

Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan Mikoriza terhadap Vigor Benih Kakao Terdeteriorasi

The Effect of Organic Fertilizer and Mycorrhiza Application on the Vigor of Deteriorated Cocoa Seed

Kurnia D Sasmita^{1*)}, I Sobari¹

¹Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Bogor 16925, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi: kdsasmita79@yahoo.com

Sitasi: Sasmita KD, Sobari I. 2022. The effect of organic fertilizer and mycorrhiza application on the vigor of deteriorated cocoa seed. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022.* pp. 263-273. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

The location of the source of cocoa seeds, which is far from the nursery, needs a proper seed storage process to prevent seed damage due to the delay in sowing. During storage, cocoa seeds undergo various processes that affect the content of their food reserves and have an impact on seed germination and vigor. The decrease in seed viability due to storage is unavoidable, but maintaining its vigor can be achieved by using appropriate planting media with the application of organic fertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). This study aimed to examine the effectiveness of organic fertilizers and AMF application on planting media in improving the vigor of deteriorated cocoa seeds due to storage. The experiment was conducted at the Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, Sukabumi, West Java, from January to August 2020. The research design used was a split-split plot with three replications. The main plot is the application of organic fertilizers, consisting of: without organic fertilizers and with organic fertilizers. Sub-plots were seed storage, consisting of: without storage and two weeks of storage, while sub-plots were AMF applications, consisting of: without AMF, AMF A, and AMF B. The parameter observed was the vigor of cocoa seedlings. The experiment results showed that the application of organic fertilizers was able to increase the number of leaves, shoot dry weight, and root loss ratio in deteriorated seedlings that were stored for two weeks. AMF application was able to increase the leaf width in seeds that were not stored, but AMF did not improve the vigor of seeds that underwent storage. **Keywords:** media tanam, penyimpanan benih, pertumbuhan benih.

Keywords: growing media, seed storage, seedlings growth

ABSTRAK

Lokasi sumber benih kakao yang jauh dari lahan perbenihan menyebabkan perlu dilakukan proses penyimpanan benih yang baik untukantisipasi terjadinya kerusakan benih akibat tertundanya penyemaian benih. Namun dampak negatif berupa penurunan viabilitas benih akibat penyimpanan tidak bisa dihindari, sehingga vigor benih perlu diupayakan agar dapat lebih baik melalui penggunaan media tanam yang tepat dengan aplikasi pupuk organik dan fungi mikoriza arbuskula (FMA). Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas aplikasi pupuk organik dan FMA pada media tanam dalam memperbaiki vigor

benih kakao yang terdeteriorasi akibat penyimpanan. Percobaan dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat, mulai bulan Januari sampai Agustus 2020. Rancangan penelitian yang digunakan adalah split-split plot dengan tiga ulangan. Petak utama adalah aplikasi pupuk organik, yaitu tanpa pupuk organik dan dengan pupuk organik. Anak petak adalah penyimpanan benih yaitu tanpa penyimpanan dan penyimpanan dua minggu, sedangkan Anak anak petak adalah aplikasi FMA yang terdiri dari: tanpa FMA, FMA A, dan FMA B. Parameter yang diamati adalah vigor benih kakao. Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan jumlah daun, bobot kering tajuk dan nisbah pupus akar pada benih yang telah mengalami deteriorasi akibat penyimpanan benih selama dua minggu. Aplikasi FMA hanya mampu meningkatkan lebar daun pada benih yang tidak di simpan, namun FMA belum mampu meningkatkan vigor benih yang mengalami penyimpanan.

Kata kunci: media tanam, penyimpanan benih, pertumbuhan benih

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang prospektif dikembangkan karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar semakin meningkat tiap tahunnya. Menurut Ditjenbun (2021), volume ekspor kakao tahun 2019 adalah sebesar 358.482 ton dan meningkat menjadi 377.849 ton pada tahun 2020. Namun demikian untuk memenuhi permintaan pasar kakao masih terdapat kendala rendahnya tingkat produktivitas tanaman sehingga pemerintah mendorong upaya peningkatan produktivitas tanaman baik melalui rehabilitasi, intensifikasi, maupun ekstensifikasi. Dalam kegiatan peremajaan dan perluasan lahan sangat memerlukan penyediaan benih kakao yang unggul.

