

PEMBERIAN MIKORIZA DAN BIOCHAR SEKAM PADI DI LAHAN GAMBUT PADA TANAMAN BAWANG MERAH DAN STUDI KELAYAKAN USAHA TANI

Effect of Mycorrhiza and Biochar on Shallot Cultivation in Peat Soil and Its Agribusiness Feasibility Study

Wiliodorus^{1*}, Emilia Farida Budi Handayani²

^{1),2)} Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Tonggak Equator Pontianak
 Email: wiliodorus@gmail.com

Abstrak

Bawang merah merupakan komoditas strategis nasional. Berdasarkan data BPS nasional tahun 2021 jumlah produksi bawang merah di Kalimantan Barat sebesar 104 ton, kebutuhan daerah 10.701 ton, artinya defisit 99.03%. salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan bawang merah perlu dilakukan pembukaan lahan baru serta penerapan teknologi dalam teknis budidaya menggunakan pupuk hayati dan pembenah tanah. Gambut bersifat irreversibel, tingkat kesuburan rendah karena tingkat keasaman tinggi. Upaya yang dapat dilakukan dengan perluasan areal tanam. Penggunaan mikoriza dapat membantu mengatasi cekaman kekeringan dengan meningkatkan biomassa akar, membantu penyerapan unsur hara imobile. Biochar membantu dalam meningkatkan pH gambut sehingga unsur hara yang terikat dapat di jerap oleh akar tanaman, menyediakan karbon didalam tanah untuk perkembangan mikroorganisme serta meningkatkan konsistensi tanah. Tujuan penelitian adalah penggunaan mikoriza dan biochar untuk meningkatkan produktivitas lahan gambut pada budidaya bawang merah di Provinsi Kalimantan Barat. Metode penelitian menggunakan split plot design dengan pola RAK meliputi mikoriza sebagai main plot dan biochar sebagai sub plot. Faktor pertama adalah mikoriza yaitu: M0= Tanpa mikoriza; M1= Dengan mikoriza; Faktor kedua adalah dosis biochar sekam padi: B0= Tanpa biochar; B1= Biochar 2 ton/ha; B2= Biochar 4 ton/ha; B3= Biochar 6 ton/ha ; B4= Biochar 8 ton/ha; B5= Biochar 10 ton/ha. Hasil analisis sidik ragam pada tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berpengaruh nyata pada pemberian biochar. Hasil analisis sidik ragam pengaruh pemberian mikoriza terhadap tinggi tanaman 14 dan 28 HST dan jumlah daun 14 HST tidak berpengaruh nyata tetapi berpengaruh nyata pada tinggi tanaman 42 HST serta 28 dan 42 HST pada jumlah daun.

Kata Kunci: Mikoriza; Biochar

Abstract

Shallots are a national strategic commodity. According to national BPS data in 2021, shallot production in West Kalimantan was 104 tons, while regional demand was 10,701 tons, resulting in a 99.03% deficit. To meet the demand for shallots, it is essential to open new land and apply technology in cultivation practices, using biofertilizers and soil amendments. Peat soils are irreversible and have low fertility due to high acidity. One effort to improve this is by expanding

planting areas. The use of mycorrhiza can help overcome drought stress by increasing root biomass and aiding in the absorption of immobile nutrients. Biochar can help increase the pH of peat soil so that bound nutrients can be absorbed by plant roots, provide carbon in the soil for microorganism development, and improve soil consistency. The objective of this study is to use mycorrhiza and biochar to increase the productivity of peatland for shallot cultivation in West Kalimantan Province. The research method uses a split-plot design with a randomized block design (RBD) pattern, where mycorrhiza serves as the main plot and biochar as the subplot. The first factor is mycorrhiza, namely: M0 = Without mycorrhiza; M1 = With mycorrhiza; The second factor is the dose of rice husk biochar: B0 = Without biochar; B1 = Biochar 2 tons/ha; B2 = Biochar 4 tons/ha; B3 = Biochar 6 tons/ha; B4 = Biochar 8 tons/ha; B5 = Biochar 10 tons/ha. The analysis of variance on plant height and leaf number showed no significant effect of biochar application. The analysis of variance on the effect of mycorrhiza application on plant height at 14 and 28 days after planting (DAP) and leaf number at 14 DAP showed no significant effect, but a significant effect was observed on plant height at 42 DAP and on leaf number at 28 and 42 DAP.

Keywords: Mikoriza; Biochar

PENDAHULUAN

Komoditas tanaman bawang merah salah satu sayuran rempah sebagai bumbu masakan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Permintaan pasar terhadap bawang merah setiap tahun selalu meningkat. Permintaan ini tidak terlepas dari hampir semua masakan di Indonesia memerlukan bawang merah baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun keperluan bibit untuk budidaya (Wiliodorus et al., 2020). Berdasarkan data BPS 2019 konsumsi bawang merah dalam negeri 822.52 ribu ton dalam lima tahun sedangkan peningkatan kebutuhan rata-rata setiap tahun 6.67%. Lonjakan harga yang tidak terkontrol sering terjadi dipasaran sehingga inflasi menjadi tinggi. Permasalahan yang terjadi adalah ongkos produksi tinggi dan intervensi pada rantai pasokan (Dhana et al., 2023) selain itu sentral produksi bawang merah masih terpusat dipulau jawa (Wiliodorus et al., 2020).

