

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Isolasi dan Identifikasi Patogen

Isolasi patogen dilakukan dengan cara mengambil daun yang menunjukkan gejala serangan penyakit antraknosa. Daun anthurium yang terserang patogen menunjukkan gejala permukaan daun mengalami nekrosis dan klorotik. Jaringan daun yang terinfeksi berwarna kecoklatan dengan tepi berwarna kuning. Gejala tersebut berada di tepi daun dan jika dibiarkan akan menyebar ke seluruh permukaan daun anthurium sehingga daun akan mati dan rontok. Menurut Agrios (2005) pada tanaman yang terserang, infeksi muncul pertama kali pada pinggir daun dengan gejala klorosis dan nekrotik. Daun yang terinfeksi menimbulkan luka berwarna coklat kemerahan hingga jaringan tersebut mati dan daun rontok.



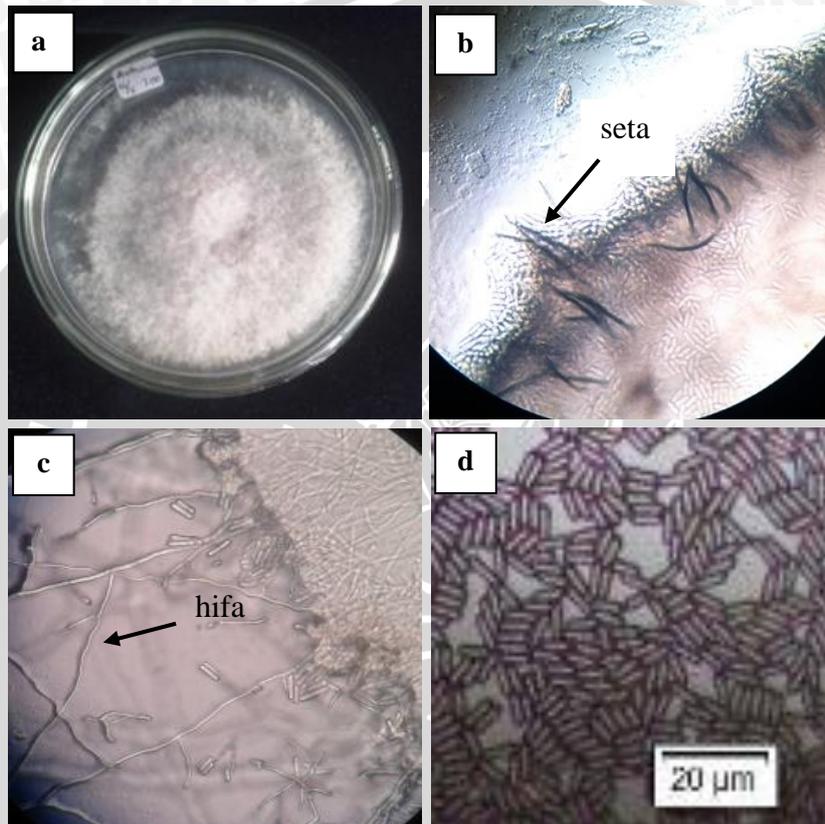
Gambar 10. Gejala tanaman terserang *Colletotrichum* sp.

Keterangan: a) Kenampakan seluruh bagian daun, b) gejala pada tepi daun

Daun yang menunjukkan gejala antraknosa tersebut kemudian diisolasi dan diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Dari hasil pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih dan terdapat bulu halus yang merupakan miselium udara. Pada koloni tua muncul bercak hitam atau keabuan dan bagian bawah koloni berwarna keabuan. Pengamatan secara mikroskopis, seta berwarna hitam lurus atau membengkok, hifa hialin dan tidak bersekat, apesorium tunggal berbentuk gada, konidia hialin berbentuk lonjong dan tidak bersekat dengan ukuran 4.1-8.3 μm .

Kenampakan makroskopis patogen *Colletotrichum* sp. menurut hasil penelitian Ningsih *et al.* (2012) menjelaskan bahwa koloni jamur *Colletotrichum*

sp. berbentuk bulat telur dengan tepi tidak rata, permukaan koloni berwarna putih dan berbentuk seperti kapas tebal, dan warna merah kekuningan atau keabuan di bawah koloni. Sedangkan menurut Damm *et al.* (2009) koloni jamur berwarna dan tipis, pada bagian bawah koloni berwarna abu-abu atau kekuningan dengan pola konsentris.



Gambar 11. Kenampakan *Colletotrichum* sp.

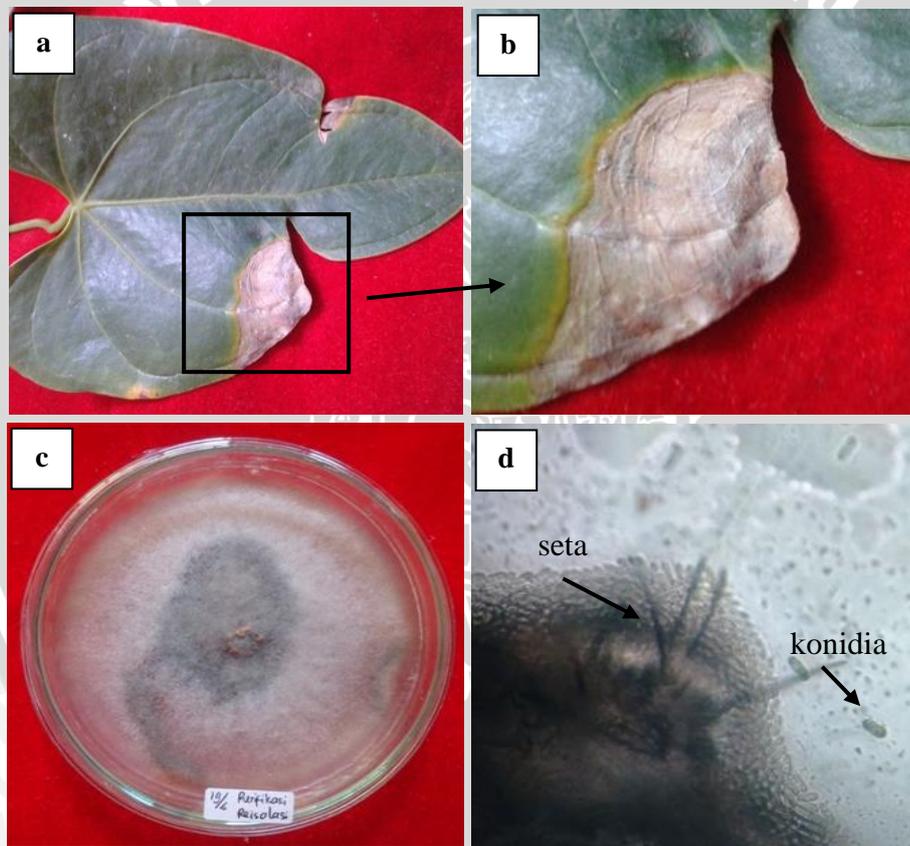
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 9 hsi, b) dan c) mikroskopis (perbesaran 100x), d) konidium (perbesaran 400x)

Secara mikroskopis Damm *et al.* (2009) menyatakan bahwa *Colletotrichum* sp. memiliki hifa hialin, bersekat, bercabang, dengan diameter 1-7 μm . Konidia berwarna hialin, tidak bersekat, bagian ujung membulat hingga tajam, berukuran 18-24 x 3-5,5 μm . Apresorium tunggal elips hingga berbentuk seperti gada, berwarna coklat, tidak bersekat, berukuran 2,5-18,5 x 2-8,5 μm . Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Colletotrichum* sp. memiliki ciri mikroskopis acervulus berbentuk piringan atau bantalan yang tersusun di bawah lapisan

epidermis, konidiofor memiliki ciri khas yang berwarna gelap, seta seperti duri dan memanjang, konidia hialin terdiri dari satu sel dan ovoid.

4.2. Uji Postulat Koch

Setelah dilakukan uji postulat Koch gejala pada tanaman muncul pada hari ke-8. Gejala antraknosa yang muncul adalah bercak coklat kecil di permukaan daun anthurium. Bercak tersebut dibiarkan hingga hari ke-15. Kemudian daun yang bergejala diisolasi pada media PDA dan dilakukan purifikasi hingga didapatkan patogen murni. Jamur yang ditemukan diamati secara makroskopis dan mikroskopis.



