

Pengaruh Pemberian Biochar dan Dosis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Effects of Biochar Application and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Doses on the Growth of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Seedlings

Rusnadi Padjung¹, Rafiuddin^{1*}, Firda Anwar¹

¹ Universitas Hasanuddin, Fakultas Pertanian, Departemen Agronomi
E-mail: rafiuddin.syam@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari penggunaan biochar dan dosis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao. Penelitian ini dilaksanakan di Plantation Nursery, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Kota Makassar pada Desember 2022-April 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT). Petak utama adalah jenis biochar terdiri dari 3 (tiga) jenis, yaitu = biochar kulit kakao, biochar tempurung kelapa, dan biochar sekam padi, sedangkan anak petak adalah dosis Mikoriza terdiri atas 4 (empat) taraf, yaitu: 0 g/polybag, 4 g/polybag, 8 g/polybag, dan 12 g/polybag. Berdasarkan kedua faktor tersebut terdapat 12 kombinasi perlakuan, dan setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 (tiga) tanaman sehingga jumlah keseluruhan adalah 108 tanaman percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara biochar sekam padi dengan 8 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik terhadap kadar klorofil a (283,51 mmol.m⁻²), kadar klorofil total (407,03 mmol.m⁻²), dan kerapatan stomata (886,62 mm²), interaksi antara biochar sekam padi dengan 12 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik untuk jumlah daun (13,19 helai). Biochar sekam padi memberikan hasil terbaik pada jumlah stomata (141,75 stomata) dan luas daun tanaman kakao (280,40 mm²). Dosis 8 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik pada klorofil b (112,76 mmol.m⁻²), volume akar (17,33 ml), panjang akar (39,62 cm), luas daun (280,40 mm²), dan intersepsi cahaya (144,37 lux).

Kata Kunci: Biochar, kakao, mikoriza

ABSTRACT

This study aims to determine and study the use of biocharts and Arbuscular Vesicular Mychorrhizae (MVA) doses on the growth of cocoa plant seedling. This research was conducted at the Plantation Nursery, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar city in December 2022-April 2023. This study was carried out based on the Split Plot Design (RPT). The main plot is the type of biochar consisted of 3 (three) types, namely = cocoa shell biochar, coconut shell biochar, and rice husk biochar, while the sub plot is the those of Arbuscular Vesicular Mychorrhizae (MVA) consisted of 4 (four) doses, namely: 0 g/polybag, 4 g/polybag, 8 g/polybag, and 12 g/polybag. Based on these two factors there are 12 treatment combination, and each treatment combination was repeated three times to obtain 36 experimental units. Each experimental unit consisted of 3 (three) plants so that the total of the plants is 108 experimental plants. The result of this research showed that the interaction between rice husk biochar with 8 g

Arbuscular Vesicular Mycorrhizae (MVA) gave the best result for levels of chlorophyll a (283,51 mmol.m⁻²), levels of total chlorophyll (407,03 mmol.m⁻²), and stomatal density (407,03 mmol.m⁻²), interaction between rice husk biochar with 12 g Arbuscular Vesicular Mycorrhizae (MVA) gave the best result for number of leaves (13,19 leaves). Rice husk biochar gave the best result for number of stomatal (141,75 stomatal) and leaf are of cocoa plant (280,40 mm²). the dose of 8 g Arbuscular Vesicular Mycorrhizae (MVA) gave the best result for levels of chlorophyll b (112,76 mmol.m⁻²), root volume (17,33 ml), root length (39,62 cm), leaf area (280,40 mm²), and light interception (144,37 lux).

Keywords: Biochar, cocoa, mycorrhiza

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) adalah komoditi hasil perkebunan yang dapat dijadikan produk kakao dan coklat untuk dikonsumsi. Produk olahan kakao sangat bervariasi dan digemari oleh masyarakat misalnya permen coklat, bubuk kakao, selai coklat, makanan coklat, dan lain-lain. Tanaman kakao menjadi komoditas ekspor unggulan Indonesia yang berperan penting dalam perekonomian. Pada tahun 2015-2019, kakao ditetapkan sebagai salah satu komoditi unggulan bersama kopi, lada, kelapa sawit, kelapa, dan komoditas unggul lainnya (Ditjenbun, 2016). Tanaman kakao menjadi salah satu komoditas perkebunan unggulan di beberapa negara termasuk Indonesia. Indonesia menjadi negara produsen kakao terbesar keenam di dunia setelah Gading, Ghana, Ekuador, Kamerun, dan Nigeria. Produksi kakao di Indonesia mengalami penurunan produksi yang cukup signifikan setiap tahun. Berdasarkan data BPS (2021), pada tahun 2020 produksi kakao Indonesia

mengalami penurunan sebesar 21,3 ton dan pada tahun 2021 kembali menurun sebesar 6,9 ton. Penurunan produksi tanaman kakao di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya ialah penggunaan bibit kakao yang bermutu rendah. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pembibitan kakao adalah komposisi media tanam. Komposisi media tanam yang tepat mendorong kualitas bibit kakao yang unggul. Salah satu komposisi media tanam yang potensial untuk digunakan adalah biochar dari limbah pertanian (Kurniawan et.al, 2016).