Pemanfaatan mikoriza sebagai pupuk hayati dan pembenah tanah seperti pupuk kandang dan biochar dapat menjadi solusi. Mikoriza membantu dalam Bawang merah mempunyai akar serabut dengan panjang akar relatif pendek. Akar tanaman yang pendek lebih rentan terhadap cekaman kekeringan. Dengan bentuk morfologi akar pendek akan menjadi hambatan dalam budidaya di lahan gambut. Gambut mempunyai sifat mudah menyimpan air tetapi juga mudah melepaskan air, tingkat keasaman yang tinggi dan minimnya unsur hara yang tersedia. Untuk mengatasi kendala tersebut dengan penggunaan pupuk hayati yaitu aplikasi mikoriza. Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) akan menginfeksi akar tanaman sehingga dapat memperpanjang jangkauan akar tanaman melalui hifa FMA untuk mendapatkan air dan nutrisi. Upaya lain yang dapat dilakukan dengan aplikasi pupuk kandang dan biochar. Pupuk kandang dapat membantu ketersediaan N, P, K sedangkan biochar dapat meningkatkan pH tanah, pembentukan agregat tanah.

Penyerapan air dan nutrisi terutama pada unsur hara *immobile* (Saleh et al., 2021). Aktivitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) menghasilkan enzim fosfatase yang dapat mengurai ikatan P, sehingga unsur fosfor dari dalam tanah mudah dijerap oleh akar tanaman (Silitonga & Nasution, 2020). Simbiosis mutualisme antara tanaman dengan mikoriza mampu membantu ketahanan tanaman terhadap patogen, sedangkan mikoriza mendapatkan gula dan lipid dari hasil fotosintesis (Sefrila et al., 2023). Kolonisasi pada akar tanaman dapat membantu tanaman dalam meningkatkan toleransi kekeringan. Hifa FMA akan membantu dalam meningkatkan ketersediaan air dan nutrisi (Prayogo et al., 2021).

Permasalahan Produksi yang dihadapi dalam usahatani bawang merah adalah penurunan kualitas tanah. Penurunan kualitas tanah disebabkan oleh a) Penggunaan pupuk kimia secara intensif mengakibatkan degradasi tanah, seperti penurunan kesuburan, kepadatan tanah, dan berkurangnya mikroorganisme tanah, b) Tanah menjadi kurang mampu menyediakan nutrisi esensial bagi tanaman bawang merah, menghambat pertumbuhan dan hasil panen, c) Ketergantungan pada pupuk dan pestisida kimia, d) Pemakaian pupuk kimia yang tidak efisien meningkatkan biaya produksi, e) Residu pestisida berdampak negatif pada lingkungan dan kualitas hasil panen. Kondisi ini berakibat kepada tingginya biaya produksi, hasil panen yang tidak stabil dan kerusakan pasca panen.

Pemberian mikoriza (Jamur Mikoriza Arbuskular) dapat meningkatkan penyerapan nutrisi: 1) Mikoriza membantu akar tanaman menyerap nutrisi seperti osfor, nitrogen, dan mikronutrien dari tanah dengan lebih efisien; 2) Toleransi terhadap Kekeringan: Mikoriza meningkatkan kemampuan tanaman menahan tekanan kekeringan dengan memperluas jangkauan akar; 3) Peningkatan Pertahanan Tanaman: Mikoriza melindungi tanaman dari patogen tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit.

Pemberian Biochar akan bermanfaat bagi: 1) Perbaikan Struktur Tanah: Biochar meningkatkan porositas tanah, memperbaiki retensi air, dan mencegah pencucian nutrisi; 2) Penyediaan Nutrisi Jangka Panjang: Biochar menyimpan nutrisi dalam tanah dan melepaskannya secara perlahan, mengurangi kebutuhan pupuk kimia; Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca: Biochar mengurangi emisi gas metana dan nitrous oxide dari tanah, memberikan manfaat bagi lingkungan, meliputi: 1) Peningkatan Produktivitas: Tanaman bawang merah tumbuh lebih sehat, dengan hasil panen lebih banyak dan berkualitas; 2) Efisiensi Biaya: Penggunaan pupuk dan pestisida kimia dapat dikurangi, sehingga bisa menekan biaya produksi; 3) Pendapatan Lebih Stabil: Dengan hasil panen yang lebih baik dan kualitas yang meningkat, petani dapat memperoleh harga jual yang lebih tinggi, 4) Keberlanjutan Pertanian: Kombinasi mikoriza dan biochar mendukung praktik pertanian ramah lingkungan, menjaga keberlanjutan tanah untuk masa depan.

Lahan gambut merupakan lahan yang tingkat kesuburan rendah dengan keasaman tinggi menyebabkan banyaknya unsur hara yang terikat, tanah gambut juga mudah kehilangan air yang bersifat bersifat irreversibel. Hal ini menyebabkan jumlah lahan gambut tidak banyak digunakan oleh petani di Kalimantan Barat sebagai lahan pertanian.