Salah satu masalah yang dihadapi dalam perbenihan kakao adalah benih cepat mengalami deteriorasi karena kakao termasuk benih rekalsitran. Benih rekalsitran memiliki waktu simpan relatif singkat karena benih peka terhadap pengeringan dan suhu rendah. Berjak dan Pammenter (1994); Bewley dan Black (1985); Kozlowski (1972) mengemukakan beberapa sifat benih rekalsitran yaitu cepat berkecambah setelah buah matang, menghendaki kelembaban dan suhu tertentu, sensitif terhadap kadar air rendah, dan cepat mengalami deteorisasi setelah periode simpan. Di sisi lain, penyimpanan benih kakao perlu dilakukan sebagai upayaantisipasi terjadinya efek negatif akibat terjadinya kendala dalam proses distribusi benih maupun aspek manajemen seperti penyiapan media pembibitan.

Penyimpanan benih kakao lebih dari 2 minggu dapat mengakibatkan penurunan viabilitas dan vigor benih (Sobari *et al.*, 2020). Penurunan vigor benih akibat penyimpanan menyebabkan performa tanaman kakao di pembibitan maupun di lapang menjadi kurang baik. Oleh karena itu perlu ada upaya untuk meningkatkan vigor benih yang sudah mengalami kemunduran, diantaranya melalui aplikasi pupuk organik maupun fungi mikoriza arbuskular (FMA) di pembibitan. Aplikasi pupuk organik sudah banyak dilaporkan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih optimal.

Mikoriza dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui beberapa mekanisme diantaranya: meningkatkan ketersediaan hara P dan meningkatkan penyerapan unsur hara dan air (Bücking dan Kafle, 2015; Ferrol, *et al.*, 2019) dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (cekaman salinitas, kekeringan, logam berat, suhu yang ekstrim) (Begum *et al.*, 2019). Mikoriza arbuskular dapat mengkolonisasi korteks akar dari sebagian besar spesies tanaman untuk mempermudah

perolehan hara yang mobilitasnya rendah dari tanah, khususnya P (Ferrol *et al.*, 2019). Pemberian FMA dapat meningkatkan kadar P tersedia dan tinggi benih kakao pada tanah masam (Rokhmah *et al.*, 2020).

Penelitian aplikasi mikroba untuk meningkatkan pertumbuhan benih yang mengalami kemunduran akibat penyimpanan pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Biabani *et al.* (2011) melaporkan bahwa inokulasi benih dengan *Mesorhizobium ciceri* sebelum penanaman meningkatkan biomassa dan hasil tanaman kacang arab (*Cicer arietinum*) pada benih yang sehat atau tidak terdeteriorasi. Hasil penelitian Baharudin dan Rubiyo (2013), mengemukakan benih kakao hibrida yang diperlakukan dengan *matricconditioning* ditambah agens hayati berupa *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan ditanam dalam media tanah, pasir, dan pupuk organik (2:1:1) dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman kakao serta kandungan hara dalam tanaman yang lebih tinggi. Aplikasi pupuk hayati FMA dalam meningkatkan pertumbuhan benih kakao yang telah mengalami kemunduran mutu akibat penyimpanan belum banyak dikaji. Selain itu informasi terkait interaksi antara agen hayati dan amelioran dalam meningkatkan pertumbuhan benih kakao terdeteriorasi perlu digali lebih lanjut. Pemberian mikoriza bersama amelioran lainnya seperti pupuk organik dilaporkan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan benih kakao (Idhan & Nursjamsi, 2016). Pemberian pupuk organik akan mempengaruhi tingkat kolonisasi dan pengkayaan mikoriza di tanah (Jiang *et al.*, 2021).

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji efektifitas aplikasi pupuk organik dan FMA pada media tanam dalam memperbaiki vigor benih kakao yang terdeteriorasi akibat penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Percobaan

Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Agustus 2020. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Rumah Kaca, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, Jawa Barat.

Bahan Percobaan

Bahan yang digunakan yaitu: benih kakao hibrida, tanah Ultisol dari Jasinga, pupuk organik dari pupuk kandang sapi, polibag 25 cm x 20 cm. Fungi MA yang digunakan adalah FMA A yang merupakan koleksi dari BPPT-Serpong dengan kandungan 51 spora per 10 g dan FMA B yang merupakan koleksi dari Balittri, hasil eksplorasi dari rizosfer tanaman cengkeh karo dengan kandungan 24 spora per 10 g.

Rancangan Percobaan

Percobaan terdiri dari 3 faktor perlakuan yang disusun menggunakan Rancangan split-split plot design dengan tiga ulangan. Main plot/petak utama yaitu perlakuan pupuk organik, subplot/anak petak adalah penyimpanan benih, sedangkan sub-subplot adalah aplikasi beberapa jenis FMA.

