

JPB 10 (1) (2023)

Jurnal Pembelajaran Biologi: Kajian Biologi dan Pembelajarannya

<https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/fpb>



Mekanisme Antagonis *Trichoderma reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. Secara In Vitro dan Sumbangannya Pada Pembelajaran Biologi di SMA

Triana Septiyani^{1*}, Khoiron Nazip², Endang Dayat³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Article History:

Received:
29.04.2023
Accepted:
12.05.2023
Published:
31.05.2023

Abstract: Research has been conducted on the antagonistic nature of *Trichoderma reesei* of *Trichoderma reesei* to *Colletotrichum* sp. in vitro to determine the mechanism of *T. reesei* in inhibiting the growth of *Colletotrichum* sp. This research method is an experiment with descriptive analysis consisting of 3 treatments and 5 repeats. The parameters observed were colony color change and hyphal spread, hyphal shape, hyphal interaction, antagonistic mechanism, and percentage of growth inhibition. The results showed that changes in colony color and spread of hyphae *T. reesei* and *Colletotrichum* sp. has a very obvious difference. *T. reesei* has small spherical hyphae, while *Colletotrichum* sp. produces conidia shaped like crescents. The interaction in treatments 1 and 2 showed the growth of *Colletotrichum* sp. inhibited because the conidia *T. reesei* spread growing on the mycelium of *Colletotrichum* sp. Meanwhile, treatment 3 showed the entanglement of *T. reesei* hyphae to *Colletotrichum* sp. which causes lysis. The antagonistic mechanisms seen from the observations are mycoparasites, competition, antibiosis, and chitinase enzyme activity. The percentage of inhibition shows that *T. reesei* fungus has maximum inhibitory power against *Colletotrichum* sp. due to the inhibitory power of *T. reesei* more than 50%. The results of the study can be used as an alternative example LKS and RPP of learning Biology in high school grade X KD 3.7. Apply classification principles to classify fungi based on their characteristics and ways of reproduction through careful and systematic observation, and relate their role in life and the environment.

Keywords:

Antagonistic,
Colletotrichum sp.,
Trichoderma reesei

Corresponding Author:

Author Name: Triana Septiyani
Email: ninanalotri@gmail.com
ISSN: 2355-7192
E-ISSN: 2613-9936

PENDAHULUAN

Colletotrichum sp. adalah cendawan patogen penyebab penyakit antraknosa. Cendawan patogen ini merupakan ancaman yang cukup penting pada berbagai jenis tanaman hortikultural karena dapat menginfeksi semua tahap perkembangan tanaman, baik saat buah masih di pertanaman maupun pada saat buah dipanen atau selama penanganan pasca panen. Tahapan yang paling banyak diinfeksi oleh *Colletotrichum* sp. dan diperlukan perhatian khusus adalah tahap pascapanen pada berbagai macam buah (Oktarina dkk., 2017).

Saat ini upaya pengendalian utama terhadap *Colletotrichum* sp. masih mengandalkan penggunaan fungisida sintetik. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya pengendalian dengan menggunakan senyawa sintetik bukanlah solusi yang tepat, karena dapat memicu timbulnya patogen yang resisten terhadap fungisida sintetik itu sendiri. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak tersebut perlu dicari alternatif pengendalian lain, salah satunya dengan memanfaatkan mikroorganisme yang bersifat antagonis sebagai agen pengendali (Lestari dkk., 2021). Antagonis adalah penghambatan pertumbuhan suatu organisme oleh organisme lainnya dengan menciptakan keadaan lingkungan yang tidak cocok.

Beberapa cendawan mempunyai potensi sebagai agen pengendali hayati salah satunya adalah *Trichoderma* spp. Suanda (2016), mekanisme pengendalian *Trichoderma* spp. yang bersifat spesifik target, mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil produksi tanaman, menjadi keunggulan lain sebagai agen pengendali hayati. Pengaplikasian agen ini, dapat dilakukan melalui tanah secara langsung, melalui perlakuan benih maupun melalui kompos. Mekanisme antagonis yang

dilakukan berupa persaingan hidup, parasitisme, antibiosis, dan lisis (Jumadi dkk.2021). *Trichoderma* merupakan salah satu agen pengendalian hayati yang sering digunakan, baik pada tingkat petani maupun pada tingkat perkebunan besar, dan sekarang banyak merek dagang biopestisida atau mikroba pestisida dengan bahan dasar *Trichoderma* (Semangun, 2020). Menurut Ahmad dan Baker dikutip Lestari dkk. (2018) tingkat kolonisasi dari *Trichoderma* sangat bergantung pada tingkat keasaman media dan temperatur.

Menurut hasil penelitian Muhibbudin dkk. (2021), *Trichoderma* spp. memiliki efektivitas antagonis yang baik dalam menekan pertumbuhan 79% terhadap *Fusarium oxysporum*, 69% terhadap *Sclerotium rolfsii*, 61% terhadap *Alternaria solani*, dan 59% terhadap *Rhizoctonia solani* dan memperlihatkan bahwa *Trichoderma* spp. mampu memanfaatkan nutrisi, ruang dan tempat hidup dalam berkompetisi. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. dapat dijadikan sebagai agen pengendali hayati. Beberapa cendawan *Trichoderma* spp. yang telah dikenal sebagai agen pengendali hayati di antaranya adalah *T. harzianum*, *T. viridae*, dan *T. koningii* (Permatasari, 2019). Pada penelitian ini digunakan *Trichoderma reesei* yang banyak digunakan dalam proses industri. *T. reesei* menghasilkan enzim kitinase yang mampu menghidrolisis ikatan Beta-1,4 pada kitin dan oligomer kitin (Jumadi dkk., 2021).