Berkaitan dengan masalah diatas perlu adanya paket teknologi yang dapat meningkatkan produksi bawang merah. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah penggunaan mikoriza dan biochar dalam proses budidaya. Mikoriza membantu akar bawang merah dalam menyerap unsur hara yang sulit larut di tanah gambut, terutama fosfor (P), yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Biochar membantu menetralkan keasaman tanah gambut, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara yang sebelumnya terikat secara kimia, dan mampu menyimpan air dan hara dalam pori-porinya, sehingga menyediakan cadangan yang stabil untuk tanaman.

Penambahan jamur mikoriza dan biochar dalam proses budidaya tanaman bawang merah pasti akan menimbulkan biaya produksi yang baru. Oleh karena itu perlu suatu kajian kelayakan usaha tani bawang merah yang mengaplikasi mikoriza dan biochar di lahan gambut sehingga bisa melihat apakah usaha tani budidaya bawang merah di tanah gambut dengan menggunakan mikoriza dan biochar ini layak atau tidak layak diusahakan dan pada dosis pemberian biochar dan mikoriza yang memberi keuntungan yang tertinggi.

METODE PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Jl. Kebangkitan Nasional Kecamatan Pontianak Utara, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat.

2. Mendapatkan data pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah dengan perlakuan pemberian biochar dan mikoriza pada tanah gambut sebagai berikut:

1) Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan split plot design dengan pola RAK meliputi mikoriza sebagai main plot dan biochar sebagai sub plot.

Faktor pertama adalah mikoriza yaitu:

M0= Tanpa mikoriza

M1= Dengan mikoriza

Faktor kedua adalah dosis biochar sekam padi:

B0= Tanpa biochar

B1= Biochar 2 ton/ha

B2= Biochar 4 ton/ha

B3= Biochar 6 ton/ha

B4= Biochar 8 ton/ha

B5= Biochar 10 ton/ha

Sehingga didapat kombinasi perlakuan

M0B0 M1B0

M0B1 M1B1

M0B2 M1B2

M0B3 M1B3

M0B4 M1B4

M0B5 M1B5

Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali ($12 \times 5 = 60$ satuan perlakuan), 60 satuan perlakuan terdiri dari 3 tanaman, sehingga total tanaman yang digunakan ($12 \times 5 \times 3 = 180$ tanaman).

2) Bahan untuk Melakukan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bibit bawang merah varietas bima, biochar sekam padi, mikoriza, herbisida, pestisida, kapur pertanian, pupuk kandang ayam, pupuk an organik.

3) Alat untuk Melakukan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah parang, arit, cangkul, meteran, soil tester, timbangan manual, timbangan analitik, gembor, sprayer, camera, terpal, kertas label, polybag, kantong plastik bening, keranjang, alat tulis menulis.

4) Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan penyemprotan gulma, setelah gulma mati dilakukan pembersihan lahan kemudian dilakukan pemasangan bowplan lokasi penelitian, setelah itu dilakukan pengayakan tanah untuk memisahkan benda asing, dilanjutkan dengan pemberian kapur pertanian setelah itu dilakukan pencampuran. Setelah dilakukan pencampuran dilanjutkan dengan pengisian tanah kedalam polibag. Aplikasi mikoriza, biochar dan pupuk kandang dilakukan satu minggu sebelum penanaman dengan tujuan mikoriza

- sudah aktif dan siap untuk menginfeksi akar tanaman,
- b. Penanaman
Penanaman dilakukan dengan membenamkan bibit bawang merah kedalam polybag yang berisi media tanam, memunculkan bagian atas bibit bawang merah sebagai titik tumbuh, kemudian dilakukan penyiraman menggunakan gembor.
 - c. Pemberian Pupuk
Pemberian pupuk dilakukan pada umur tanaman 7 hst, 21 hst, 35 hst sesuai dosis yaitu urea 300 kg/ha, SP 200 kg/ha, KCL 100 kg/ha untuk perlakuan Z₂ dan perlakuan Z₃, urea 450 kg/ha, SP 300 kg/ha, KCL 200 kg/ha.
 - d. Pemeliharaan
Pemeliharaan tanaman terdiri dari penyiraman, pengendalian gulma, pengendalian hama dan penyakit serta pembumbunan. Penyiangan gulma dilakukan pada setiap polybag sehingga tidak ada gulma yang tumbuh. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila ada serangan pada tanaman. Pembumbunan dilakukan pada umur 21 hari setelah tanam bersamaan dengan pemupukan kedua.
 - e. Pemanenan
Pemanenan dilakukan setelah tanaman berumur 60 hari, dengan kriteria tanaman rebah dan daun menguning. Pemanenan dilakukan pada keadaan cuaca cerah dan tanah kering, hal ini dilakukan untuk mencegah serangan penyakit busuk umbi saat penyimpanan kemudian dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari langsung.
- 5) Variabel pengamatan
- a. Tinggi Tanaman
Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara diukur mulai dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28, 35 hari setelah tanam.
 - b. Jumlah Daun
Jumlah daun yang dihitung adalah jumlah seluruh daun yang ada dalam satu polybag, termasuk daun termuda. Data diambil pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 hari setelah tanam.
 - d. Berat Kering Tanaman
Berat kering tanaman dilakukan setelah akhir penelitian dengan cara menimbang umbi, akar dan daun setelah dikeringkan.
 - e. Jumlah Umbi
Jumlah umbi yang dihitung adalah jumlah umbi yang terbentuk dalam satu rumpun. Perhitungan dilakukan pada saat akhir penelitian.
3. Analisa data studi kelayakan usahatani bawang merah dengan perlakuan pemberian biochar dan mikoriza pada tanah gambut sebagai berikut:
1. Variabel pengamatan
Variabel pengamatan yang diperlukan untuk menghitung kelayakan usaha adalah
 - a. Sarana produksi yang diperlukan yang terdiri dari alat, bahan dan tenaga kerja yang dipergunakan sewaktu melakukan budidaya tanaman
 - b. Data berat kering tanaman. Berat kering tanaman dilakukan setelah akhir penelitian dengan cara menimbang umbi setelah dikeringkan.