Biochar atau biasa juga disebut dengan arang hitam merupakan hasil dari adanya pembakaran biomassa yang umumnya berasal dari limbah-limbah atau sisa pertanian. Pengolahan limbah pertanian untuk menjadi biochar dilakukan dengan melakukan pembakaran pada suhu yang tinggi dan oksigen yang terbatas agar menghasilkan biochar dengan kandungan karbon yang tinggi. Pemberian biochar ke

dalam tanah memiliki potensi untuk meningkatkan dan menjaga kesuburan tanah serta memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Biochar banyak dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Akmal, 2019). Hasil penelitian Nasution et.al, (2017) menunjukkan bahwa pengaplikasian biochar sekam padi dan kompos kulit kopi sebanyak 25 % berpengaruh terhadap tinggi bibit, jumlah daun, luas daun total, dan berat kering akar dan tajuk bibit kakao.

Pembibitan kakao memerlukan pemberian pupuk yang baik agar dapat menjaga dan memperbaiki kesuburan tanaman. Pemupukan pada kakao umumnya memerlukan energi dan biaya yang cukup besar, oleh karena itu, diperlukan alternatif untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan mikroba tanah sebagai pupuk hayati. Mikroba tanah yang paling banyak dimanfaatkan untuk tanaman adalah jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) (Purwaningsih, 2001).

Mikoriza adalah jamur yang banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Mikoriza memiliki hifa yang berfungsi untuk memanjangkan akar tanaman agar tanaman mudah dalam menyerap air dan unsur hara pada tanah (Susilo, 2018). Berdasarkan

penelitian Nasrullah et.al (2015), pemberian mikoriza sebanyak 10 g pada bibit kakao berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun bibit kakao dan berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit, diameter pangkal batang bibit, dan berat basah akar bibit kakao. Penggunaan komposisi media tanam biochar dan mikoriza dapat menunjang kualitas bibit kakao yang unggul. Hal tersebut dikarenakan biochar dapat berperan sebagai tempat berlindung bagi mikoriza dari ancaman pemangsa tanah serta dapat membantu meningkatkan simbiosis antara tanaman inang dan jamur.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar dan dosis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.)

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Plantation Nursery, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Kota Makassar. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yang dimulai dari Desember 2022 sampai April 2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, timbangan analitik, alat tulis, kamera, label, lakban, spidol, plastik cetik, meteran kain, pisau, parang, gelas ukur,

paranet, kuteks, mikroskop, tabung reaksi, lux meter, kompor, drum, kaca preparat, degglass, batang pengaduk, penjepit tabung reaksi, rak tabung reaksi, pinset, jangka sorong, termostat, gunting, penggiling, jaring, hand sprayer, dan Content Chlorofil Meter (CCM). Adapun bahan yang digunakan adalah bibit kakao klon Sulawesi 2 (S2) umur 3 bulan yang diperbanyak secara sambung pucuk, biochar (kulit kakao, tempurung kelapa, dan sekam padi), mikoriza dari merk dagang MycoGrow, polybag ukuran 40 cm x 40 cm, pupuk NPK Mutiara, pupuk kandang sapi, alkohol 96 %, KOH, HCl, fuchsin, asam asetat, gliserin, aquades, dan pestisida dari merk dagang matador.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT). Petak utama adalah jenis Biochar (B) terdiri dari 3 (tiga) jenis, yaitu: Biochar kulit kakao (b1), Biochar tempurung kelapa (b2), dan Biochar sekam padi (b3), sedangkan anak petak adalah dosis Mikoriza (M) terdiri atas 4 (empat) taraf, yaitu: 0 g/polybag (m0), 4 g/polybag (m1), 8 g/polybag (m2), dan 12 g/polybag (m3). Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan, dan setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 (tiga)

tanaman sehingga jumlah tanaman keseluruhan adalah 108 tanaman.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan biochar dilakukan dengan cara mengeringkan kulit kakao, tempurung kelapa dan sekam padi hingga kadar airnya mencapai 6-10%. Pembakaran bahan baku biochar dilakukan menggunakan drum dengan cara memasukkan masing-masing bahan baku biochar (kulit kakao, tempurung kelapa dan sekam padi) sedikit demi sedikit pada media pembakaran dengan suhu 320-350 °C. Setelah itu, menyiram bahan baku biochar yang telah melalui pembakaran dan berubah menjadi hitam seperti arang dan tidak ada lagi jilatan api dan mendinginkan biochar selama 24 jam.

Persiapan lahan, dilakukan dengan mengukur luas lahan yang akan digunakan untuk penelitian. Setelah menentukan luas lahan, selanjutnya lahan dibersihkan dari gulma menggunakan parang dan herbisida.

Persiapan media tanam, dilakukan dengan mencampur tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 (v/v). Tanah dan pupuk kandang dicampurkan hingga homogen kemudian dimasukkan kedalam polybag ukuran 40 cm × 40 cm.