Kitin merupakan komponen penting dari dinding sel beberapa fungi patogen. Produksi kitinase oleh cendawan antagonis antara lain berfungsi untuk merusak kitin dinding sel fungi patogen (Corneliyawati dkk., 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa *T. reesei* memiliki potensi dalam menekan cendawan patogen *Colletotrichum* sp. Berdasarkan uraian tersebut perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme antagonis *T. reesei* dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.

Informasi mengenai potensi *T. reesei* dapat dijadikan sebagai contoh pembelajaran Biologi kelas X SMA. Kompetensi Dasar 3.7. menuntut siswa untuk mampu “menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan jamur berdasarkan ciri-ciri dan cara reproduksinya melalui pengamatan secara teliti dan sistematis, serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan dan lingkungan”. Guru memerlukan contoh yang dekat dengan keseharian siswa, tetapi guru kesulitan memberikan contoh baru mengenai peran jamur dalam ekosistem. *T. reesei* yang telah lama dikenal sebagai agen pengendali hayati diharapkan dapat menjadi contoh untuk mendeskripsikan peran jamur dalam kehidupan, sehingga siswa lebih memahami materi pembelajaran dan mampu mencapai KD yang telah ditetapkan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–Juni 2013 di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya Indralaya. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: autoklaf, batang pengaduk, bunsen, cawan petri, gelas kimia, gelas ukur, *laminar air flow*, jarum ose, jangka sorong, *cork borer*, mikroskop, kamera *digital*, oven, preparat, gelas objek, pipet tetes, *hot plate*, pipet tetes, pipet ukur, rak tabung reaksi, tabung reaksi, timbangan dan bunsen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Aquades steril, biakan *Trichoderma reesei*, biakan *Colletotrichum* sp., alkohol 70%, *potato dextrose agar*, kapas, dan spiritus.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang terdiri dari tiga perlakuan dan sembilan ulangan, yaitu:

T1 = Perlakuan dengan *T.reesei* dan *Colletotrichum* sp. secara bersamaan

T2 = Perlakuan dengan *T.reesei* terlebih dahulu dan *Colletotrichum* sp. setelah 2 hari setelah inokulasi (hsi)

T3 = Perlakuan dengan *Colletotrichum* sp. terlebih dahulu dan *T. reesei* setelah 2 hari setelah inokulasi (hsi)

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan pengamatan morfologi cendawan antagonis *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. secara makroskopis dan mikroskopis pada biakan tunggal. Adapun prosedur kerja pada penelitian ini yaitu:

Tahap persiapan

Media *Potato Dextrosa Agar* (PDA) disiapkan sebanyak 15,6 gr dan dididihkan selama 15 - 45 menit dalam aquades sebanyak 400 ml. Selanjutnya larutan media dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dibungkus dengan kertas, setelah itu disterilisasi dengan autoklaf selama 30 menit dengan tekanan 15 psi pada suhu 121 C°.

Perbanyakan inokulum

Dalam keadaan aseptik, media PDA dituangkan ke dalam cawan petri steril masing- masing ± 10 ml PDA dan di biarkan memadat. Kemudian pada masing – masing cawan dimasukkan 1 cetakan *T. reesei* menggunakan *cork borer* dengan bantuan jarum ose steril. Hal yang sama juga dilakukan untuk *Colletotrichum* sp. Inkubasi dilakukan dalam inkubator pada 28°C selama 7 hari.

Pengujian Antagonis

Uji antagonis dilakukan dengan biakan ganda secara aseptik, pada cawan petri berdiameter 90 mm untuk masing-masing perlakuan dibuat garis tengah dan diberi dua titik dengan jarak 30 mm dari tepi cawan. Titik pertama untuk meletakkan cakram biakan *T. reesei* dan titik kedua untuk meletakkan cakram biakan *Colletotrichum* sp. inokulum yang digunakan berumur 7 hari.

Kemampuan Antagonis

Kemampuan penghambatan antagonis *T. reesei* terhadap jamur *Colletotrichum* sp. diamati selama 18 hari setelah inokulasi (hsi) dengan menggunakan rumus menurut Skidmore (1976) dikutip Ali dan Samosir (2021) :

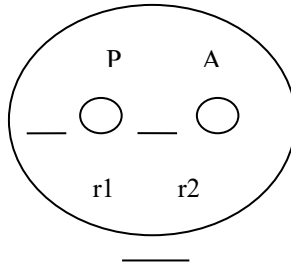
$$P = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = Persentase penghambatan

r1 = Jari-jari koloni patogen yang tumbuh berlawanan dengan pusat koloni antagonis

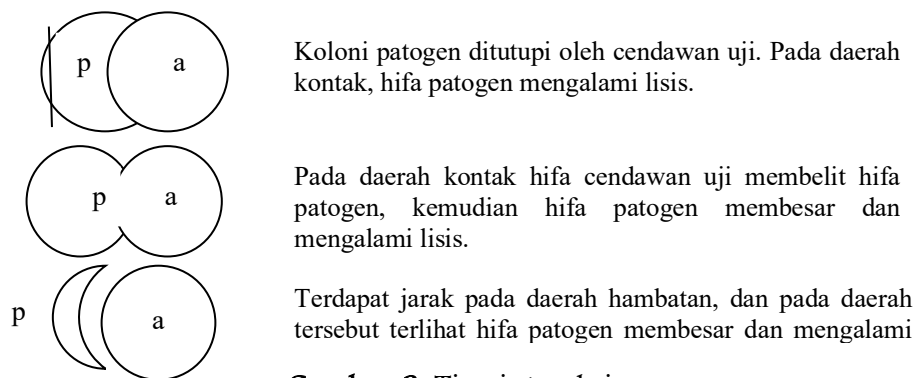
r2 = Jari-jari koloni patogen yang tumbuh menuju pusat koloni antagonis



Gambar 1. Skema penempatan cendawan patogen dengan cendawan antagonis uji dengan metode kultur ganda. P = potongan koloni cendawan patogen, A = potongan koloni cendawan antagonis uji, R1 = jari-jari kolon patogen yang menjauhi koloni cendawan antagonis uji, R2 = jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni cendawan antagonis uji.