2. Teknik Analisis Data

Analisis Aspek-aspek dalam studi kelayakan usaha, antara lain sebagai berikut :

a. Analisa pendapatan usaha tani

- 1) Total Revenue (TR) Total Revenue atau Pendapatan Total adalah jumlah pendapatan yang diterima dari penjualan barang atau jasa dalam suatu periode tertentu. Rumus untuk menghitung TR adalah:

$$TR = P \times Q$$

Keterangan:

TR = Total Revenue (Pendapatan Total)

P = Price (Harga per unit)

Q = Quantity (Kuantitas barang/jasa yang terjual)

- 2) Total Cost (TC)

Total Cost atau Biaya Total adalah keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi dan menjual barang atau jasa.

TC terdiri dari dua komponen utama:

Fixed Cost (Biaya Tetap) dan Variable Cost (Biaya Variabel).

$$TC = FC + VC$$

Keterangan:

TC = Total Cost (Biaya Total)

FC = Fixed Cost (Biaya Tetap)

VC = Variable Cost (Biaya Variabel)

- 3) Total Income (TI)

Total Income atau Pendapatan Bersih adalah pendapatan yang tersisa setelah mengurangi Total Revenue dengan Total Cost.

Rumus untuk menghitung TI adalah:

$$TI = TR - TC$$

Keterangan:

TI = Total Income (Pendapatan Bersih)

TR = Total Revenue (Pendapatan Total)

TC = Total Cost (Biaya Total)

b. Analisis kelayakan usaha tani

Metode R/C ratio

Return Cost Rasio (R/C) adalah perbandingan antara penerimaan penjualan dengan biaya pengeluaran selama proses produksi hingga menghasilkan suatu produk. Usaha akan mendapatkan keuntungan apabila nilai $R/C > 1$ berarti usaha tersebut menguntungkan, begitupun dengan sebaliknya (Soekartawi, 2006 dalam Qomariah et al., 2021). Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$RC = \frac{\text{Total Penerimaan}}{\text{Total Biaya}}$$

Dengan kriteria R/C ratio sebagai berikut:

R/C > 1, usahatani secara ekonomi menguntungkan/efisien

R/C = 1, usahatani secara ekonomi berada pada titik impas (BEP)

R/C < 1, usahatani secara ekonomi tidak menguntungkan/ tidak efisien

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman

Tabel 1. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 14, HST.

Biochar	14 HST
B0	14.68 ^a
B3	15.13 ^a
B1	15.41 ^a
B5	15.62 ^a
B2	15.72 ^a
B4	15.76 ^a
BNT 5%	1,41

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada tinggi tanaman 14 HST.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 14, HST.

Mikoriza	14 HST
M1	15.20 ^a
M0	15.57 ^a
BNT 5%	1.21

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara tanaman yang diberikan mikoriza dengan tanpa mikoriza, hali ini kemungkinan mikoriza belum berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Mikoriza akan meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan penyerapan nutrisi, terutama fosfor. Namun, pengaruh ini lebih sering terlihat pada fase pertumbuhan lebih lanjut atau pada kondisi miskin nutrisi.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 28, HST.

Biochar	28 HST
B2	28.83 ^a
B5	29.21 ^a
B1	29.36 ^a
B3	29.54 ^a

B0	29.83 ^a
B4	29.91 ^a
BNT 5%	1,19

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada tinggi tanaman 28 HST.

Tabel 4. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 28, HST.

Mikoriza	28 HST
M1	29.28 ^a
M0	29.61 ^a
BNT 5%	0.92

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Tabel 5. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 42, HST.

Biochar	42 HST
B3	36.10 ^a
B2	36.25 ^a
B5	36.89 ^a
B4	37.00 ^a
B1	37.24 ^a
B0	37.45 ^a
BNT 5%	1,57

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada tinggi tanaman 42 HST.

Tabel 6. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Tinggi Tanaman Umur 42, HST.

Mikoriza	42 HST
M0	35.92 ^a
M1	37.72 ^b
BNT 5%	0.41

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

2. Jumlah Daun

Tabel 7. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 14, HST.

Biochar	14 HST
B0	10.94 ^a
B3	10.98 ^a
B2	11.10 ^a
B1	11.15 ^a
B4	11.63 ^{ab}
B5	12.19 ^a
BNT 5%	0.98

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada jumlah daun 14 HST.

