



## UJI ANTAGONIS CENDAWAN ISOLAT LOKAL RIAU TERHADAP BEBERAPA CENDAWAN PATOGEN PADA TANAMAN BUDI DAYA

### ANTAGONISTIC TEST OF RIAU LOCAL FUNGAL ISOLATES AGAINST SOME PATHOGENIC IN CULTIVATED PLANTS

Nia Safitri\*, Atria Martina, Rodesia Mustika Roza

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau, Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

\*Corresponding author: safitrinia43@gmail.com

Naskah Diterima: 31 Juli 2018; Direvisi: 16 November 2019; Disetujui: 14 Mei 2019

#### Abstrak

Tanaman budi daya merupakan tanaman yang sering diserang oleh cendawan patogen, sehingga mengakibatkan penurunan populasi dan produksi tanaman. Pengendalian hayati dengan cendawan antagonis merupakan salah satu metode yang paling efektif dan lebih ramah lingkungan dalam menekan pertumbuhan patogen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antagonis cendawan isolat lokal Riau terhadap beberapa cendawan patogen pada tanaman budi daya. Uji antagonis dilakukan secara *in vitro* dengan metode *dual culture* menggunakan lima belas cendawan isolat lokal Riau terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Ganoderma philippii*, *G. boninense*, *Rigidoporus microporus* dan *Colletotrichum sansevieria*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. PNE 4 memiliki aktivitas antagonis tertinggi dan isolat FER C1 serta isolat LLB07 hanya memiliki aktivitas antagonis yang tinggi dalam menekan pertumbuhan cendawan patogen. *Trichoderma* sp. PNE 4 mampu menghambat pertumbuhan miselium *F. oxysporum* sebesar 85,30%, *G. philippii* (100%), *G. boninense* (100%), dan *C. sansevieria* (100%). Isolat FER C1 hanya menghambat *R. microporus* (50,39%) dan isolat LLB07 menghambat *G. philippii* (52,20%). *Trichoderma* sp. PNE 4 merupakan cendawan uji yang terpilih sebagai cendawan antagonis, karena memiliki kemampuan daya hambat >70%.

**Kata kunci:** Antagonis; Cendawan isolat lokal Riau; *Dual culture*; Patogen; Riau

#### Abstract

Cultivated plants are often attacked by pathogenic fungi resulting in a decline of population and crop production. Biocontrol with antagonistic fungi is one of the most effective and environmentally friendly methods in suppressing the growth of plant pathogens. This study aims to examine the antagonistic activity of local isolates fungi Riau against some pathogenic fungi on cultivated plants. The antagonistic test was performed *in vitro* by dual culture method using fifteen local isolates fungal Riau against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Ganoderma philippii*, *G. boninense*, *Rigidoporus microporus* and *Colletotrichum sansevieria*. The results showed that *Trichoderma* sp. PNE 4 isolate exhibited highest activities and FER C1 and LLB07 isolates exhibited high activities suppressed the growth of the fungal pathogen. *Trichoderma* sp. PNE 4 isolate inhibited mycelial growth *F. oxysporum* (85.30%), *G. philippii* (100%), *G. boninense* (100%) and *C. sansevieria* (100%). FER C1 isolate only inhibited *R. microporus* (50.39%), and LLB07 isolate inhibited *G. philippii* (52.20%). Therefore, *Trichoderma* sp. PNE 4 isolate was chosen as the antagonistic fungi due to its >70% of inhibition effect.

**Keywords:** Antagonist; Dual culture; Local isolates fungal; Pathogen; Riau

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v12i2.8730>

## PENDAHULUAN

Tanaman budi daya merupakan salah satu kekayaan alam yang banyak digunakan masyarakat di kehidupan sehari-hari karena memiliki banyak manfaat dan dapat memberikan hasil. Namun, beberapa penyakit pada tanaman budi daya menyebabkan kerusakan sehingga menurunkan populasi dan produksi pada tanaman tersebut. Beberapa penyakit yang telah menyebabkan kerusakan serius pada tanaman budi daya di Indonesia antara lain busuk akar oleh cendawan *Ganoderma philippii* pada tanaman karet (Lee & Chang, 2016), *Rigidoporus microporus* pada tanaman karet (Berlian, Setyawan, & Hadi, 2013), busuk pangkal batang oleh *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit (Purwanto, Lakani, & Asrul, 2016), layu oleh *Fusarium oxysporum* pada tomat (Arsih, Panggeso, & Lakani, 2015) serta antraknosa oleh *Colletotrichum sansevieria* pada tanaman lidah mertua (Campoverde & Palmateer, 2012).