Penanaman, dilakukan dengan merobek polybag bibit kakao yang akan dipindahkan ke polybag baru ukuran 40 cm × 40 cm. Bibit

dipindahkan dengan hati-hati agar tidak merusak sistem perakaran tanaman. Bibit kakao yang telah dipindahkan disiram air sampai jenuh. Setelah itu, memberi tanda perlakuan pada masing-masing polybag, selanjutnya bibit kakao dipindahkan ke areal penelitian sesuai dengan denah percobaan.

Pemeliharaan, meliputi: pemupukan, penyiraman, penyulaman, penyiangan, dan pengendalian hama penyakit tanaman. Pemupukan dasar dilakukan bersamaan dengan pengaplikasian biochar. Pupuk dasar yang diberikan adalah pupuk NPK dengan dosis 3 g/polybag. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari. Penyiraman disesuaikan dengan keadaan cuaca di lahan penelitian. Penyulaman bibit dilakukan jika terdapat bibit yang pertumbuhannya abnormal atau mengalami kematian. Penyulaman dilakukan dengan menggunakan bibit yang telah disiapkan sebelumnya. Penyiangan gulma dilakukan di dalam maupun diluar polybag. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma menggunakan tangan. Pengendalian hama dan penyakit pada bibit kakao dilakukan dengan menggunakan pestisida matador.

Pengaplikasian perlakuan, perlakuan biochar diaplikasikan dengan cara memasukkan biochar ke dalam polybag dan diberikan sesuai perlakuan yaitu masing-

masing sebanyak 40 g/polybag. Biochar diaduk-aduk hingga tercampur rata dengan tanah. Biochar diaplikasikan satu kali dan dilakukan pada 2 minggu sebelum tanam. Sedangkan, pengaplikasian mikoriza dilakukan dengan cara dibenamkan disekitar perakaran bibit tanaman kakao sesuai dengan dosis perlakuan. Mikoriza diaplikasikan satu kali dan dilakukan pada 2 minggu sebelum tanam.

Parameter Pengamatan dan Analisis Data

Jumlah daun (helai), diamati dengan cara menghitung semua jumlah daun yang telah terbuka sempurna pada masing-masing unit perlakuan, diamati setiap 4 minggu selama 4 bulan. Tinggi tanaman (cm), diamati dengan mengukur mulai dari 2 cm di atas sambungan sampai titik tumbuh tertinggi menggunakan meteran, dilakukan setiap 4 minggu selama 4 bulan. Diameter batang (mm), diamati pada bagian 2 cm di atas sambungan dengan menggunakan jangka sorong, dilakukan setiap 4 minggu selama 4 bulan. Luas daun (mm²), diamati menggunakan perangkat lunak petiole, daun yang diamati adalah daun sampel dari bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah tanaman. Persentase infeksi mikoriza (%), dilakukan dengan cara mencabut dan mengambil masing-masing satu unit tanaman pada setiap kombinasi perlakuan MVA dengan metode pewarnaan

akar (staining) kemudian diamati di mikroskop dengan pembesaran 400x dan dilakukan pada umur 8 MST. Volume akar (ml) diamati dengan cara memotong akar tanaman kemudian mencuci bersih akar lalu dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi air dengan volume tertentu, kemudian mengamati selisih volume air saat akar dimasukkan dengan volume air awal. Panjang akar (cm), dilakukan dengan mengukur mulai pangkal akar hingga ujung akar menggunakan meteran. Komponen stomata daun, diamati dengan menggunakan metode replika menggunakan kuteks bening yang dioleskan pada bagian bawah daun ke 3, 5, dan 7 tanaman. Intersepsi cahaya (lux) oleh tajuk tanaman, diamati dengan cara mengukur intensitas cahaya matahari pada bagian pucuk tanaman, tengah tanaman, dan bagian bawah tanaman menggunakan lux meter. Klorofil a, b, dan total, diamati menggunakan Content Chlorofil Meter (CCM 200+) pada daun 3,5, dan 7 dari pucuk.

Data dikumpulkan kemudian ditabulasi dalam bentuk tabel. Data yang sudah ditabulasi kemudian diolah dalam bentuk

sidik ragam. Untuk mengetahui pengamatan yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut BNT pada α 0,05.

HASIL

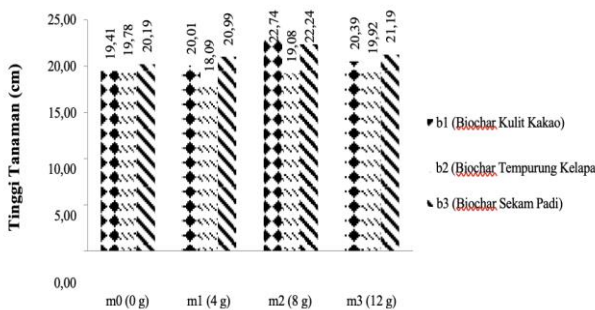
Uji BNT α 0,05 menunjukkan bahwa kombinasi biochar kulit kakao dengan 12 g mikoriza (b1m3) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 13,19 helai, berbeda nyata dengan perlakuan biochar tempurung kelapa dengan 12 g mikoriza (b2m3) tetapi masih sama dengan kombinasi perlakuan biochar sekam padi dengan 12 g mikoriza (b3m3). Kombinasi biochar kulit kakao dengan perlakuan 12 g mikoriza (b1m3), berbeda nyata pada perlakuan biochar kulit kakao dengan 0 g mikoriza (b1m0), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar kulit kakao dengan 4 g mikoriza (b1m1), dan perlakuan biochar kulit kakao dengan 8 g mikoriza (b1m2). Jumlah daun paling sedikit (7,42 helai) terdapat pada kombinasi perlakuan biochar tempurung kelapa dengan 12 g mikoriza (b2m3).