Pengamatan Tipe Interaksi

Pengamatan tipe interaksi dan mekanisme antagonis dilakukan secara visual pada biakan ganda berumur 3 hsi dan preparat daerah kontak cendawan patogen dan agen hayati. Tipe interaksi diklasifikasikan menurut Porter (1942) dikutip Armila, dkk. 2019), yaitu :



Koloni patogen ditutupi oleh cendawan uji. Pada daerah kontak, hifa patogen mengalami lisis.

Pada daerah kontak hifa cendawan uji membelit hifa patogen, kemudian hifa patogen membesar dan mengalami lisis.

Terdapat jarak pada daerah hambatan, dan pada daerah tersebut terlihat hifa patogen membesar dan mengalami

Gambar 2. Tipe interaksi

Keterangan : a = cendawan antagonis
p = cendawan patogen

Pengujian Interaksi Hifa

Pengujian interaksi hifa dilakukan secara aseptik dengan menumbuhkan inokulum *Colletotrichum* sp. dan *T. reesei* secara bersamaan di atas preparat yang diberi media PDA dengan jarak antara inokulum kurang lebih 0,5 cm. Selanjutnya preparat-preparat tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah dialasi dengan tissue steril dan diinkubasi pada suhu ruangan. Interaksi hifa diamati

menggunakan mikroskop binokuler dan difoto secara mikroskopis. Pengujian dilakukan untuk mempelajari mekanisme interaksi hifa antara *Colletotrichum* sp. dan *T. reesei* yang diujikan.

Pada tahap ini, sesuai dengan tujuan dari KD 3.6 dapat dijadikan sebagai contoh apersepsi guru saat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Think Pair share* (TPS) dimana guru mendeskripsikan ciri – ciri morfologi dari *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. dan siswa diminta berdiskusi sehingga siswa mampu mengklasifikasinya.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif berdasarkan beberapa parameter sifat-sifat antagonis *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. yang diamati dalam penelitian ini, yaitu:

1. Pengamatan makroskopis, yang diamati adalah perubahan warna koloni dan penyebaran hifa
2. Pengamatan mikroskopis, bentuk hifa dan interaksi hifa.
3. Mekanisme antagonis yang terjadi antara *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp.
4. Persentase penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum* sp.

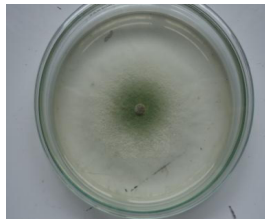
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

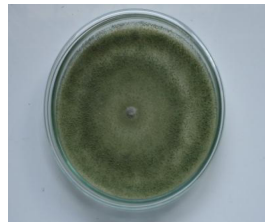
Morfologi Cendawan Agen Hayati dan Patogen

Trichoderma reesei

Hasil pengamatan koloni *T. reesei* pada media biakan tunggal menunjukkan bahwa *T. reesei* tumbuh cepat pada suhu 28-32°C dengan suhu optimum 25 - 30°C. Koloni *T. reesei* pada biakan tunggal umur 2 hsi awalnya terlihat berwarna putih, tipis seperti kapas (Gambar 3). Selanjutnya miselium akan berubah menjadi kehijau-hijauan lalu terlihat sebagian besar berwarna hijau ada ditengah koloni dikelilingi miselium yang masih berwarna putih dan pada umur 4 hari (hari setelah inokulasi) seluruh medium telah berwarna hijau tua (Gambar 4).

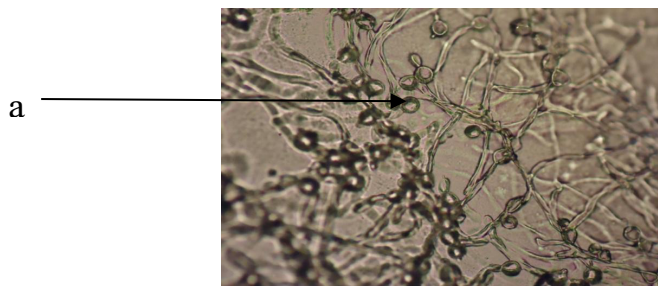


Gambar 3. Biakan *Trichoderma reesei* pada media PDA umur 2 hsi (Perb. 0,33 X)



Gambar 4. Biakan *Trichoderma reesei* pada media PDA umur 4 hsi (Perb. 0,33 X)

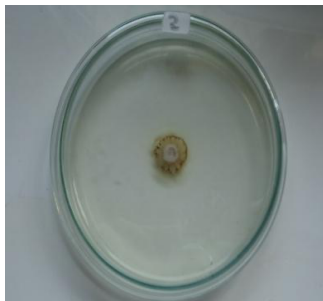
Miselium *T. reesei* terdiri dari hifa-hifa yang hialin (terang), berdinding mulus dan bercabang banyak (Gambar 5). Percabangan konidiofor dan konidia terbentuk secara bergerombol pada permukaan sel konidiofor, kecil, berbentuk bola, tersusun seperti buah anggur, dan menyebar ke segala arah.



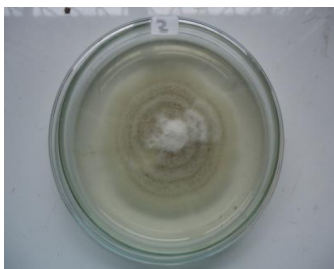
Gambar 5. Preparat *Trichoderma reesei* (perbesaran 100x).
Keterangan: a. Konidia

***Colletotrichum* sp.**

Hasil pengamatan koloni *Colletotrichum* sp. pada media biakan tunggal menunjukkan *Colletotrichum* sp. tumbuh pada suhu 28-32° C. Cendawan *Colletotrichum* sp. mempunyai miselium berwarna putih, tampak seperti kapas kemudian lama- kelamaan terdapat bintik-bintik hitam pada bagian tengah.