Pengendalian terhadap patogen tanaman saat ini masih bertumpu pada penggunaan fungisida sintetis. Namun, penggunaan pestisida sintetis secara terus-menerus dapat menimbulkan berbagai macam dampak negatif. Suwahyono (2009) menyatakan bahwa penggunaan pestisida sintetis dapat membahayakan keselamatan hayati termasuk manusia dan keseimbangan ekosistem. Oleh sebab itu, saat ini metode pengendalian telah diarahkan secara hayati seperti menggunakan cendawan antagonis. Penelitian Amaria, Taufiq, dan Harni (2013) menunjukkan bahwa cendawan *Trichoderma harzianum*, *T. viridae*, dan *Penicillium lilacinus* merupakan cendawan antagonis yang berpotensi untuk mengendalikan penyakit akar putih pada tanaman karet. Pada penelitian Yurnaliza, Aryantha, Esyanti, dan Susanto (2014), dari 53 isolat yang telah diketahui mempunyai aktivitas antagonis terdapat 20 isolat *Trichoderma* yang mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* dengan persentase daya hambat >80%. Penggunaan isolat *T. viride* merupakan spesies yang terbaik menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* dengan persentase penghambatan 87,8% (Taj & Kumar, 2013). Pada penelitian Dendang (2015) *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. dengan persentase penghambatan 73,6%. Aini,

Sukamto, Wahyuni, Suhesti, dan Ayunin (2013) menyatakan bahwa cendawan *T. harzianum* dan *T. koningii* dapat menghambat pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* dengan hasil 84,6% dan 80,9%.

Penelitian ini menggunakan 15 cendawan isolat lokal Riau yang telah diketahui memiliki beberapa potensi, seperti memiliki aktivitas selulolitik dan ligninolitik (Martina & Roza, 2012), bersifat entomo-patogenik (Sintawati, Martina, & Linda, 2016), kemampuan mendegradasi senyawa hidrokarbon (Jadmika, 2015), pelarut fosfat (Lestari, 2016) dan menghasilkan asam giberelat (Martina, Lestari, & Roza, 2016), akan diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan beberapa jamur patogen pada tanaman budi daya. Penelitian ini bertujuan menguji aktivitas antagonis jamur isolat lokal Riau terhadap jamur patogen pada tanaman budi daya seperti jamur *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *G. philippii*, *G. boninense*, *R. microporus* dan *C. sansevieria*. Manfaat penelitian ini adalah mendapatkan cendawan isolat lokal Riau yang memiliki aktivitas antagonis sehingga berpotensi digunakan sebagai biokontrol terhadap cendawan patogen pada tanaman budi daya.

## MATERIAL DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah 5 cendawan patogen, yaitu *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* koleksi laboratorium CC IPB, *Ganoderma philippii* dan *Rigidoporus microporus* diisolasi dari tanaman karet Kampar, *Ganoderma boninense* diisolasi dari tanaman kelapa sawit Pekanbaru dan *Colletotrichum sansevieria* diisolasi dari tanaman lidah mertua Pekanbaru serta 15 isolat lokal Riau koleksi laboratorium mikrobiologi FMIPA Universitas Riau. Peremajaan dan pemeliharaan isolat serta uji antagonis menggunakan media PDA.

### Persiapan Inokulum Isolat Uji dan Target

Sebanyak 15 cendawan isolat lokal dan 5 isolat cendawan patogen ditumbuhkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Kultur yang telah tumbuh pada media PDA dibuat *disk* menggunakan pipet tip steril berdiameter 5 mm. Potongan *disk* digunakan untuk uji antagonis.