Main plot adalah perlakuan aplikasi pupuk organik (K) benih yang terdiri dari dua taraf, yaitu: K_0 = Tanpa pupuk organik, K_1 = Aplikasi pupuk organik. Sub plot adalah penyimpanan benih (P) terdiri dari 2 taraf yaitu: P_0 = Tanpa penyimpanan, P_1 = Penyimpanan dua minggu. Sub-subplot adalah jenis FMA (M) terdiri dari 3 taraf yaitu: M_0 = Tanpa FMA, M_1 = FMA A, M_2 = FMA B.

Pelaksanaan Percobaan

Persiapan media tanam

Tanah untuk media tanam diambil dari kedalaman 0–40 cm dari permukaan. Sifat tanah yang disajikan di tabel 1. Tanah dibersihkan dari sisa-sisa sampah, akar, dan batuan, dan kemudian dikeringanginkan dan diayak menggunakan saringan ukuran 5 mm. Bahan tanah ditimbang dengan bobot sebesar 2.2 kg BKM (Bobot Kering Mutlak) per polibag. Pupuk organik ditimbang sebanyak 110 g BKM atau 5 % dari bobot total media tanam. Karakteristik pupuk kandang disajikan pada tabel 2. Pupuk organik diaduk merata dengan tanah dan dimasukkan ke polybag kemudian diberi air sampai kapasitas lapang.

Aplikasi Mikoriza dan Pemeliharaan Benih Kakao

Aplikasi FMA dilakukan dengan cara memasukkan 10 g FMA ke dalam lubang tanam, kemudian satu butir benih kakao ditanam ke polybag sesuai perlakuan. Penyiraman bibit dilakukan setiap empat hari sekali. Pengendalian hama penyakit tanaman dilakukan apabila terdapat gejala serangan hama penyakit pada benih.

Tabel 1. Karakteristik tanah Ultisol dari Jasinga, Bogor, Jawa Barat

Karakteristik	Nilai	Kriteria *)
pH H ₂ O (1:5)	4.11	Sangat masam
C organik (%)	2.25	Sedang
N total (%)	0.34	Sedang
P potensial (mg 100g ⁻¹)	20.43	Sangat tinggi
P tersedia Bray 1 (ppm)	5.94	Rendah
K-dd (cmol(+)kg ⁻¹)	0.33	Rendah
Ca-dd (cmol(+)kg ⁻¹)	2.79	Rendah
Mg-dd (cmol(+)kg ⁻¹)	1.54	Sedang

Keterangan : *) Disesuaikan menurut kriteria Balai Penelitian Tanah, Bogor (2012)

Tabel 2. Karakteristik kimia pupuk kandang sapi

Karakteristik	Nilai
pH H ₂ O	7.26
C organik (%)	32.94
N total (%)	2.35
P total (%)	0.61
K total (%)	4.25

Pengamatan Pertumbuhan dan Bobot Benih

Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan benih yaitu: tinggi benih, diameter batang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, indeks klorofil, luas daun, bobot kering tajuk, bobot kering akar, volume akar, dan nisbah tajuk akar (NTA) dilakukan pada 5 BST (bulan setelah tanam). Tinggi benih diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh batang. Diameter batang diukur pada 1 cm dari pangkal batang. Jumlah daun yang dihitung adalah daun yang telah membuka sempurna dan tidak dalam keadaan *flush* (daun yang tumbuh pada ujung-ujung tunas). Pengukuran indeks klorofil menggunakan *Chlorophyll Meter* Konica Minota seri SPAD-502 Plus pada ujung, tengah, dan pangkal daun, kemudian data diambil dari rerata ketiga titik pengukuran tersebut.

Bobot kering benih diperoleh dengan membersihkan tajuk dan akar benih kakao dengan air, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 70⁰ C selama 48 jam dan ditimbang. Luas daun diukur dengan menggunakan *leaf area meter* pada semua daun setiap sampel tanaman destruksi yang sudah disiapkan. Volume akar diukur dengan menghitung selisih volume air di dalam gelas ukur 500 ml sebelum dan sesudah dimasukkan akar bibit kakao.