Gambar 6. Biakan *Colletotrichum* sp. pada media PDA umur 2 hari (Perb. 2,25 X)



Gambar 7. Biakan *Colletotrichum* sp. pada media PDA umur 8 hari (Perb. 2,1 X)

Pertumbuhan miselium *Colletotrichum* sp. mengumpul kemudian tumbuh melebar dengan laju pertumbuhan yang lambat (Gambar 6 dan 7). Menurut Oktarina (2017), Cendawan *Colletotrichum* sp. menimbulkan serangan berat pada kondisi kelembaban dan suhu yang tinggi. Cendawan patogen ini dapat tumbuhan pada suhu rendah 4 °C, tetapi optimum pada suhu 25–29 °C.



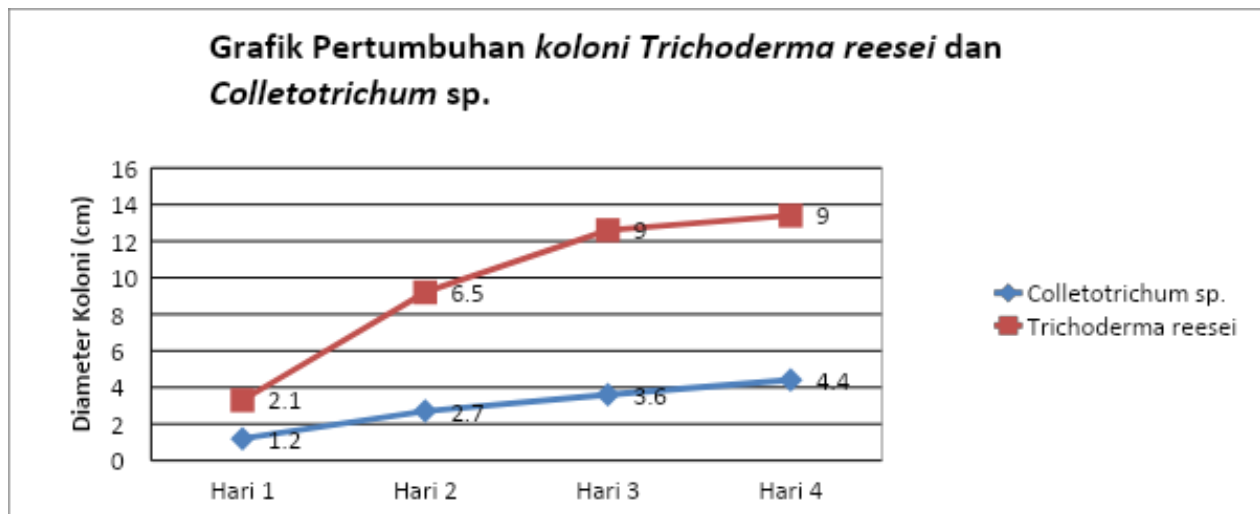
Gambar 8. Preparat *Colletotrichum* sp. (perbesaran 100x). Keterangan : a. Inti sel b. Septa

Colletotrichum sp. memiliki hifa bersepta, bersel satu (Gambar 8). Dan menghasilkan konidia yang transparan berbentuk lunata seperti bulan sabit, memanjang dengan ujung runcing (Gambar 9).



Gambar 9. Konidia *Colletotrichum* sp. (perbesaran 100x)

Pertumbuhan Koloni *Trichoderma reesei* dan *Colletotrichum* Sp.



Gambar 10. Rerata laju pertumbuhan koloni *Trichoderma reesei* dan *Colletotrichum* sp. dalam biakan kultur tunggal

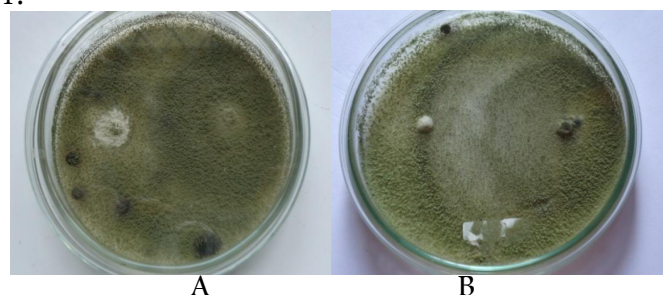
Perbandingan pertumbuhan antara *T. reesei* dengan *Colletotrichum* sp. cendawan *T. reesei* memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat, karena berdasarkan hasil pengamatan *T. reesei* hanya membutuhkan waktu 3 hari untuk memenuhi cawan petri ber diameter 9 cm (Gambar 10). Fase pertumbuhan *T. reesei* yang cepat ini disebut fase logaritmik atau fase eksponensial, karena sifat inilah genus *Trichoderma* dikatakan memiliki daya kompetitif yang tinggi. Sedangkan, laju pertumbuhan *Colletotrichum* sp. sangat lambat. Hasil pengamatan menunjukkan biakan *Colletotrichum* sp. membutuhkan waktu yang lama untuk memenuhi cawan petri yaitu sekitar 10 hari, hal ini disebabkan karena pola pertumbuhannya yang mengumpul.

Dari karakter kecepatan pertumbuhan yang tinggi pada *Trichoderma reesei* merupakan salah satu faktor penting yang menentukan potensi sebagai agen hayati. Semangun (2020), menjelaskan bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis dalam mengendalikan patogen adalah memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi, sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan dan penguasaan yang pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan cendawan patogen.