Gambar 12. Hasil uji Postulat Koch

Keterangan: a) dan b) daun bergejala, c) makroskopis dalam media PDA 10 hsi, d) mikroskopis (perbesaran 100x)

Hasil pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih dan terdapat bulu halus seperti kapas. Setelah koloni dibiarkan akan muncul bercak hitam yang menyebar pada cawan Petri. Sedangkan secara mikroskopis tampak

hifa hialin dan tidak bersekat, seta berwarna hitam dan lurus, konidia hialin berbentuk lonjong seperti kapsul dan tidak bersekat. Hasil identifikasi jamur tersebut sesuai dengan jamur patogen yang ditemukan, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Colletotrichum* sp. dapat menimbulkan penyakit antraknosa pada daun anthurium.

4.3. Eksplorasi Jamur Filoplen pada Anthurium

Metode yang digunakan untuk isolasi jamur filoplen yaitu menggunakan metode perendaman oleh Wijaya *et al.* (2014). Pengamatan koloni yang terbentuk dilakukan untuk memudahkan pemindahan masing-masing koloni ke PDA baru. Setiap koloni yang berbeda secara makroskopis dipurifikasi sampai terbentuk koloni murni. Purifikasi dilakukan dengan memperhatikan perbedaan warna dan bentuk koloni jamur dengan cara mengambil sedikit miselium jamur dengan jarum ose ke media baru.

Pengamatan jamur secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan selama tujuh hari. Kemudian masing-masing koloni yang tumbuh dilakukan identifikasi sampai tingkat genus dengan mengacu pada buku Barnett dan Hunter (1972), Sastrahidayat (2011), dan Watanabe (2002) yang prosedurnya terlampir pada Lampiran 1. Dari hasil identifikasi didapatkan sembilan jenis jamur filoplen yang berasal dari enam genus berbeda. Hasil identifikasi jamur filoplen disajikan dalam Tabel 1 dan uraiannya secara lengkap terdapat dalam Lampiran 2.

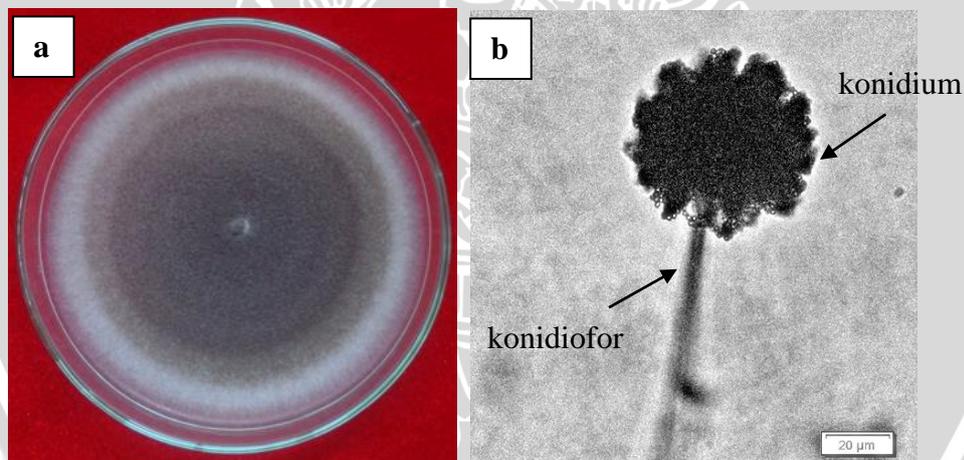
Thakur dan Harsh (2014) menemukan 7 jenis jamur filoplen pada permukaan daun akarkara (*Spilanthes oleracea*). Akarkara termasuk dalam tanaman bunga herbal yang digunakan sebagai obat sakit gigi. Jamur filoplen yang ditemukan adalah *Trichoderma harzianum* ISO-1, *T.harzianum* ISO-2, *T.piluliferum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium sublateritium*, *P.tardum*, dan *Cladosporium cladosporioides*. Jamur tersebut diujikan dengan *Alternaria alternata* penyebab bercak daun pada akarkara.

Tabel 1. Hasil eksplorasi jamur filoplen pada tanaman anthurium

No	Jenis jamur filoplen	Ciri khusus
1	<i>Aspergillus</i> sp.	konidiofor tegak, sederhana, konidia bulat dan berkumpul di ujung (vesikel)
2	<i>Curvularia</i> sp.	hifa gelap, konidia bersekat 3-5 dan berwarna gelap dengan salah satu ujung membesar
3	<i>Fusarium</i> sp.	konidiofor ramping, konidia berbentuk seperti kano dengan ujung runcing, terdiri dari 2-3 sekat dan hialin
4	<i>Rhizoctonia</i> sp.	hifa bersekat dan berwarna gelap, tidak ditemukan konidia
5	<i>Mucor</i> sp.	konidiofor tegak dan panjang, konidia bulat dan terlindungi sporangium
6	<i>Trichoderma</i> sp.	konidia hialin, tidak bersekat dan berbentuk telur, percabangan konidiofor seperti pohon cemara, dimana semakin ke ujung makin sempit

Berikut ini adalah jamur filoplen yang ditemukan pada daun anthurium:

1. *Aspergillus* sp. isolat 1



Gambar 13. Kenampakan *Aspergillus* sp. isolat 1

Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

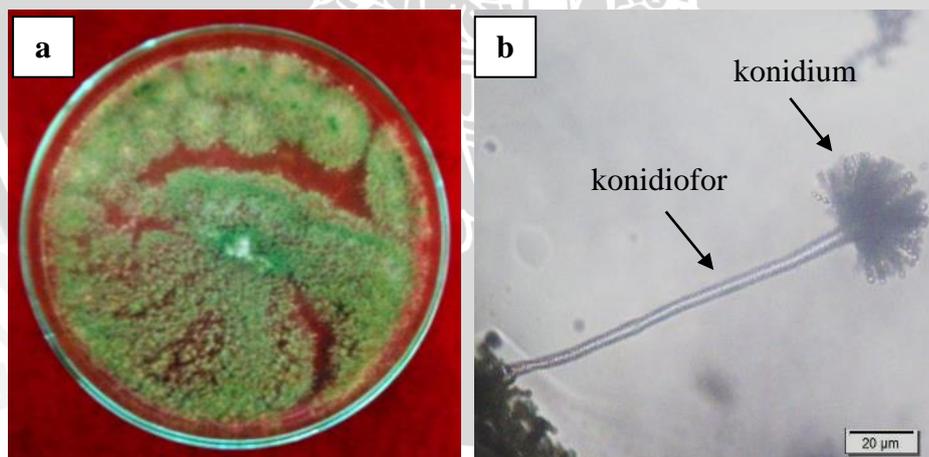
Secara makroskopis koloni saat awal berwarna putih dan pada bagian bawah koloni berwarna keabuan. Kemudian koloni berwarna abu-abu mulai bagian tengah dan bagian tepi tetap berwarna putih. Bentuk koloni membulat dengan pola persebaran konsentris ke seluruh bagian Petri. Struktur koloni kasar, rapat, dan tebal. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari adalah 9 cm atau memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa tidak bersekat dan berwarna hialin, konidiofor tegak dengan lebar $\pm 3-5 \mu\text{m}$, pada ujungnya terdapat konidia yang bergerombol, kepala konidiofor memiliki diameter $55-59 \mu\text{m}$, berwarna hialin, dan tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat, satu sel, tidak bersekat, berwarna abu-abu kehitaman, dan bersusun seperti rantai ke atas pada kepala konidiofor.

2. *Aspergillus* sp. isolat 2

Secara makroskopis koloni saat awal berwarna putih kehijauan dan pada bagian bawah koloni berwarna kuning. Kemudian koloni berwarna hijau kekuningan dengan bagian tepi berwarna putih kehijauan. Bentuk koloni membulat dengan pola persebaran tidak teratur ke seluruh bagian cawan Petri. Struktur koloni kasar, rapat, dan tebal. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari tidak dapat dihitung karena koloni menyebar memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa tidak bersekat dan berwarna hialin, konidiofor tegak dengan lebar $\pm 3.3-5 \mu\text{m}$, pada ujungnya terdapat konidia yang bergerombol, kepala konidiofor memiliki diameter $37.5-43 \mu\text{m}$, berwarna kekuningan, dan tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat, satu sel, tidak bersekat, berwarna kekuningan, dan bersusun tidak beraturan seperti rantai ke atas pada kepala konidiofor.