Analisis Data

Data diuji dengan analisis varians (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL

Hasil Analisis Ragam

Hasil analisis ragam pada tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi benih, diameter batang, lebar daun, indeks klorofil daun, dan luas daun. Sedangkan perlakuan penyimpanan berpengaruh nyata terhadap parameter diameter batang, panjang daun, bobot kering akar, dan volume akar. Perlakuan pupuk organik dan penyimpanan berinteraksi nyata pada parameter jumlah daun, bobot kering tajuk, dan nisbah pupus akar. Sedangkan interaksi antara perlakuan penyimpanan dan mikoriza dijumpai nyata pada parameter tinggi benih dan lebar daun.

Tabel 3. Hasil analisis ragam

Parameter yang Diamati	K	P	M	K*P	K*M	P*M
Tinggi benih	*	**	tn	tn	tn	*
Diameter batang	*	*	tn	tn	tn	tn
Jumlah daun	*	tn	tn	*	tn	tn
Panjang daun	tn	**	tn	tn	tn	tn
Lebar daun	*	tn	tn	tn	tn	*
Luas daun	**	tn	tn	tn	tn	tn
Indeks klorofil daun	*	tn	tn	tn	tn	tn
Bobot kering tajuk	**	**	tn	**	tn	tn
Bobot kering akar	tn	**	tn	tn	tn	tn
Volume akar	tn	**	tn	tn	tn	tn
Nisbah tajuk akar	**	**	tn	**	tn	tn

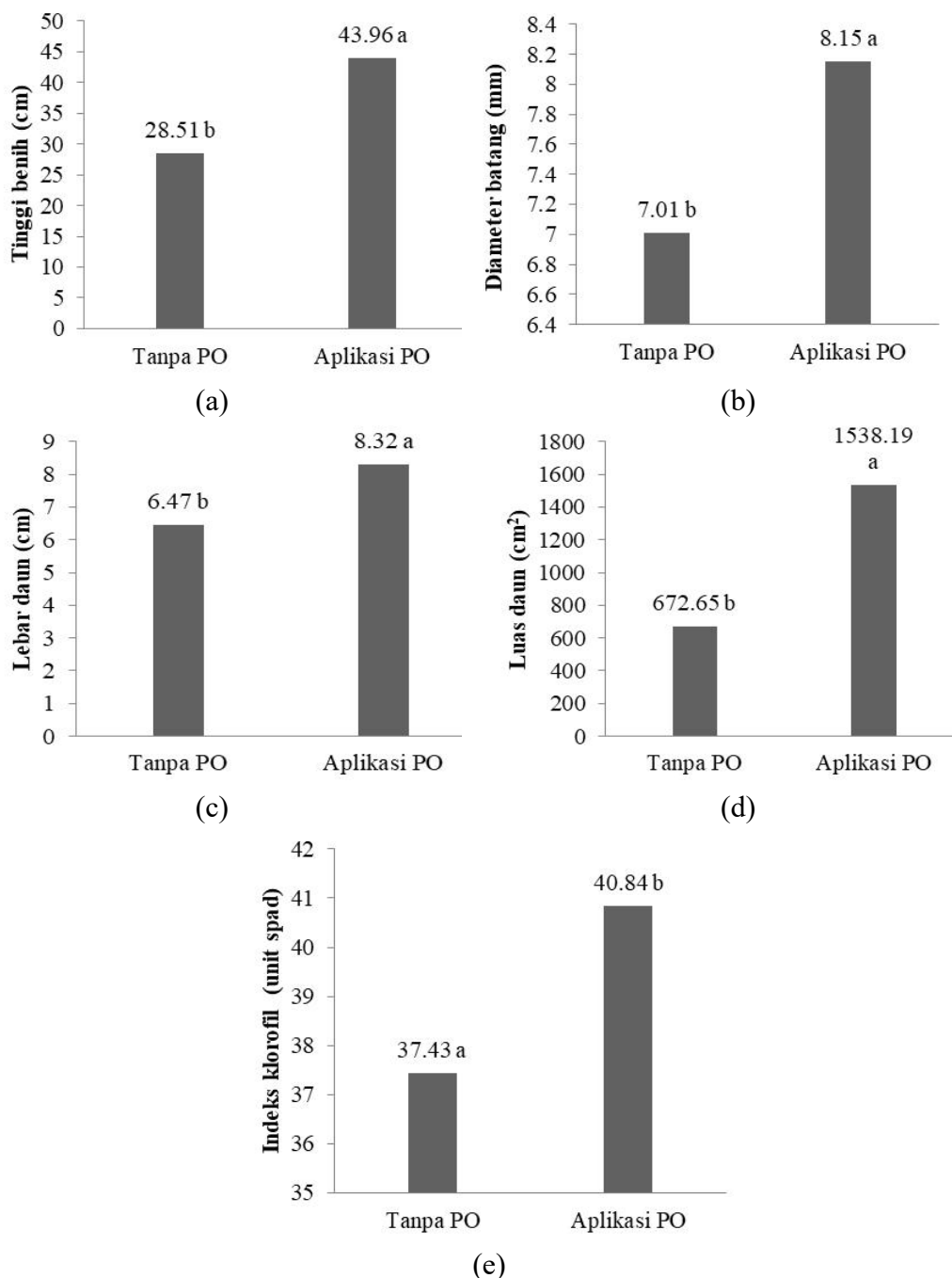
Keterangan: * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%, K = pupuk organik, P = Penyimpanan, M = mikoriza

