

## Uji Antagonisme Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. Pada Produk Golden Tricho Terhadap Jamur *Fusarium* sp.

Ismiatus Shifa Anadiasthy<sup>1\*</sup>, Arif Bimantara<sup>1</sup>, Luthfi Galih Alifianto<sup>2</sup>, Diva Pungky Wicaksono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

<sup>2</sup>PT Biotek Cipta Kreasi, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Email: ashpaachwe@gmail.com

### Abstrak

*Fusarium* sp. adalah jamur patogen tanaman yang ditularkan melalui tanah dan salah satu yang paling sulit dikendalikan. Penyakit ini dapat memperpendek umur produksi dari 10 kali panen menjadi dua kali, mutu buah rendah, sampai menggagalkan 80%. Sampai saat ini, pengendalian terhadap penyakit layu fusarium masih sangat tergantung pada penggunaan pestisida kimia sintetis. Meskipun pestisida mampu menekan laju pertumbuhan OPT, akan tetapi pestisida merupakan racun yang memiliki sifat yang toksik. Sehingga apabila pestisida digunakan dengan tidak bijak akan memberikan dampak buruk bagi lingkungan sekitar dalam jangka waktu yang panjang. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah penggunaan biofungisida berbasis agen hayati seperti, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. yang menawarkan solusi lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menegetahui keefektifan jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp.

**Kata Kunci:** Uji antagonis, biofungisida, *trichoderma*, *gliocladium*

## Antagonism Test of *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium* sp. in the Golden Tricho Product Against *Fusarium* sp.

### Abstract

*Fusarium* sp. is a soil-borne plant pathogenic fungus and one of the most challenging to control. This disease can shorten the production lifespan from 10 harvest cycles to just two, reduce fruit quality, and even cause up to 80% crop failure. To date, the management of *Fusarium* wilt disease remains heavily dependent on the use of synthetic chemical pesticides. Although pesticides can suppress pathogen growth rates, they are toxic substances with harmful properties. Improper use of pesticides can lead to long-term adverse environmental impacts. A promising alternative is the application of biofungicides based on biological agents, such as *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium* sp., which offer more environmentally friendly and sustainable solutions. The objective of this study is to determine the effectiveness of *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium* sp. in inhibiting the growth of *Fusarium* sp.

**Keywords:** Antagonism test, biofungicide, *trichoderma*, *gliocladium*

### 1. Pendahuluan

*Fusarium* sp. adalah jamur patogen tanaman yang ditularkan melalui tanah dan salah satu yang paling sulit dikendalikan. Penyakit busuk batang atau layu fusarium adalah penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp. Menurut Pardede *et al.* (2022), penyakit ini dapat memperpendek umur produksi dari 10 kali panen menjadi dua kali, mutu buah rendah, sampai menggagalkan 80%. Sampai saat ini, pengendalian terhadap penyakit layu fusarium masih sangat tergantung pada penggunaan pestisida kimia sintetis.

Sampai saat ini, masyarakat masih saja menggunakan pestisida kimia untuk melakukan pengendalian tanaman yang diakibatkan oleh OPT (Organisme Pengganggu Tanaman). Meskipun pestisida mampu menekan laju pertumbuhan OPT, akan tetapi pestisida

merupakan racun yang memiliki sifat yang toksik. Sehingga apabila pestisida digunakan dengan tidak bijak akan memberikan dampak buruk bagi lingkungan sekitar dalam jangka waktu yang panjang. Dampak negatif dari pestisida antara lain berkurangnya diversitas spesies, timbulnya resistensi hama terhadap pestisida, resurgensi, matinya jasad non-target, pencemaran lingkungan dan hazard (Zamrodah, 2015).

Upaya pengendalian alternatif yang mempunyai potensi untuk mereduksi penggunaan pestisida kimia adalah dengan menggunakan pengendalian biologi (hayati) dengan memanfaatkan agensia hayati yang dapat dilakukan tanpa memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan sekitarnya. Inovasi pengendalian dengan cara biologi efektif untuk mengendalikan berbagai macam patogen pada tanaman dan belum ada yang dilaporkan pengendalian secara biologi mengakibatkan peningkatan ketahanan jamur patogen terhadap agen pengendali hayati.

Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah penggunaan biofungisida berbasis agen hayati seperti, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. yang menawarkan solusi lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. *Trichoderma harzianum* merupakan kapang tanah yang bersifat saprofit yang dikenal sebagai agen biokontrol antagonis yang efektif terhadap sejumlah kapang fitopatogen (Ainy *et al.*, 2015). Selain *Trichoderma harzianum*, menurut Rahma *et al.* (2021) *Gliocladium* sp. terbukti mampu menekan kejadian penyakit pada berbagai tanaman budidaya.

Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. dikenal memiliki kemampuan antagonisme yang kuat terhadap berbagai jenis jamur patogen tanaman, termasuk untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. Potensi *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma harzianum* sebagai jamur antagonis bersifat preventif terhadap penyakit tanaman telah menjadikan jamur tersebut semakin luas digunakan oleh petani dalam usaha pengendalian organisme (Pardede *et al.*, 2022).

PT. Biotek Cipta Kreasi (BCK) merupakan salah satu perusahaan bidang pertanian dan juga perikanan. PT. BCK mengembangkan berbagai produk berbasis bioteknologi, salah satunya adalah Golden Tricho. Golden Tricho merupakan biofungisida yang memanfaatkan potensi jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman secara alami, khususnya dalam menangani layu fusarium dan layu phytophthora sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian.

## 2. Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium fungi, PT. Biotek Cipta Kreasi dengan koleksi isolat jamur yang ada PT. BCK.

### 2.1 Pembuatan Media PDA

Media PDA dibuat sebagai media jamur untuk tumbuh, media ini digunakan dalam setiap uji dalam penelitian ini. Media PDA ditimbang sebanyak 3,9 gram dan dilarutkan dalam 100 ml RO steril. Media PDA dilarutkan dalam erlenmeyer dan gelas beaker, kemudian dipanaskan dalam *microwave* kurang lebih selama 60 detik. Setelah mendidih dan homogen, media PDA dalam gelas beaker dituang ke dalam tabung reaksi dan ditutup menggunakan *cotton plug* dan dimasukkan ke dalam plastik kemudian diikat menggunakan karet gelang.