Gambar 14. Kenampakan *Aspergillus* sp. isolat 2

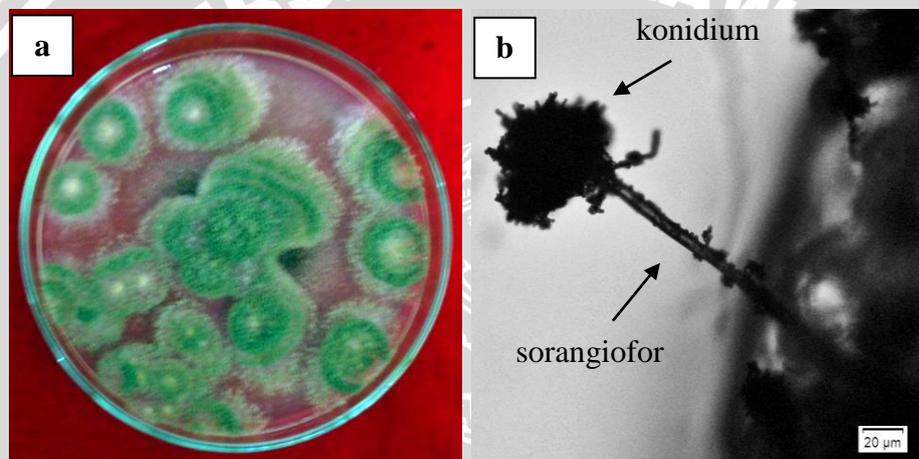
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

3. *Aspergillus* sp. isolat 3

Secara makroskopis koloni saat awal berwarna putih dan pada bagian bawah koloni berwarna putih. Kemudian koloni berwarna hijau, bagian tengah dan

bagian tepi koloni berwarna putih. Bentuk dan persebaran koloni tidak teratur ke seluruh bagian Petri. Struktur koloni kasar, rapat, dan tebal. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari tidak dapat dihitung karena tersebar memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa tidak bersekat dan berwarna hialin, konidiofor tegak dengan lebar $\pm 5.5-8.5 \mu\text{m}$, pada ujungnya terdapat konidia yang bergerombol dan tidak beraturan, konidiofor sederhana, tegak, dan tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat, satu sel, tidak bersekat, berwarna gelap, dan bersusun seperti rantai ke atas serta mudah lepas sampai ke bagian konidiofor.



Gambar 15. Kenampakan *Aspergillus* sp. isolat 3

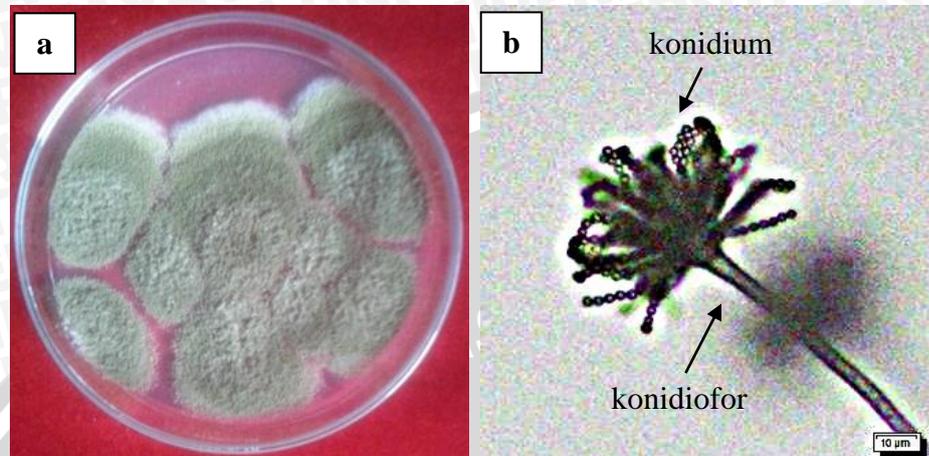
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

4. *Aspergillus* sp. isolat 4

Secara makroskopis koloni berwarna hijau kekuningan dan pada bagian bawah koloni berwarna putih, tidak ada perbedaan warna pada bagian tengah atau bagian tepi koloni. Bentuk koloni dan pola persebaran koloni tidak teratur ke seluruh bagian Petri. Struktur koloni kasar, rapat, dan tipis. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari tidak dapat dihitung karena koloni menyebar ke seluruh cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa tidak bersekat dan berwarna kekuningan, konidiofor tegak dengan lebar $\pm 3.5-6.5 \mu\text{m}$, pada ujungnya terdapat konidia yang bergerombol, kepala konidiofor memiliki diameter $82.3-87.5 \mu\text{m}$ dan konidiofor tidak bercabang. Konidia berbentuk bulat, satu sel, tidak bersekat, berwarna

kekuningan, bersusun seperti rantai ke atas pada kepala konidiofor, dan terdapat fialid.



Gambar 16. Kenampakan *Aspergillus* sp. isolat 4

Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

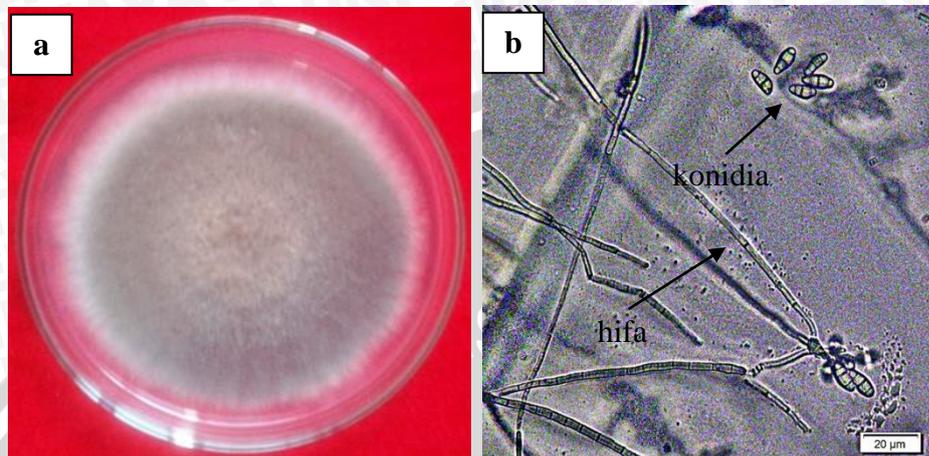
Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor tegak, sederhana, pada ujung konidiofor membengkak atau berbentuk bulat, dan terkadang terdapat fialid yang mengelilingi kepala konidiofor. Konidia terdiri dari satu sel, berbentuk bulat, tampak berwarna dalam massa konidia dan berantai pada kepala konidia. Sedangkan menurut Watanabe (2002) kumpulan massa konidia berwarna hijau, kekuningan atau hialin, ukuran diameter konidia 3-6.3 µm, panjang konidiofor 160-244 µm.

5. *Curvularia* sp.

Secara makroskopis koloni berwarna keabuan saat masih muda dan terlihat miselium seperti kapas. Saat koloni tua berwarna hitam dan tidak terlihat miselium mirip kapas. Pada bagian bawah koloni tampak berwarna hitam. Koloni menyebar rata, membulat, dan tidak terdapat pola konsentris. Tekstur koloni halus, rapat, dan tipis. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari adalah 5,2 cm dan memenuhi cawan Petri 13 hari setelah inokulasi.

Secara mikroskopis hifa bersekat dan berwarna gelap. Konidiofor berwarna kecoklatan, bersekat, dan sederhana. Konidia berbentuk gelendong, memiliki 3-5 bersekat, berwarna gelap, dan pada salah satu ujungnya membesar sehingga

terlihat membengkok dengan ukuran 8.2-9.9 μm . Kenampakan makroskopis dan mikroskopis *Curvularia* sp. dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Kenampakan *Curvularia* sp.

