15,69 cm (Gambar 2). Perbedaan tinggi tanaman bibit kakao dapat dilihat pada Gambar 3.



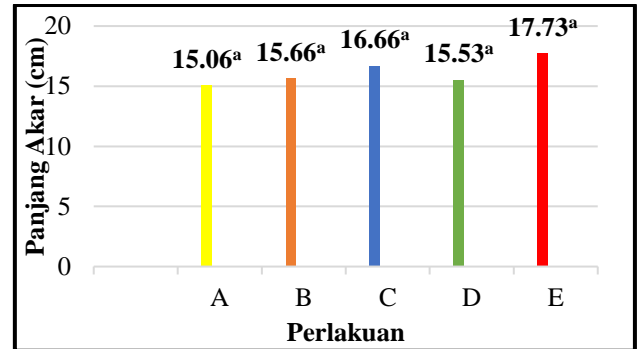
**Gambar 2.** Rata-rata tinggi tanaman umur 60 HST. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.



**Gambar 3.** Perbedaan tinggi tanaman bibit kakao umur 60 HST. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos. (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020)

**Panjang akar bibit kakao**

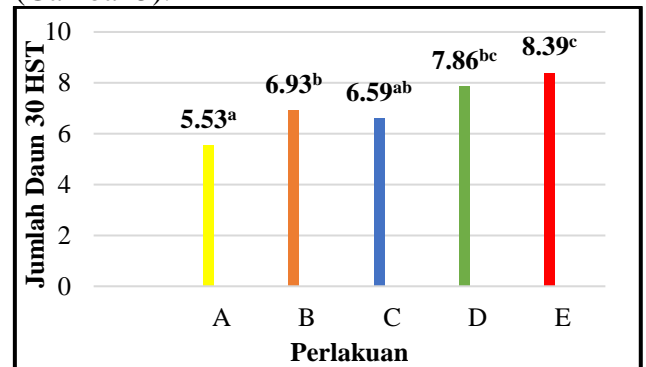
Panjang akar bibit kakao pada perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 17,73 cm dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai 15,06 cm (Gambar 4).



**Gambar 4.** Rata-rata panjang akar. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Jumlah daun bibit kakao**

Jumlah daun bibit kakao 30 HST pada perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 8,39 dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 5,53 (Gambar 5).

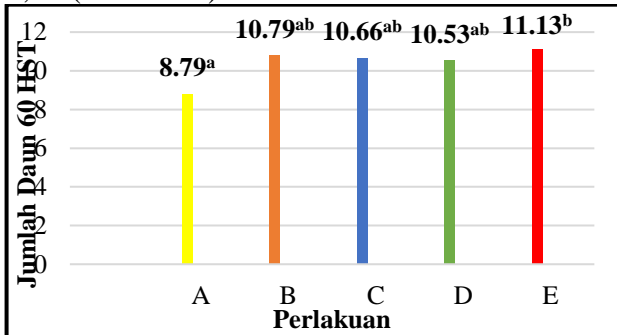


**Gambar 5.** Rata-rata jumlah daun umur 30 HST. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

Jumlah daun bibit kakao 60 HST pada perlakuan E juga memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 11,13 dan perlakuan A



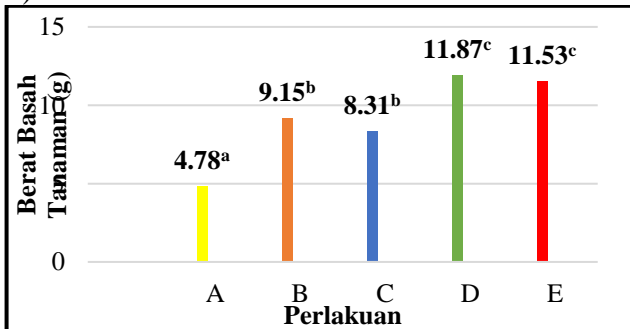
memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 8,79 (Gambar 6).