Setelah itu media PDA dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15-20 menit. PDA miring dibuat dengan mendinginkan media setelah sterilisasi secara miring dengan menggunakan pipet dengan kemiringan kurang lebih +20° hingga memadat (Yastanto, 2020). Media dalam erlenmeyer dituangkan wadah kultur *petri dish*, dalam keadaan aseptik di dalam LAF lalu diamankan hingga memadat. Kemudian dilakukan preparasi kultur dengan memastikan kultur jamur yang akan diinokulasikan dalam kondisi murni dan sehat.

## 2.2 Karakterisasi Morfologi

Pengamatan karakterisasi morfologi diawali dengan inokulasi kedua jamur. Inokulasi jamur dilakukan dengan aseptis di dalam LAF dengan menyemprotkan alkohol 70% ke meja kerja dan menyalakan api bunsen. Inokulasi jamur dilakukan dengan memenggoreskan kultur jamur *Trichoderma harzianum* pada bagian titik tengah petri dish yang berisi media PDA. Inokulasi jamur *Gliocladium* sp. dilakukan dengan step yang sama. Kemudian diinkubasi selama 3-7 HSI (hari setelah inokulasi).

### 2.2.1 Makroskopis

Pengamatan makroskopis jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. meliputi bentuk koloni, warna koloni, serta diameter pertumbuhan koloni. Pengamatan dilakukan selama 7 hari dengan interval pengukuran diameter koloni pada hari ke-3, ke-5, dan ke-7. Data yang diperoleh digunakan untuk menganalisis perkembangan pertumbuhan koloni selama periode pengamatan.

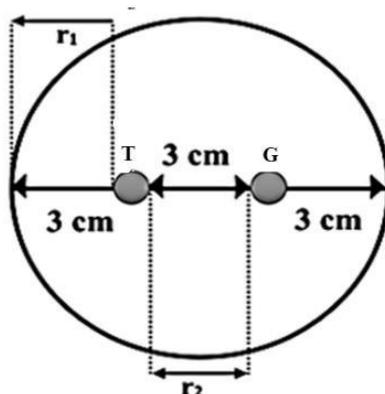
### 2.2.2 Mikroskopis

Pada pengamatan mikroskopis, dilakukan dua kali pengamatan, pertama pengamatan spora jamur dan yang kedua pengamatan miselium jamur. Pada pengamatan spora jamur, digunakan metode panen spora, dengan mengisi cawan petri yang berisi kultur jamur menggunakan RO steril yang kemudian digojok sehingga RO menjadi berwarna kehijauan akibat tercampur dengan spora jamur *Trichoderma harzianum*. Setelah itu dilakukan pipeting menggunakan pipet tetes, kemudian diletakkan pada *objek glass* yang bersih. Setelah itu dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop pembesaran 40x dan 100x. Lakukan langkah sama untuk pengamatan mikroskopis spora *Gliocladium* sp.

Pada pengamatan miselium jamur, dilakukan pada usia jamur berumur 3 hari, sehingga masih terlihat miselium jamurnya. Pengamatan ini dimulai dengan menyiapkan lakban bening yang kemudian ditempelkan pada permukaan agar yang ditumbuhi jamur, lalu diletakkan pada *objek glass objek* yang sebelumnya sudah ditetesi larutan *lactophenol cotton blue*, lalu amati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40x dan 100x. Bagian yang diamati meliputi bentuk konidiofor, fialid dan konidia.

## 2.3 Uji Kompatibilitas

Uji kompatibilitas dilakukan dengan membuat media menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) pada wadah kultur, *petri dish*. Pada uji kompatibilitas digunakan metode *dual culture*. Langkah pertama adalah mengukur *petri dish* menggunakan penggaris dengan ukuran 3 cm dihitung dari ujung cawan, kemudian diberikan titik pada ukuran yang sudah ditentukan (Gambar 1).



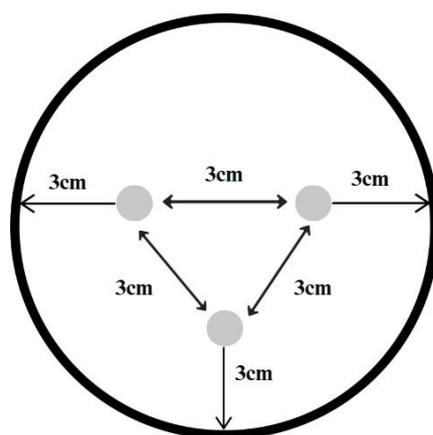
**Gambar 1.** Uji Kompatibilitas Dual Culture

Setelah itu, inokulasi jamur *Trichoderma harzianum* pada salah satu titik, kemudian dilanjutkan menginokulasi jamur *Gliocladium* sp. pada titik lainnya. Prosedur tersebut dilakukan

dalam keadaan aseptis di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Kemudian inkubasi selama 7 hari, dan diamati pada hari ke-3, hari ke-5 dan hari ke-7. Menurut Puspita *et al.* (2020), pengamatan kompatibilitas ditunjukkan dengan ada tidaknya zona hambat pada masing-masing isolat jamur antagonis.

## 2.4 Uji Antagonisme

Uji antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* sp. dan *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* sp., dilakukan dalam cawan petri yang telah berisi *Potato Dextrose Agar* (PDA) steril dengan metode *dual culture* (Gambar 1). Dua titik dibuat dengan jarak masing-masing 2 cm dari ujung *petri dish* yang akan digunakan untuk tempat menempatkan kultur jamur. Salah satu titik digoreskan atau dioleskan jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan titik lainnya digoreskan jamur *Fusarium* sp. Prosedur yang sama dilakukan untuk uji antagonisme *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* sp. *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* sp.