Kemampuan Antagonis *Trichoderma reesei* terhadap *Colletotrichum* sp.

a. Mekanisme Antagonis

Mekanisme antagonis *Trichoderma reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. dapat diketahui dari pengamatan pada kultur ganda untuk parameter luas koloni dan luas daerah hambatan (zona bening) seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Koloni *Trichoderma reesei* yang menutupi koloni *Colletotrichum* sp. Keterangan : a. Biakan kultur ganda perlakuan 1 umur 15 hsi (Perb. 2,6 X) ; b. Biakan kultur ganda perlakuan 2 umur 11 hsi (Perb. 2.8 X)

Mekanisme antagonis yang terjadi adalah parasitisme dan kompetisi. Pertumbuhan miselium *T. reesei* menutupi seluruh permukaan medium termasuk koloni *Colletotrichum* sp (Gambar 11). Perbedaan luas koloni cendawan pada kultur ganda mengindikasikan adanya mekanisme kompetisi terhadap ruang dan makanan. Besar kecilnya luas koloni *T. reesei* menunjukkan kemampuannya untuk berkompetisi dengan patogen, semakin luas pertambahan koloni *T. reesei* berarti semakin besar kemampuannya untuk berkompetisi dengan cendawan patogen *Colletotrichum* sp.

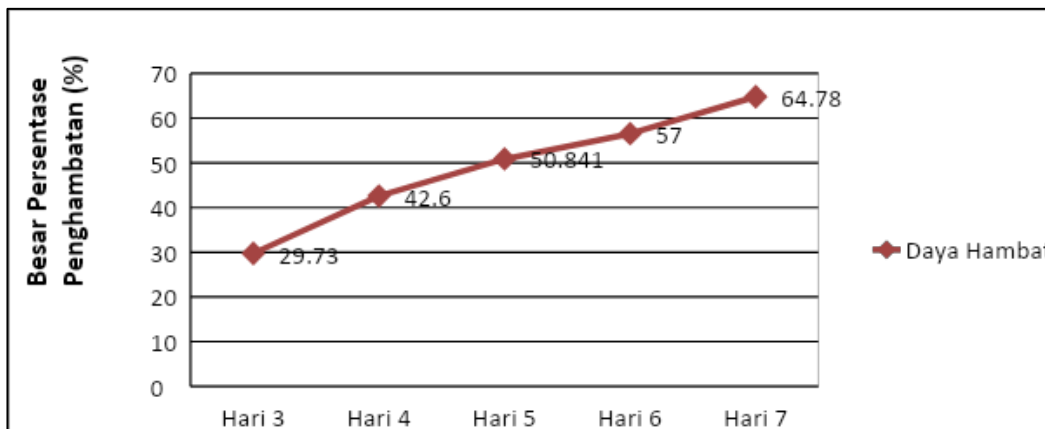


Gambar 12. Biakan kultur ganda perlakuan 3 umur 15 his (Perb. 2,4 X)

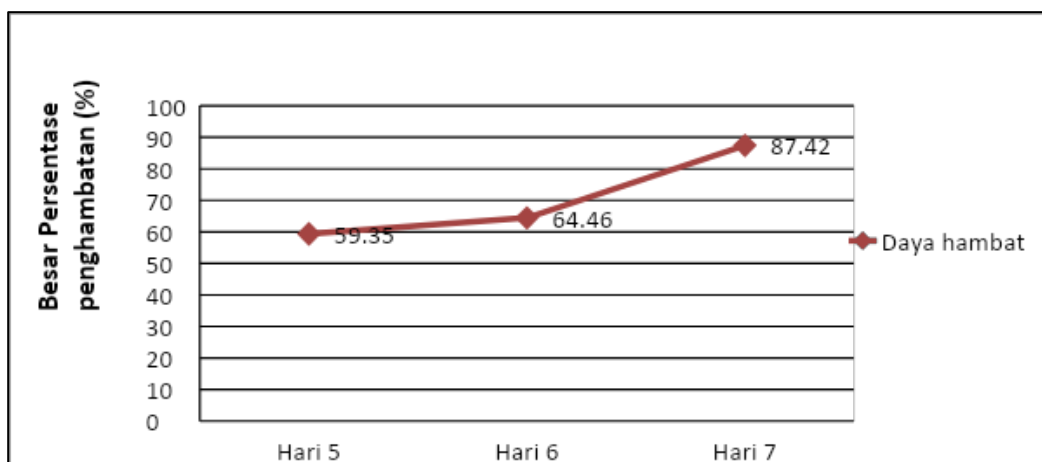
Pertumbuhan *T. reesei* yang sangat cepat memenuhi cawan petri membuat *Colletotrichum* sp. semakin terdesak karena kehabisan ruang tumbuh (Gambar 12). Akibatnya jari-jari pertumbuhan biakan *Colletotrichum* sp. yang mendekati biakan *T. reesei* lebih kecil dari pada yang menjauhi. *T. reesei*. Karena ruang dalam medium sudah benar-benar habis, menyebabkan *Colletotrichum* sp. tumbuh dengan arah tumbuh ke atas. Pengamatan pada perlakuan 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa spora *Trichoderma* sp telah menyerang *Colletotrichum* sp. dengan adanya kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur yang saling berinteraksi dan menyebabkan pertumbuhan salah satu jamur terdesak di sepanjang tepi koloninya, sehingga pertumbuhannya akan ke atas tidak menyamping.