Tabel 1. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman (cm)

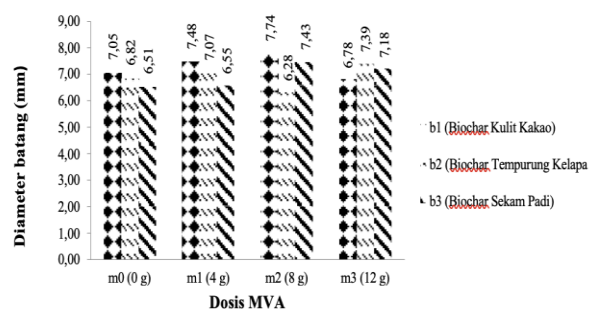
Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)				NP BNT
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	
Kulit Kakao (b1)	8,08 ^{aq}	12,03 ^{ap}	9,81 ^{aq}	13, 19 ^{ap}	2,20
Tempurung Kelapa (b2)	9,47 ^{aq}	12,69 ^{ap}	11,28 ^{ap}	7,42 ^{br}	
Sekam Padi (b3)	9,81 ^{aq}	10,92 ^{apq}	11,69 ^{ap}	12,28 ^{ap}	
NP BNT	1,73				

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Gambar 1 menunjukkan bahwa tanaman tertinggi cenderung dihasilkan oleh kombinasi perlakuan biochar kulit kakao dengan 8 g mikoriza (b1m2) yaitu 22,74 cm, sedangkan tanaman terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan jenis biochar tempurung kelapa dengan 4 g mikoriza (b2m1), yaitu 18,09 cm.



Diameter batang tertinggi cenderung dihasilkan pada kombinasi perlakuan biochar kulit kakao dengan 8 g mikoriza (b1m2) yaitu 7,74 mm, sedangkan diameter batang terendah dihasilkan pada kombinasi perlakuan biochar tempurung kelapa dengan 8 g mikoriza (b2m2), yaitu 6,28 mm.



Gambar 1. Diagram batang tinggi tanaman (cm) dan diameter batang tanaman (mm) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza 8 g (m2) menghasilkan luas daun terbesar yaitu 280,40 mm², berbeda nyata dengan dosis mikoriza 0 g (m0), 4 g (m1), dan 12 g (m3), sedangkan luas daun terkecil (179,74 mm²) terdapat

pada dosis mikoriza 0 g (m0). Uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa jenis biochar sekam padi (b3) menghasilkan luas daun terbesar yaitu 267,38 mm², berbeda nyata dengan biochar kulit kakao (b1) namun tidak berbeda nyata dengan biochar tempurung

kelapa (b2). Luas daun terkecil 144,34 mm² terdapat pada biochar kulit kakao (b1).

Tabel 2. Luas daun (mm²) tanaman kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Mikoriza (g/polybag)					NP BNT
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	Rata-Rata	
Kulit Kakao (b1)	101,38	127,81	192,00	156,16	144,34b	27,80
Tempurung Kelapa (b2)	209,46	191,58	303,46	297,96	250,61a	
Sekam Padi (b3)	228,38	225,38	345,73	270,01	267,38a	
Rata-Rata	179,74r	181,59r	280,4p	241,37q		
NP BNT	18,34					

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza sebanyak 12 g (m3) menghasilkan persentase infeksi mikoriza tertinggi yaitu 97,78%, berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (m0) dan 4 g mikoriza

(m1) namun masih sama dengan dosis 8 g mikoriza (m2). Persentase infeksi mikoriza terendah (42,22%) terdapat pada dosis mikoriza 0 g (m0).

Tabel 3. Persentase infeksi mikoriza (%) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (8 g/polybag)			
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)
Kulit Kakao (b1)	40,00	86,67	100,00	93,33
Tempurung Kelapa (b2)	40,00	80,00	66,67	100,00
Sekam Padi (b3)	46,67	80,00	86,67	100,67
Rata-Rata	42,22r	82,22q	84,44p	97,78p
NP BNT	6,51			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza sebanyak 8 g (m2) menghasilkan volume akar tertinggi yaitu 17,33 ml, berbeda nyata dengan perlakuan

kontrol (m0) dan 4 g mikoriza (m1) namun masih sama dengan dosis 12 g mikoriza (m3). Volume akar terkecil (6,78 ml) terdapat pada dosis mikoriza 0 g (m0).