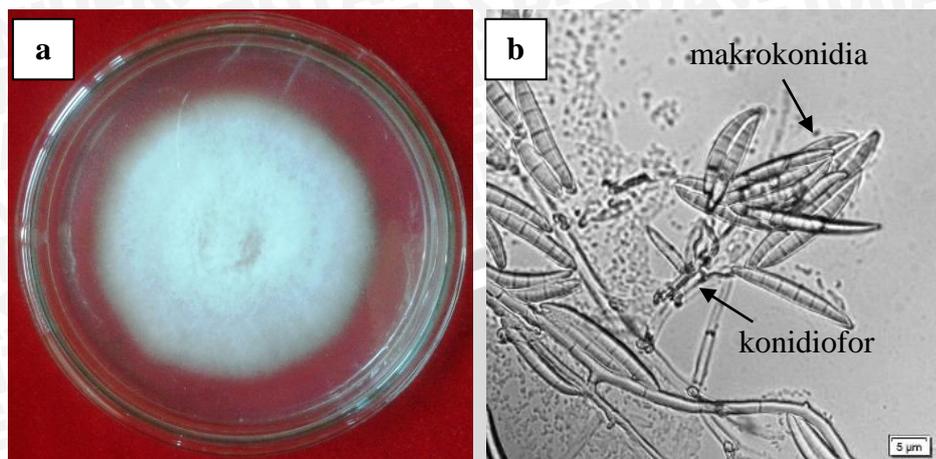
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Curvularia* sp. memiliki konidifor sederhana, konidiofor pada pangkal atau titik tumbuh baru hifa, konidia terdiri dari 3-5 sekat, berwarna gelap, berbentuk bengkok dengan bagian tengah membesar. Sedangkan menurut Watanabe (2002) konidia terdiri dari 4-5 sekat, berbentuk elips atau silinder dengan lebar 8->8.5 μm , berwarna gelap, dan pada salah satu atau kedua ujungnya membengkok.

6. *Fusarium* sp.

Secara makroskopis koloni berwarna putih seperti kapas saat masih muda dan berwarna kekuningan saat tua. Pada bagian bawah koloni tampak berwarna kekuningan. Koloni menyebar rata, membulat, dan pola persebaran seperti bunga. Tekstur koloni halus, rapat, dan tebal. Diameter koloni pada saat berumur tujuh hari adalah 5,9 cm dan memenuhi cawan Petri pada hari ke-12 setelah inokulasi.

Secara mikroskopis hifa memiliki sekat dan berwarna hialin. Konidiofor ramping dan sederhana serta hialin. Terdapat klamidiospor, konidia berbentuk seperti kano atau bulan sabit dengan 2-6 sekat, berwarna hialin dan memiliki ukuran 8.2-17.7 μm .



Gambar 18. Kenampakan *Fusarium* sp.

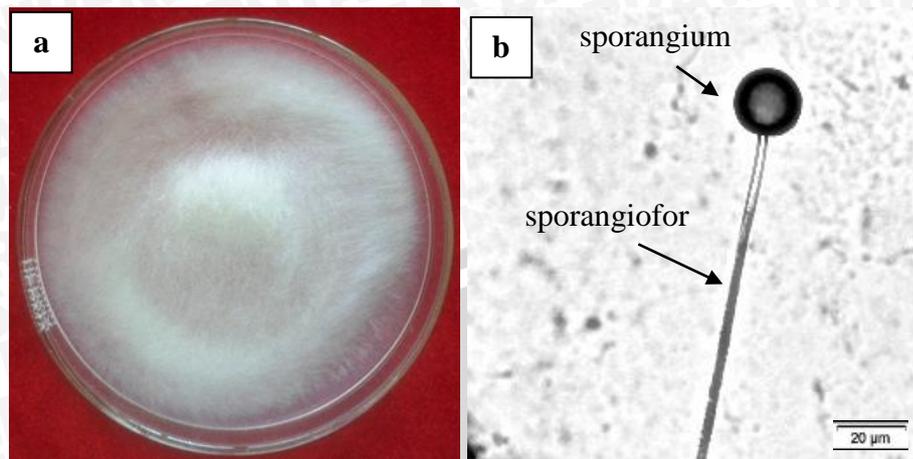
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Fusarium* sp. secara makroskopis koloni seperti kapas, berwarna putih, merah muda atau kekuningan; konidia memiliki bentuk bervariasi sederhana, membengkok, pendek, panjang, dan bersekat; makrokonidia terdiri dari 2-3 sel dan mikrokonidia satu sel. Sedangkan menurut Watanabe (2002) umumnya konidiofor bercabang dengan panjang >100 μm , sederhana dan pendek; terdapat mikrokonidia dan makrokonidia.

7. *Mucor* sp.

Secara makroskopis koloni berwarna putih saat masih muda dan berwarna kekuningan saat koloni tua. Pada bagian bawah koloni berwarna kekuningan. Koloni bertekstur halus dan rapat, serta berbentuk bulat. Konidiofor tampak jelas seperti bulu halus yang rapat pada cawan Petri. Pertumbuhan koloni sangat cepat pada hari ke-4 setelah inokulasi berdiameter 9 cm atau memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa tidak memiliki sekat dan berwarna hialin. Konidiofor panjang, sederhana dan berwarna hialin. Pada ujung konidiofor terdapat kumpulan konidia yang berbentuk bulat dan berwarna coklat hingga kehitaman. Kenampakan makroskopis dan mikroskopis *Mucor* sp. dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Kenampakan *Mucor* sp.

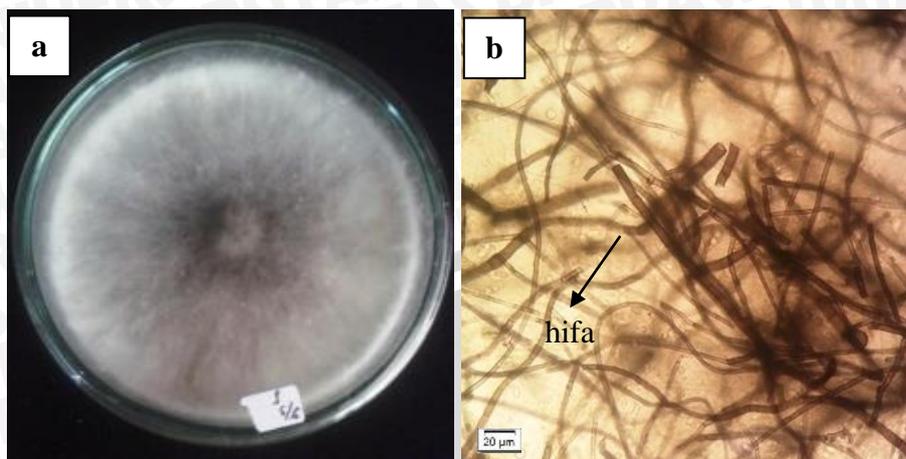
Kenampakan: a) makroskopis dalam media PDA 4 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

Menurut Watanabe (2002) *Mucor* sp. memiliki zygospora dan kladiospora. Konidiofor hialin, berwarna kekuningan atau kemerahan, panjang >1 mm (*M. hiemalis*), panjang 2-3 mm (*M. microsporus* dan *M. plumbeus*), panjang >3 mm (*M. circinelloides*), panjang >4 mm (*M. hachijoensis*); konidia satu sel, berbentuk bulat atau elips.

8. *Rhizoctonia* sp.

Secara makroskopis saat masih muda koloni berwarna keabuan. Pada saat tua koloni berwarna keabuan hingga hitam. Koloni bertekstur halus dan tebal, tidak memiliki pola konsentris, persebaran memusat serta berbentuk bulat. Pertumbuhan koloni sangat cepat sehingga saat berumur tiga hari setelah inokulasi koloni berdiameter 9 cm atau memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa memiliki sekat dan berwarna gelap. Tidak ditemukan konidia sehingga yang tampak hanya hifa. Penciri khusus jamur ini adalah tidak memiliki konidia, hifa bersekat dan berwarna hialin hingga gelap. Kenampakan mikroskopis *Rhizoctonia* sp. dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Kenampakan *Rhizoctonia* sp.