### Uji Antagonis 15 Isolat Lokal Riau terhadap 5 Cendawan Patogen

Pengujian daya hambat 15 isolat lokal Riau (uji) terhadap cendawan patogen (target) secara *dual culture* dengan menumbuhkan kedua cendawan dalam bentuk potongan *disk* yang diletakkan berhadapan dalam satu cawan petri berukuran 9 cm berjarak 2,5 cm dari tiap tepi cawan petri dengan 3 ulangan. Kultur diinkubasi pada suhu ruang dalam media PDA. Daya hambat isolat uji diukur pada hari ke-8 menggunakan jangka sorong. Selanjutnya daya hambat isolat uji diamati dan dihitung menggunakan rumus:  $PIRG = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$ , dengan keterangan: PIRG= persen diameter penghambatan pertumbuhan (%);  $R_1$ = diameter jamur target ke arah 2,5 cm dari tepi petri control;  $R_2$ = diameter jamur target ke arah koloni jamur uji (Kasturi, 1999 yang telah dimodifikasi).

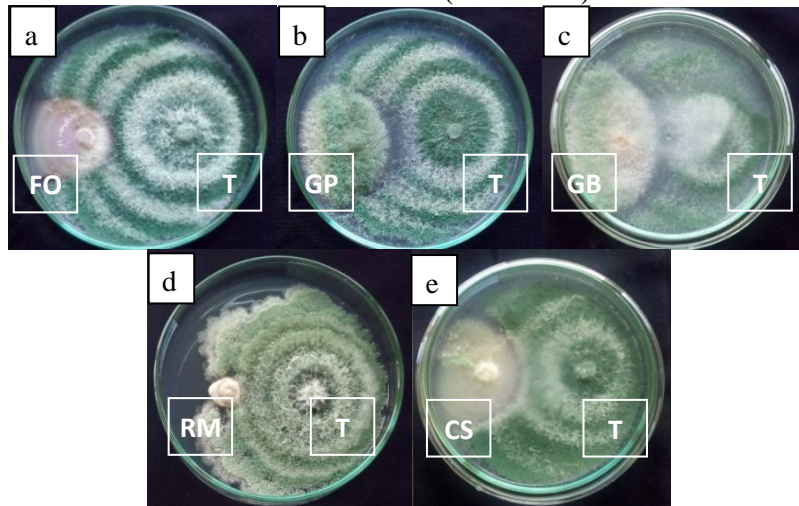
Persentase daya hambat dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu 1 (rendah)= 1–25%, 2 (sedang)= 26–50%, 3 (tinggi)= 51–75% dan 4 (sangat tinggi)= 76–100% (Zivkovic *et al.*,

2010), isolat uji yang terpilih sebagai cendawan antagonis adalah isolat yang mempunyai kemampuan daya hambat >70% (Amaria *et al.*, 2013).

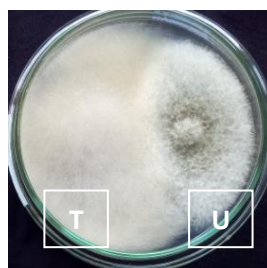
### HASIL

#### Uji Antagonis 15 Isolat Lokal Riau terhadap 5 Jamur Patogen

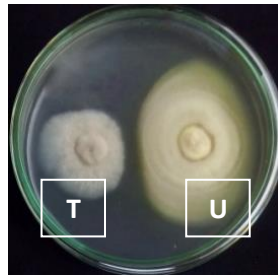
Semua isolat uji memiliki kemampuan menghambat 5 cendawan patogen dengan persentase penghambatan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini *Trichoderma* sp. PNE 4 merupakan isolat yang memiliki daya hambat tertinggi >70% terhadap *F. oxysporum*, *G. philippii*, *G. boninense* dan *C. sanseviera* dengan masing-masing daya hambat secara berurutan 85,30%, 100%, 100%, dan 100%, namun kemampuan *Trichoderma* sp. PNE 4 dalam menghambat *R. microporus* hanya sebesar 49,45% (Tabel 1). Mekanisme antagonis yang terjadi antara cendawan uji dan target adalah mikoparasit (Gambar 1), kompetisi ruang dan nutrisi (Gambar 2), antibiosis (Gambar 3), dan tidak memiliki daya hambat (Gambar 4).