Pengaruh Pupuk Organik terhadap Tinggi Benih, Diameter Batang, Lebar Daun, Luas Daun, dan Indeks Klorofil Daun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik meningkatkan secara nyata tinggi benih, diameter batang, lebar daun, luas daun, dan indeks klorofil daun benih kakao pada umur 5 BST. Pemberian pupuk organik dapat menghasilkan peningkatan tinggi benih sebesar 54.2%, diameter batang sebesar 16.3%, lebar daun sebesar 28.6%, luas daun sebesar 128.7%, dan indeks klorofil daun sebesar 9.1% (Gambar 1).

Pengaruh Penyimpanan terhadap Diameter Batang, Panjang Daun, Bobot Kering Akar, dan Volume Akar

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan selama 2 minggu secara nyata menurunkan diameter batang, panjang daun, bobot kering akar dan volume akar benih kakao umur 5 BST. Penyimpanan benih selama 2 minggu menurunkan diameter batang sebesar 6.4%, panjang daun 10.2%, bobot kering akar 41.3%, dan volume akar 22.3% (Tabel 4).



Gambar 1. Pengaruh aplikasi pupuk organik terhadap tinggi benih (a), diameter batang (b), lebar daun (c), luas daun (d), dan indeks klorofil daun (e) benih kakao umur 5 BST

Tabel 4. Pengaruh penyimpanan dan aplikasi FMA terhadap tinggi tanaman diameter batang, panjang daun, bobot kering batang, akar dan volume akar pada 5 BST

Perlakuan penyimpanan	Diameter Batang (mm)	Panjang Daun (cm)	BOBOT KERING AKAr (g)	Volume akar (ml)
Tanpa penyimpanan	7.83 a	19.45 a	2.47 a	10.62 a
Penyimpanan 2 minggu	7.33 b	17.46 b	1.45 b	8.25 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf kepercayaan 95%

Pengaruh Interaksi Perlakuan Pupuk Organik Dengan Penyimpanan Benih Terhadap Jumlah Daun, Bobot Kering Tajuk Dan Nisbah Tajuk Akar

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi perlakuan aplikasi pupuk organik dengan perlakuan penyimpanan terhadap jumlah daun, bobot kering tajuk dan nisbah tajuk akar pada 5 BST (Tabel 5 dan 6). Aplikasi pupuk organik meningkatkan jumlah daun pada benih yang disimpan 2 minggu sehingga tidak berbeda nyata dengan benih tanpa penyimpanan.

Aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan bobot kering tajuk pada benih yang tidak disimpan maupun benih yang disimpan 2 minggu, tetapi rerata bobot kering tajuk benih yang disimpan 2 minggu masih lebih rendah dibanding tanpa penyimpanan (Tabel 6). Sedangkan pada parameter nisbah tajuk akar, menunjukkan bahwa benih yang disimpan 2 minggu ternyata memiliki nisbah tajuk akar secara nyata lebih tinggi dibandingkan tanpa penyimpanan. Pemberian pupuk organik meningkatkan nisbah tajuk akar secara nyata baik pada benih disimpan 2 minggu maupun tanpa penyimpanan.