**Gambar 2.** Uji Antagonis 2 Jamur Antagonis Terhadap Jamur *Fusarium* sp.

Kemudian untuk uji antagonisme 2 jamur antagonis dan 1 jamur patogen dilakukan membuat 3 titik (Gambar 16) dengan mengukur petri dish 3 cm dihitung dari ujung cawan, jarak penempatan jamur diberi jarak 3 cm. Selanjutnya diamati setiap hari sampai 7 hari inkubasi dengan cara mengukur diameter koloni *Fusarium* sp. dan cendawan antagonis. Interaksi cendawan agen hayati dengan cendawan patogen dalam pengendalian hayati terjadi dalam bentuk antibiosis, kompetisi, dan mikoparasitisme. Persentase penghambatan oleh cendawan antagonis dihitung 7 hari setelah inkubasi dengan rumus menurut (Muksin *et al.*, 2013) dalam Nandung *et al.* (2018)

$$P = \frac{r1-r2}{1} \times 100\%$$

Keterangan :

*P* : Persentase penghambatan

*r1* : Diameter koloni jamur patogen (kontrol)

*r2* : Diameter koloni jamur patogen dengan konsorsium jamur antagonis

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakterisasi Morfologis

Pengamatan karakteristik morfologi jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Prosedur pengamatan ini mengacu pada buku Mikologi yang dikemukakan oleh Suryani *et al.* (2020). Analisis makroskopis meliputi

pengamatan koloni secara visual, sedangkan analisis mikroskopis dilakukan untuk mengamati struktur hifa dan spora menggunakan mikroskop.

### 3.1.1 Makroskopis

Uji makroskopis merupakan langkah awal yang krusial dalam identifikasi dan karakterisasi jamur. Pengamatan visual terhadap karakteristik fisik jamur secara kasat mata ini memberikan informasi dasar yang sangat berharga untuk penelitian lebih lanjut. Uji makroskopis jamur (Gambar 3) mencakup warna, bentuk koloni dan tekstur jamur.



**Gambar 1.** Uji Makroskopis Jamur Antagonis; (a) *Trichoderma harzianum*; (b) *Gliocladium* sp.

Pada (Gambar 3a) merupakan *Trichoderma harzianum* secara makroskopis, pada tahap awal pembentukan koloni, koloni terlihat berwarna putih kemudian berubah menjadi hijau muda dan akhirnya berubah menjadi hijau tua seiring dengan bertambahnya usia jamur. Hal ini sesuai dengan penelitian Sopialena (2020), yang menyatakan bahwa koloni *Trichoderma harzianum* berwarna hijau, atau hijau zaitun dengan tekstur seperti beludru.

Koloni *Gliocladium* sp. berwarna putih ketika masih muda dan berwarna hijau tua ketika sudah tua (Gambar 17b). Permukaan koloni *Gliocladium* sp. halus, penyebaran hifa lumayan cepat dan merata, dan koloni membentuk garis melingkar (Rahma dan Karimah, 2021). *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. adalah jamur yang tumbuh cepat, terlihat dari diameter jamur (Tabel 1) dan koloni dapat menyebar dengan cepat pada media pertumbuhan.

**Tabel 1.** Pengamatan Makroskopis Jamur Antagonis *Trichoderma*

Karakter	Hari Inkubasi	<i>Trichoderma harzianum</i>		<i>Gliocladium</i> sp.	
		Hasil	Buku Mikologi	Hasil	Buku Mikologi
Warna	5	Mulai berwarna hijau	Berangasur menjadi warna hijau	Mulai berwarna hijau	Berangasur menjadi warna hijau
	7	Warna hijau	Berwarna hijau terang	Warna hijau	Berwarna hijau tua
Bentuk koloni		Sirkular, bulat	Bulat menyebar	Irreguler, bulat	Bulat menyebar
Tekstur		Halus, berbludru	Seperti kapas	Halus	<i>Cottony-to- powdery texture</i>

Perkembangan kedua jamur antagonis (*Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp.) mulai membentuk koloni berwarna putih. Pada hari ke-5, koloni *Trichoderma harzianum* berubah menjadi hijau dengan tekstur seperti beludru, sedangkan *Gliocladium* sp. mulai menunjukkan warna hijau. Pada hari ke-7, warna koloni *Gliocladium* sp. menjadi hijau tua, lebih gelap dibandingkan *Trichoderma harzianum*. Perubahan warna ini menunjukkan aktivitas metabolik dan produksi pigmen yang berbeda antara kedua jamur (Sharma & Sharma, 2021). Hal ini juga sesuai dengan yang disampaikan oleh Suryani *et al.* (2020) dalam Buku Mikologi, bahwa pada hari ke-5 jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. mulai berangsur menjadi berwarna hijau, lalu pada hari ke-7 warna hijau mulai menjadi hijau terang untuk *Trichoderma harzianum*, sedangkan pada *Gliocladium* sp. berwarna hijau tua.

Diameter koloni *Trichoderma harzianum* pada hari ke-3 adalah 6,5 cm, sedangkan *Gliocladium* sp. mencapai 6,3 cm. Pada hari ke-5, diameter koloni *Trichoderma harzianum* meningkat menjadi 9 cm, sementara *Gliocladium* sp. mencapai 8,7 cm. Pada hari ke-7, kedua jamur mencapai diameter koloni maksimal sebesar 9 cm. Pertumbuhan yang cepat ini menunjukkan kemampuan adaptasi dan kompetisi yang tinggi pada media PDA (Harman *et al.*, 2021).

Warna koloni *Trichoderma harzianum* berkisar dari hijau hingga hijau zaitun, sementara teksturnya digambarkan seperti beludru. Ketika pada tahap awal, koloni mungkin menunjukkan penampilan yang halus, yang cenderung menjadi lebih kompak saat mereka dewasa. *Trichoderma harzianum* dikenal karena pertumbuhannya yang cepat, menyebar dengan cepat pada media pertumbuhan. Permukaan koloni ini bisa halus atau sedikit berkerut, dengan koloni dewasa sering mengembangkan cincin atau sektor konsentris, memberikan tampilan yang dikategorikan. Pada media padat, bagian bawah koloni *Trichoderma harzianum* dapat menyerupai permukaan tetapi dengan warna yang sedikit lebih terang. Konidia yang melimpah (spora aseksual) biasanya diproduksi di permukaan koloni *Trichoderma*, seringkali dalam bentuk massa berlendir atau struktur seperti sikat yang dikenal sebagai konidiofor (Wati, 2018).