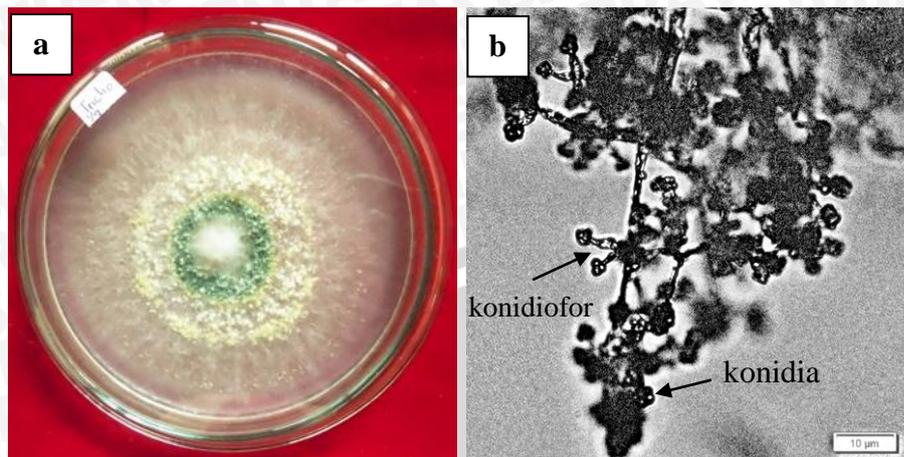
Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 6 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 100x

Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Rhizoctonia* sp. umumnya berwarna gelap; hifa bersekat, panjang dan bercabang; terdapat konidia dan tidak, berwarna coklat hingga hitam. Sedangkan menurut Watanabe (2002) tidak terbentuk konidia; hifa berwarna coklat atau hitam, bercabang dan bersekat, ukuran lebar 6-10 μm ; sklerotia tunggal atau bergerombol.

9. *Trichoderma* sp.

Secara makroskopis koloni berwarna putih saat masih muda dan berwarna hijau saat koloni tua. Pada bagian bawah dan tepi koloni berwarna putih. Koloni bertekstur kasar dan tipis, memiliki pola konsentris serta berbentuk bulat. Terdapat bintik seperti kapas yang menyebar mengikuti pola koloni di cawan Petri. Pada saat berumur 3 hari setelah inokulasi koloni berdiameter 9 cm atau memenuhi cawan Petri.

Secara mikroskopis hifa memiliki sekat dan berwarna hialin. Konidiofor bercabang seperti pohon cemara sehingga semakin ke ujung semakin sempit. Kumpulan konidia berwarna kehijauan dan berbentuk bulat telur. Konidia berkumpul di masing-masing ujung percabangan. Kenampakan mikroskopis *Trichoderma* sp. dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Kenampakan *Trichoderma* sp.

Keterangan: a) makroskopis dalam media PDA 7 hsi, b) mikroskopis dengan perbesaran 400x

Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Trichoderma* sp. konidiofor hialin dan bercabang; fialid tunggal atau berkelompok; konidia hialin, satu sel, ovoid; berwarna hijau dan memiliki pertumbuhan yang cepat. Sedangkan menurut Watanabe (2002) hifa bersekat dan hialin; konidia berbentuk bulat, oval atau elips; fialid bercabang dan tidak teratur.

4.4. Uji Antagonis Jamur Filoplen dengan *Colletotrichum* sp.

Uji antagonis dilakukan untuk mengetahui daya hambat jamur filoplen terhadap pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum* sp. Koloni jamur filoplen yang didapatkan dari daun anthurium sehat sebanyak sembilan jenis jamur. Jamur filoplen tersebut kemudian diujikan secara oposisi langsung dengan patogen *Colletotrichum* sp. Dari hasil uji tersebut terdapat perbedaan secara signifikan diantara masing-masing perlakuan. Persentase penghambatan uji antagonis hari ke-3 sampai hari ke-9 setelah inokulasi dapat dilihat pada Tabel 2. dan hasil analisa sidik ragam pengamatan hari 3-9 setelah inokulasi terdapat dalam Lampiran 3.

Tabel 2. Daya hambat jamur filoplen terhadap jamur *Colletotrichum* sp.

Jamur	Daya hambat (%) setelah inokulasi (hari)						
	3	4	5	6	7	8	9
Kontrol	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
<i>Aspergillus</i> sp. 4	0 a	0 a	0 a	0 ab	0 ab	0 ab	8,80 ab
<i>Fusarium</i> sp.	0 a	0 a	0 a	0 abc	0 abc	3,13 ab	13,54 ab
<i>Curvularia</i> sp.	0 a	0 a	0 a	0 a	0 ab	2,88 ab	18,06 ab
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0 a	0 a	0 a	13,22 abc	28,80 bcd	32,69 bc	38,65 bc
<i>Aspergillus</i> sp. 3	0 a	0 a	0 a	0 abc	18,93 abcd	27,64 abc	38,89 bc
<i>Mucor</i> sp.	0 a	0 a	0 a	0 abc	18,93 abcd	26,92 abc	41,12 bc
<i>Aspergillus</i> sp. 2	0 a	0 a	2,14 a	27,80 bcd	51,20 cde	58,65 bcd	67,27 cd
<i>Aspergillus</i> sp. 1	0 a	0 a	12,39 a	37,63 cd	53,07 de	63,22 cd	72,21 cd
<i>Trichoderma</i> sp.	0 a	0 a	28,63 a	63,05 d	81,60 e	89,18 d	91,83 d

Analisis ragam berdasarkan uji lanjut Duncan dengan taraf kesalahan 5%. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata.

Data yang ditampilkan di atas adalah hasil uji antagonis antara jamur filoplen dengan jamur patogen pada 3 sampai 9 hsi. Pada hari ke 3-5 setelah inokulasi belum terjadi penghambatan antara jamur filoplen dengan jamur patogen. Daya hambat yang paling baik pada 9 hsi adalah *Trichoderma* sp. dengan persentase penghambatan mencapai 91,83%. Kemudian diikuti oleh *Aspergillus* sp. isolat 1, *Aspergillus* sp. isolat 2, *Mucor* sp., *Aspergillus* sp. isolat 3, *Rhizoctonia* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., dan *Aspergillus* sp. isolat 4, dengan daya hambat berturut-turut sebesar 72,21%; 67,27%; 41,12%; 38,89%; 38,65%; 18,06%; 13,54%; dan 8,80%.

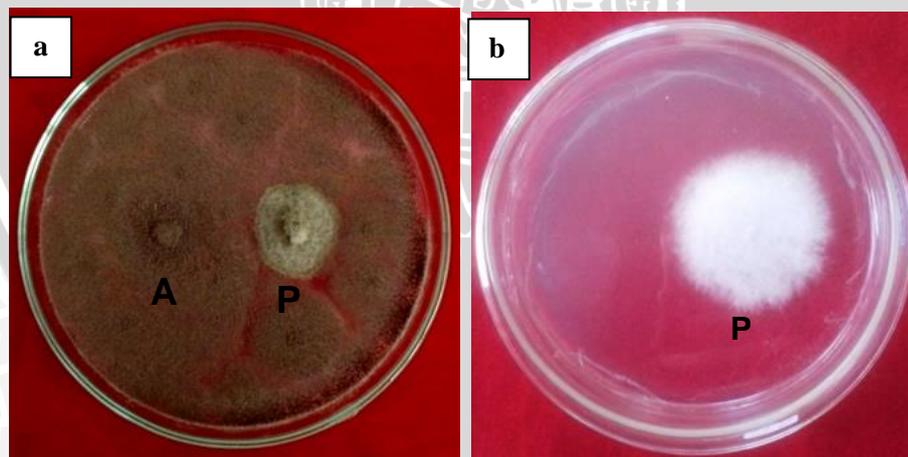
Kasanah dan Wahyono (1998) menyatakan bahwa jamur *Trichoderma* sp. memiliki mekanisme penghambatan melalui kompetisi ruang dan nutrisi serta parasitisme. Parasitisme dengan cara melilitkan hifa pada hifa jamur patogen. *Trichoderma* sp. mampu melakukan penetrasi dan pelilitan terhadap jamur patogen. Kemudian akan terjadi sekresi enzim ekstraseluler seperti kitinase, β -glucanase, dan proteinase untuk melubangi dinding sel patogen serta mengambil nutrisi yang tersedia. Jamur *Trichoderma* sp. dikenal sebagai agen antagonis yang dapat mengendalikan berbagai penyakit pada tanaman (Monte dan Lobell, 2003).

Daya hambat marga *Trichoderma* dan *Aspergillus* juga diteliti oleh Kaewchai dan Soyong (2010) yang melaporkan kedua jamur tersebut mampu menghambat *Rigidoporus microporus* sebesar >50%. Hasil penelitian lain oleh

Ubogu (2013) menyatakan bahwa *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* mempunyai daya hambat tertinggi terhadap pertumbuhan *R. lignosus* penyebab jamur akar putih pada klon karet dibandingkan jamur lain yang diuji. Daya hambat jamur antagonis terhadap patogen secara *in vitro* ini menjadi salah satu indikator kemampuannya untuk menekan pertumbuhan patogen di lapangan. Berikut ini adalah tabel hasil pengamatan mekanisme penghambatan jamur *Colletotrichum* sp. dengan jamur filoplen.

1. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 1 dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Aspergillus* sp. isolat 1 terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 72,21%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 sembilan adalah 1,05 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Aspergillus* sp. isolat 1 lebih lambat dibandingkan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Aspergillus* sp. isolat 1 merebut ruang dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp. Hal ini menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. isolat 1 berpotensi sebagai agen pengendali hayati jamur *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.



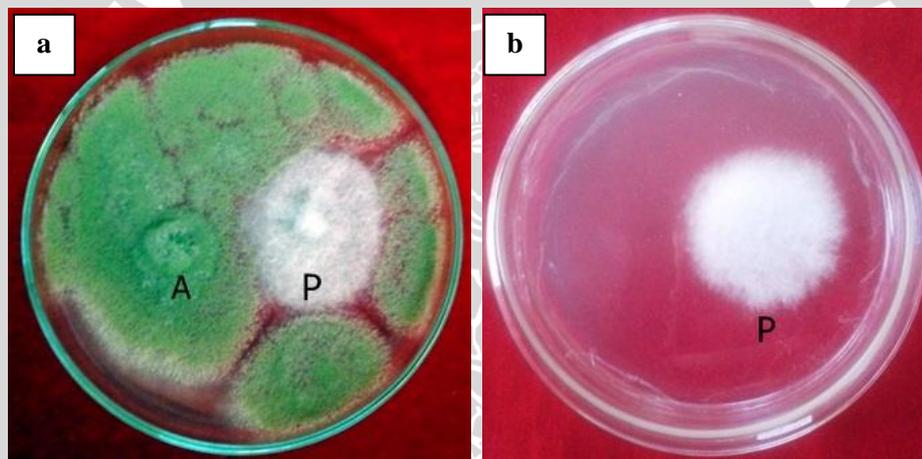
Gambar 22. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 1 dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Berdasarkan penelitian Adebola dan Amadi (2010) yang menguji daya hambat tiga jenis *Aspergillus* terhadap *Phytophthora palmivora* didapatkan daya

hambat tertinggi pada *A. fumigatus* sebesar 54%. Genus *Aspergillus* juga berfungsi sebagai jamur saprofit yang banyak ditemukan dalam tanah dan kompos serta memiliki peran penting dalam siklus karbon dan nitrogen. Beberapa spesies *Aspergillus* memiliki enzim dan metabolit sekunder yang dapat menguntungkan maupun merugikan ekosistem, misalnya *A. oryzae* berguna untuk industri kecap dan sake; *A. niger* memproduksi asam sitrat, enzim glukose oksidase, dan lizozim; serta *A. flavus* yang dapat memproduksi racun aflatoksin (Machida dan Gomi, 2010).

2. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 2 dengan jamur *Colletotrichum* sp.



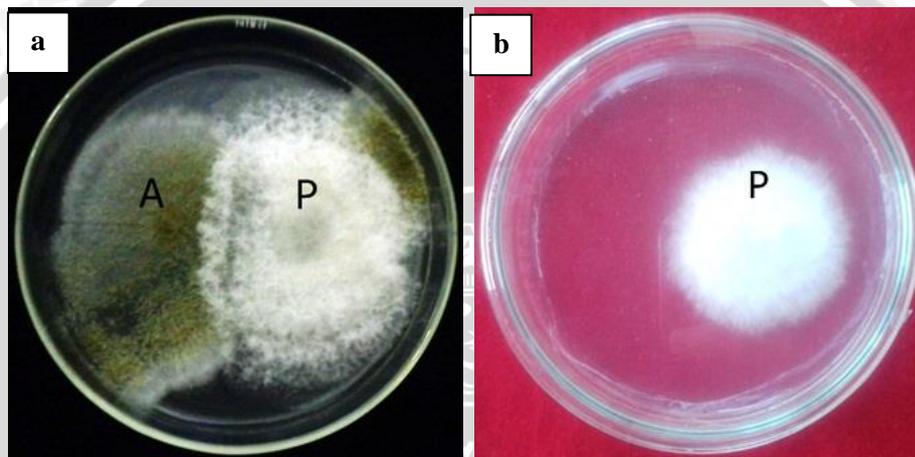
Gambar 23. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 2 dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Daya hambat jamur *Aspergillus* sp. isolat 2 terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 67,27%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 1,29 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Aspergillus* sp. isolat 2 lebih lambat dibandingkan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Aspergillus* sp. isolat 2 merebut ruang dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp. Hal ini menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. isolat 1 berpotensi sebagai agen pengendali hayati jamur *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.

3. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 3 dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Aspergillus* sp. isolat 3 terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 38,89%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 2,64 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Aspergillus* sp. isolat 3 lebih lambat dibandingkan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Aspergillus* sp. isolat 3 merebut ruang dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp.

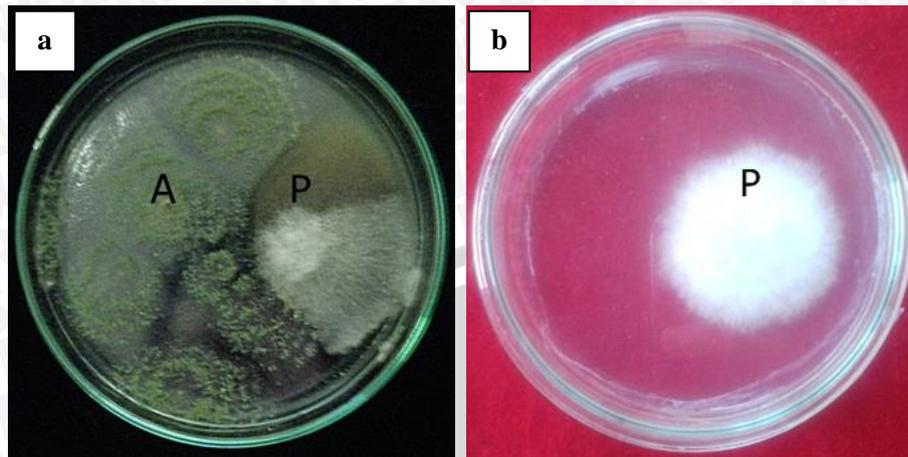


Gambar 24. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 3 dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

4. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 4 dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Aspergillus* sp. isolat 4 terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 8,80%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 4,13 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Aspergillus* sp. isolat 4 tidak jauh berbeda dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus* sp. isolat 4 kurang berpotensi sebagai agen pengendali hayati *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.

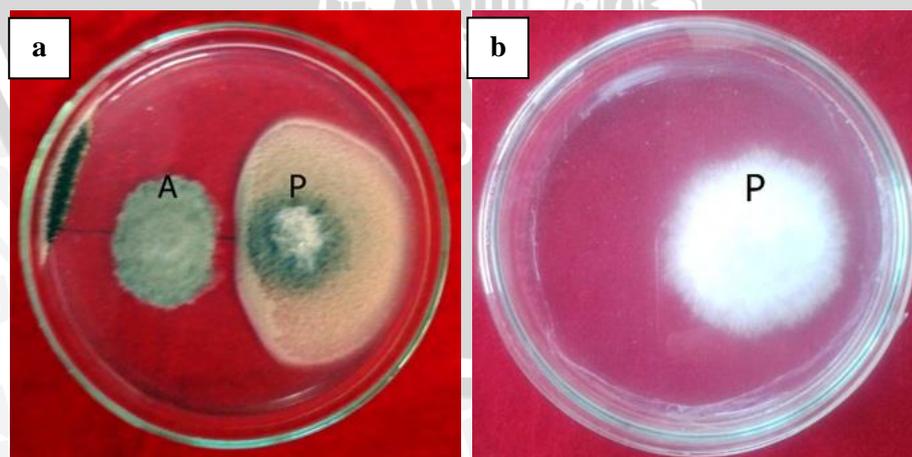


Gambar 25. Uji antagonis jamur *Aspergillus* sp. isolat 4 dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

5. Uji antagonis jamur *Curvularia* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Curvularia* sp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 18,06%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 3,68 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Curvularia* sp. tidak jauh berbeda dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *Curvularia* sp. kurang berpotensi sebagai agen pengendali hayati *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.