Persentase Hambatan

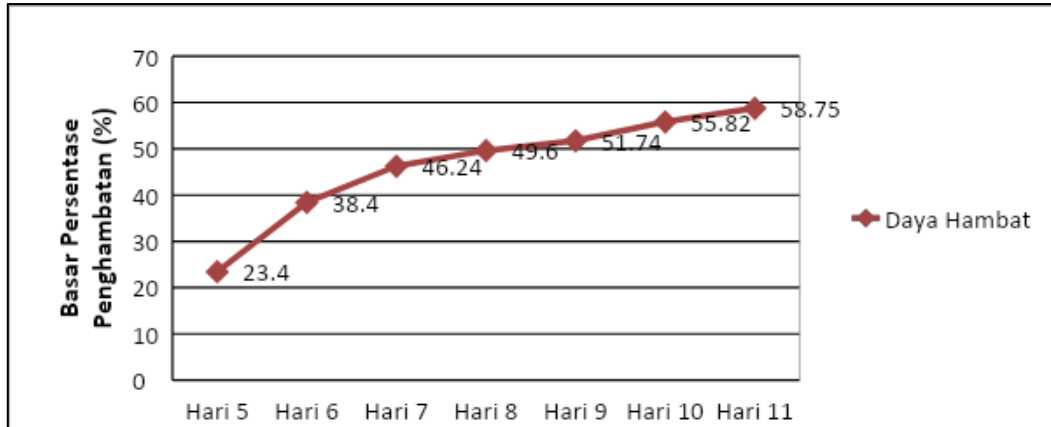
Kemampuan *T. reesei* menghambat pertumbuhan dan perkembangan *Colletotrichum* sp. pada media biakan kultur ganda pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang sama, yakni lebih dari 50 %. Hal ini menunjukkan *T. reesei* sangat besar berpotensi menjadi agen hayati.



Gambar 13. Rerata daya hambat Cendawan *T. reesei* terhadap *Colletotricum* sp. pada perlakuan 1



Gambar 14. Rerata daya hambat Cendawan *T. reesei* terhadap *Colletotricum* sp. pada perlakuan 2



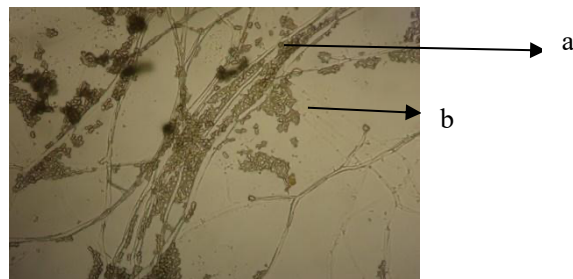
Gambar 15. Rerata daya hambat Cendawan *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. pada perlakuan 3

Setiap hari zona penghambatan *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. terjadi peningkatan (Gambar 13). Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan 1 saat kedua cendawan ditanam secara bersamaan, *T. reesei* memiliki daya kompetitif yang tinggi untuk bersaing dengan cendawan patogen *Colletotrichum* sp. Penghambatan *T. reesei* terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp pada perlakuan 2, yakni saat *T. reesei* ditanam terlebih dahulu dan *Colletotrichum* sp. 2 hsi menunjukkan persentase rerata penghambatan yang sangat tinggi (Gambar 14). Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan *T. reesei* sangat cepat dan mendominasi ketersediaan nutrisi pada media tumbuh membuat cendawan patogen *Colletotrichum* sp. menjadi terdesak karena telah kehabisan ruang tumbuh.

Penghambatan *T. reesei* terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp pada perlakuan 3, yakni saat *Colletotrichum* sp. ditanam terlebih dahulu dan *T. reesei* 2 hsi. Laju pertumbuhan cendawan *T. reesei* lebih tinggi dalam media biakan ganda dari pada *Colletotrichum* sp (Gambar 15). Berdasarkan pengamatan dapat disimpulkan bahwa cendawan *T. reesei* memiliki daya hambat maksimal karena pada saat *Colletotrichum* sp. ditanam terlebih dahulu dan telah menguasai medium *T. reesei* masih dapat berkompetisi dalam memperebutkan makanan dan ruang hidup.

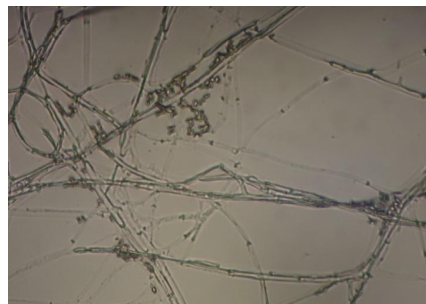
Interaksi Hifa

Pengamatan secara mikroskopis pada kultur ganda umur 4 hsi terlihat antara agen hayati *T. reesei* dan cendawan patogen *Colletotrichum* sp. menunjukkan sifat antagonis, dimana agen hayati *T. reesei* mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Colletotrichum* sp.



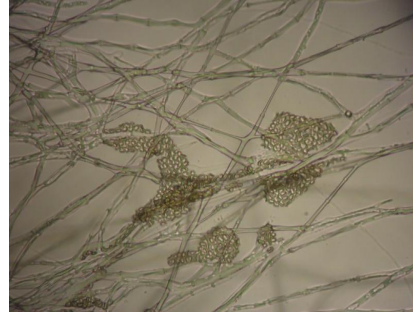
Gambar 16. Preparat kultur ganda daerah kontak *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. perlakuan 1 (perbesaran 100x).

Ket : a. Pautan atau lilitan b. Lisis



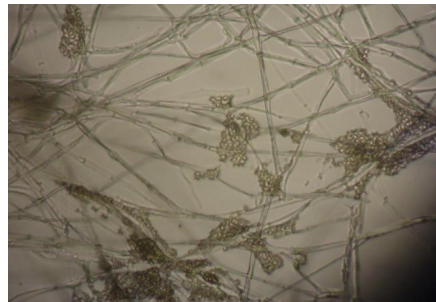
Gambar 17. Preparat kultur ganda daerah kontak *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. perlakuan 1 (perbesaran 100x)

Pengamatan secara mikroskopis terhadap *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. dalam media kultur ganda pada perlakuan 1 memperlihatkan adanya interaksi antagonis dari *T. reesei* umur 4 hsi, yaitu peristiwa pembelitan hifa *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. (Gambar 16). yang menyebabkan terjadinya lisis yang lama kelamaan membuat hifa *Colletotrichum* sp. mati (Gambar 17).