Tabel 8. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 14, HST.

Mikoriza	14 HST
M0	11.07 ^a
M1	11.59 ^a
BNT 5%	0.82

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada pemberian mikoriza terhadap jumlah daun 14 HST. Mikoriza membantu penyerapan nutrisi, terutama fosfor, tetapi diperlukan waktu untuk melihat pengaruhnya. Pada 14 HST, tanaman masih dalam fase awal pertumbuhan vegetatif, sehingga hubungan simbiosis antara mikoriza dan tanaman belum optimal.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 28, HST.

Biochar	28 HST
B2	18.48 ^a
B1	18.53 ^a
B0	18.93 ^a
B3	19.69 ^a
B4	19.88 ^a
B5	20.05 ^a
BNT 5%	1.45

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada jumlah daun 28 HST.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 28, HST.

Mikoriza	28 HST
M0	17.62 ^a
M1	20.90 ^b
BNT 5%	1.40

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata antara yang diberikan mikoriza dengan tanpa mikoriza. Ada kemungkinan peran dari lingkungan seperti pH, suhu, kelembaban tanah yang dapat mendukung simbiosis mikoriza dengan akar tanaman bawang merah.

Tabel 11. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Biochar pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 42, HST.

Biochar	42 HST
B1	33.50 ^a
B0	33.68 ^a
B4	34.43 ^a
B2	34.50 ^a
B5	34.75 ^a
B3	34.96 ^a
BNT 5%	1,92

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan biochar, hal ini kemungkinan pengaruh biochar belum terlihat pada jumlah daun 28 HST.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Pengaruh Pemberian Mikoriza pada Bawang Merah Terhadap Jumlah Daun Umur 42, HST.

Mikoriza	42 HST
M0	31.70 ^a
M1	36.91 ^b
BNT 5%	1.25

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata antara yang diberikan mikoriza dengan tanpa mikoriza. Peningkatan jumlah daun lebih tinggi 16.43% dibanding tanpa mikoriza.

3. Pembahasan

Dari hasil analisis sidik ragam pengaruh pemberian biochar terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada 14, 28, 42 hari setelah tanam (HST) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari setiap perlakuan. Hal ini diduga biochar belum berperan banyak dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Khoiriyah et al (2016) menyatakan bahwa biochar memiliki kandungan lignin yang tinggi hal ini berdampak pada

lamanya waktu dekomposisi biochar, sehingga biochar memerlukan waktu yang lebih lama untuk terdekomposisi. Pengaruh lain pada adalah faktor genetik. Biochar berfungsi meningkatkan kualitas tanah, seperti meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan retensi air.

Pengaruh tersebut mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk, terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman. Menurut Lehmann et al. (2003), biochar memberikan manfaat yang lebih nyata pada fase pertumbuhan yang lebih lanjut atau pada parameter hasil panen. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa biochar membutuhkan waktu untuk berinteraksi dengan tanah dan memberikan dampak signifikan terhadap tanaman (Glaser et al., 2002). Tanaman bawang merah merupakan tanaman semusim, setelah mencapai fase vegetatif maksimum tinggi tanaman tidak akan bertambah, kalau pun ada tetapi tidak terlalu signifikan karena tanaman bawang merah termasuk tipe pertumbuhan tanaman determinate (terbatas) sehingga tidak berpengaruh nyata pada fase vegetatif maksimum. Zulkarnain (2010) menjelaskan bahwa pada tipe pertumbuhan determinate setelah periode pertumbuhan vegetatif, tunas-tunas bunga terbentuk pada ujung pucuk, sehingga pemanjangan pucuk terhenti.

Hasil analisis sidik ragam pengaruh pemberian mikoriza terhadap tinggi tanaman 14 dan 28 HST dan jumlah daun 14 HST tidak berpengaruh nyata tetapi berpengaruh nyata pada tinggi tanaman 42 HST serta 28 dan 42 HST untuk jumlah daun. Hal ini kemungkinan karena masih dalam fase pertumbuhan awal sehingga peran mikoriza belum terlihat, hal lain kemungkinan karena kandungan hara pada tanah mencukupi sehingga mikoriza kurang berperan serta diperlukan waktu yang cukup lama untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Smith dan Read (2008), mikoriza sering memberikan manfaat yang signifikan dalam jangka panjang, terutama pada tanaman yang ditanam di tanah dengan kandungan fosfor rendah. Beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa manfaat mikoriza lebih nyata pada fase reproduktif tanaman, ketika kebutuhan nutrisi meningkat (Abd-Alla et al., 2014). Menurut Sunaryono (1989) faktor genetik karena tinggi tanaman dipengaruhi juga oleh pertambahan jumlah anakan, dimana anakan yang terbentuk dari mata tunas tumbuhan menjadi tanaman baru yang sempurna. Marschner (1995) mengemukakan bahwa infeksi oleh fungi mikoriza arbuskula menyebabkan pertumbuhan dan aktivitas akar tanaman melalui terbentuknya miselia eksternal yang menyebabkan peningkatan serapan hara dan air. Dijelaskan oleh Smith & Read (1997) bahwa hifa dari mikoriza dapat menyebar hingga lebih dari 25 cm dari akar, sehingga meningkatkan kemampuan eksplorasi tanah untuk mendapatkan hara.

