

**KOLONISASI MIKORIZA *Claroideoglomus etunicatum* DALAM MENURUNKAN  
PENYAKIT BUSUK AKAR *Rhizoctonia solani* PADA KACANG HIJAU**

**COLONIZATION OF *Claroideoglomus etunicatum* MYCORRIZA IN REDUCING  
*Rhizoctonia solani* ROOT ROT DISEASE IN MUNG BEAN**

Laila Uswatun Chasanah, Rina Sri Kasiamdari\*

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jln. Teknik Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta  
55281, Indonesia

\*Korespondensi : rkasiamdari@ugm.ac.id

Diterima : 26 Juni 2024 / Direvisi : 02 Juli 2024 / Disetujui : 16 Oktober 2024

**ABSTRAK**

Kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) banyak dibudidayakan di Indonesia, tetapi penyakit busuk akar akibat *Rhizoctonia solani* menyebabkan penurunan jumlah produksi. Mikoriza arbuskular dapat menjadi alternatif biokontrol untuk mengendalikan busuk akar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter jamur *R. solani*, menganalisis pertumbuhan kacang hijau terinfeksi *R. solani* yang diinokulasi jamur mikoriza *Claroideoglomus etunicatum*, serta mengetahui penekanan keparahan penyakit busuk akar pada kacang hijau yang diinokulasi jamur mikoriza *C. etunicatum*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan empat ulangan, yaitu kontrol (tanpa inokulasi), *R. solani*, 120 spora *C. etunicatum*, 180 spora *C. etunicatum*, 120 spora *C. etunicatum* + *R. solani*, dan 180 spora *C. etunicatum* + *R. solani*. Penelitian ini menunjukkan bahwa *R. solani* memiliki koloni putih hingga coklat, *cottony*, hifa bersekat dengan percabangan 90°, lebar hifa 5,45 – 9,79 µm, multinukleat, pertumbuhan *slow* dengan pola *abundant-aerial*. Inokulasi *C. etunicatum* pada kacang hijau terinfeksi *R. solani* berpengaruh nyata terhadap peningkatan berat basah tajuk, berat kering tajuk, dan panjang polong serta *C. etunicatum* menurunkan intensitas penyakit *R. solani* sebesar 44,44% – 55,56% dan menurunkan infeksi *R. solani* pada akar kacang hijau sebesar 38,10% – 52,38%. Kesimpulan penelitian ini, *C. etunicatum* mampu menekan keparahan penyakit busuk akar oleh *R. solani* pada kacang hijau.

Kata kunci: Busuk Akar, *Claroideoglomus etunicatum*, Kacang Hijau, Mikoriza Arbuskular, *Rhizoctonia solani*.

**ABSTRACT**

Mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) is widely cultivated in Indonesia, but root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* can decrease production. Arbuscular mycorrhiza can be an alternative biocontrol to control root rot. This research aimed to determine the character of *R. solani*, analyze the growth of mung bean infected by *R. solani* inoculated with mycorrhizal fungi *Claroideoglomus etunicatum*, and determine the severity suppression of root rot disease in mung bean inoculated with mycorrhizal fungi *C. etunicatum*. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and four replications including control (without

inoculation), *R. solani*, 120 spores of *C. etunicatum*, 180 spores of *C. etunicatum*, 120 spores of *C. etunicatum* + *R. solani*, and 180 spores of *C. etunicatum* + *R. solani*. This research showed that *R. solani* had white to brown colonies, cottony, septate hyphae with 90° branching, hyphae width 5.45 – 9.79  $\mu\text{m}$ , multinucleate, slow growth with an abundant-aerial pattern. Inoculation of *C. etunicatum* on mung bean infected by *R. solani* had a significant effect on increasing shoot fresh weight, shoot dry weight, and pod length and *C. etunicatum* reduced the intensity of *R. solani* disease by 44.44 – 55.46% and reduced the infection of *R. solani* in mung bean root by 38.10 – 52.38%. In conclusion, *C. etunicatum* was able to suppress the severity of rot root disease caused by *R. solani* on mung bean.

Key words: Arbuscular Mycorrhiza, *Claroideoglossum etunicatum*, Mung Bean, *Rhizoctonia solani*, Root Rot.

## PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) merupakan tanaman polong-polongan yang banyak dibudidayakan karena memiliki berbagai kandungan bermanfaat seperti amilum, fosfor, kalsium, riboflavin, zat besi, vitamin serta kandungan yang berfungsi dalam aktivitas antioksidan, antitumor, serta antiinflamasi seperti oligosakarida, protein, asam amino, dan polifenol (Herawati *et al.*, 2015; Uppalwar *et al.*, 2020). Kacang hijau memiliki potensi ekspor yang tinggi, tetapi penyakit busuk akar yang diakibatkan oleh infeksi jamur *R. solani* menjadi salah satu penyebab penurunan produksi. Kacang hijau menjadi komoditas tanaman polong-polongan terpenting ketiga di Indonesia serta memiliki tingkat produksi yang tinggi, tetapi pada tahun 2016 hingga 2018 terjadi penurunan produksi kacang hijau (Matondang & Aini, 2022, Ningsih *et al.*, 2022). Salah satu hambatan dalam pembudidayaan tanaman kacang hijau yaitu adanya penyakit busuk akar yang diakibatkan oleh infeksi jamur *R. solani* (Matondang & Aini, 2022).

*R. solani* merupakan jamur patogen yang berbahaya dan dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis tanaman. Jamur patogen ini dapat bertahan hidup

lama di dalam tanah karena memiliki struktur yang disebut sclerotia (Ajayi-Oyetunde & Bradley, 2018).