Tabel 4. Volume akar (mL) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (8 g/polybag)			
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)
Kulit Kakao (b1)	6,67	10,33	17,00	14,33
Tempurung Kelapa (b2)	5,00	9,67	14,67	12,00
Sekam Padi (b3)	8,67	13,33	20,33	21,67
Rata-Rata	6,78q	11,11q	17,33p	16,00p
NP BNT	4,87			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza sebanyak 8 g (m2) menghasilkan akar terpanjang yaitu 39,62 cm, berbeda nyata dengan kontrol (m0) dan 4

g mikoriza (m1) namun masih sama dengan dosis 12 g mikoriza (m3). Akar terpendek (23,29 cm) terdapat pada dosis mikoriza 0 g (m0).

Tabel 5. Panjang akar (cm) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (8 g/polybag)			
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)
Kulit Kakao (b1)	22,50	24,83	40,87	39,60
Tempurung Kelapa (b2)	20,77	30,00	35,80	33,57
Sekam Padi (b3)	26,60	29,50	42,20	42,17
Rata-Rata	23,29q	28,11q	39,62p	38,44p
NP BNT	7,04			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan biochar sekam padi (b3) menghasilkan jumlah stomata terbanyak yaitu 141,75 stomata, berbeda nyata dengan

biochar kulit kakao (b1) dan biochar tempurung kelapa (b2). Jumlah stomata terendah (122,92 stomata) terdapat pada jenis biochar kulit kakao (b1).

Tabel 6. Jumlah stomata (stomata) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Mikoriza (g/polybag)					NP BNT
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	Rata- Rata	
Kulit Kakao (b1)	92,00	133,33	130,67	135,67	122,92c	
Tempurung Kelapa (b2)	117,00	143,00	142,67	114,33	129,25b	3,80
Sekam Padi (b3)	116,33	137,67	144,00	169,00	141,75a	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa jenis biochar tempurung kelapa (b2) memberikan rata-rata luas bukaan stomata tertinggi yaitu $10,27 \mu\text{m}^{-2}$, berbeda nyata dengan biochar kulit kakao (b1) namun

masih sama dengan perlakuan biochar sekam padi (b3). Luas bukaan stomata terendah ($4,64 \mu\text{m}^{-2}$) terdapat pada jenis biochar kulit kakao (b1).

Tabel 7. Jumlah stomata (stomata) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Mikoriza (g/polybag)					NP BNT 0,05
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	Rata- Rata	
Kulit Kakao (b1)	3,40	6,80	4,97	3,40	4,64b	
Tempurung Kelapa (b2)	7,33	8,90	11,78	13,08	10,27a	1,70
Sekam Padi (b3)	5,50	9,94	7,07	9,41	9,42a	

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa kombinasi biochar sekam padi dengan dosis 12 g mikoriza (b3m3) menghasilkan kerapatan stomata tertinggi yaitu $886,62 \text{ mm}^{-2}$, berbeda nyata dengan perlakuan biochar kulit kakao dengan 12 g mikoriza (b1m3) dan perlakuan biochar tempurung kelapa dengan 12 g mikoriza (b2m3). Kombinasi biochar

sekam padi dengan perlakuan 12 g mikoriza (b3m3) berbeda nyata dengan perlakuan biochar sekam padi dengan 0 g mikoriza (b3m0) dan perlakuan biochar sekam padi dengan 4 g mikoriza (b3m1) dan perlakuan biochar sekam padi dengan 8 g mikoriza (b3m2). Kerapatan stomata terendah ($592,78$

mm-2) terdapat pada biochar sekam padi dengan 0 g mikoriza (b3m0).

Tabel 8. Jumlah stomata (stomata) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)				NP
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	BNT
Kulit Kakao (b1)	472,19 ^{aq}	679,41 ^{ap}	665,82 ^{ap}	691,30 ^{bp}	
Tempurung Kelapa (b2)	596,1 ^{apq}	728,66 ^{ap}	726,96 ^{ap}	582,59 ^{bq}	161,96
Sekam Padi (b3)	592,78 ^{ar}	681,10 ^{aq}	733,76 ^{aq}	886, 62 ^{ap}	
NP BNT	140,20				

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza sebanyak 8 g (m2) menghasilkan intersepsi cahaya tertinggi yaitu 144,37 lux, berbeda nyata dengan kontrol (m0) dan 4 g mikoriza (m1) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 12 g mikoriza (m3). Intersepsi cahaya terendah (116,56 lux) terdapat pada perlakuan 0 g mikoriza (m0).

Tabel 9. Intersepsi cahaya (lux) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)			
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)
Kulit Kakao (b1)	105,78	142,33	156,78	142,44
Tempurung Kelapa (b2)	130,11	139,56	131,56	146,11
Sekam Padi (b3)	113,78	131,67	144,78	142,11
Rata-Rata	116,56 ^r	137,67 ^q	144,37^p	143,56 ^p
NP BNT	4,58			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa kombinasi biochar sekam padi dengan perlakuan 8 g mikoriza (b3m2) menghasilkan kadar klorofil a tertinggi yaitu 283,51 $\mu\text{mol.m}^{-2}$, tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar tempurung

kelapa dengan 8 g mikoriza (b2m2) dan perlakuan biochar kulit kakao dengan 8 g mikoriza (b1m2). Kombinasi biochar sekam padi pada perlakuan 8 g mikoriza (b3m2) berbeda nyata dengan kombinasi

perlakuan biochar sekam padi dengan 0 g mikoriza (b3m0), perlakuan biochar sekam padi dengan 4 g mikoriza (b3m1), dan perlakuan biochar sekam padi dengan 12 g mikoriza (b3m3).