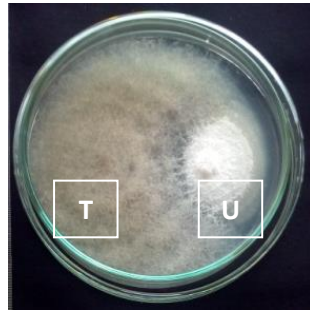
**Gambar 1.** Uji antagonis *Trichoderma* sp. PNE 4 (T) terhadap 5 jamur target pada hari ke-7 dalam media PDA. (a) *Fusarium oxysporum* (FO), (b) *Ganoderma philippii* (GP), (c) *Ganoderma boninense* (GB), (d) *Rigidoporus microporus* (RM), (e) *Colletotrichum sanseviera* (CS)



**Gambar 2.** Uji antagonis isolat LLB07 terhadap *Ganoderma philippii* pada hari ke-7 dalam media PDA. (T) *Ganoderma philippii*, (U) isolat LLB07



**Gambar 3.** Uji antagonis isolat FER C1 terhadap *Rigidiporus microporus* pada hari ke-7 dalam media PDA. (T) *Rigidiporus microporus*, (U) isolat FER C1



**Gambar 4.** Uji antagonis *Penicillium* PNE 11 terhadap *Ganoderma boninense* pada hari ke-7 dalam media PDA. (T) *Ganoderma boninense*, (U) *Penicillium* PNE 11

**Tabel 1.** Daya antagonis jamur isolat lokal Riau terhadap 5 jamur patogen pada tanaman budi daya pada media PDA

Isolat uji	Daya hambat terhadap isolat target (%)				
	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Ganoderma philippii</i>	<i>Ganoderma boninense</i>	<i>Rigidiporus microporus</i>	<i>Colletotrichum sansevieria</i>
<i>Trichoderma</i> sp. PNE 4	85,30	100	100	49,45	100
LLB07	44,59	52,20	23,92	46,54	25,36
FER C1	29,22	19,78	8,12	50,39	20,34
<i>Penicillium</i> sp. PNE 4	13,96	18,82	10,24	43,55	18,55
<i>Penicillium</i> sp. PNE 7	16,82	12,77	15,76	24,35	19,66
<i>Penicillium</i> sp. PNE 17	23,92	3,81	1,77	36,13	13,94
<i>Penicillium</i> sp. PNE 11	25,60	11,83	0,00	33,80	9,52
<i>Penicillium</i> sp. PN 6	33,87	18,82	8,28	44,69	30,62
<i>Acremonium</i> sp. PNE 10	11,35	27,56	2,00	39,86	31,03
<i>Aspergillus fumigatus</i> KK	29,39	25,88	9,09	30,39	46,97
<i>Aspergillus fumigatus</i> TT	30,13	20,43	9,27	32,24	40,63
<i>Aspergillus fumigatus</i> KP	28,02	45,80	11,47	36,62	37,04
<i>Aspergillus</i> sp. II KP	33,02	26,07	4,72	30,49	36,06
<i>Aspergillus</i> sp. II	17,62	16,14	17,06	25,40	18,72
<i>Aspergillus</i> sp. II TT	19,45	23,01	8,95	22,39	25,30

## PEMBAHASAN

### Uji Antagonis 15 Isolat Lokal Riau terhadap 4 Cendawan Patogen

Daya hambat *Trichoderma* sp. PNE 4 terhadap *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Alfizar, Marlina, dan Susanti (2013) yang mengatakan *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan persentase daya hambat 53%.

Sudirman, Sumardiyono, dan Widyastuti (2011) mendapatkan *Trichoderma* sp. yang dapat menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f. sp. *ubense* dengan daya hambat sebesar 86%.

Penghambatan *Trichoderma* sp. PNE 4 terhadap *G. philippii* pada penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Widyastuti, Sumardi, Sulthoni, dan Harjono (1998), yang menyatakan bahwa dari 20 isolat

*Trichoderma* terdapat 3 isolat yang dapat menghambat jamur akar merah, yaitu *T. resei*/ T13, *T. koningii*/ T1 dan *T. koningii*/ T16 dengan daya hambat masing-masing 94,5%, 93,66% dan 91,76%. Samingan (2015) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. 2 dan sp.1 dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. pada tanaman kopi dengan persentase penghambatan masing-masing secara berurutan 74,42% dan 64,94%.