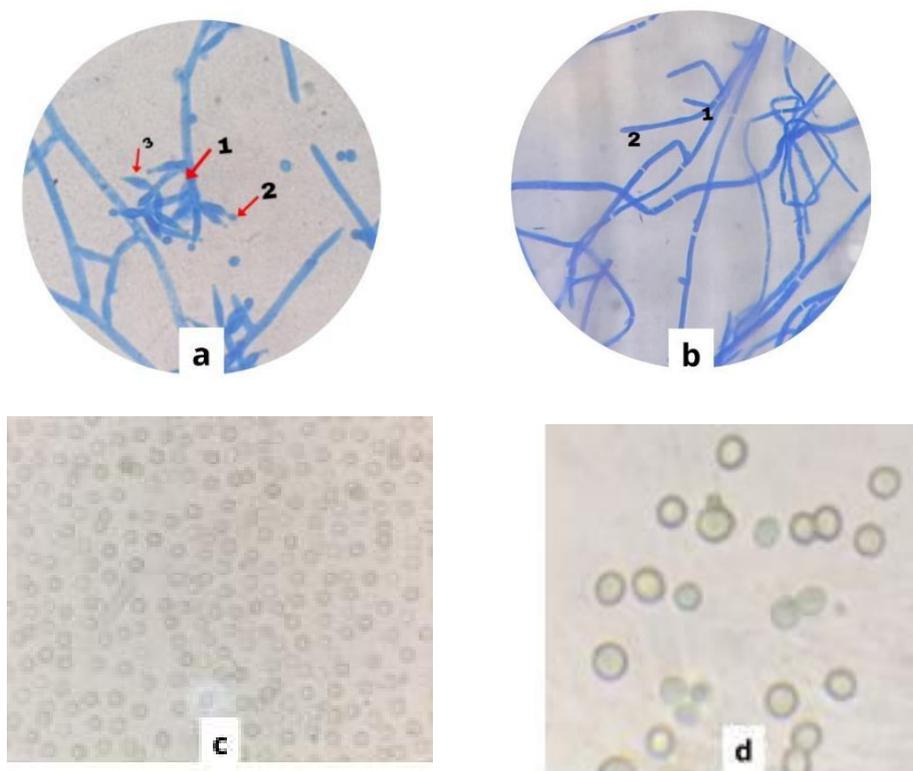
Koloni *Trichoderma harzianum* memiliki tekstur yang halus dan seperti beludru, yang merupakan ciri khas dari genus *Trichoderma*. Tekstur ini berkaitan dengan produksi konidia yang padat di permukaan koloni. Di sisi lain, koloni *Gliocladium* sp. juga memiliki tekstur halus, tetapi tidak sepadat *Trichoderma*. Perbedaan tekstur ini dapat memengaruhi kemampuan kedua jamur dalam berinteraksi dengan lingkungan dan patogen (Keswani *et al.*, 2021)

Secara makroskopis, koloni *Gliocladium* sp. tampak sama dengan *Trichoderma harzianum*. Dengan ciri khas berwarna hijau tua yang berangsur-angsur memudar menjadi putih saat mendekati tepi cawan petri. Namun jika diperhatikan dengan lebih lanjut, warna hijau *Gliocladium* sp. lebih terlihat hijau tua dibandingkan jamur *Trichoderma harzianum* (Sophialena *et al.*, 2024).

Meskipun kedua jamur mencapai diameter koloni yang sama pada hari ke-7, Jamur *Trichoderma harzianum* menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat pada hari-hari awal. Hal ini mengindikasikan bahwa *Trichoderma harzianum* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dalam mengkolonisasi media dibandingkan *Gliocladium* sp. (Al-Ani & Salleh, 2021).

### 3.1.2 Mikroskopis

Pada pengamatan menggunakan mikroskop, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. dapat diidentifikasi melalui konidiofor, konidia, dan pola percabangannya yang khas (Gambar 18). Konidiofor biasanya panjang, bercabang, dan memiliki fialida (struktur yang menghasilkan konidia) dalam susunan seperti kuas hal ini sesuai dengan buku Mikologi yang dikemukakan oleh Suryani *et al.* (2020).



**Gambar 4.** Makroskopis jamur perbesaran 100x; (a) *Trichoderma harzianum*; (b) *Gliocladium* sp.; (c) spora *Trichoderma harzianum*; (d) spora *Gliocladium* sp. (1) hifa; (2) konidia; (3) fialida

Secara mikroskopis, *Trichoderma harzianum* (Gambar 4a) menunjukkan ciri khas berupa ujung koloni yang berbentuk trisula. Hifa jamur ini berbentuk septate, dengan konidiofor yang bercabang banyak dan konidia yang memanjang. Karakteristik tersebut sesuai dengan deskripsi yang diberikan oleh Sopialena (2020).

Secara mikroskopis, *Gliocladium* sp. memiliki konidiofor bersekat yang bercabang-cabang ke atas dengan bentuk mirip sikat (*pencilate*). Setiap cabang membentuk alur spiral dengan 4-5 kelompok konidia. Konidia jamur ini berbentuk bulat hingga gepeng dan hialin (Rahma, 2021). Perbedaan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengamatan Mikroskopis Jamur Antagonis

Karakteristik Mikroskopis	<i>Trichoderma harzianum</i>		<i>Gliocladium</i> sp.	
	Hasil	Referensi	Hasil	Referensi
<b>Konidiofor</b>	Bercabang kompleks	Bercabang	Lebih sederhana	Bercabang ke atas, tidak bersepta
<b>Konidia</b>	Semi bulat,	Bulat, bersepta	Bulat lonjong, oval.	Lonjong pipih
<b>Fialida</b>	Berbentuk seperti botol	Berbentuk seperti botol	Panjang dan ramping	Bentuk <i>peniculate</i>

*Trichoderma harzianum* memiliki hifa yang kompleks dengan percabangan yang rapat dan struktur yang bervariasi. Hal ini memungkinkan jamur ini untuk menjangkau area yang

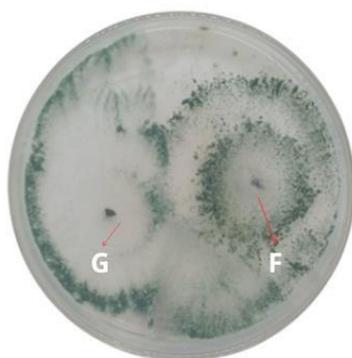
lebih luas dalam mencari nutrisi dan bersaing dengan patogen. Sementara itu, *Gliocladium* sp. memiliki hifa yang lebih sederhana dengan percabangan yang tidak terlalu rapat. Menurut Sharma & Sharma (2021), struktur hifa yang kompleks pada *Trichoderma* meningkatkan kemampuannya dalam hiperparasitisme dan kompetisi ruang.