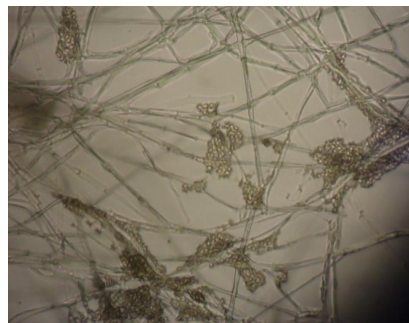
Gambar 18. Preparat kultur ganda *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. perlakuan 2 (perbesaran 100x)

Hasil pengamatan secara mikroskopis pada perlakuan 2 terlihat dari pertumbuhan *Colletotrichum* sp. sangat terhambat, karena konidia *T. reesei* menyebar tumbuh pada miselium *Colletotrichum* sp. (Gambar 18). terjadi kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur ini.



Gambar 19. Preparat kultur ganda *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. perlakuan 2 (perbesaran 100x)

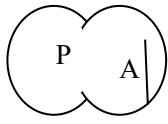
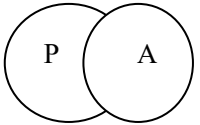
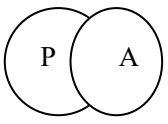
Hasil pengamatan secara mikroskopis pada perlakuan 2 terlihat dari pertumbuhan *Colletotrichum* sp. sangat terhambat, karena konidia *T. reesei* menyebar tumbuh pada miselium *Colletotrichum* sp. (Gambar 19). terjadi kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur ini.



Gambar 20. Preparat kultur ganda *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. perlakuan 2 (perbesaran 100x)

Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan 3, yakni terjadi kompetisi dalam perebutan tempat hidup. Konidia cendawan antagonis menyerang miselium cendawan patogen yang membuat pertumbuhannya terhambat pada Gambar 20.

Tabel 1. Tipe interaksi antara koloni cendawan *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. pada media kultur ganda

Perlakuan	Tipe Interaksi Hifa	Pengamatan Mikroskopis
1		Pada daerah kontak hifa cendawan uji membelit hifa patogen, kemudian hifa patogen mengalami lisis.
2		Koloni patogen ditutupi oleh cendawan uji. Pada daerah kontak hifa mengalami lisis.
3		Koloni patogen ditutupi oleh cendawan uji. Pada daerah kontak hifa mengalami lisis

Muhibbudin (2021) menyatakan bahwa *Trichoderma* bertindak sebagai mikoparasit bagi jamur lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen dan menghasilkan enzim dari dinding miselia atau disebut dengan senyawa antibiosis yang dapat menghambat bahkan membunuh patogen.

Dari hasil pengamatan dengan metode kultur tunggal diketahui bahwa *T. reesei* pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan *Colletotrichum* sp. karena *T. reesei* hanya memerlukan waktu 3 hari untuk memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm. Hal ini dipengaruhi oleh penyebaran *T. reesei* yang menyebar ke segala arah. Sedangkan, *Colletotrichum* sp. memerlukan waktu 10 hari untuk memenuhi cawan petri ber diameter 9 cm, karena penyebaran *Colletotrichum* sp. yang mengumpul. Dari karakter kecepatan pertumbuhan yang tinggi pada *T. reesei* merupakan salah satu faktor penting yang menentukan potensi sebagai agen pengendali hayati. Semangun (2020), menjelaskan bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis yang dapat mengendalikan patogen adalah memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi, sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan dan penguasaan ruang yang pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan cendawan patogen.

Mekanisme antagonis yang terlihat dari pengamatan secara makroskopis dengan metode kultur ganda adalah kompetisi, hal ini ditunjukkan oleh cendawan antagonis *T. reesei* yang tumbuh dengan cepat dan luas koloni *T. reesei* yang lebih besar dibandingkan cendawan patogen *Colletotrichum* sp. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Farida (1992) dikutip Oktarina (2017) bahwa mekanisme pengendalian hayati antagonis salah satu nya adalah mekanisme kompetisi yang menunjukkan penekanan pertumbuhan cendawan patogen, dalam hal ini cendawan antagonis lebih kompetitif dalam memanfaatkan ruang tumbuh, nutrisi dan oksigen. Hal tersebut dapat dilihat pada perlakuan 1 dan 2, pada hari ke 3 dan ke 5 koloni *T. reesei* yang telah menutupi koloni cendawan patogen *Colletotrichum* sp.

Pengamatan secara makroskopis dengan metode kultur ganda pada perlakuan 3, menunjukkan adanya mekanisme antibiosis karena terdapat zona bening antara koloni *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. Menurut Harman *et al.* (2004) *Trichoderma* menghasilkan antibiotik seperti alametisin, paraselsin, trikotoksin yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim kitinase dan laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel.

Kemampuan penghambatan *T. reesei* terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp. menunjukkan hasil yang memuaskan karena cendawan antagonis *T. reesei* mempunyai potensi dalam menekan pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Berdasarkan pengamatan menunjukkan cendawan *T. reesei* memiliki daya hambat maksimal terhadap *Colletotrichum* sp. karena daya hambat *T. reesei* lebih dari 50 %. Persentase hambatan yang sangat tinggi pada *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp, menunjukkan bahwa *T. reesei* dapat dijadikan sebagai agen hayati dalam pengendalian *Colletotrichum* sp. Semangun (2020), menjelaskan bahwa *Trichoderma* mempunyai sifat penting sebagai pengendali hayati yaitu dapat tumbuh cepat di berbagai substrat dan mempunyai kemampuan kompetisi yang baik dalam hal mendapatkan makanan dan ruang tumbuh.