**Gambar 6.** Rata-rata jumlah daun umur 60 HST. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Berat basah tanaman bibit kakao**

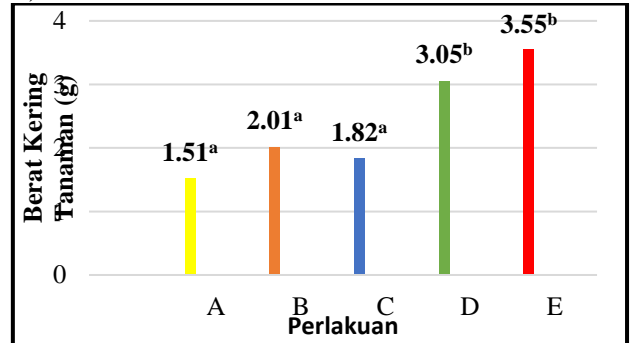
Berat basah tanaman bibit kakao pada akhir penelitian menunjukkan hasil perlakuan D memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 11,87 g dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 4,78 g (Gambar 7).



**Gambar 7.** Rata-rata berat basah tanaman. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Berat kering tanaman bibit kakao**

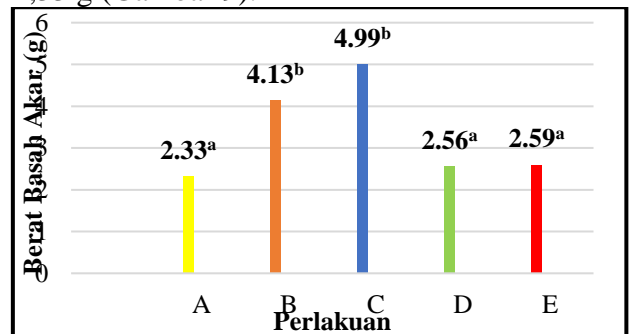
Berat kering tanaman bibit kakao pada akhir penelitian menunjukkan hasil perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 3,55 g dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 1,51 g (Gambar 8).



**Gambar 8.** Rata-rata berat kering tanaman. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Berat basah akar bibit kakao**

Berat basah akar bibit kakao pada perlakuan C memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 4,99 g dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 2,33 g (Gambar 9).

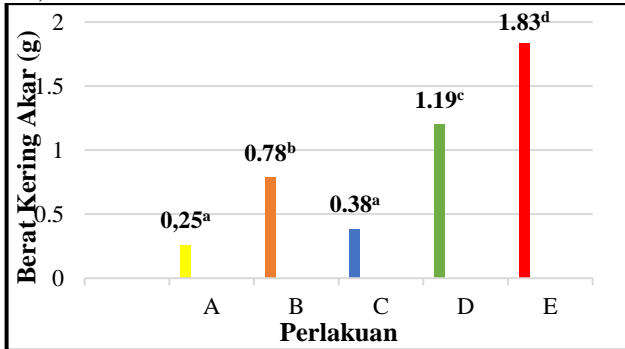


**Gambar 9.** Rata-rata berat basah akar. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi

200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Berat kering akar bibit kakao**

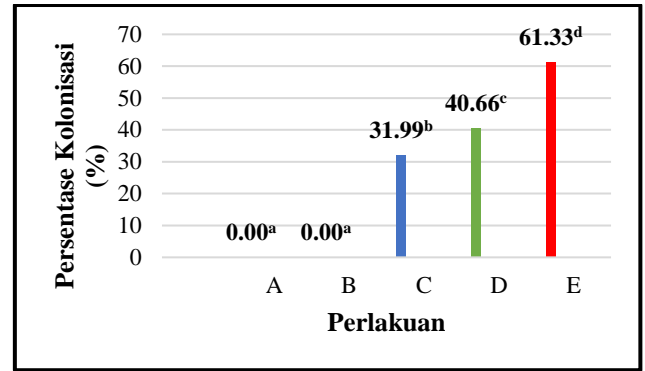
Berat kering akar bibit kakao pada akhir penelitian menunjukkan perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai rata-rata 1,83 g dan perlakuan A memberikan hasil terendah dengan nilai rata-rata 0,25 g (Gambar 10).



**Gambar 10.** Rata-rata berat kering akar. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**Persentase kolonisasi endomikoriza**

Berdasarkan pengamatan akar bibit kakao untuk mengamati kolonisasi Endomikoriza terlihat bahwa pada perlakuan C (100 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., 10 g kompos), D (150 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., 10 g kompos), dan E (200 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., 10 g kompos),. Perlakuan E memberikan hasil tertinggi dengan nilai 61,33% dan perlakuan C memberikan hasil terendah dengan nilai 31,99% (Gambar 11).