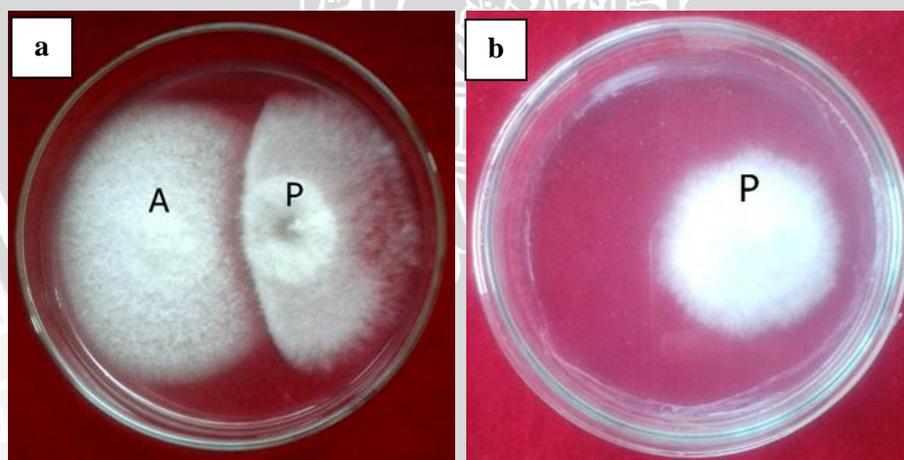
Gambar 26. Uji antagonis jamur *Curvularia* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Hasil penelitian Shofiana *et al.* (2015) menyebutkan bahwa jamur *Curvularia* sp. memiliki hambatan terendah ketika dioposisikan secara *in vitro* dengan *R. microporus*, yaitu sebesar 37,5%. Jamur tersebut memiliki persentase hambatan kurang dari 50% sehingga dapat dikatakan kurang memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan *R. microporus*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rakasiwi *et al.* (2011) menyebutkan bahwa *Curvularia* sp. menunjukkan mekanisme penghambatan sebesar 32,11% yang diujikan dengan jamur patogen *Septobasidium* sp.

6. Uji antagonis jamur *Fusarium* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Fusarium* sp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 13,54%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 3,90 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Fusarium* sp. tidak jauh berbeda dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. kurang berpotensi sebagai agen pengendali hayati *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.



Gambar 27. Uji antagonis jamur *Fusarium* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

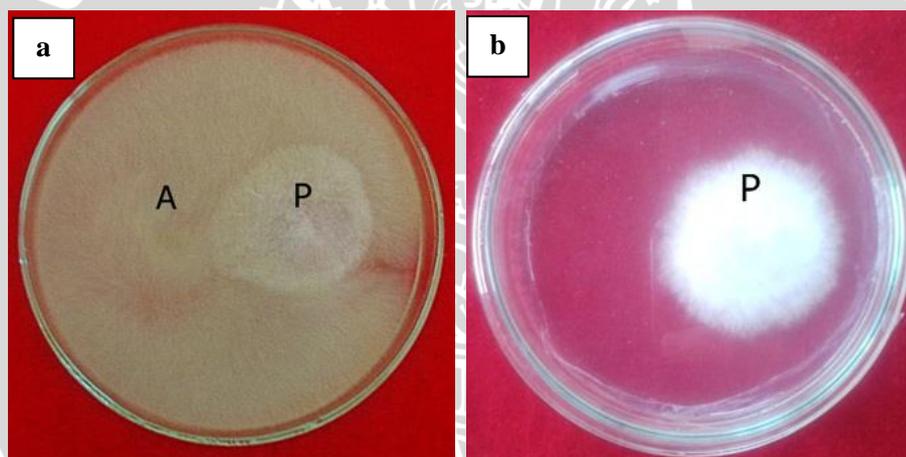
Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Fusarium dapat menyebabkan penyakit bercak daun pada tanaman hias. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wehlburg dan Martinez (1967) menyatakan

bahwa *Fusarium moniliforme* menyebabkan bercak daun pada tanaman drasena (*Dracaena marginata*). Selain itu, Gullino *et al.* (2015) menyebutkan bahwa *Fusarium oxysporum* dapat menyebabkan penyakit layu pada berbagai tanaman hias, misalnya pada bunga krisan, anyelir, dan begonia.

7. Uji antagonis jamur *Mucor* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Mucor* sp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 41,12%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 2,56 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Mucor* sp. lebih lambat dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Mucor* sp. tumbuh dengan cepat sehingga merebut ruang tumbuh dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp.

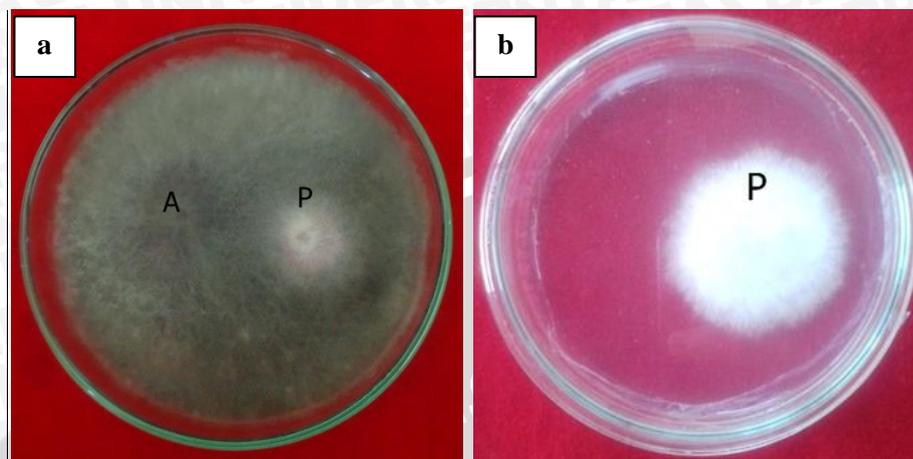


Gambar 28. Uji antagonis jamur *Mucor* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Pertumbuhan miselium jamur jenis *Mucor* sp. yang tebal dan cepat berkembang dapat memenuhi media dan menutupi jamur patogen. Hal ini merupakan karakter dari *Mucor* sp. yang tumbuh cepat memanfaatkan ruang (media) yang ada. Menurut Rakasiwi *et al.* (2011) *Mucor* sp. dapat menekan *Septobasidium* sp. melalui kompetisi media tempat hidup dan nutrisi dengan persentase penghambatan mencapai 39,81%.

8. Uji antagonis jamur *Rhizoctonia* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp.



Gambar 29. Uji antagonis jamur *Rhizoctonia* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

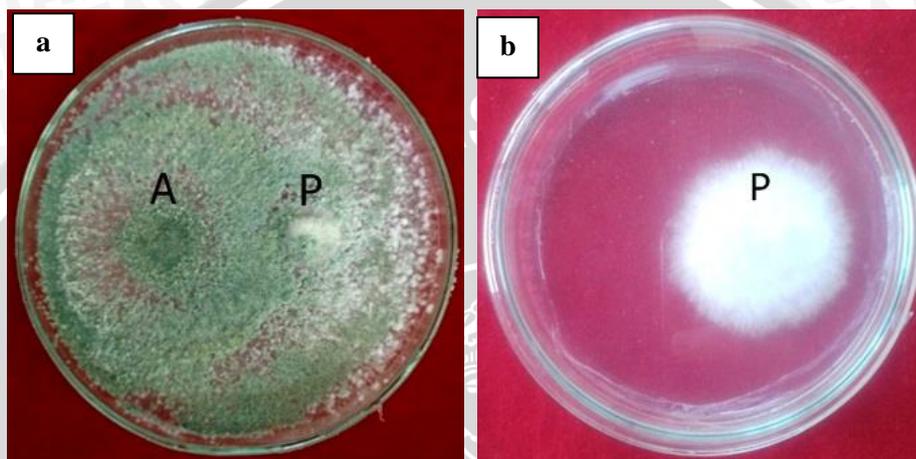
Daya hambat jamur *Rhizoctonia* sp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 38,65%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 2,68 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9 mencapai 5,15 cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Rhizoctonia* sp. lebih lambat dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Rhizoctonia* sp. tumbuh dengan cepat sehingga merebut ruang tumbuh dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp.