Hasil pengamatan preparat daerah kontak *T. reesei* terhadap *Colletotrichum* sp. terlihat peristiwa pembelitan hifa *Colletotrichum* sp. oleh hifa *T. reesei*. Selanjutnya hifa *Colletotrichum* sp. mengalami lisis dan terputus-putus karena terlilit oleh hifa *T. reesei* dan antibiotik yang dihasilkan *Trichoderma reesei*. Hal ini menunjukkan *T. reesei* memiliki sifat mikoparasit yakni, memarasitkan miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel cendawan lain. Pengamatan secara mikroskopis pada metode kultur ganda juga terlihat terjadi kompetisi ruang dan makanan pada kedua jamur ini.

Pengamatan tipe interaksi dari kultur ganda umur 4 hsi terlihat antara agen hayati *T. reesei* dan

Colletotrichum sp. menunjukkan adanya sifat antagonis, yaitu terdapat jarak pada daerah hambatan dan agen hayati mampu menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Dimana *Colletotrichum* sp. ditutupi oleh *T. reesei* pada daerah kontak kemudian hifa *Colletotrichum* sp. mengalami lisis dan mati.

RPP dan LKS tentang pertumbuhan dan perkembangan *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. yang berkaitan dengan KD 3.7. Mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur serta peranannya bagi kehidupan. Metode pembelajaran yang digunakan adalah diskusi dengan model pembelajaran kooperatif tipe *Think pairs and share*. Materi manfaat dan peranan jamur bagi kehidupan pada tingkat SMA masih berupa konsep-konsep dasar dan contoh-contoh yang belum sampai pada penganalisisan. Model pembelajaran kooperatif tipe *Think pairs and share* bisa digunakan dalam kegiatan belajar mengajar (KBM) di SMA khususnya pada kelas X semester 1, yang baru akan mempelajari manfaat dan peranan jamur bagi kehidupan

Hasil penelitian disumbangkan dalam bentuk RPP dan LKS untuk mempermudah proses belajar dan mengajar. Dengan adanya LKS diharapkan apa yang akan disampaikan kepada siswa dapat diterima dengan jelas. LKS juga sebagai pelengkap materi manfaat dan peranan jamur bagi kehidupan yang dapat dijadikan contoh kontekstual (nyata) dalam mengembangkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran. Masyarakat umum juga dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai sumber informasi tentang peranan *Trichoderma reesei* sebagai agen hayati yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum* sp., sehingga dapat digunakan oleh masyarakat dalam menangani penyakit antraknosa pada berbagai jenis tanaman hortikultural.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Cendawan *T. reesei* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp.
2. Mekanisme antagonis *T. reesei* adalah kompetisi, parasitisme, dan antibiosis. *T. reesei* memiliki laju pertumbuhan yang cepat dibanding *Colletotrichum* sp. karena pola penyebarannya yang menyebar ke segala arah.
3. Tipe interaksi yang terjadi antara agen antagonis *T. reesei* dan *Colletotrichum* sp. bersifat antagonis dimana terdapat daerah hambatan berupa zona bening di sekeliling koloninya. Dan koloni *Colletotrichum* sp. di tutupi oleh *T. reesei* dan pada daerah kontak mengalami lisis dan mati
4. Dapat dijadikan sumber informasi tentang peranan *Trichoderma reesei* sebagai agen hayati yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum* sp. Yang berkaitan dengan KD 3.7. Mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur serta peranannya bagi kehidupan

PENGHARGAAN

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium selama penelitian ini berlangsung. Kepada para dosen dan teman – teman Program Studi Pendidikan Biologi Angkatan 2009 yang telah mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Ali, M dan Samosir, I. Y. 2021. Uji antagonis jamur endofit tanaman aren (*Arenga Pinnata* Merr.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Jurnal Agrikultura* 32(3):304-311.
- Armila, Z., Ambar, A.A., Ilmi, N., Hasani, Rahim, I. 2019. Potensi jamur *Trichoderma* sp dalam pengendalian *Phytophthora Palmivora* secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional. Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi* Vol. 2
- Corneliyawati, E., Massora, Khikmah, Arifin, A. S. 2018. Optimalisasi produksi enzim kitinase pada isolat jamur kitinolitik dari sampel tanah *Rizoster*. *Edubiotik* 3(1): 62-69.
- Harman, G. E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev.Microbiol.* 2: 43-56.
- Jumadi, O., Junda, M., Caronge, M. W., Syafrudin. 2021. *Trichoderma* dan Pemanfaatannya. Makassar : Universitas Negeri Makassar.
- Lestari, A., Azizah, E., Sulandjari, K., Yasin, S. 2018. Pertumbuhan miselia jamur merang (*Volvariella volvacea*) lokasi *pacing* dengan jenis dan konsentrasi media biakan murni secara in vitro. *Jurnal Agro* Vol. 5 No.2
- Lestari, S. A., Kulsum, U., Ramdan, E. P. 2021. Efikasi beberapa agen hayati terhadap penekanan pertumbuhan *Pyricularia grisea* secara *In Vitro*. *Agrosains* Vol 23 No.1
- Muhibbudin, A., Salsabila, S. Sektiono, A.W. 2021. Kemampuan antagonis *Trichoderma Harzianum* terhadap beberapa jamur patogen penyakit tanaman. *Agrosaintifika : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* Vol. 4 No. 1
- Oktarina, Tripama, B., Rohmah, W. N. 2017. Daya hambat biorasionalekstrak pada *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa cabai. *Agrotrop* Vol. 15 No.2
- Permatasari, Y.C. 2019. Efektivitas *Trichoderma* Spp. sebagai biofungisida dan penginduksi ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai. *Skripsi*. Bandar Lampung : Fakultas Pertanian Universitas Lampung
- Semangun, H. 2020. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Suanda, I. 2016. Karakterisasi morfologis *Trichoderma* Sp. isolat jb dan daya antagonisme terhadap patogen penyebab penyakit rebah kecambah (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.) pada tanaman tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Universitas Pendidikan Ganesha.