Infeksi jamur *R. solani* pada kacang hijau dapat terjadi melalui akar kemudian menyebabkan pembusukan sehingga produktivitas tanaman menjadi menurun. Pada penelitian yang dilakukan di Iran, sebanyak 52% produktivitas kacang hijau menurun karena penyakit busuk akar oleh infeksi *R. solani* dan di India jumlah panen kacang hijau menurun sebanyak 33-44% (Ahmed & Shete, 2022; Naseri & Moradi, 2015).

Pada tanaman yang terinfeksi *R. solani* terdapat cekungan kecil, berbentuk lonjong dan berwarna coklat kemerahan yang disebut lesi sebagai tanda awal infeksi *R. solani*. Gejala berupa lesi tersebut dapat muncul pada bagian akar tanaman maupun hipokotil tanaman dan berkembang membesar membentuk kanker serta menyebabkan kerusakan batang bahkan kematian pada tanaman (Hua, 2014; Torres *et al.*, 2016).

Tanaman dapat melakukan simbiosis dengan jamur membentuk mikoriza. Asosiasi antara jamur mikoriza dengan tanaman dapat menghasilkan peningkatan pertumbuhan tanaman, produktivitas, penyerapan nutrisi, serta induksi ketahanan tanaman (Suharno *et al.*, 2014). Kolonisasi

jamur mikoriza dapat membantu akar dalam menyerap berbagai unsur hara dari tanah sehingga pertumbuhan menjadi meningkat serta melindungi tanaman dari serangan patogen (Basri, 2018).

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa penggunaan mikoriza dapat menginduksi respon pertahanan tanaman dan dapat menurunkan keparahan penyakit akibat *R. solani* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian oleh Rashad *et al.* (2022) menunjukkan bahwa campuran spora jamur mikoriza (*Rhizophagus irregularis*, *Funneliformis mosseae*, *Rhizoglyphus clarum*, *Gigaspora margarita*, dan *G. gigantea*) mampu menginduksi ketahanan tanaman kacang terhadap infeksi *R. solani* dengan meningkatkan produksi fenol dan mengaktifasi enzim antioksidan seperti peroksidase (POD) dan polifenol oksidase (PPO). Selain itu dilaporkan juga bahwa infeksi *R. solani* pada tanaman kacang menyebabkan penurunan yang signifikan pada semua parameter yang digunakan kecuali jumlah daun sedangkan inokulasi jamur mikoriza dapat meningkatkan seluruh parameter pertumbuhan pada tanaman yang terinfeksi *R. solani* (Rashad *et al.*, 2022). Meskipun telah banyak peneliti yang melaporkan efek inokulasi jamur mikoriza terhadap tanaman yang terinfeksi *R. solani* (Abdel-Fattah *et al.*, 2011; Corrales-sanchez *et al.*, 2022; Kasiamdari *et al.*, 2002; Rashad *et al.*, 2020; Rashad *et al.*, 2022; Soenartiningih, 2012), tetapi penelitian terkait penggunaan mikoriza *C. etunicatum* pada tanaman kacang hijau terinfeksi *R. solani* belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter jamur *R. solani*, menganalisis pertumbuhan kacang hijau terinfeksi *R. solani* yang diinokulasi *C. etunicatum*, serta mengetahui

penekanan keparahan penyakit busuk akar pada kacang hijau yang diinokulasi *C. etunicatum*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada dan Stasiun Penelitian Sawitsari Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada selama bulan September 2023 hingga Juni 2024. Bahan yang digunakan yaitu benih kacang hijau Vima-5, spora jamur mikoriza *C. etunicatum*, isolat jamur *R. solani* AG-3, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), dan media tanah steril.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan empat kali pengulangan, meliputi P1 (kontrol), P2 (*R. solani*), P3 (120 spora *C. etunicatum*), P4 (180 spora *C. etunicatum*), P5 (120 spora *C. etunicatum* + *R. solani*), dan P6 (180 spora *C. etunicatum* + *R. solani*).

### Karakterisasi jamur *Rhizoctonia solani*

Isolat jamur *R. solani* yang diperoleh dari Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) Fakultas Pertanian UGM dan diisolasi dari tanaman kentang dikarakterisasi dengan pengamatan karakter makroskopis dan mikroskopis. Karakter makroskopis meliputi warna, diameter, laju dan pola pertumbuhan koloni, serta pembentukan sklerotia sedangkan karakter mikroskopis meliputi percabangan, sekat, lebar, dan jumlah inti sel hifa.

### Uji penekanan keparahan penyakit busuk akar pada kacang hijau dengan inokulasi mikoriza *Claroideoglyphus etunicatum*

Benih kacang hijau disterilisasi dengan natrium hipoklorit 0,05% lalu dibilas dengan akuades. Benih dikecambahkan dengan cara direndam menggunakan akuades pada suhu ruang selama 48 jam. Sebanyak satu kecambah kacang hijau dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 20x30 cm berisi 1 kg tanah steril pada kedalaman 2 cm. Dalam seminggu dilakukan tiga kali penyiraman dan satu kali pemberian campuran pupuk mikronutrien serta KNO<sub>3</sub> sebanyak 10 mL/pot. Jamur mikoriza *C. etunicatum* sebanyak 120 spora dan 180 spora dimasukkan ke dalam media tanam pada kedalaman 4 cm sesuai perlakuan. Sebanyak 6 biji millet yang telah terkolonisasi *R. solani* selama 20 hari inkubasi dimasukkan ke dalam media tanam pada kedalaman 2 cm dan jarak 2 cm dari tanaman (Kasiamdari *et al.*, 2002).

Pengamatan dilakukan pada-1, 3, 5, dan 7 MSI meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat kering, waktu berbunga, jumlah polong, panjang polong, intensitas infeksi dan kolonisasi mikoriza.