**Gambar 11.** Rata-rata persentase kolonisasi endomikoriza. A. Kontrol negatif (tanpa inokulasi), B. Kontrol positif (inokulasi *Trichoderma* spp. dan kompos), C. Inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, D. Inokulasi 150 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos, E. Inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos.

**PEMBAHASAN**

Kombinasi endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp berpengaruh nyata terhadap hasil tinggi tanaman saat berumur 30 HST dan 60 HST. Perlakuan E (inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi dan perlakuan A (Kontrol negatif tanpa inokulasi) memberikan hasil terendah. Menurut Masfufah *et al.*, (2016), jamur mikoriza secara intensif menghasilkan hifa luar pada akar tanaman inang, sehingga akar tanaman mikoriza dapat lebih baik menyerap air, mineral, dan unsur hara dari dalam tanah. Pemberian *Trichoderma* spp. dan kompos dalam perlakuan kombinasi tersebut juga memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman bibit kakao. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Rizal *et al.*, (2019), bahwa pemberian jamur *Trichoderma* spp. mampu membantu merangsang pertumbuhan tinggi tanaman tomat sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan menyebabkan penyerapan unsur hara lebih optimal. Sedangkan kompos mengandung bahan organik atau sumber karbon yang digunakan mikroba untuk tumbuh sehingga aktivitas mikroba meningkat dan dapat memberikan pengaruh terhadap proses mineralisasi unsur hara sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman meningkat (Haryanti *et al.*, 2018).



Kombinasi endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar bibit kakao. Hal ini sejalan dengan penelitian Putra *et al.*, (2014), bahwa perbedaan jenis pupuk kandang dan dosis cendawan mikoriza tidak memberi pengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman. Walaupun tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar, mikoriza mampu membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Hal tersebut karena pada dasarnya mikoriza yang menginfeksi akar tanaman mampu menyerap unsur hara lebih luas dengan menggunakan hifa eksternalnya yang tumbuh dan berkembang melalui rambut akar (Putra *et al.*, 2014).

Kombinasi antara endomikoriza, *Trichoderma* spp. dan kompos menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap jumlah daun bibit kakao pada saat umur 30 HST, dimana perlakuan E (inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi. Menurut Putri *et al.*, (2016), pemberian mikoriza mampu meningkatkan penyerapan air dan hara sehingga mampu meningkatkan hasil asimilat yang nantinya digunakan dalam pembentukan daun pada bibit cengkeh. Pemberian *Trichoderma* spp. dan kompos dalam perlakuan kombinasi tersebut juga memberikan pengaruh terhadap jumlah daun bibit kakao. *Trichoderma* spp. dapat berperan sebagai bio dekomposer, agen hayati, biofungisida, dan stimulator pertumbuhan tanaman (Amalia *et al.*, 2019). Sedangkan kompos mengandung unsur hara N yang berperan merangsang pertumbuhan batang, cabang, dan daun tanaman (Prihantoro, 2007). Sedangkan, jumlah daun bibit kakao saat berumur 60 HST menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut diduga karena pada saat pertengahan masa penelitian, terjadi kenaikan intensitas curah hujan dan intensitas cahaya matahari menurun sehingga mempengaruhi jumlah daun. Intensitas cahaya menentukan suhu daun dan keseimbangan air yang dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi sehingga secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Agalave, 2017).

Kombinasi endomikoriza, kompos, dan *Trichoderma* spp berpengaruh nyata terhadap panjang akar bibit kakao dimana perlakuan D memiliki rata-rata berat tertinggi dan perlakuan A (kontrol negatif tanpa inokulasi) memiliki rata-rata berat terendah. Hal ini sejalan dengan Aminuddin dan Anam (2017), bahwa penambahan berat basah tanaman dapat diakibatkan karena diambilnya air oleh akar tanaman yang sudah dikoloniasi oleh mikoriza. Air sangat berperan penting terhadap pemanjangan dan perbesaran sel tanaman karena mampu menjaga turgor-turgor sel. Berdasarkan hasil penelitian ini, parameter berat basah tanaman sejalan dengan parameter tinggi tanaman bibit kakao. Pertumbuhan vegetatif tanaman atau parameter jumlah daun berbanding lurus dengan berat basah tanaman. Hal tersebut disebabkan karena bertambahnya protoplas sel daun yang dapat mengubah CO<sup>2</sup>, air, dan garam anorganik menjadi cadangan makanan bagi pertumbuhan tanaman (Aminuddin dan Anam, 2017).