Tabel 10. Kadar klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)				NP
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	BNT
Kulit Kakao (b1)	165,45 ^{br}	213,54 ^{aq}	261,06 ^{ap}	236,88 ^{abpq}	
Tempurung Kelapa (b2)	215,03 ^{aq}	203,68 ^{aq}	273,28 ^{ap}	226,90 ^{bq}	26,55
Sekam Padi (b3)	239,94 ^{aqr}	219,94 ^{ar}	283, 51 ^{ap}	253,77 ^{aq}	
NP BNT	26,22				

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza 8 g (m2) menghasilkan rata-rata kadar klorofil b tertinggi yaitu 112,76 $\mu\text{mol.m}^{-2}$, berbeda

nyata dengan perlakuan 0 g (m0), 4 g (m1), dan 12 g (m3). Kadar klorofil b terendah (85,46 $\mu\text{mol.m}^{-2}$) terdapat pada perlakuan 0 g mikoriza (m0).

Tabel 11. Kadar klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)			
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)
Kulit Kakao (b1)	72,08	87,37	106,97	96,33
Tempurung Kelapa (b2)	87,23	83,32	112,71	91,78
Sekam Padi (b3)	97,08	89,20	118,60	103,09
Rata-Rata	85,46 r	86,63 r	112,76p	97,07q
NP BNT	2,40			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

Hasil uji BNT $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa kombinasi biochar sekam padi dengan 8 g mikoriza (b3m2) menghasilkan kadar klorofil total tertinggi yaitu 407,03

$\mu\text{mol.m}^{-2}$, tidak berbeda nyata pada perlakuan biochar kulit kakao dengan 8 g mikoriza (b1m2) dan biochar tempurung kelapa dengan 8 g mikoriza (b2m2).

Kombinasi biochar sekam padi dengan 8 g mikoriza (b3m2) berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan biochar sekam padi dengan 0 g mikoriza (b3m0), perlakuan biochar sekam padi dengan 4 g mikoriza

(b3m1), dan perlakuan biochar sekam padi dengan 12 g mikoriza (b3m3). Kadar klorofil total terendah terdapat pada perlakuan biochar kulit kakao dengan 0 g mikoriza (b1m0).

Tabel 12. Kadar klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) bibit kakao pada berbagai jenis biochar dan dosis mikoriza vesikular arbuskular

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza (g/polybag)				NP
	0 (m0)	4 (m1)	8 (m2)	12 (m3)	BNT
Kulit Kakao (b1)	242,39 ^{br}	307,69 ^{aq}	374,50 ^{ap}	340,21 ^{apq}	
Tempurung Kelapa (b2)	309,42 ^{aq}	293,81 ^{aq}	391,98 ^{ap}	325,96 ^{bq}	37,73
Sekam Padi (b3)	344,28 ^{aq}	316,31 ^{ar}	407, 03 ^{ap}	363,87 ^{aq}	
NP BNT			37,38		

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a, b) dan baris (p, q) tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT $\alpha=0,05$.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis biochar dengan dosis mikoriza berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, biochar kulit kakao dengan dosis mikoriza 12 g berpengaruh terhadap jumlah daun (Tabel 2), kerapatan stomata (Tabel 9), kadar klorofil a (Tabel 11), dan kadar klorofil total (Tabel 13). Hal tersebut dikarenakan biochar kulit kakao berperan dalam menyediakan air dan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman di dalam tanah. Menurut Shalsabila (2017) bahwa biochar kulit kakao merupakan jenis biochar yang

dapat menyediakan kadar air dan nutrisi untuk tanaman di dalam tanah, memperbaiki sifat fisik tanah karena mengandung C-organik > 35%, mampu meretensi air sebesar 37,5% - 55,1 % , serta berperan dalam pertumbuhan tanaman terutama pada tanah yang kurang subur. Selain ditunjang oleh pemberian biochar, pemberian mikoriza 12 g juga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao. Mikoriza dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam proses penyerapan nutrisi. Hal tersebut dikarenakan mikoriza membentuk struktur yang disebut arbuskular yang dapat meningkatkan area permukaan akar tanaman

sehingga unsur hara seperti fosfor (P), nitrogen (N), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) dapat diserap tanaman dengan lebih efisien. Johnson (2010) menyatakan bahwa mikoriza membantu dalam penyerapan nutrisi tanaman dan penyediaan air yang terkandung dalam lapisan tanah yang lebih sulit untuk dijangkau oleh akar tanaman secara langsung. Hal tersebut dikarenakan mikoriza memiliki jaringan hifa yang membantu akar tanaman menjangkau air dan nutrisi yang letaknya jauh.