Perhitungan keparahan penyakit atau *disease severity* (DS) menggunakan rumus dari Rashad *et al.* (2022):

$$\% DS = \frac{\sum ab}{AK} \times 100$$

dengan a= jumlah tanaman dengan skor penyakit yang sama; b= skor penyakit (0-4); A= total tanaman yang diberi skor, K= skor penyakit tertinggi. Skor gejala mengikuti Liu & Sinclair, (1991):

- 0 = tidak terdapat gejala (lesi)
- 1 = terdapat lesi kecil berukuran 1-3 mm
- 2 = terdapat lesi yang lebih luas hingga 5 mm
- 3 = terdapat lesi berukuran >5 mm dengan area nekrotik
- 4 = lesi lebih dari 50% area akar dengan area nekrotik

Karakter keparahan penyakit mengikuti Canpolat *et al.* (2023):

- 0-1% = Sangat tahan
- 1,1-30% = Tahan
- 30,1-50% = Cukup tahan
- 50,1-100% = Rentan

Perhitungan persen kolonisasi mikoriza menggunakan rumus berikut: (jumlah akar terinfeksi/jumlah seluruh akar yang diamati) x 100 (Giovannetti & Mosse, 1980). dengan kategori kolonisasi mengikuti Sukmawati & Kasiamdari (2021):

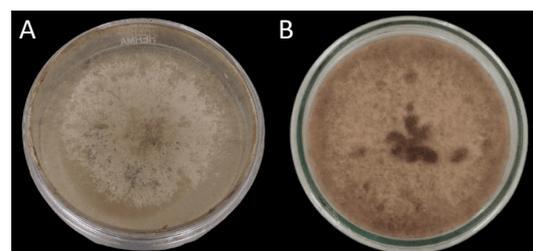
- 0% – 5% = Sangat rendah
- 6% – 25% = Rendah
- 26% – 50% = Sedang
- 51% – 75% = Tinggi
- 76 – 100% = Sangat tinggi

Data hasil penelitian dianalisis dengan *one-way* ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf 5% jika berbeda nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

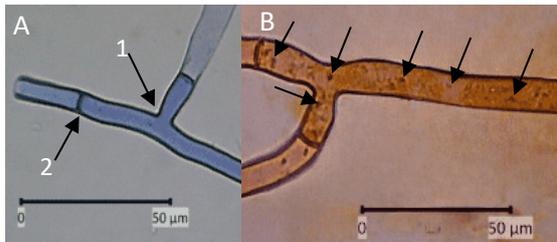
### Karakterisasi jamur *Rhizoctonia solani*

Hasil karakterisasi secara makroskopis menunjukkan bahwa isolat *R. solani* yang digunakan memiliki koloni berwarna putih ketika masih muda dan berubah menjadi coklat ketika koloni sudah tua, memiliki sklerotia berwarna coklat, laju pertumbuhan koloni *slow*, dan pertumbuhan koloni *abundant-aerial* (Gambar 1).



Gambar 1. Koloni isolat *Rhizoctonia solani*: A) umur 10 hari, B) umur 50 hari

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa *R. solani* yang digunakan memiliki hifa dengan percabangan 90°, bersekat, lebar hifa antara 5,45 – 9,79 µm, serta memiliki inti sel multinukleat (Gambar 2).



Gambar 2. Pengamatan hifa *Rhizoctonia solani*: A) percabangan hifa 90° (1) dan hifa bersekat (2) dengan pewarnaan *tryphan blue*, B) hifa dengan inti sel multinukleat dengan pewarnaan safranin

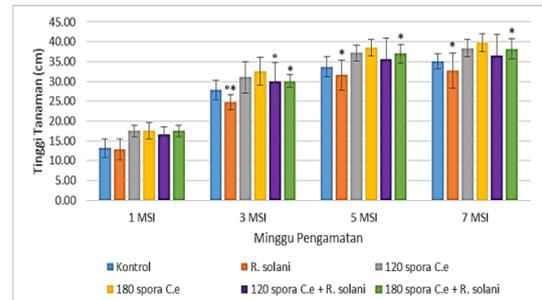
Hasil karakterisasi *R. solani* yang serupa juga dilaporkan oleh Betancourth-García *et al.* (2021) bahwa *R. solani* memiliki karakter utama berupa hifa bersekat dengan percabangan 90°, inti sel berjumlah sekitar 4,9 – 8,2 serta memiliki lebar hifa antara 6,6 µm – 12,9 µm.

**Uji penekanan keparahan penyakit busuk akar pada kacang hijau dengan inokulasi mikoriza *Claroideoglossum etunicatum***

**Tinggi Tanaman**

Hasil pada Gambar 3 menunjukkan bahwa inokulasi *R. solani* tidak berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sharma-poudyal *et al.* (2015), inokulasi *R. solani* AG-3 juga tidak berpengaruh dalam menurunkan tinggi tanaman kacang polong sedangkan penurunan tinggi tanaman paling banyak dipengaruhi oleh *R. solani* AG-4. *R. solani* merupakan patogen yang bersifat *host specific* dan memiliki

sensitivitas berbeda terhadap inang. Pada jenis inang yang berbeda, patogenisitas yang dihasilkan oleh *R. solani* dapat menurun sehingga dampak yang dihasilkan juga lebih rendah (Erlacher *et al.*, 2014).