Berat kering tanaman pada perlakuan E (inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi dan perlakuan A (Kontrol negatif tanpa inokulasi) memberikan hasil terendah. Menurut Aminuddin dan Anam, (2017), berat kering yang terbentuk diakibatkan oleh tersedianya unsur hara yang meningkat akibat adanya kolonisasi endomikoriza sehingga berpengaruh pada pertumbuhan bagian tanaman seperti akar, daun, dan batang. Peran *Trichoderma* spp. dalam penelitian ini adalah sebagai jamur endofit dan berfilamen yang bersifat mesofilik yang dapat membantu tanaman dalam memproduksi enzim selulosa sehingga mampu meningkatkan biomassa tanaman dan mampu menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa dan xylosa, dan (Haryuni, 2013). Selain itu kompos juga berperan dalam menyediakan unsur hara serta memperbaiki kesuburan tanah dan mikroba (bakteri, jamur, aktinomicetes) yang berperan sebagai biopestisida sehingga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen (Berek, 2017).

Berat basah akar pada perlakuan C (inokulasi 100 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi dan perlakuan A (Kontrol negatif tanpa inokulasi) memberikan hasil terendah. Berdasarkan hasil uji Duncan perlakuan E memiliki berat akar yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A, hal tersebut diduga karena masih terdapat air yang terkandung di dalam akar tanaman bibit kakao berbeda dengan berat akar setelah melalui proses pengeringan. Hal tersebut sesuai dengan Jafar (2013), dimana berat kering merupakan kondisi tanaman yang menyatakan besarnya akumulasi bahan organik yang terkandung dalam tanaman tanpa kadar air.

Pemberian kombinasi antara endomikoriza, *Trichoderma* spp. dan kompos terhadap berat kering akar bibit kakao menunjukkan hasil berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol, dimana perlakuan E (inokulasi 200 spora endomikoriza; 10 mL *Trichoderma* spp.; 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi. Hal tersebut dikarenakan mikoriza mampu membantu penyerapan unsur hara P bagi tanaman. Tanaman dapat memiliki akar lebih luas apabila mengandung fosfor yang cukup sehingga tanaman dapat menjangkau sumber unsur hara yang lebih jauh (Ristiyanti *et al.*, 2014). Fosfor yang cukup dalam tanah dapat merangsang sintesis protein pada sel yang baru terbentuk seperti akar dan batang (Masfufah *et al.*, 2016). Peran *Trichoderma* spp. terhadap berat kering akar adalah mampu menginfeksi akar tanaman dan membentuk akar-akar cabang yang lebih banyak dibandingkan tanaman yang tidak diinfeksi *Trichoderma* spp, sehingga proses penyerapan unsur hara menjadi lebih baik dimana hasil penyerapan tersebut ditransportasi ke seluruh organ tanaman untuk proses fisiologi dan pertumbuhan tanaman (Rizal dan Susanti, 2018). Sedangkan pemberian kompos dapat meningkatkan berat kering akar karena mampu memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi gembur (Sertua *et al.*, 2014).

Persentase kolonisasi endomikoriza pada perlakuan E (200 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., 10 g kompos) memberikan hasil tertinggi dengan nilai 61,33% dan perlakuan C (100 spora endomikoriza, 10 mL