Burns dan Benson (2000) dalam Garcia *et al.* (2006) meneliti tentang binokleat *Rhizoctonia* sebagai biokontrol *Pythium ultimum* pada tanaman *Catharantus roseus*. *Rhizoctonia* juga dilaporkan dapat melindungi beberapa tanaman dari *R. solani*, *F. solani*, *A. alternata* atau *Penicillium digitatum* dan *P. expansum*. Selain itu, beberapa jenis *Rhizoctonia* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman pada lobak, wortel, kubis, kapas, dan biji gandum. Harris *et al.* (1994) dalam Garcia *et al.* (2006) menemukan hal yang sama pada tanaman lada dan beberapa tanaman hias.

9. Uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp.

Daya hambat jamur *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada hari ke sembilan sebesar 91,83%. Diameter rata-rata patogen pada hari ke-9 adalah 0,4 cm, sedangkan rata-rata kontrol pada hari ke-9

mencapai 5,15cm. Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. yang diantagoniskan dengan *Trichoderma* sp. lebih lambat dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut dikarenakan jamur *Trichoderma* sp. tumbuh dengan cepat sehingga merebut ruang tumbuh dan nutrisi jamur *Colletotrichum* sp. Pada gambar di bawah tampak bahwa koloni patogen tertutupi oleh koloni *Trichoderma* sp. sehingga diduga jamur *Trichoderma* sp. memparasit jamur patogen.



Gambar 30. Uji antagonis jamur *Trichoderma* sp. dengan jamur *Colletotrichum* sp. pada media PDA 9 hsi

Keterangan: a) uji antagonis, b) kontrol, P = jamur patogen, A = jamur antagonis

Consolo *et al.* (2011) menyatakan bahwa genus *Trichoderma* berfungsi penting sebagai agen pengendali hayati. Mikroorganisme ini bersifat *soilborne* atau hidup bebas di tanah dan dapat membentuk koloni pada akar berbagai tanaman. Genus ini dikenal luas mampu melindungi tanaman terhadap penyakit dan menambah hasil panen. *Trichoderma* sp. dapat digunakan untuk biopestisida, pupuk hayati dan mengembalikan kesuburan tanah.

4.5. Mekanisme Uji Antagonisme

Pengamatan mekanisme uji antagonisme dilakukan untuk mengetahui interaksi yang terjadi antara jamur patogen dengan jamur antagonis. Pengamatan dilakukan secara langsung maupun secara mikroskopis dengan cara mengambil

sebagian hifa patogen yang diujikan dengan jamur filoplen. Mekanisme antagonisme yang terjadi didasarkan pada kriteria yang dikemukakan oleh Skidmore & Dickinson (1976) dalam Amaria *et al.* (2015) yaitu kompetisi, antibiosis, dan parasitisme. Berikut ini adalah hasil uji antagonisme antara jamur *Colletotrichum* sp. dengan jamur filoplen.

Tabel 3. Hasil pengamatan mekanisme uji antagonisme

Jamur filoplen	Mekanisme antagonisme		
	Kompetisi	Antibiosis	Parasitisme
<i>Aspergillus</i> sp. 1	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 2	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 3	+	-	-
<i>Aspergillus</i> sp. 4	+	-	-
<i>Curvularia</i> sp.	-	+	-
<i>Fusarium</i> sp.	-	+	-
<i>Mucor</i> sp.	+	-	-
<i>Rhizoctonia</i> sp.	+	-	-
<i>Trichoderma</i> sp.	+	-	+

Keterangan :
 + = terjadi mekanisme antagonis
 - = tidak terjadi mekanisme antagonis

Mekanisme penghambatan keempat isolat *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., dan *Rhizoctonia* sp. adalah kompetisi. Jamur-jamur tersebut merebut ruang tumbuh dan nutrisi yang tersedia di dalam cawan Petri. Pertumbuhan koloni jamur antagonis pada media PDA lebih cepat dibandingkan koloni jamur patogen sehingga pertumbuhan jamur patogen terhambat.

Redaksi Agromedia (2007) melaporkan bahwa *A.niger* dapat menyebabkan busuk rimpang pada tanaman sansivera. Penyakit ini menyebabkan kerusakan pangkal daun akibat rimpang yang membusuk. Oleh karena itu, penggunaan genus *Aspergillus* sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit pada tanaman hias perlu dipertimbangkan.

Mekanisme penghambatan jamur *Curvularia* sp. dan *Fusarium* sp. adalah antibiosis karena terlihat zona bening diantara jamur patogen dengan jamur antagonis. Hasil pengamatan secara mikroskopis di bawah mikroskop tidak ditemukan perubahan pada hifa *Colletotrichum* sp. setelah diujikan dengan kedua jamur tersebut. Penelitian tentang metabolit sekunder pada *Curvularia* sp. masih

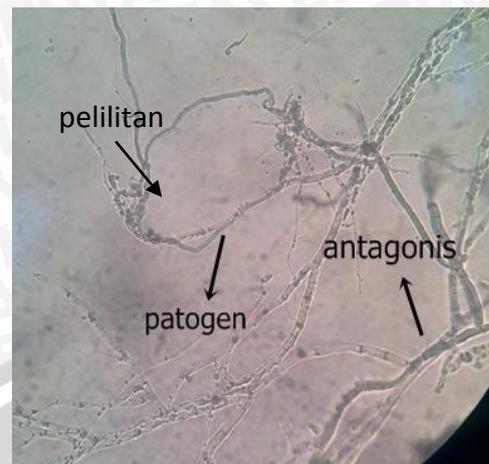
belum terekspose sehingga belum ada referensi yang jelas. Oleh karena itu, penggunaan genus *Curvularia* sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit pada tanaman hias perlu dipertimbangkan.

Luna *et al.* (2002) dalam Motlagh (2011) menyebutkan bahwa spesies *Curvularia* yang berperan sebagai parasit fakultatif dapat digunakan untuk mengendalikan gulma. Motlagh (2011) meneliti tentang efektifitas *Curvularia lunata* sebagai mikroherbisida beberapa gulma. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa *C.lunata* efektif dalam menekan pertumbuhan *Alisma plantago-aquatica*, *Echinochloa* spp., *Sagittaria trifolia*, *Cyperus difformis*, *C.iria*, dan *Fimbristylis miliacea*.

Fusarium sp. menghasilkan metabolit sekunder (mikotoksin), seperti *trichothecenes* dan *fumonisin*s. Toksin tersebut terdapat pada produk pertanian yang terkontaminasi oleh *Fusarium* sp. sehingga tidak boleh dimakan. *Trichothecenes* juga berperan sebagai faktor kerentahan dalam menimbulkan penyakit pada tanaman (Ma *et al.*, 2013).

Sedangkan mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. adalah kompetisi dan parasitisme. Koloni jamur *Trichoderma* sp. tumbuh sangat cepat sampai tumbuh di atas koloni jamur *Colletotrichum* sp. Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa *Trichoderma* sp. melilit hifa *Colletotrichum* sp. seperti yang terlihat pada gambar 31.

Menurut Cook dan Baker (1983), pada umumnya mekanisme antagonisme jamur *Trichoderma* spp. dalam menekan patogen sebagai mikoparasitik dan kompetitor yang agresif. Mula-mula pertumbuhan miselia jamur *Trichoderma* spp. memanjang, kemudian membelit dan menembus hifa jamur inang, sehingga hifa inang mengalami vakuolasi, lisis dan akhirnya hancur. Selanjutnya antagonis tumbuh di dalam hifa patogen. Abadi (1987) dalam Sudantha *et al.* (2011) menyatakan bahwa jamur *T. harzianum* menyebabkan hifa jamur *Ganoderma boninense* mengalami lisis.



Gambar 31. Hasil pengamatan mekanisme penghambatan *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. (perbesaran 100x)

Supriati (2010) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. bertindak sebagai mikoparasit bagi jamur lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen. Mikoparasitisme dari *Trichoderma* sp. merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari beberapa tahap dalam menyerang inangnya. Interaksi awal dari *Trichoderma* sp. yaitu dengan cara hifanya membelok, membelit atau mendegradasi sebagian dinding sel inang yang diserangnya. *Trichoderma* sp. menghasilkan enzim dan senyawa antibiosis yang mampu menghambat bahkan membunuh patogen. Senyawa antibiosis tersebut yaitu *gliotoxin*, *glyoviridin* dan *Trichodermin* (Alfizar *et al.*, 2013).