Hifa mikoriza mampu menjangkau jaringan tanah yang sulit diakses oleh akar tanaman. Mikoriza membantu dalam penyerapan unsur hara makro dan mikro terutama fosfor dan nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan daun dan tinggi tanaman (Smith & Read, 2008). Penyerapan fosfor yang baik berperan dalam proses fotosintesis sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman. Menurut Smith dan Read (2008), mikoriza meningkatkan penyerapan hara yang sulit terlarut, seperti fosfor, yang berperan dalam pembelahan dan perkembangan sel pada daun. Penelitian oleh Abd-Alla et al. (2014) juga menunjukkan bahwa mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif melalui peningkatan aktivitas enzimatis di zona perakaran.

Pembahasan pada penelitian ini yakni mengenai studi kelayakan bawang merah pada tanah gambut jika dilihat dari analisa usaha tani dan kelayakan usaha taninya terdiri dari :

Analisis usahatani dihitung pada satuan hektar lahan, dan dalam satu musim tanam. Analisis usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 13. Biaya usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi

Uraian	Biochar sekam padi (ton.ha ⁻¹)					
	0	10	20	30	40	50
1. Biaya Tetap						
Biaya sewa lahan	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Biaya penyusutan alat	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000
Total Biaya Tetap	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000
2. Biaya Variabel						
Benih (kg/ha)	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000
Tenaga kerja	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000
Pupuk kimia	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000
Biochar	-	10.000.000	20.000.000	30.000.000	40.000.000	50.000.000
Pestisida	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Total Biaya Variabel	50.850.000	60.850.000	70.850.000	80.850.000	90.850.000	100.850.000
Total	54.875.000	64.875.000	74.875.000	84.875.000	94.875.000	104.875.000

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Tabel 13 di atas menunjukkan biaya yang dikeluarkan dari semua taraf perlakuan biochar sekam padi pada budidaya tanaman bawang merah dalam satu musim tanam untuk luasan 1 hektar. Biaya tetap yang dikeluarkan untuk semua taraf perlakuan adalah sebesar Rp 4.025.000,- tetapi biaya variabel untuk setiap taraf perlakuan berbeda dikarenakan perbedaan jumlah pemberian biochar sekam padi di setiap tarafnya. Sehingga total biaya yang diperlukan juga bervariasi sesuai dengan penggunaan biochar sekam padi. Terlihat bahwa dengan semakin bertambahnya pemberian biochar sekam padi maka akan menambah biaya variabel yang mengakibatkan total biaya bertambah.

Tabel 14. Penerimaan dan pendapatan usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi

Uraian	Biochar sekam padi (ton.ha ⁻¹)					
	0	10	20	30	40	50
Produksi (kg)	4.500	10.190,50	10.626	11.596	11.565,50	119.111
Harga (Rp)	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
Penerimaan	171.000.000	387.239.000	403.788.000	440.629.000	439.489.000	452.618.000
Total Biaya Tetap	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000
Total Biaya Variabel	50.850.000	60.850.000	70.850.000	80.850.000	90.850.000	100.850.000
Pendapatan	116.125.000	322.364.000	328.913.000	355.754.000	344.614.000	347.743.000

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Tabel 14 di atas menunjukkan bahwa produksi bawang merah untuk perlakuan pemberian biochar sekam padi yang berbeda memberikan hasil produksi yang berbeda pula, terlihat bahwa pemberian biochar sekam padi pada dosis 30 ton.ha⁻¹ memberikan produksi tertinggi dibandingkan perlakuan biochar sekam padi yang lain yaitu sebesar 11.596 kg, sehingga pendapatan yang diterima juga lebih tinggi yaitu sebesar Rp 355.614.000,-.

Untuk melihat apakah usahatani bawang merah dengan pemberian biochar sekam padi di tanah gambut layak diusahakan, maka dapat dilakukan analisis Return Cost Rasio (R/C).

Tabel 15. Analisis R/C usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi

Uraian	Biochar (ton.ha ⁻¹)					
	0	10	20	30	40	50
Total Biaya	54.875.000	64.875.000	74.875.000	84.875.000	94.875.000	104.875.000
Penerimaan	171.000.000	387.239.000	403.788.000	440.629.000	439.489.000	452.618.000
Pendapatan	116.125.000	322.364.000	328.913.000	355.754.000	344.614.000	347.743.000
R/C	3,12	5,97	5,39	5,19	4,63	4,32

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Hasil kelayakan usahatani bawang merah di tanah gambut pada pemberian beberapa taraf biochar sekam padi pada tabel 15 menunjukkan bahwa tanpa pemberian biochar sekam padi dan dengan pemberian biochar sekam padi menunjukkan hasil R/C>1, dimana menurut Qomariah et al. (2021), usahatani ini secara ekonomi menguntungkan/efisien. Hal ini menunjukkan bahwa usahatani atau investasi budidaya tanaman bawang merah yang dilakukan menguntungkan tanpa dan dengan menggunakan biochar sekam padi.