Ket : MSI = Minggu Setelah Inokulasi, *C.e* = *Claroideoglossum etunicatum*. Diagram batang dengan simbol yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. Gambar 3. Tinggi tanaman kacang hijau umur 1, 3, 5, dan 7 MSI setelah inokulasi *Claroideoglossum etunicatum* dan *Rhizoctonia solani*

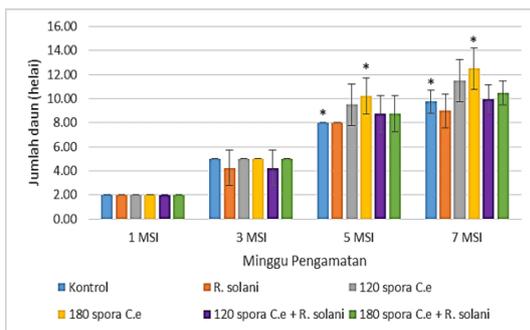
Pada penelitian ini, tinggi tanaman kacang hijau yang diinokulasi *C. etunicatum* meningkat tetapi tidak secara signifikan. Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh penelitian Liao *et al.* (2021) bahwa inokulasi 120 spora *C. etunicatum* dapat meningkatkan tinggi tanaman *Cinnamomum migao* secara signifikan. Menurut Abdel-Fattah *et al.* (2011), jenis inang yang berbeda berpengaruh terhadap interaksi mikoriza dengan tanaman.

Terdapat perbedaan tinggi tanaman kacang hijau dengan perlakuan inokulasi 120 dan 180 spora *C. etunicatum* terinfeksi *R. solani*. Inokulasi 120 spora *C. etunicatum* + *R. solani* berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada 3 MSI sedangkan inokulasi 180 spora *C. etunicatum* + *R. solani* berpengaruh pada 3, 5, dan 7 MSI. Sesuai dengan pernyataan Nuridayati *et al.* (2019) bahwa pertumbuhan tanaman lebih optimal jika lebih banyak spora jamur

mikoriza yang digunakan. Pada penelitian lain juga diketahui bahwa tinggi tanaman kacang yang terinfeksi *R. solani* meningkat pada perlakuan inokulasi campuran spora mikoriza *R. irregularis*, *F. mosseae*, *R. clarum*, *G. margarita* dan *G. gigantea* (Rashad *et al.*, 2022).

**Jumlah daun**

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa jumlah daun pada perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan tanaman yang diinokulasi *R. solani*. Penelitian oleh Rashad *et al.* (2022) juga melaporkan hasil yang serupa bahwa inokulasi *R. solani* tidak berpengaruh terhadap jumlah daun pada tanaman kacang.



Ket : MSI = Minggu Setelah Inokulasi, *C.e* = *Claroideoglomus etunicatum*. Diagram batang dengan simbol yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. Gambar 4. Jumlah daun kacang hijau umur 1, 3, 5, dan 7 MSI setelah inokulasi *Claroideoglomus etunicatum* dan *Rhizoctonia solani*

Inokulasi 180 spora *C. etunicatum* pada kacang hijau pada 5 dan 7 MSI berpengaruh nyata dalam meningkatkan jumlah daun. Tanaman yang dikolonisasi dengan *C. etunicatum* memiliki tingkat serapan unsur hara yang lebih tinggi, salah satu unsur hara yang penting bagi tanaman yaitu nitrogen. Perannya dalam mendukung proses pembentukan sel dan jaringan tanaman menyebabkan jumlah dan ukuran daun

menjadi meningkat. Mikoriza mampu meningkatkan kadar N total yang dapat diserap oleh tanaman sehingga sel-sel tanaman akan aktif membelah dan pembentukan organ tanaman menjadi lebih cepat (Sasmita *et al.*, 2019).

Inokulasi *C. etunicatum* + *R. solani* tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan jumlah daun. Pada penelitian lainnya juga terdapat hasil yang serupa bahwa inokulasi jamur mikoriza *R. irregularis* pada tanaman bunga matahari yang terinfeksi atau tidak terinfeksi *R. solani* menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Rashad *et al.*, 2020). Nuridayati *et al.* (2019) menjelaskan bahwa mikoriza memiliki tingkat sporulasi dan kolonisasi yang berbeda pada lingkungan yang berbeda. Adanya faktor biotik dan abiotik juga dapat mempengaruhi pembentukan mikoriza, perkembangan spora, serta infeksi mikoriza pada tanaman.

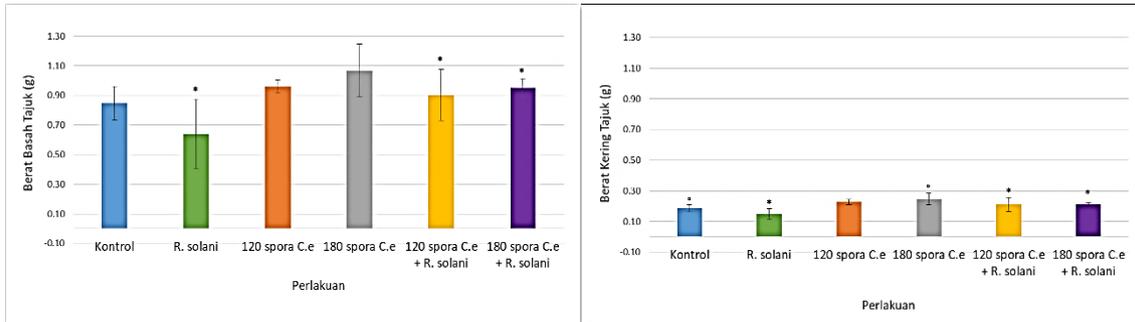
**Berat basah dan berat kering tajuk**

Pada penelitian ini, inokulasi *R. solani* tidak berpengaruh nyata dalam menurunkan berat basah dan berat kering tajuk. Penelitian oleh Rashad *et al.* (2022) menunjukkan hasil yang berbeda bahwa terjadi penurunan signifikan berat basah dan berat kering tajuk tanaman kacang pada perlakuan inokulasi *R. solani* AG-2-2 IIIB. Menurut Mayo *et al.* (2015), inokulasi *R. solani* pada tanaman kacang-kacangan tidak selalu mengakibatkan penurunan berat karena tanaman memiliki mekanisme fisiologis alami sebagai pertahanan terhadap infeksi patogen.