*Trichoderma* spp., 10 g kompos) memberikan hasil terendah dengan nilai 31,99%. Berdasarkan kriteria kolonisasi endomikoriza pada akar, persentase kolonisasi pada perlakuan C dan D tergolong sedang dan perlakuan E tergolong tinggi (Tabel 1). Hasil persentase kolonisasi endomikoriza tersebut tergolong baik, hal ini diduga karena simbiosis antara akar bibit kakao dengan endomikoriza terjalin dengan baik serta iklim dan media yang sesuai. Hal tersebut sejalan dengan Setiadi dan Setiawan (2011), yang menyatakan bahwa persentase kolonisasi mikoriza yang berbeda-beda disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi infeksi mikoriza pada tanaman seperti faktor kebergantungan tanaman terhadap mikoriza, efektivitas isolat, iklim, dan kondisi nutrisi terutama unsur P yang tersedia dalam tanah. Perlakuan A (kontrol negatif tanpa inokulasi) dan perlakuan B (Kontrol positif inokulasi 10 mL *Trichoderma* spp. dan 10 g kompos) memiliki persentase kolonisasi endomikoriza 0% karena kedua perlakuan tersebut tidak diinokulasi dengan endomikoriza dan media tanam berupa campuran pasir dan tanah yang digunakan untuk semua perlakuan sudah melalui proses sterilisasi. Sterilisasi media tumbuh bertujuan untuk meminimalkan gangguan dari mikroorganisme yang tidak dikehendaki (kontaminan), sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang dapat mempengaruhi kualitas inokulan (Dewi *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh kombinasi endomikoriza, *Trichoderma* spp. dan kompos terhadap pertumbuhan bibit kakao ini dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan E (200 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., 10 g kompos) memberikan hasil terbaik untuk parameter tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar, dan persentase kolonisasi endomikoriza. Hal tersebut karena dosis endomikoriza pada perlakuan E cukup dan tidak berlebihan untuk pertumbuhan bibit kakao sehingga kesempatan spora dalam menginfeksi tanaman semakin besar karena tidak terdapat persaingan antar spora saat berkecambah untuk memperebutkan eksudat akar.

**KESIMPULAN**

1. Kombinasi pemberian endomikoriza, *Trichoderma* spp., dan kompos berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan bibit kakao.
2. Kombinasi perlakuan yang terdiri dari 200 spora endomikoriza, 10 mL *Trichoderma* spp., dan 10 g kompos adalah yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kakao dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya.

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan parameter faktor faktor eksternal seperti suhu, pH dan kelembaban yang optimum untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktifitas bibit kakao.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agalave, H.R. 2017. Effect of Environmental Factors on Productivity of Crop. *International Journal of Botany Studies* 2(1): 14-16.
- Amalia, S., D. Nurdiana, dan S.S. Maesyaroh. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan Cendawan *Trichoderma* Sp. Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* Var. *Botrytis* L.). *JAGROS* 3(2): 122-135.
- Aminuddin M.I dan C. Anam. 2017. Kajian Pupuk VAM (*Vesicular Arbuscular Micorrhiza*) Dan Biourine Plus Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.). *Jurnal Folium* 1(1): 14-27.
- Baharudin dan Rubiyo, 2013. Pengaruh perlakuan benih dan media tanam terhadap peningkatan vigor bibit kakao hibrida. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara dan Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. *Buletin RISTRI* 4(1): 27-38.
- Berek, A.K. 2017. The Kompos dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Hara dan Agen Ketahanan Tanaman. *Savana Cendana* 2(4): 68-70.
- Bhattacharjya, S., D. Bhaduri, dan A. Sahu. 2018. Arbuscular Mycorrhizal Fungi: A Potential Tool for Enhancing Crop Productivity in Salt Affected Soil. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 11(6): 871-880.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. *The Nature And Properties Of Soils 14<sup>th</sup> Edition*. Pearson Education, Hoboken. New Jersey.
- Dewi, M.T., A. Nurbaity., P. Suryatmana, dan E. T. Sofyan. 2017. Efek Sterilisasi Dan Komposisi Media Produksi Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Kolonisasi Akar, Panjang Akar Dan Bobot Kering Akar Sorgum. *Jurnal Agro* 4(1): 24-31.
- Giovannetti, M and B. Mosse. 1980. An Evaluation Technique for Measuring Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *Journal New Phytology* 84(1): 489-500.
- Haryanti, A. Iswandi., D.A. Santosa, dan K.D. Sasmita. 2018. Penggunaan Biochar Dan Dekomposer Dalam Proses Pengomposan Limbah Kulit Buah Kakao Serta Pengkayaan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF) Untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik. *J. Il. Tan. Lingk* 20(1): 25-32.
- Haryuni. 2013. Perbaikan Pertumbuhan Dan Hasil Stevia (*Stevia rebaudiana* BERTONIM) Melalui Aplikasi *Trichoderma* spp. *Jurnal Biosaintifika* 5(2): 58-63.
- Jafar, S.H., A. Thomas., I.K Josephus, dan T.L. Marthen. 2013. Pengaruh Frekuensi Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Bibit Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil). *COCOS* 2(2): 1-13.
- Marpaung, R. 2013. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Dengan Pemberian Beberapa Dosis Pupuk NPK (16:16:16) Pada Tanah Ultisol Di Polybag. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 13(4): 95-98.
- Masfufah, R., M.W. Proborini, dan R. Kawuri. 2016. Uji Kemampuan Spora Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Lokal Bali Pada Pertumbuhan Tanaman Kedelai