Menurut Suryani *et al.* (2020) dalam buku Mikologi, konidia *Trichoderma harzianum* berbentuk semi bulat, sedangkan *Gliocladium* sp. memiliki konidia yang bulat hingga oval (Gambar 19d) bentuk konidia ini memengaruhi cara penyebaran dan ketahanan spora di lingkungan. Konidia semi bulat (Gambar 18c) pada *Trichoderma harzianum* cenderung lebih mudah tersebar oleh angin atau air, meningkatkan potensi kolonisasi di area baru (Harman *et al.*, 2021).

Menurut Suryani dan Cahyanto, (2022) pada Buku Pengantar Jamur Makroskopis, mengungkapkan bahwa fialida *Trichoderma harzianum* berbentuk seperti botol, yang merupakan ciri khas dari genus ini. Bentuk ini memfasilitasi produksi dan pelepasan konidia secara efisien. Di sisi lain, fialida *Gliocladium* sp. lebih panjang dan ramping, yang mungkin berkaitan dengan mekanisme pelepasan konidia yang berbeda. Menurut Vinale *et al.* (2021), morfologi fialida berperan penting dalam proses reproduksi dan penyebaran jamur.

### 3.2 Uji Kompatibilitas

Kompatibilitas adalah asosiasi antara dua spesies atau genus jamur yang tidak saling mengganggu satu dengan yang lainnya. Akan tetapi kegiatan dari masing-masing spesies atau genus saling menguntungkan dan berbagi sumber nutrisi yang sama dalam media hidup yang sama (Asri dan Zulaika, 2016). Dalam uji ini diharapkan kedua jamur ini dapat tumbuh bersama dalam satu media tanpa saling berkompetisi secara signifikan untuk nutrisi atau ruang. Pada penelitian Sharma & Sharma (2021), ketiadaan zona bening merupakan indikator awal kompatibilitas antar-mikroorganisme.



**Gambar 4.** Uji Kompatibilitas Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. Pada media PDA

Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai agen hayati dapat tumbuh pada media PDA dan membentuk asosiasi yang tidak saling merugikan satu sama lain atau tidak metabolit sekunder yang dapat menghambat pertumbuhan agen hayati satu sama lain (Suryaminarsih *et al.*, 2024). Pada (Gambar 4) T (*Trichoderma harzianum*) dan G (*Gliocladium* sp.) terlihat bahwa kedua jamur menunjukkan pertumbuhan hifa yang saling tumpang tindih tanpa kompetisi ruang. Kinerja kedua agen hayati, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. tidak menunjukkan adanya mekanisme antagonisme, terlihat dari tidak terbentuknya zona hambat dari kedua jamur antagonis tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa mereka dapat berbagi habitat tanpa mengganggu pertumbuhan satu sama lain.

Kedua agen hayati tersebut merupakan mikroba tanah yang bersifat saprofit, dan menghasilkan antibiosis terhadap mikoparasit yang hanya berpengaruh terhadap mikroba

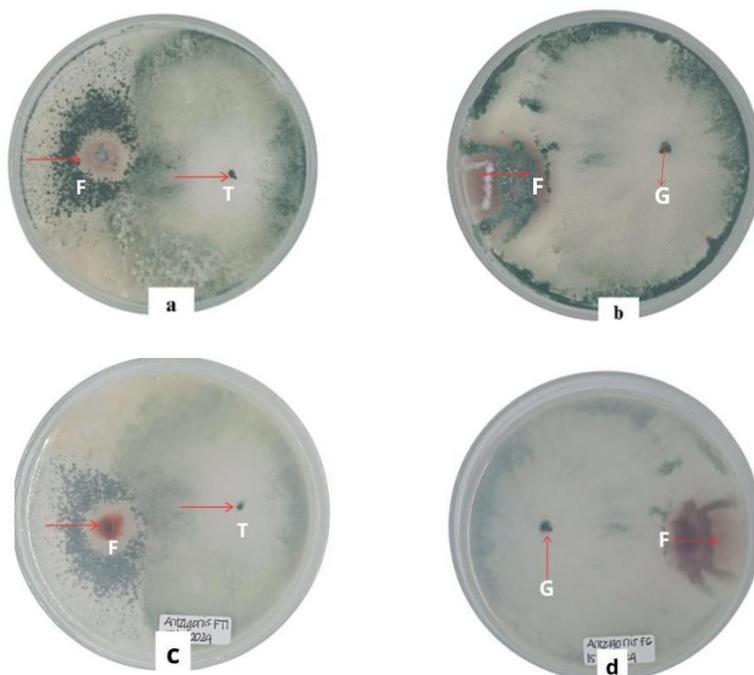
patogen. *Trichoderma harzianum* menghasilkan enzim litik yang mendegradasi kitin, bersifat parasitisme terhadap jamur dan dapat memperbaiki dinding sel itu sendiri pada proses pembelahan. *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp.* menghasilkan enzim kitinase yang dapat menyebabkan parasitisme pada patogen tanaman. Sehingga jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp.* diasumsikan kompatibel karena kedua jamur antagonis tersebut dapat tumbuh tanpa adanya persaingan nutrisi. (Harman, 2021)

Penggunaan mikroorganisme kompatibel memberikan hasil yang lebih baik dari pada isolat tunggal karena kerja enzim dari tiap jenis kultur dapat saling melengkapi, sehingga bisa bertahan hidup menggunakan sumber nutrisi yang sama dalam media biakan (Fahra *et al.*, 2023). *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp.* menghasilkan berbagai jenis senyawa antimikroba yang berbeda. Ketika keduanya tumbuh bersama, spektrum senyawa antimikroba yang dihasilkan menjadi lebih luas. Hal ini membuat kombinasi kedua jamur ini menjadi lebih efektif dalam mengendalikan berbagai jenis patogen tanaman.