Pada Gambar 5 diketahui bahwa terjadi peningkatan berat kering tajuk kacang hijau 8 MSI pada perlakuan inokulasi 180 spora *C. etunicatum*. Hasil ini didukung oleh Kasiamdari *et al.* (2002), tanaman kacang hijau yang diinokulasi *G. coronatum*

memiliki berat kering tajuk yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi *G. coronatum*. Mikoriza mampu menyerap unsur hara seperti nitrogen dan kalium yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan. Nitrogen berfungsi dalam

pertumbuhan dan pemanjangan sel tanaman sedangkan kalium berfungsi dalam peningkatan fotosintesis sehingga tanaman yang mendapatkan unsur hara N dan K cukup memiliki berat basah dan berat kering yang lebih besar (Amal *et al.*, 2020).



Keterangan : C.e = *Claroideoglomus etunicatum*. Diagram batang dengan simbol yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.  
 Gambar 5. Berat basah dan berat kering tajuk kacang hijau umur 7 MSI setelah inokulasi *Claroideoglomus etunicatum* dan *Rhizoctonia solani*

Penelitian oleh Abdel-Fattah *et al.* (2011) melaporkan hasil yang serupa bahwa berat basah dan berat kering tajuk tanaman kacang terinfeksi *R. solani* meningkat pada perlakuan inokulasi campuran spora jamur mikoriza *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *G. margarita*, dan *G. gigantea*. Pada penelitian lainnya juga dilaporkan bahwa inokulasi campuran spora jamur mikoriza *Acaulospora morrowiae*, *Acaulospora scrobiculata*, *Acaulospora spinosa*, *C. etunicatum*, *Funneliformis geosporus*, *F. mosseae*, *Gigaspora decipiens*, *Gigaspora rosea*, *Glomus aggregatum*, *Glomus macrocarpum*, *Rhizophagus intraradices*, dan *Scutellospora pellucida* mampu meningkatkan berat basah tanaman kacang yang terinfeksi *R. solani* (Corrales-sanchez *et al.*, 2022). Tanaman yang dikolonisasi mikoriza memiliki mekanisme pertahanan terhadap serangan patogen berupa lignifikasi. Pengendapan lignin dapat menghambat infeksi yang dilakukan oleh *R. solani* sehingga

patogen tidak dapat menyebar dalam jaringan tumbuhan dan tidak mengganggu proses translokasi air serta unsur hara (Rashad *et al.*, 2020).

**Waktu berbunga, jumlah polong, dan panjang polong**

Tabel 1 memperlihatkan bahwa inokulasi *R. solani* berpengaruh dalam memperpanjang waktu berbunga, memperpanjang waktu berbunga, mengurangi jumlah polong serta menurunkan panjang polong kacang hijau. Pada Tabel 1 terlihat bahwa tanaman yang diinokulasi *R. solani* memiliki fase pembungaan lebih lama, memiliki polong dengan jumlah lebih sedikit dan lebih pendek. Hasil penelitian yang dilakukan Rashad *et al.* (2022) juga menunjukkan bahwa infeksi *R. solani* pada tanaman kacang dapat menurunkan jumlah dan panjang polong. Terhambatnya fase pembungaan dan pengisian polong ini dikarenakan *R. solani* memiliki kemampuan untuk mengganggu proses transportasi air dan zat

hara sehingga pembentukan organ bunga menjadi lebih lambat. Infeksi *R. solani* juga dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman dan menurunkan produksi fotosintat sehingga polong yang dihasilkan lebih rendah dan lebih kecil (Yellareddygar et al., 2014).

Pada penelitian ini, inokulasi *C. etunicatum* dengan atau tanpa adanya *R.*

*solani* tidak berpengaruh terhadap waktu berbunga dan jumlah polong tanaman kacang hijau. Hal ini dapat dikarenakan pada penelitian ini tidak digunakan unsur P. Menurut Huey et al. (2020), inokulasi mikoriza pada tanaman berpengaruh dalam memperbanyak jumlah bunga.

Tabel 1. Waktu berbunga, jumlah polong, dan panjang polong kacang hijau setelah inokulasi *Claroideoglomus etunicatum* dan *Rhizoctonia solani*

Perlakuan	Waktu berbunga (HSI)	Jumlah polong	Panjang polong (cm)
<b>Kontrol</b>	43,00 ± 3,92 <sup>a</sup>	4	2,43
<b><i>R. solani</i></b>	53,25 ± 4,86 <sup>b</sup>	1	1,40
<b>120 spora <i>C. etunicatum</i></b>	41,25 ± 8,26 <sup>a</sup>	3	3,73
<b>180 spora <i>C. etunicatum</i></b>	40,00 ± 7,39 <sup>a</sup>	4	3,53
<b>120 spora <i>C. etunicatum</i> + <i>R. solani</i></b>	44,50 ± 7,05 <sup>ab</sup>	3	3,20
<b>180 spora <i>C. etunicatum</i> + <i>R. solani</i></b>	40,50 ± 4,65 <sup>a</sup>	4	3,50

Ket : HSI = Hari Setelah Inokulasi. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji jarak Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

Yudha et al. (2020) menambahkan bahwa pada fase pembungaan, mikoriza mampu menyerap lebih banyak unsur P sehingga waktu berbunga lebih cepat.

Inokulasi *C. etunicatum* berpengaruh terhadap panjang polong pada kacang hijau baik yang terinfeksi *R. solani* maupun tidak. Penelitian ini didukung oleh Rashad et al. (2022) bahwa tanaman kacang yang diinokulasi campuran spora jamur mikoriza memiliki polong yang lebih panjang pada perlakuan infeksi *R. solani* maupun non infeksi.