Kombinasi perlakuan biochar sekam padi dengan dosis mikoriza sebanyak 8 g menghasilkan nilai tertinggi pada parameter kerapatan stomata (Tabel 9), kadar klorofil a (Tabel 11), kadar klorofil b (Tabel 13). Hal tersebut dikarenakan biochar sekam padi merupakan bahan organik yang dapat berperan sebagai pupuk dan pembenah tanah karena dapat meningkatkan pH tanah, C-organik tanah, memperbaiki kesuburan tanah serta menunjang serapan unsur P oleh tanaman. Penggunaan biochar mampu berpengaruh positif terhadap klorofil daun yang merupakan pigmen hijau daun dan kerapatan stomata daun yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Herhandini et.al (2021) yang menyatakan bahwa

pengaplikasian biochar sekam padi dapat meningkatkan ketersediaan unsur P karena mampu meretensi unsur hara P sehingga menunjang pertumbuhan akar, pucuk, daun, dan fase pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain itu, menurut Liu (2013) penggunaan biochar sekam padi dapat meningkatkan kandungan klorofil dan kerapatan stomata daun karena biochar dapat berpengaruh dalam meningkatkan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium di dalam tanah. Mikoriza vesikular arbuskular adalah jenis mikoriza yang dapat berpengaruh positif terhadap sifat fisiologis tanaman karena membantu tanaman dalam menyerap unsur hara, baik itu unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Smith dan Read (2010), yang menyatakan bahwa mikoriza vesikular arbuskular dapat membentuk koneksi dengan jaringan dalam akar tanaman sehingga hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi tanaman, terutama kandungan fosfor di dalam tanah. Hal tersebut dapat berdampak pada kandungan klorofil dan stomata pada aktivitas fotosintesis tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis mikoriza 8 g mikoriza menghasilkan nilai tertinggi pada parameter luas daun yaitu 280,40 mm² (Tabel 3), persentase infeksi

mikoriza yaitu 97,78% (Tabel 4), volume akar yaitu 17,33 ml (Tabel 5), panjang akar yaitu 39,62 cm (Tabel 6), intersepsi cahaya yaitu 144,37 lux (Tabel 10), dan kadar klorofil b yaitu 112,76 $\mu\text{mol. m}^{-2}$ (Tabel 12). Hal tersebut menandakan bahwa pengaplikasian mikoriza menginfeksi perakaran tanaman dan menyebabkan hifa terbentuk yang memperluas serapan unsur hara tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mashud (2021) yang menyatakan bahwa akar tanaman yang terinfeksi oleh mikoriza menyebabkan jumlah hifa akan bertambah serta menyebabkan terjadinya kepadatan spora pada akar tanaman yang akan berpengaruh positif terhadap penyerapan unsur hara dan akan mendukung pertumbuhan tanaman termasuk volume akar, panjang akar, dan kadar klorofil daun. Persentase infeksi mikoriza 97,78 % (Tabel 4) termasuk ke dalam kelas infeksi mikoriza yang sangat tinggi. Infeksi mikoriza yang semakin tinggi berdampak positif dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang (Sasmita et.al, 2019). Pemberian beberapa dosis mikoriza secara efektif akan membantu tanaman dalam menyerap unsur hara unsur hara P dan N. Unsur hara P dan N akan membantu tanaman dalam mempercepat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Hal tersebut sesuai

dengan pendapat Nasaruddin (2014) yang menyatakan bahwa mikoriza merupakan cendawan yang dapat meningkatkan serapan unsur hara pada tanaman, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro serta membantu menyediakan unsur hara yang tidak tersedia menjadi tersedia, misalnya unsur hara fosfor. Penyerapan unsur hara yang optimal akan menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman termasuk jumlah daun, luas daun, volume akar, panjang akar, kerapatan stomata, dan intersepsi cahaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaplikasian jenis biochar sekam padi berpengaruh nyata dalam meningkatkan jumlah stomata yaitu 141,75 stomata (Tabel 7) dan luas daun yaitu 280,40 mm² (Tabel 3). Hal tersebut dikarenakan biochar sekam padi juga mengandung unsur nitrogen yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya daun, cabang, dan batang tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sasmita et.al (2017) yang menyatakan bahwa biochar sekam padi memiliki total kandungan nitrogen dan abu yang lebih tinggi daripada biochar lainnya serta memiliki kandungan silika yang tinggi dan mengandung senyawa lainnya seperti unsur P, K, Ca, dan Mg yang dapat berpengaruh positif pada pertumbuhan tanaman. Banyaknya jumlah stomata dan