- (*Glycine max* L.). *Jurnal Simbiosis IV* (1): 26-30.
- Milz, J., R. Brandt., N. Wijayanto., A. Afwandi, dan H. Terhorst. 2016. Pengelolaan Kebun Kakao Berkelanjutan. GIZ GmbH FORCLIME Forest and Climate Change Programme. Jakarta.
- Patmala, S. 2010. Meningkatkan Kualitas Kompos. Agro Media. Jakarta.
- Pitt dan Hocking. 2000. *Fungi and Food Spoilage Second Edition*. Blanckie Acedemy and Professional.
- Poveda, J., R. Hermosa., E. Monte, and C. Nicolas. 2019. *Trichoderma harzianum* Favours The Access of Arbuscular Mycorrhizal Fungi To Non-Host Brassicaceae Roots And Increases Plant Productivity. *Nature research* (9): 1-10.
- Prihmantoro, H. 2007. Memupuk Tanaman Buah. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, D.T., Samanhudi, dan Purwanto. 2014. Pengaruh Jenis Pupuk dan Tingkat Arbuskular Mikoriza terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jahe (*Zingiber officinale*). *Agrosains* 16(2): 44-48.
- Putri, A.O.T., B. Hadisutrisno, dan A. Wibowo. 2016. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Bibit Dan Intensitas Penyakit Bercak Daun Cengkeh. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 10(2): 145-154.
- Ristiyanti, Yusran, dan Rahmawati. 2014. Pengaruh Beberapa Spesies Fungi Mikoriza Arbuskular Pada Media Tanah Dengan pH Berbeda Terhadap Pertumbuhan Semai Kemiri (*Aleurites molucceana* (L.) Wild.)
- Rizal, S., D. Novianti, dan M. Septiani. 2019. Pengaruh Jamur *Trichoderma* sp Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Indobiosains* 1(1): 14-21.
- Rizal, S, dan T.D. Susanti. 2018. Peranan Jamur *Trichoderma* sp. Yang Diberikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 15(1): 23-29.
- Sarina., Burhanuddin, dan R. Suryantini. 2016. Asosiasi Fungi Mikoriza (FMA) Arbuskular Pada Tanaman Penghasil Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Hutan Lestari* 4(1); 91-99.
- Sertua, H., J.A. Lubis, dan P. Marbun. 2014. Aplikasi Kompos Ganggang Cokelat (*Sargassum polycystum*) Diperkaya Pupuk N,P,K Terhadap Inseptisol Dan Jagung. *Jurnal Online Agroteknologi* 2(4); 1538-1544.
- Setiadi, Y, dan A. Setiawan. 2011. Studi Status Fungi Mikoriza Arbuskula di Areal Rehabilitasi Pasca Penambangan Nikel. (Studi Kasus PT INCO Tbk. Sorowako, Sulawesi Selatan). *Jurnal Silviculture Tropika* 3(1): 88-95.
- Sidabutar, S.V., B. Siagian, dan Meiriani. 2013. Respsns Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Pemberian Abu Janjang Kelapa Sawit Dan Pupuk Media Pembibitan. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(4): 1343-1351.
- Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan. 2018. *Statistik Kakao Indonesia 2017*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Sufaati, S., Suharno, dan I.H. Bone. 2011. Endomikoriza yang Berasosiasi dengan Tanaman Pertanian Non-legum di Lahan Pertanian Daerah Transmigrasi Koya Barat, Kota Jayapura. *Jurnal Biologi Papua* 3(1): 1-8.