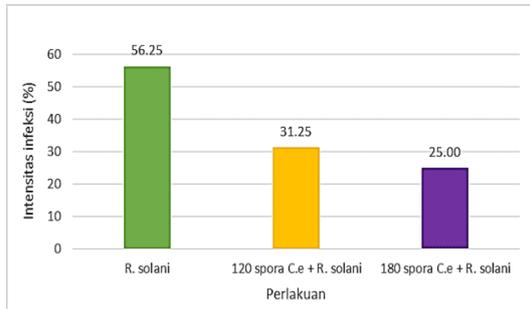
**Intensitas infeksi *Rhizoctonia solani***

Perhitungan intensitas infeksi diamati pada akar kacang hijau dan dihitung menggunakan skoring berdasarkan Liu & Sinclair (1991). Infeksi pada kacang hijau yang diinokulasi oleh jamur *R. solani*

memiliki persentase sebesar 56,25% sehingga tanaman digolongkan dalam kategori rentan berdasarkan karakter keparahannya (Canpolat et al., 2023). Infeksi jamur *R. solani* terjadi ketika jamur melakukan kontak pertama dengan melekatkan hifanya pada permukaan luar inang sebagai respon dari zat kimia yang dikeluarkan tanaman seperti asam amino dan asam organik. Kontak tersebut dilanjutkan dengan masuknya miselium jamur melalui jaringan epidermis akar dan mulai mengkolonisasi bagian dalam atau permukaan akar tanaman inang.

Gambar 6 menunjukkan bahwa aplikasi 120 spora *C. etunicatum* mampu menurunkan infeksi *R. solani* dari 56,25% menjadi 31,25% atau penurunan terjadi sebesar 44,44%. Tanaman

tergolong cukup tahan terhadap penyakit busuk akar (Canpolat *et al.*, 2023).



Ket : C.e = *Claroideoglossum etunicatum*

Gambar 6. Intensitas infeksi *Rhizoctonia solani* dengan atau tanpa inokulasi *Claroideoglossum etunicatum* pada kacang hijau umur 7 MSI

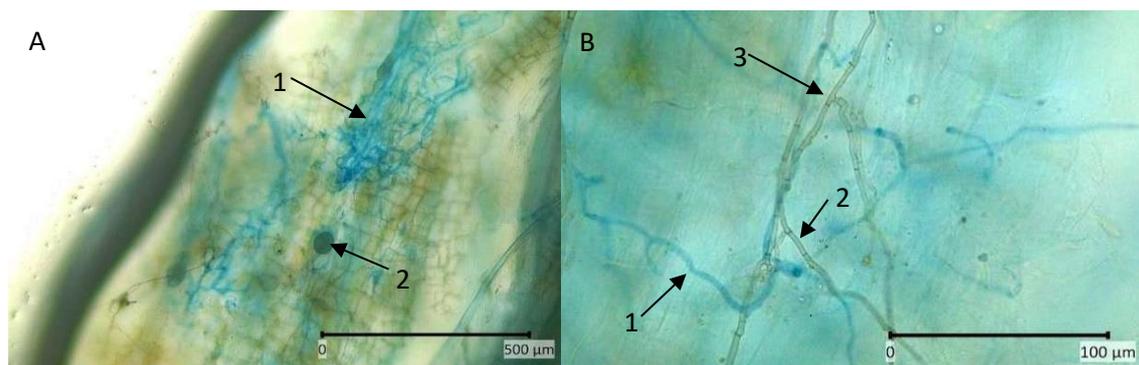
Inokulasi 180 spora *C. etunicatum* memiliki ketahanan terhadap infeksi *R. solani* lebih baik dengan menurunkan infeksi dari 56,25% menjadi 25% atau infeksi menurun sebesar 55,56% sehingga tanaman menjadi tahan terhadap penyakit busuk akar (Canpolat *et al.*, 2023). Dijelaskan oleh Rashad *et al.* (2020) bahwa mikoriza dapat menurunkan infeksi *R. solani* dengan cara memproduksi metabolit sekunder seperti fenol yang bersifat racun

bagi patogen sehingga aplikasi mikoriza pada tanaman dapat menurunkan intensitas infeksi jamur patogen.

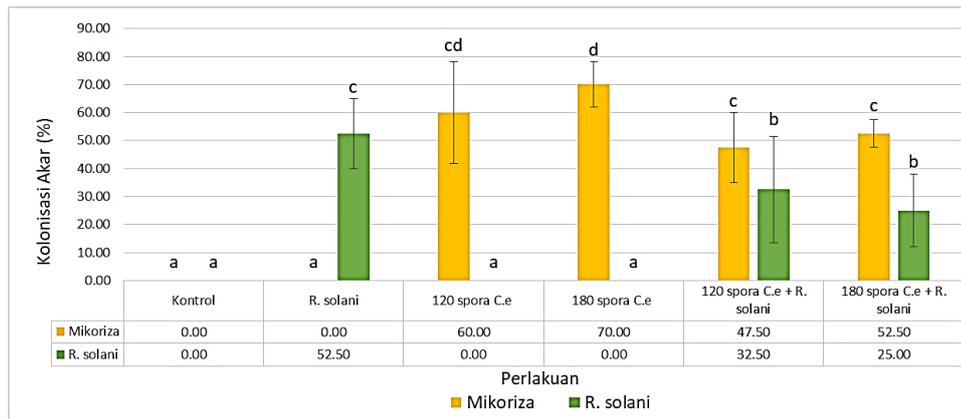
### Pengaruh kolonisasi *Claroideoglossum etunicatum* terhadap penurunan infeksi *Rhizoctonia solani*

Kolonisasi *C. etunicatum* diamati pada akar kacang hijau umur 7 MSI dan mengacu pada Giovannetti & Mosse, (1980). Perbedaan jumlah spora *C. etunicatum* yang diinokulasi pada tanaman berpengaruh terhadap tingkat kolonisasinya. Pada penelitian ini, ditemukan berbagai struktur mikoriza meliputi hifa internal dan eksternal, arbuskula, serta vesikel (Gambar 7).