Pemberian biochar sekam padi memberikan nilai R/C yang tertinggi terdapat pada pemberian biochar pada taraf 10 ton/hektar. Dimana rasio keuntungan terhadap biaya yaitu sebesar 5,97 ini berarti setiap Rp 1,00 biaya yang dikeluarkan menghasilkan Rp 5,97 dalam penerimaan (revenue). Dengan R/C = 5,97 menunjukkan bahwa pemberian biochar sekam padi pada taraf 10 ton/hektar sangat menguntungkan dan efisien karena menghasilkan hampir 6 kali lipat dari biaya yang dikeluarkan.

Analisis usahatani dihitung pada satuan hektar lahan, dan dalam satu musim tanam. Analisis usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian mikoriza pada beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 16 Analisis usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian mikoriza pada beberapa taraf perlakuan biochar

Uraian	Mikoriza (2,5 ton.ha ⁻¹)					
	Biochar (0 ton.ha ⁻¹)	Biochar (10 ton.ha ⁻¹)	Biochar (20 ton.ha ⁻¹)	Biochar (30 ton.ha ⁻¹)	Biochar (40 ton.ha ⁻¹)	Biochar (50 ton.ha ⁻¹)
1. Biaya Tetap						
Biaya sewa lahan	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Biaya penyusutan alat	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000	2.025.000
Total Biaya Tetap	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000
2. Biaya Variabel						
Benih (kg/ha)	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000	38.400.000
Tenaga kerja	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000
Pupuk kimia	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000	7.000.000
Mikoriza	93.750.000	93.750.000	93.750.000	93.750.000	93.750.000	93.750.000
Biochar	-	10.000.000	20.000.000	30.000.000	40.000.000	50.000.000
Pestisida	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Total Biaya Variabel	144.600.000	154.600.000	164.600.000	174.600.000	184.600.000	194.600.000
Total Biaya	148.625.000	158.625.000	168.625.000	178.625.000	188.625.000	198.625.000

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Tabel 16. di atas menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan pada budidaya tanaman bawang dengan pemberian mikoriza pada beberapa taraf perlakuan biochar sekam padi merah dalam satu musim tanam untuk luasan 1 hektar. Biaya tetap yang dikeluarkan untuk semua perlakuan adalah sebesar Rp 4.025.000,- tetapi biaya variabel untuk setiap taraf perlakuan berbeda dikarenakan perbedaan taraf pemberian biochar sekam padi. Sehingga

total biaya yang diperlukan juga bervariasi sesuai dengan penggunaan biochar sekam padi. Terlihat bahwa dengan semakin bertambahnya pemberian biochar sekam padi maka akan menambah biaya variabel yang mengakibatkan total biaya bertambah.

Tabel 17. Penerimaan dan pendapatan usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian mikoriza pada beberapa taraf biochar sekam padi

Uraian	Mikoriza (2,5 ton.ha ⁻¹)					
	Biochar (0 ton.ha ⁻¹)	Biochar (10 ton.ha ⁻¹)	Biochar (20 ton.ha ⁻¹)	Biochar (30 ton.ha ⁻¹)	Biochar (40 ton.ha ⁻¹)	Biochar (50 ton.ha ⁻¹)
Produksi (kg)	11.261,50	12.573,5	13.383	14.119,50	17.227	17.958,5
Harga (kg)	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
Penerimaan	427.937.000	477.793.000	508.535.000	536.541.000	654.626.000	682.423.000
Total Biaya tetap	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000	4.025.000
Total Biaya variable	144.600.000	154.600.000	164.600.000	174.600.000	184.600.000	194.600.000
Pendapatan	279.312.000	319.168.000	339.910.000	357.916.000	466.001.000	483.798.000

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 17 di atas diketahui bahwa produksi bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian mikoriza dan beberapa taraf biochar sekam padi di tanah gambut yang berbeda memberikan hasil yang berbeda pula, terlihat bahwa pemberian mikoriza dengan dosis yang sama dan biochar sekam padi di tanah gambut pada taraf 50 ton. ha⁻¹ memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan biochar sekam padi yang lain yaitu sebesar 17.958,5 kg, sehingga pendapatan yang diterima juga lebih tinggi yaitu sebesar Rp 483.789.000,-.

Untuk melihat apakah usahatani bawang merah dengan pemberian mikoriza dengan dosis yang sama dan biochar sekam padi yang berbeda taraf perlakuannya di tanah gambut layak diusahakan, maka dapat dilakukan analisis Return Cost Rasio (R/C).