Tabel 5. Pengaruh interaksi perlakuan pupuk organik dengan penyimpanan benih terhadap jumlah daun pada 5 BST

Perlakuan penyimpanan	Jumlah Daun (Helai)	
	Tanpa Pupuk Organik	Aplikasi Pupuk Organik
Tanpa penyimpanan	12.22 Ba	14.38 Aa
Penyimpanan 2 minggu	10.50 Ba	15.69 Aa

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf besar yang berbeda pada baris yang sama, dan angka diikuti dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata menurut uji BNT taraf kepercayaan 95%

Tabel 6. Pengaruh interaksi perlakuan pupuk organik dengan penyimpanana benih terhadap bobot kering tajuk dan nisbah tajuk akar pada 5 BST

Perlakuan	Bobot Kering Tajuk (g)		Nisbah Tajuk Akar	
	Tanpa Pupuk Organik	Aplikasi Pupuk Organik	Tanpa Pupuk Organik	Aplikasi Pupuk Organik
Tanpa penyimpanan	5.49 Ba	9.82 Aa	2.42 Bb	3.79 Ab
Penyimpanan 2 minggu	4.09 Bb	9.33 Ab	3.19 Ba	6.06 Aa

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf besar yang berbeda pada baris yang sama, dan angka diikuti dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata menurut uji BNT taraf kepercayaan 95%.

Pengaruh Interaksi Penyimpanana Benih Dengan Aplikasi FMA terhadap Tinggi Benih dan Lebar Daun

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi perlakuan penyimpanan benih dan aplikasi FMA terhadap tinggi dan lebar daun benih umur 5 BST (tabel 7). Aplikasi FMA tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi benih tanpa penyimpanan, bahkan pada benih dengan perlakuan penyimpanan dua minggu, aplikasi FMA B menurunkan tinggi benih. Hal berbeda terjadi pada parameter lebar daun, aplikasi FMA B mampu meningkatkan lebar daun pada perlakuan tanpa penyimpanan.

Tabel 7. Pengaruh interaksi penyimpanan benih dengan aplikasi FMA terhadap tinggi benih dan lebar daun pada 5 BST

Perlakuan FMA	Tinggi Benih (cm)		Lebar Daun (cm)	
	Tanpa Penyimpanan	Penyimpanan 2 Minggu	Tanpa Penyimpanan	Penyimpanan 2 Minggu
Tanpa FMA	39.36 Aa	36.01 Aa	7.41 Ab	7.11 Aa
Aplikasi FMA A	37.04 Aa	34.17 Aab	7.18 Ab	7.40 Aa
Aplikasi FMA B	40.61 Aa	30.24 Bb	8.30 Aa	6.99 B a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf besar yang berbeda pada baris yang sama, dan angka diikuti dengan huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata menurut uji BNT taraf kepercayaan 95%.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan tinggi benih, diameter batang, lebar daun, luas daun, dan indeks klorofil benih kakao. Peningkatan pertumbuhan tinggi benih, jumlah daun, dan diameter batang benih kakao oleh pemberian pupuk organik juga dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Khair *et al.*, 2012; Sasmita *et al.*, 2017a; Mangungsong *et al.*, 2019). Aplikasi pupuk organik 5% dapat memperbaiki kesuburan tanah masam baik sifat kimia, fisika, dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan benih kakao. Sasmita *et al.* (2017a) dan (2017b) melaporkan bahwa pemberian pupuk organik sebesar 10% dapat meningkatkan pH, N total, C organik, P tersedia, kation dapat ditukar, Al-dd, dan sifat biologi tanah Ultisol Jasinga.

Perlakuan penyimpanan benih kakao selama 2 minggu dijumpai dapat menurunkan diameter batang dan panjang daun benih kakao umur 5 BST. Benih yang disimpan selama 2 minggu juga menghasilkan bobot kering akar dan volume akar yang lebih rendah mengindikasikan benih mengalami pertumbuhan akar yang terhambat. Pertumbuhan akar yang rendah pada benih dapat berakibat penyerapan hara oleh akar tidak optimal sehingga menurunkan pertumbuhan batang dan daun. Penurunan pertumbuhan benih yang disimpan 2 minggu ini terjadi akibat benih sudah mengalami perubahan biokimia selama penyimpanan yang berdampak menurunnya vigor benih pada fase perkecambahan sampai pertumbuhan benih di media tanam. Sobari *et al.* (2020) melaporkan bahwa benih yang disimpan selama 2-4 minggu akan mengalami proses perombakan cadangan makanan sehingga kandungan lemak benih menurun sedangkan asam lemak bebas dan protein dalam benih meningkat yang akan berdampak negatif terhadap vigor benih. Rendahnya kadar lemak dan tingginya kadar asam lemak bebas benih terdeteriorasi menunjukkan rendahnya energi untuk mendukung proses perkecambahan dan menyebabkan penurunan vigor benih (Tresniawati *et al.*, 2014) dan menghasilkan penurunan pertumbuhan tanaman lebih lanjut.