### 3.3. Uji Antagonisme

*Trichoderma* merupakan cendawan yang lebih sering dimanfaatkan dibandingkan *Gliocladium* dalam mengendalikan patogen pada tanaman. Dari banyaknya spesies *Trichoderma*, *Trichoderma harzianum* merupakan salah satu yang paling potensial sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen tanaman, seperti *Fusarium sp.* (Harman *et al.*, 2021). Namun, *Gliocladium sp.* juga tidak kalah kuat dan memiliki kemampuan yang signifikan dalam menekan pertumbuhan patogen, terutama melalui produksi senyawa antifungi seperti gliotoksin (Sharma & Sharma, 2021).

Pengamatan penghambatan pertumbuhan *Fusarium sp.* dilakukan sejak inkubasi. Pada hari pertama dan kedua setelah perlakuan (inkubasi) belum terjadi penghambatan pertumbuhan *Fusarium sp.* oleh cendawan antagonis, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp.* Penghambatan mulai tampak pada hari ketiga setelah inkubasi, pertumbuhan cendawan antagonis yaitu *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium sp.* terhadap patogen *Fusarium sp.* saling mendekati sehingga terbentuk zona penghambatan dan terjadi sampai hari ketujuh setelah inkubasi (Gambar 5).



**Gambar 5.** Uji Antaginisme Terhadap Jamur *Fusarium* sp.; (a) Jamur *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* sp.; (b) Jamur *Gliocladium* sp. Terhadap *Fusarium* sp.; (c) Jamur *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* sp. dari balik cawan; (d) Jamur *Gliocladium* sp. Terhadap *Fusarium* sp. dari balik cawan.

Pada Gambar 5, kode T adalah *Trichoderma harzianum*, G adalah *Gliocladium* sp. dan F adalah *Fusarium* sp. Kedua jamur antagonis tunggal, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. diasumsikan dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, *Fusarium* sp. Pada uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap jamur patogen *Fusarium* sp., juga uji antagonsime *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* sp. dilakukan pengukuran diameter koloni kedua jenis jamur tersebut. Pengukuran diameter ini dilakukan mulai dari hari ke- 1 hingga pada hari ke-7. Diameter kedua jenis jamur diukur pada perlakuan dan kontrol. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah terjadi perbedaan ukuran diameter antara jamur sebagai perlakuan dengan jamur sebagai kontrol, Grafik perbedaan rata-rata diameter dapat dilihat pada Tabel 3.

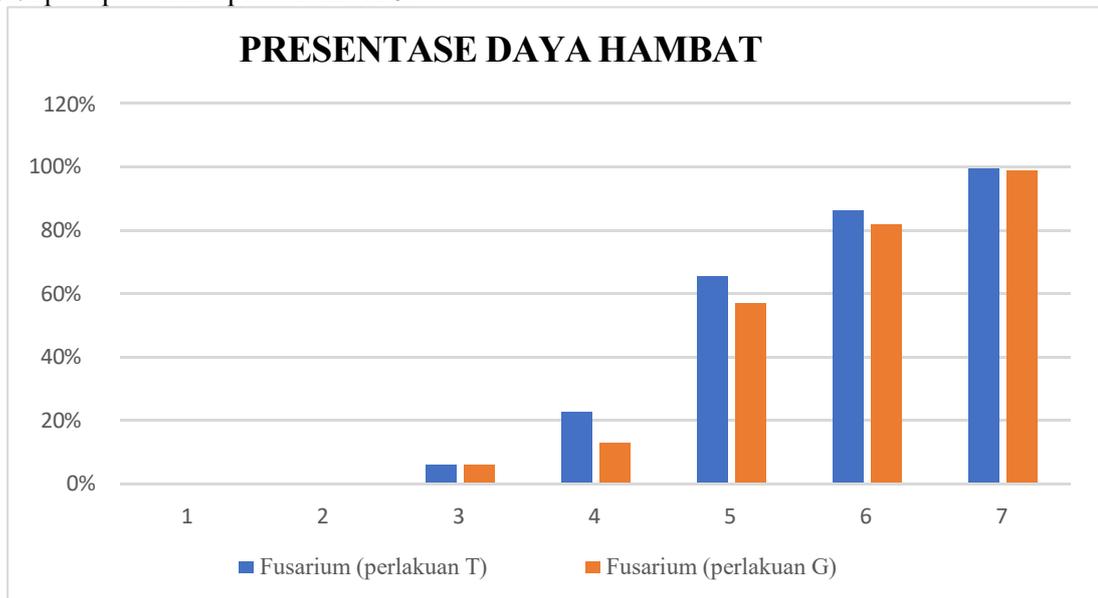
**Tabel 3 .** Diameter Koloni *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* sp. dan *Fusarium* sp.

Jenis Jamur	Rata-rata Diameter Koloni (cm) hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Fusarium</i> sp. (kontrol)	0.6	0.8	1.6	2.2	3.5	4.4	5
<i>Fusarium</i> sp. (perlakuan T)	0.6	0.8	1.5	1.7	1.2	0.6	0.02
<i>Fusarium</i> sp. (Perlakuan G)	0.6	0.8	1.4	1.9	1.5	0.8	0.05
<i>Trichoderma harzianum</i> (kontrol)	2.2	3.8	6.5	7	7.8	9	9
<i>Trichoderma harzianum</i> (perlakuan)	2.3	3.8	6.6	7.2	8.5	9	9
<i>Gliocladium</i> sp. (kontrol)	2.1	3.5	5.5	7	8.3	9	9
<i>Gliocladium</i> sp. (perlakuan)	2.2	3.8	6.5	7	8.4	9	9