Tabel 18. Analisis R/C usaha tani bawang merah pada tanah gambut dengan pemberian mikoriza pada beberapa taraf biochar sekam padi

Uraian	Mikoriza (2,5 ton.ha ⁻¹)					
	Biochar (0 ton.ha ⁻¹)	Biochar (10 ton.ha ⁻¹)	Biochar (20 ton.ha ⁻¹)	Biochar (30 ton.ha ⁻¹)	Biochar (40 ton.ha ⁻¹)	Biochar (50 ton.ha ⁻¹)
Total Biaya	148.625.000	158.625.000	168.625.000	178.625.000	188.625.000	198.625.000
Penerimaan	427.937.000	477.793.000	508.535.000	536.541.000	654.626.000	682.423.000
Pendapatan	279.312.000	319.168.000	339.910.000	357.916.000	466.001.000	483.798.000
R/C	2,88	3,01	3,02	3,00	3,47	3,44

Sumber: Data Primer diolah, 2024

Hasil kelayakan usahatani bawang merah pada tabel 18 menunjukkan bahwa dengan pemberian mikoriza tanpa biochar sekam padi dan pemberian mikoriza dengan biochar sekam padi semuanya menunjukkan hasil R/C >1, menurut Qomariah et.al (2021), R/C >1 menyatakan bahwa usahatani secara ekonomi menguntungkan/efisien.

Pemberian mikoriza dan biochar sekam padi memberikan nilai R/C yang tertinggi adalah pemberian biochar pada dosis 40 ton. ha⁻¹. Dimana rasio keuntungan terhadap biaya yaitu sebesar 3,47, ini berarti setiap Rp 1,00 biaya yang dikeluarkan menghasilkan Rp 3,47 dalam penerimaan (revenue). Dengan R/C = 3,47 menunjukkan bahwa usaha tersebut sangat menguntungkan dan efisien karena menghasilkan hampir 3,5 kali lipat dari biaya yang dikeluarkan.

SIMPULAN

1. Pemberian biochar sekam padi belum mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah. Aplikasi mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun. Pemberian mikoriza dan biochar sekam padi dapat meningkatkan produksi dan pendapatan usahatani bawang merah.
2. Usahatani atau investasi pada budidaya tanaman bawang merah di tanah gambut tanpa pemberian dan pemberian biochar sekam padi menunjukkan hasil $R/C > 1$, yang menunjukkan bahwa usahatani secara ekonomi menguntungkan/efisien. Dengan nilai R/C yang tertinggi dengan pemberian biochar pada dosis 10 ton/hektar yaitu 5,97.
3. Pemberian mikoriza tanpa biochar sekam padi dan pemberian mikoriza dengan biochar sekam padi semuanya menunjukkan hasil $R/C > 1$, secara ekonomi menguntungkan/efisien. Dengan pemberian mikoriza dan biochar sekam padi 40 ton/ha-1. memberikan nilai R/C yang tertinggi yaitu sebesar 3,47.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Alla, M. H., Nafady, N. A., & Khalaf, D. M. (2014). *Synergistic interaction of rhizobium leguminosarum bv. viciae and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth-promoting biofertilizer for faba bean (Vicia faba L.) in alkaline soil. Microbial Cell Factories*, 13(1), 1-12.
- Dhana, W. D., Hanum, C., & Ginting, J. (2023). *Respon Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dengan Growth Respon and Yield of Shallots with N , P , K Fertilizers and Mycorrhiza Inoculation. AGRIMUM*, 26(1), 29–36.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). *Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with biochar. Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 219–230.
- Khoiriyah, M., Chuzaemi, S., & Sudarwati, H. (2016). *Effect Of Flour And Papaya Leaf Extract (Carica papaya L.) Addition To Feed On Gas Production, Digestibility And Energy Values In Vitro. J. Ternak Trop*, 17, 74–85.
- Lehmann, J., da Silva Jr, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (2003). *Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil*, 249(2), 343–357.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd ed). Academic Press.
- Prayogo, C., Prastyaji, D., Prasetya, B., & Arfarita, N. (2021). *Structure and composition of major arbuscular mycorrhiza (MA) under different farmer management of coffee and pine agroforestry system. Agrivita*, 43(1), 146–163. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v43i1.2639>
- Qomariah R., Muhammad A., Muhammad S., (2021). *Analisa Usaha Tani., Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Banjarbaru: Balai Pengkajian*

Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan

- Saleh, S., Anshary, A., Made, U., Mahfudz, & Basir-Cyio, M. (2021). *Application of mycorrhizae and beauveria in organic farming system effectively control leafminers and enhance shallot production*. *Agrivita*, 43(1), 79–88. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v1i1.2831>
- Sefrila, M., Ghulamahdi, M., Purwono, Melati, M., & Mansur, I. (2023). Trap Culture and Colonization of Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Corn Roots in Tidal Swamps Using Several Host Plants. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 38(1), 193–203. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v38i1.70180>
- Silitonga, Y. W., & Nasution, M. N. H. (2020). Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Putih (*Zea mays* L.). *Agrium*, 23(1), 36–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/agrium.v21i3.2456>
- Smith, S. E., & Read, D. J. (1997). *Mycorrhizal symbiosis* (Second edi). Academic Press. Harcourt Brace & Company Publisher.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (Third edit). Academic Press. Elsevier Ltd.
- Sunaryono, H. (1989). *Budidaya Cabai Merah*. Sinarbaru.
- Wiliodorus, Sasli, I., & Syahputra, E. (2020). Respons Tanaman Bawang Merah Terhadap Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) Dan Pemotongan Umbi Pada Gambut. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 2(2), 29–41.
- Zulkarnain, H. (2010). Buku Dasar-Dasar Hortikultura. In *Bumi Aksara* (Vol. 1, Issue 2, pp. 1–336).