Pertumbuhan benih yang telah disimpan selama 2 minggu dapat meningkat dengan pemberian pupuk organik pada media tanam. Aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan jumlah daun pada benih yang telah disimpan 2 minggu sehingga tidak berbeda nyata dengan benih tidak disimpan (tabel 5). Pemberian pupuk organik juga mampu meningkatkan bobot kering benih pada kedua perlakuan penyimpanan, namun bobot kering tajuk benih yang disimpan 2 minggu masih lebih rendah secara nyata dibanding tanpa penyimpanan (tabel 6). Hal tersebut berkaitan dengan lebih rendahnya pertumbuhan akar pada benih yang disimpan 2 minggu (tabel 4), yang dapat menurunkan tingkat penyerapan hara dari media tanam meskipun ketersediaan hara media tanam sudah dalam kondisi optimal. Sementara pada benih yang tidak disimpan, penyerapan hara oleh akar lebih optimal yang akan mendorong peningkatan aktifitas fotosintesis dalam menghasilkan asimilat berupa biomassa tanaman.

Hal yang dijumpai pada pengamatan parameter nisbah tajuk akar adalah benih yang mengalami penyimpanan 2 minggu memiliki nisbah tajuk akar secara nyata lebih tinggi dibandingkan benih tanpa penyimpanan (tabel 6). Benih dengan penyimpanan mengalami pertumbuhan akar yang lebih rendah dibandingkan benih tanpa penyimpanan, sehingga nisbah tajuk akar menjadi tinggi. Pembagian biomassa pucuk dan akar merupakan salah satu kemampuan tanaman dalam menghadapi faktor penghambat pertumbuhan di lingkungan agar dapat bertahan hidup dan berhasil dalam persaingan (Mašková dan Herben 2018). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik meningkatkan nisbah tajuk dan akar. Menurut Mašková dan Herben (2018), tanaman mendistribusikan biomassa lebih tinggi ke tajuk pada lingkungan yang subur atau kaya hara dan tanaman mengalokasikan proporsi lebih tinggi di akar pada lingkungan miskin hara. Asri dan Sari (2021) juga melaporkan bahwa rasio pucuk akar bibit kakao meningkat dari 0.94 menjadi 3.10 oleh pemberian pupuk organik sebanyak 4% dari bobot media tanam.

Hasil selanjutnya yang dijumpai dalam penelitian ini adalah pemberian FMA B yang berpengaruh nyata pada lebar daun benih yang tidak disimpan, tetapi tidak berpengaruh nyata pada benih yang disimpan 2 minggu. Keefektifan mikoriza tergantung pada strain mikoriza, tanaman inang, dan kadar P tersedia tanah (Ortas, 2019). Pada penelitian ini tidak dijumpai interaksi antara perlakuan pupuk organik dan mikoriza dalam mempengaruhi pertumbuhan benih kakao. Hal berbeda dilaporkan oleh Idhan dan Nursjamsi (2016), yang menjumpai adanya interaksi antara pupuk organik dari kulit kakao dengan mikoriza terhadap parameter tinggi benih dan jumlah daun. Perbedaan hasil penelitian ini dapat terjadi karena menurut Jiang *et al.* (2021), pengaruh pupuk organik terhadap kolonisasi dan pengkayaan mikoriza sangat bervariasi tergantung pada sifat tanah (tekstur tanah, pH tanah dan P tersedia tanah), jenis tanaman, dan jenis sumber pupuk organik.