Tabel menunjukkan rata-rata diameter koloni tiga jenis jamur, yaitu *Fusarium* sp., *Trichoderma harzianum*, dan *Gliocladium* sp., yang diukur selama tujuh hari. Pengukuran dilakukan pada kondisi kontrol (tanpa perlakuan) dan dengan perlakuan tertentu (disebut sebagai perlakuan T dan G. T untuk *Trichoderma harzianum* untuk *Fusarium* sp., dan perlakuan untuk G untuk *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium* sp.). Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. lebih cepat dibandingkan dengan jamur *Fusarium* sp., baik pada kontrol maupun perlakuan. Pada pengamatan yang dilakukan pada hari ke- 5 jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. tumbuh dengan diameter koloni lebih dari 8 cm, sedangkan bila dibandingkan dengan jamur patogen *Fusarium* sp. hanya dapat tumbuh dengan rata rata diameter koloni 1,2-1.5 cm saja. Koloni jamur patogen *Fusarium* sp. memiliki diameter yang tidak jauh berbeda hanya pada hari ke-1 sampai hari ke- 2, sedangkan pada pengamatan di hari ke-3 sampai dengan hari ke-7 pertumbuhan diameter koloni jamur patogen *Fusarium* sp. sangat jauh berbeda antara perlakuan dan kontrol. Hal ini berbanding terbalik dengan pertumbuhan koloni jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp., dimana mulai dari hari ke-1 hingga hari ke-7 ukuran diameter koloninya tidak jauh berbeda pada pertumbuhan kontrol dan perlakuan. Pada hari yang ke-5 jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sudah mulai menguasai keseluruhan permukaan cawan petri. Hal ini

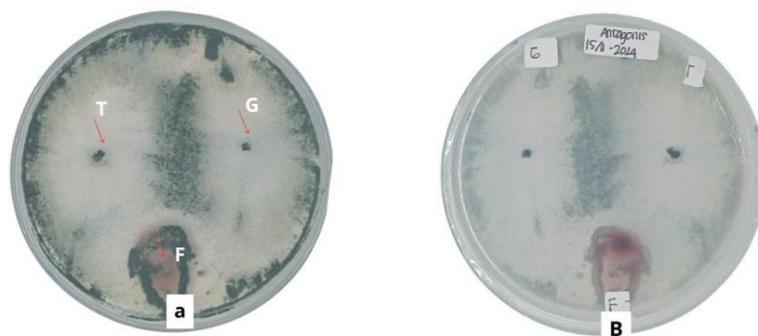
membuktikan bahwa *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. merupakan agen antagonisme yang efektif menghambat jamur patogen.

Hasil uji antagonis jamur *Trichoderma harzianum* terhadap jamur patogen *Fusarium* sp., juga uji antagonisme jamur *Gliocladium* sp. terhadap jamur patogen *Fusarium* sp., menunjukkan adanya aktivitas penghambatan yang dilakukan kedua jamur antagonis terhadap jamur *Fusarium* sp. Persentase daya hambat yang dilakukan *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. terhadap jamur patogen *Fusarium* sp. dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 6.** Presentase Daya Hambat Jamur Antagonis Terhadap Jamur *Fusarium* sp.

Berdasarkan hasil uji kultur ganda dengan masa inkubasi 7 hari, presentase isolat *Trichoderma harzianum* (99,6%) dan *Gliocladium* sp. (99%). Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis cendawan antagonis mempunyai daya hambat yang tinggi terhadap *Fusarium* sp. sesuai dengan penelitian Ratnasari *et al.* (2014) dalam Aini & Martina (2024) yang menyebutkan bahwa apabila nilai persentase hambatan lebih dari 60% dari permukaan cawan petri, maka dapat dikatakan bahwa jamur antagonis mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen. Namun ketika dua jamur antagonis tunggal tersebut digabungkan, efektifitas dalam menghambat jamur *Fusarium* semakin tinggi (Gambar 6).



**Gambar 7.** Uji Antagonisme *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. Terhadap *Fusarium* sp.

Pada (Gambar 7), terlihat kedua jamur antagonisme, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Kedua jamur antagonis tersebut menghambat pertumbuhan jamur patogen sehingga jamur *Fusarium* sp. tersebut sudah tidak terlihat lagi. Hal ini diasumsikan bahwa kedua jamur antagonis dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, tetapi tidak saling menghambat pertumbuhan masing-masing jamur antagonis.

Mekanisme antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. secara kompetitif terjadi karena kedua cendawan ini mempunyai kecepatan tumbuh yang tinggi. *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. juga bersifat mikoparasit dan kompetitor yang aktif pada patogen karena kedua cendawan dapat tumbuh dan melilit hifa cendawan patogen hingga putus (Soenartiningih *et al.*, 2015). Pada uji antagonisme *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* sp. terbentuk zona bening di sekitar koloni cendawan patogen (Gambar 7a), karena kemampuan cendawan antagonis mengeluarkan senyawa bioaktif yang bersifat antibiosis yang menyebabkan terbentuknya daerah hambatan antara cendawan antagonis dan patogen.

*Gliocladium* sp. merupakan cendawan saprofitik yang dapat berperan sebagai antagonis efektif untuk mengendalikan patogen tanaman, terutama patogen tular tanah. *Gliocladium* sp. memiliki kemampuan menghambat mikroba *Fusarium* sp. lebih rendah dibandingkan dengan kemampuan penghambatan agens hayati tunggal *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium* sp. hanya berfungsi sebagai kompetitor dan parasit. *Gliocladium* sp. tidak menghasilkan antibiosis seperti *Trichoderma harzianum*.

Mekanisme mikoparasit diawali dengan hifa *Trichoderma harzianum*. yang tumbuh memanjang lalu membelit dan mempenetrasi hifa jamur patogen sehingga hifa jamur patogen mengalami vakuolasi, lisis kemudian hancur. *Trichoderma harzianum* melakukan penetrasi terhadap dinding sel jamur patogen dengan bantuan enzim pendegradasi dinding sel yaitu protease, kitinase dan glukonase (Tasik *et al.*, 2015).

Masing-masing agen hayati ini menghambat perkembangan patogen dengan berbagai mekanisme dan dapat berkembang secara optimal. Selain terjadi pelilitan hifa kolonisasi cendawan, menurut Tasik *et al.* (2015) *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* juga mempunyai kemampuan untuk menghasilkan sejumlah produk ekstraselular yang bersifat *toxic*. Kemampuan cendawan menghasilkan antibiotik sangat penting dalam menentukan kemampuannya untuk mengkolonisasi dan racun yang dikeluarkan dapat mengakibatkan terjadinya endolisis atau autolisis, yaitu pecahnya sitoplasma pada patogen yang diikuti oleh kematian dan tingkat efektivitasnya tergantung pada kualitas dan kuantitas mikroorganisme tersebut. *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. juga mempunyai kemampuan menghasilkan enzim selulase yang dapat merusak dinding sel patogen, sehingga dapat menekan pertumbuhan perkembangan patogen.