Gambar 8 menunjukkan bahwa pada kacang hijau umur 7 MSI memiliki tingkat kolonisasi *C. etunicatum* yang tergolong tinggi yaitu mencapai 60-70% (Sukmawati & Kasiamdari, 2021). Hasil yang serupa dilaporkan oleh Putri *et al.* (2019) bahwa sebanyak 60% akar kacang hijau dikolonisasi oleh mikoriza.



Gambar 7. Kolonisasi *Claroideoglossum etunicatum* dan *Rhizoctonia solani* pada akar tanaman kacang hijau umur 7 MSI: A) struktur *Claroideoglossum etunicatum* berupa arbuskula (1) dan vesikel (2), B) hifa internal *Claroideoglossum etunicatum* (1), hifa *Rhizoctonia solani* (2), dan percabangan siku-siku hifa *Rhizoctonia solani* (3)



Ket : C.e = *Claroideoglopus etunicatum*. Diagram batang dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Gambar 8. Persen kolonisasi *Claroideoglopus etunicatum* dan *Rhizoctonia solani* pada akar tanaman kacang hijau umur 7 MSI

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa *C. etunicatum* pada kacang hijau umur 7 MSI memiliki kemampuan dalam mengurangi infeksi *R. solani* secara signifikan dari 52,50% menjadi 25-32,50% atau penurunan infeksi *R. solani* terjadi sebesar 38,10-52,38%. Mikoriza yang berasosiasi dengan tanaman dapat mengeluarkan enzim PPO (polifenol oksidase) dan PAL (fenilalanin amonilias) sebagai senyawa antimikrobia yang bersifat racun bagi patogen (Wang *et al.*, 2022).

### SIMPULAN

1. Karakter jamur *R. solani* yaitu koloni berwarna putih – coklat, memiliki sklerotia berwarna coklat, laju pertumbuhan *slow* (lambat), pola pertumbuhan koloni *abundant-aerial*, serta memiliki hifa bersekat dengan percabangan 90°, lebar hifa 5,45 – 9,79 µm, dan multinukleat.
2. Inokulasi *C. etunicatum* pada kacang hijau terinfeksi *R. solani* berpengaruh nyata terhadap berat basah tajuk, berat kering tajuk, dan panjang polong.
3. Inokulasi *C. etunicatum* dapat menurunkan intensitas penyakit *R. solani*

sebesar 44,44%-55,56% dan menurunkan infeksi *R. solani* pada akar kacang hijau sebesar 38,10%-52,38%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Kolaborasi Dosen dan Mahasiswa (KDM) No. 1182/UN1/FBI.1/KSA/PT.01.03/2024 tahun 2024. Penelitian ini merupakan bagian dari skripsi LUC di bawah bimbingan RSK.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, G. M., El-Haddad, S. A., Hafez, E. E., & Rashad, Y. M. (2011). Induction of defense responses in common bean plants by arbuscular mycorrhizal fungi. *Microbiological Research*, 166(4), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2010.04.004>
- Ahmed, M. F., & Shete, P. P. (2022). Management of dry root rot of mungbean caused by *Macrophomina phaseolina* using bioagents and fungicides. *The Pharma Innovation*

- Journal*, 11(9), 13–26.
- Ajayi-Oyetunde, O. O., & Bradley, C. A. (2018). *Rhizoctonia solani*: taxonomy, population biology and management of *Rhizoctonia* seedling disease of soybean. *Plant Pathology*, 67(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/ppa.12733>
- Amal, I., Bintoro, M., & Sari, A. K. (2020). Pengaruh dosis mikoriza (VAM) terhadap pertumbuhan awal bibit dua varietas tebu (*Saccharum officinarum* L.) varietas Sp 80-1816 dan Ps 882 pada tahap aklimatisasi, "Agropross: national conference proceedings of agriculture", Jember 8-9 Juli 2020.
- Basri, A. H. H. (2018). Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensia*, 12(2), 74–78.
- Betancourth-García, C. A., Castro-Caicedo, B. L., Quiroz-Ojeda, C., Sañudo-Sotelo, B., Florez-Casanova, C., & Salazar-Gonzalez, C. (2021). Morphology and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn associated with potato black scurf in Nariño (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i1.11821>
- Canpolat, S., Woodward, S., & Kurbetli, I. (2023). Molecular and pathological characterization of the isolates of *Rhizoctonia* spp. associated with dry bean (*Phaseolus vulgaris*) in Türkiye. *Journal of Plant Pathology*, 105(9), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42161-023-01377-2>
- Corrales-sanchez, J. B., López-meyer, M., Valdez-morales, M., Aguilar, D. T., Bojórquez-armenta, Y. de J., Valle-castillo, C. E., Ibarra-sarmiento, C. R., Romero-urias, C. de L. Á., & Mora-romero, G. A. (2022). Arbuscular mycorrhiza symbiosis reduces the *Rhizoctonia* root rot and alters the phenolic profile in common bean. *Acta Biológica Colombiana*, 27(3), 316–325. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.87627>
- Erlacher, A., Cardinale, M., Grosch, R., Grube, M., & Berg, G. (2014). The impact of the pathogen *Rhizoctonia solani* and its beneficial counterpart *Bacillus amyloliquefaciens* on the indigenous lettuce microbiome. *Frontiers in Microbiology*, 5(175), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00175>
- Giovannetti, M., & Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 84(3), 489–500. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>
- Herawati, D., Djauhari, S., & Cholil, A. (2015). Ekplorasi jamur endofit pada daun kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) dan uji antagonis terhadap jamur *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 3(3), 96–103.
- Hua, G. K. H. (2014). *Integrated control of Rhizoctonia diseases on bean and cabbage*. p. 17. Belgium: Ghent University.
- Huey, C. J., Gopinath, S. C. B., Uda, M. N. A., Zulhaimi, H. I., Jaafar, M. N., Kasim, F. H., & Yaakub, A. R. W. (2020). Mycorrhiza: a natural resource assists plant growth under varied soil conditions. *3 Biotech*, 10(204), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02188-3>
- Kasiamdari, R. S., Smith, S. E., Smith, F. A., & Scott, E. S. (2002). Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by

- binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). *Plant and Soil*, 238(2), 235–244. <https://doi.org/10.1023/A:1014400701819>
- Liao, X., Chen, J., Guan, R., Liu, J., & Sun, Qinwen. 2021. Two arbuscular mycorrhizal fungi alleviates drought stress and improves plant growth in *Cinnamomum migao* seedlings. *Mycrobiology*, 49(4), 396-405. <https://doi.org/10.1080/12298093.2021.1938803>
- Liu, Z., & Sinclair, J. B. (1991). Isolates of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2-2 pathogenic to soybean. *Plant Disease*, 75, 682-687. <https://doi.org/10.1094/PD-75-0682>
- Matondang, S. T. D., & Aini, L. Q. (2022). Eksplorasi jamur rizosfer antagonis terhadap *Rhizoctonia solani* pada tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 10(2), 85–96. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.2.4>
- Mayo, S., Gutiérrez, S., Malmierca, M. G., Lorenzana, A., Campelo, M. P., Hermosa, R., & Casquero, P. A. (2015). Influence of *Rhizoctonia solani* and *Trichoderma* spp. in growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and in the induction of plant defense-related genes. *Frontiers in Plant Science*, 6(685), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00685>
- Naseri, B., & Moradi, P. (2015). Farm management strategies and the prevalence of *Rhizoctonia* root rot in bean. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 122(5), 238–243. <https://doi.org/10.1007/BF03356558>
- Ningsih, N. E., Ekowati, T., & Nurfadillah. (2022). Analisis daya saing kacang hijau (*Vigna radiata*) Indonesia di pasar internasional. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*, 6(4), 1644-1654. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2022.006.03.28>
- Nuridayati, S. S., Prasetya, B., & Kurniawan, S. (2019). Perbanyak berbagai jenis mikoriza arbuskula di berbagai jenis tanaman inang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), 1375–1385. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.2.18>
- Putri, T. E., Yuliani, & Trimulyono, G. (2019). Penggunaan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) Genus *Glomus* untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*) pada cekaman air. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8(2), 107–112.
- Rashad, Y., Aseel, D., Hammad, S., & Elkelish, A. (2020). *Rhizophagus irregularis* and *Rhizoctonia solani* differentially elicit systemic transcriptional expression of polyphenol biosynthetic pathways genes in sunflower. *Biomolecules*, 10(379), 1–20. <https://doi.org/10.3390/biom10030379>
- Rashad, Y. M., El-Sharkawy, H. H. A., & Elazab, N. T. (2022). *Ascophyllum nodosum* extract and mycorrhizal colonization synergistically trigger immune responses in pea plants against *Rhizoctonia* root rot, and enhance plant growth and productivity. *Journal of Fungi*, 8(268), 1–20. <https://doi.org/10.3390/jof8030268>
- Sasmita, M. W. S., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2019). Pengaruh dosis mikoriza arbuskular pada media AMB-POK terhadap pertumbuhan tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* var. Somporis). *Jurnal Sains dan Seni ITS*,

- 8(2), 43–48.  
<https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.49374>
- Sharma-poudyal, D., Paulitz, T. C., Porter, L. D., & Toit, L. J. du. (2015). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia*-Like spp . from pea crops in the Columbia Basin of Oregon and Washington. *Plant Disease*, 99(5), 604–613.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0803-RE>
- Soenartiningih. (2012). Potensi jamur mikoriza arbuskular dalam mengendalikan penyakit busuk pelepah pada tanaman jagung. *Biosfera*, 29(1), 30–35.
- Suharno, Sancayaningsih, R. P., Soetarto, E. S., & Kasiamdari, R. S. (2014). Keberadaan fungi mikoriza arbuskula di kawasan tailing tambang emas Timika sebagai upaya rehabilitasi lahan ramah lingkungan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 295–303.
- Sukmawati, I., & Kasiamdari, R. S. (2021). Pengaruh inokulasi mikoriza VA terhadap pertumbuhan bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) pada tanah marginal. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 38(1), 47–54.  
<https://doi.org/10.20884/1.mib.2021.38.1.1086>
- Torres, S. V., Vargas, M. M., Godoy-Lutz, G., Porch, T. G., & Beaver, J. S. (2016). Isolates of *Rhizoctonia solani* can produce both web blight and root rot symptoms in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Disease*, 100(7), 1351–1357.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-11-15-1270-RE>
- Uppalwar, S. V., Garg, V., & Dutt, R. (2020). Seeds of mung bean (*Vigna radiata* (L.) R.Wilczek): taxonomy, phytochemistry, medicinal uses and pharmacology. *Current Bioactive Compounds*, 16(9), 1–14.  
<https://doi.org/10.2174/1573407216999200529114608>
- Wang, H., Hao, Z., Zhang, X., Xie, W., & Chen, B. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi induced plant resistance against *Fusarium* wilt in jasmonate biosynthesis defective mutant and wild type of tomato. *Journal of Fungi*, 8(422), 1–14.  
<https://doi.org/10.3390/jof8050422>
- Yellareddygari, S. K. R., Reddy, M. S., Kloepper, J. W., Lawrence, K. S., & Fadamiro, H. (2014). Rice sheath blight: A review of disease and pathogen management approaches. *Plant Pathology & Microbiology*, 5(4), 1–4.  
<https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000241>
- Yudha, B. P. K., Hermiyanto, B., & Soedrajad, R. (2020). Pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskula dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 10(10), 105.