lebarnya luas daun tanaman menandakan bahwa tanaman menyerap dan memanfaatkan cahaya dan unsur hara dengan baik serta ditunjang oleh kesuburan tanah. Pengaplikasian biochar sekam padi ke tanah dapat memperbaiki kualitas tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Cortes et.al (2020) yang menyatakan bahwa biochar adalah produk padat dari pirolisis biomassa yang memiliki bermacam-macam tujuan dalam pengaplikasiannya, misalnya sebagai bahan pembenah tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah serta untuk menyerap karbon. Biochar tempurung kelapa berpengaruh terhadap parameter luas bukaan stomata (Tabel 8) dikarenakan biochar tempurung kelapa memiliki kandungan hara kalium yang tinggi dan berperan dalam fisiologis tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Surtinah (2013) yang mengatakan bahwa biochar tempurung kelapa mengandung kalium 33,30 % yang berpengaruh terhadap proses asimilasi tanaman, terbuka dan tertutupnya stomata, stomata yang terbuka menandakan bahwa proses fisiologis tanaman berlangsung dengan baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Interaksi antara biochar sekam padi dengan 8 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik terhadap klorofil a ($283,51 \mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil total ($407,03 \mu\text{mol.m}^{-2}$), dan kerapatan stomata ($886,62 \text{ mm}^2$). Interaksi antara biochar kulit kakao dengan 12 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik untuk jumlah daun ($13,19$ helai).
2. Biochar sekam padi memberikan hasil terbaik pada jumlah stomata ($141,75$) dan luas daun tanaman kakao ($280,40 \text{ mm}^2$).
3. Dosis 8 g mikoriza vesikular arbuskular memberikan hasil terbaik pada klorofil b ($112,76 \mu\text{mol.m}^{-2}$), volume akar ($17,33 \text{ ml}$), panjang akar ($39,62 \text{ cm}$), luas daun ($280,40 \text{ mm}^2$), dan intersepsi cahaya ($144,37 \text{ lux}$).

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal S. & B . H . Simanjuntak, 2019. Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* Subsp. *chinensis*). Jurnal Ilmu Pertanian, 7(2): 168-174.
- Badan Pusat Statistik, 2021. Statistik Kakao Indonesia 2019-2021. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Cortes A.D., R.B. Oplencia, & N.S. Aggangan, 2020. Characterization of Plant Growth Promoting Diazotrophic Bacteria Isolated from Cacao (*Theobroma cacao* L.) Rhizosphere Treated with Bamboo Biochar and Arbuscular

- Mycorrhizal Fungi. Philippine Journal of Science, 149 (4) : 1063-1070.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. Roadmap Kakao 2015-2045. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Tanaman Tahunan dan Penyegar.
- Herhandini D.A, R. Suntari, A. Citraresmini, 2021, Pengaruh Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Kompos Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan, dan Serapan Fosfor Tanaman Jagung Pada Ultisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 8(2): 385-394.
- Johnson, N.C., 2010. Resource Stoichiometry Elucidates the Structure and Function of Arbuscular Mycorrhizas Across Scales. New Phytologist, 185(3): 631-64.
- Kurniawan, A., B. Haryono., M. Baskara., & S.Y. Tyasmoro, 2016. Pengaruh Penggunaan Biochar pada Media Tanam terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Produksi Tanaman, 4(2): 153-160.
- Liu X., A. Zhang., C. Ji., S. Joseph., R. Bian., L. Li., G. Pan., & J.P. Ferreira, 2013. Biochar Effects on Crop Productivity and the Dependence on Experimental Conditions a Meta – Analysis of Literature Data. Plant and Soil, 373 (2) : 583-594.
- Mashud N., 2021. Pengaruh Mikoriza Arbuskular dan Ekstrak Daun Kelor Terhadap Pertumbuhan Bibit Cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nasaruddin & I.N.R. Prawansa, 2014. Aplikasi A. Chroococcum dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan, Pembungaan dan Efektivitas Serapan Hara Kakao Klonal. Jurnal Agrisistem, 10(1) : 70-91.
- Nasrullah, Nurhayati, A. Marliah, 2015. Pengaruh Dosis Pupuk NPK (16:16:16) dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Media Tumbuh Subsoil. Jurnal Agrium, 12(2): 56-64.
- Nasution M.H., I.A. Mahbub., & Z. Gani, 2017. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Pemberian Biochar dan Sekam Padi dan Kompos Kulit Kopi pada Tanah Sub Soil di Polybag. Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi.
- Purwaningsih, 2001. Pengaruh Mikroba Tanah Terhadap Pertumbuhan Hasil dan Panen Kedelai. Berita Biologi, 5(4): 373-378.
- Sasmita K.D., I. Anas, S. Anwar, S. Yahya, & G. Djajakirana, 2017. 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 M.W.S, S. Nurhatika, A. Muhibuddin, 2019. Pengaruh Dosis Mikoriza Arbuskular pada Media AMB-P0K Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau (*Nicotiana Tabacum* var *Somporis*). Jurnal Sains dan Seni ITS, 8(2): 43-48.
- Shalsabila F., S. Priyono, & Z.Kusuma, 2017. Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao Terhadap Kemantapan Agregat dan Produksi Tanaman Jagung pada Ultisol Lampung Timur. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 4(1): 473-480.
- Smith S.E., & D.J. Read, 2010. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press.

Amsterdam, Belanda.

- Surtinah, 2013. Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang Berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). Jurnal Ilmiah Pertanian, 11(1): 11-17.
- Susilo & Edi, 2018. Pengaruh Aplikasi Mikoriza dari Sumber yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao di Tanah Ultisol. Jurnal Agritepa, 5(1): 84-93.