#### 4. Kesimpulan

Jamur *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. adalah jamur antagonis yang dapat hidup tanpa terjadi persaingan nutrisi dan wilayah, sehingga, kedua jamur antagonis tersebut dinyatakan kompatibel. Kedua jamur antagonis, *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. membuktikan bahwa kombinasi keduanya lebih ampuh dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. Kombinasi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. menciptakan efek serangan ganda yang sulit diadaptasi oleh *Fusarium* sp. Sehingga keduanya berpotensi menjadi strategi pengendalian hayati yang lebih stabil dan berkelanjutan.

#### 5. Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pembimbing akademik, Bapak Arif Bimantara,

serta para mentor di PT. Biotek Cipta Kreasi, yaitu Lutfi Galih Alfianto dan Diva Pungky Wicaksono, atas bimbingan, saran, dan bantuan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

### Daftar Pustaka

- Afriyeni, E., Chandra, B., Novadilastri, Tanjung, A. (2024). Identifikasi Praktik Kerja Lapangan dalam Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa. *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 18 (2): 92-94.
- Aini, N. & Martina, A. (2024). Karakterisasi Morfologi dan Uji Antifungi Isolat Jamur *Trichoderma* spp. Dari Tanah Gambut Terhadap Patogen Jarak Keyar (*Ricinus communis L.*) *Jurnal Agroteknologi*, 14 (2): 53-62.
- Ainy, E., Rrsya aR. dan Sihi, L. (2015). 174407-ID-uji-aktivitas-antagonis-trichoderma-harz. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 892–895.
- Asri A.C. & Zulaika E. (2016). Sinergisme Antar Isolat Azotobacter yang Dikonsorsiumkan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 2337-3520.
- Harman, E., Howell, C.R., Viterbo, A., Larito, M. (2021). *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2.
- Nandung, E., Suswanto, I. dan Ramdhan, T.H. (2018). Karakterisasi *Trichoderma harzianum* Asal Lahan Gambut Sebagai Agen Antagonis terhadap Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Sawit Secar *In Vitro*. *Jurnal Untan*, 8 (2): 54-59.
- Octaviani, Achmad dan Herliyana. (2015). Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. Sebagai Agen Hayari Terhadap *Botryodiplodia* sp. Penyebab Penyakit Mati Pucuk Pada Jambon (*Anthocephalus cadamba* (ROXB.) MIQ) *Jurnal Silvikultur Tropika*, 6(1):-32-25.
- Pardede, E.N., Wirya, G.N.A., Khalimi, K. (2022). Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk Pengendalian Penyakit Busuk Batang (*Fusarium Oxysporum* Sp.) pada Tanaman Vanili (*Vanilla Planifolia*). *Journal on Agriculture Science*, 12(1): 63 – 75
- Puspita, F., Ali, M., Supriyadi. (2020). Kompatibilitas dan Daya Hambat Konsorsium *Trichoderma* spp. Endofit terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Agrikultur*, 31 (2): 126-133
- Rahma, Y.A, dan Karimah, I. (2021). Eksplorasi dan Identifikasi Agen Hayati *Gliocladium* sp. dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Patogen *Colletotrichum* sp. *Pros. Semnas Bio 1*: 432-440.
- Sharma, P. , & S. M. (2021). Biocontrol potential of *Gliocladium* sp. *Journal of Plant Pathology*, 19(3), 102–113.
- Soenartiningih, Djaenuddin, N. dan Saenong, M. (2015). Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai Agen Biokontrol Hayati Penyakit Busuk Pelepah Daun pada Jagung. *Penelitian Pertanian Pangan*,33(2).
- Sopialena S, Suyadi S, Sofian S, Tantiani D., dan Fauzi AN. (2020). Efektifitas Cendawan Endofit sebagai Pengendali Penyakit Blas pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *Agrifor* 19(2): 355.
- Sopialena, Arwita, N., Suyadi (2024). Uji Antagonis *Trichoderma* sp dan *Gliocladium* sp terhadap Jamur Patogen Penyebab Penyakit pada Tanaman Tomat. *J. Agroekoteknologi Tropika*, 7(1): 78 - 84
- Suanda, I.W. (2016). Karaktrerisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme Terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, ISBN 978- 602-6428-00-4.

- Suryani, Y. dan Cahyanto, T. (2022). Pengantar Jamur Makroskopis. Gunung Djati Publishing. Suryani Y, Taupiqurrahman O, Kulsum Y. 2020. Mikologi. Padang (ID): PT Freeline Cipta Granesia.
- Suryaminarsih, P. dan Mujoko, T. (2020). Competition of biological agents of *Streptomyces* sp, *Gliocladium* sp, and *Trichoderma harzianum* to *Fusarium oxysporum* in Tomato Rhizosphere. *Jurnal Cropsaver*, 3(1): 17-21.
- Suryaminarsih, P., Kusningrum, matuzaroh, N. dan Surtiningsih, T. (2015). Antagonistic Compatibility of *Streptomyces griseorubens*, *Gliocladium virens*, and *Trichoderma harzianum* Against *Fusarium oxysporum* Cause of Tomato Wilt Diseases. *International Journal of Plant & Soil Science*, 5(2): 82-89.
- Wati M. (2018). Uji Potensi Penggunaan Jamur *Trichoderma harzianum* Rifai dan *Gliocladium virens* Arx untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Daun pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 1(1), 61-66.
- Yastanto, A.J. (2020). Karakteristik Pertumbuhan Jamur pada Media PDA dengan Metode *Pour Plate*. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 2(2): 33-35.
- Zamrodah, Y. (2015). Agen Hayati : Komoditas Agribisnis di Era Global. *Fakultas Pertanian Unisba*, 16 (2).
- Tasik, S. , W. S. M. H. (2015). Mekanisme Parasitisme *Trichoderma harzianum* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Pada Semai *Acica Magnium*. *Jurnal HPT Tropika*, 15 (1); 72-80.