Secara umum, dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat dampak negatif penyimpanan benih selama 2 minggu pada pertumbuhan benih kakao sampai umur 5 BST. Namun demikian pemberian pupuk organik pada media tanam dapat meningkatkan pertumbuhan benih terdeteriorasi khususnya pada parameter jumlah daun, bobot kering tajuk, dan nisbah tajuk akar. Aplikasi pupuk organik pada media tanam potensial dapat mengurangi dampak negatif akibat proses penyimpanan benih pada pertumbuhan tanaman lebih lanjut di lahan. Dari hasil penelitian ini, masih ada peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai vigor tanaman kakao di lahan yang berasal dari benih terdeteriorasi dan upaya perbaikan pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Penyimpanan selama 2 minggu menurunkan diameter batang, panjang daun, bobot kering akar dan volume akar benih kakao umur 5 BST. Aplikasi pupuk organik mampu meningkatkan jumlah daun, bobot kering tajuk dan nisbah tajuk akar pada benih yang telah disimpan selama 2 minggu. Aplikasi FMA hanya mampu meningkatkan lebar daun pada benih yang tidak di simpan, namun FMA belum mampu meningkatkan vigor benih yang mengalami penyimpanan. Penelitian untuk lebih lanjut disarankan menggunakan mikoriza dengan jumlah spora lebih banyak agar dapat lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Octivia Trisilawati, M.Sc yang telah membantu menyediakan bahan penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada Teknisi di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balitri) yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri I, Sari WK. 2021. Pengujian beberapa dosis pupuk kandang jangkrik terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Riset Perkebunan*. 2(2):97-106.
- Baharudin, B., & Rubiyo, R. (2013). Pengaruh Perlakuan Benih dan Media Tanam untuk Meningkatkan Vigor Bibit Kakao Hibrida. *Buletin RISTRI*. 4 (1): 27-38
- Begum N, Qin C, Ahanger MA, Raza S, Khan MI, Ashraf M, Ahmed N, Zhang L. 2019. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in plant science*. 10: 1068.
- Berjak P, Pammenter NW. 1994. Recalcitrance is not an all-or-nothing situation. *Seed Science Research*. 4: 263-264.
- Bewley JD, Black M. 1985. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press. New York and London. 367 p.
- Biabani A, Carpenter Boggs L, Katozi M, Sabouri H. 2011. Effects of seed deterioration and inoculation with *Mesorhizobium ciceri* on yield and plant performance of chickpea. *Australian Journal of Crop Science*. 5 (1): 66-70.
- Bücking H, Kafle A. 2015. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in the nitrogen uptake of plants: current knowledge and research gaps. *Agronomy*. 5 (4): 587-612.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian.
- Ferrol N, Azcón-Aguilar C, Pérez-Tienda J. 2019. Arbuscular mycorrhizas as key players in sustainable plant phosphorus acquisition: An overview on the mechanisms involved. *Plant Science*. 280: 441-447.
- Idhan AB, Nursjamsi N. 2016. Aplikasi mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kabupaten Gowa. *Perspektif: Jurnal Pengembangan Sumber Daya Insani*. 1 (1): 1-11.
- Jiang S, An X, Shao Y, Kang Y, Chen T, Mei X, Dong C, Xu Y, Shen Q. 2021. Responses of arbuscular mycorrhizal fungi occurrence to organic fertilizer: a meta-analysis of field studies. *Plant and Soil*. 469 (1): 89-105.
- Khair H, Hasyim H, Ardinata R. 2015. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan beberapa benih asal klon kakao (*Theobroma cacao* L.) di pembibitan. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. 17 (3): 218-226.
- Kozłowski TJ. 1972. *Seed Biologi III*. Academic Press. New York and London. 310 p.
- Mangungsong A, Soemarsono, Zudri F. 2019. Pemanfaatan mikroba tanah dalam pembuatan pupuk organik serta peranannya terhadap tanah aluvial dan pertumbuhan bibit tanaman kakao. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 47 (3): 318-325.
- Mašková T, Herben T. 2018. Root: shoot ratio in developing seedlings: How seedlings change their allocation in response to seed mass and ambient nutrient supply. *Ecology and evolution*. 8 (14): 7143-7150.
- Ortas I. 2019. Under field conditions, mycorrhizal inoculum effectiveness depends on plant species and phosphorus nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 42 (18): 2349-2362.
- Rokhmah DN, Sobari I, Sasmita KD. 2020. The effectiveness of arbuscular mycorrhizae fungi and biochar applications on the growth of cacao seedlings. *JTIDP*. 7 (1): 19-28.

- Sasmita KD, Anas I, Anwar S, Yahya S, Djajakirana G. 2017a. Application of biochar and organic fertilizer on acid soil as growing medium for Cacao (*Theobroma cacao* L.) seedlings. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 36 (5): 261-273.
- Sasmita KD, Anas I, Anwar S, Yahya S, Djajakirana G. 2017b. Pengaruh pupuk organik dan arang hayati terhadap kualitas media pembibitan dan pertumbuhan bibit kakao. *JTIDP*. 4 (2): 107-120.
- Sobari I, Sumadi S, Rosniawaty S, Wardiana E. 2020. Perubahan biokimia dan indikator vigor benih kakao pada lima taraf lamanya penyimpanan. *JTIDP*. 7 (3): 163-178
- Tresniawati C, Murniati E, Widajati E. 2014. Perubahan fisik, fisiologi dan biokimia selama pemasakan benih dan studi rekalsitransi benih Kemiri Sunan. *J. Agron. Indonesia*. 42(1): 74–79.