Pada penelitian ini, *Trichoderma* sp. PNE 4 memiliki daya hambat yang lebih tinggi terhadap *G. boninense* dibandingkan dengan penelitian Alviodyasari, Martina, dan Lestari (2015), yang menyatakan bahwa isolat *Trichoderma* sp. SBJ8 dapat menghambat pertumbuhan *G. boninense* dengan persentase penghambatan sebesar 65,25%. Pada penelitian Herliyana, Taniwiryono, Minarsih, Firmansyah, dan Dendang (2011) *Trichoderma* T38 dan T39 dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* L12 dan L6 dengan daya hambat masing-masing secara berurutan 48,8% dan 37,2%.

Kemampuan *Trichoderma* sp. PNE 4 dalam menghambat *R. microporus* lebih rendah dibandingkan pada penelitian Omorusi, Ikerodah, dan Mokwunye (2011), yang menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. paling efektif menghambat *R. microporus* dengan persentase penghambatan sebesar 81,85%. Jamur *Trichoderma* spp. juga mampu menekan jamur *R. lignosus* dengan penghambatan 90,82% (Yulia, Istifadah, Widiyanti, & Utami, 2017).

Jamur *C. sansevieria* dapat dihambat oleh *Trichoderma* sp. PNE 4 dengan daya hambat lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Shovan, Bhuiyan, dan Pervez (2008) yang mengatakan bahwa *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan *C. dematium* dengan persentase daya hambat 50,93% hingga 89,44%. Berbeda dengan hasil penelitian Ainy, Ratnayani, dan Susilawati (2015) yang mengatakan bahwa *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. capsici* TCKR2 dan *C. acutatum* TCK1 dengan persentase daya hambat secara berurutan 28,5% dan 30,4%.

Selain *Trichoderma* sp. PNE 4, terdapat 2 isolat lain yang memiliki kemampuan menghambat yang tinggi, yaitu isolat LLB07

dan FER C1. Isolat LLB07 dapat menghambat pertumbuhan *G. philippii* dengan persentase daya hambat sebesar 52,20%, sedangkan FER C1 dapat menghambat pertumbuhan *R. microporus* dengan persentase daya hambat sebesar 50,39%.

*Penicillium* sp. PNE 11 merupakan isolat yang tidak mempunyai daya hambat terhadap *G. boninense*. *Penicillium* sp. PNE 11 memiliki daya hambat terhadap 4 patogen lainnya, namun tidak sebaik isolat *Trichoderma* sp. PNE 4, isolat LLB07 dan isolat FER C1.

### Mekanisme Antagonis Cendawan Uji terhadap Cendawan Target

Isolat-isolat uji yang memiliki daya hambat tinggi merupakan isolat antagonis yang memiliki pertumbuhan koloni lebih cepat dibandingkan dengan koloni patogen dan perkembangan koloni antagonis dapat menutupi serta menekan perkembangan koloni patogen. Cook dan Baker (1983) mengatakan, bahwa mempunyai kemampuan menghambat perkembangan dan pertumbuhan organisme lain merupakan salah satu syarat suatu organisme agen pengendali hayati. Menurut Agrios (2005), mekanisme biokontrol adalah melemahkan atau membunuh patogen tanaman dengan perlawanan seperti tumbuh sebagai parasit patogen secara langsung, memproduksi antibiotik, dan kompetisi ruang serta nutrisi. Dalam penelitian ini, mekanisme yang terjadi pada isolat uji adalah mikoparasit, kompetisi ruang dan nutrisi, serta mekanisme antibiosis.

Isolat *Trichoderma* sp. PNE 4 memiliki kemampuan antagonis yang lebih tinggi dibandingkan isolat uji lainnya dan memiliki spektrum yang luas karena dapat menghambat pertumbuhan beberapa patogen. Sifat yang dimiliki oleh *Trichoderma* ini adalah mikoparasit. Bailey *et al.* (2008) menyatakan bahwa *Trichoderma* merupakan agen antagonis yang sangat agresif dalam mekanisme mikoparasit, antibiosis dan kolonisasi terhadap pertumbuhan patogen. Cook dan Baker (1983) mengatakan bahwa pada umumnya mekanisme mikoparasit adalah dengan cara pertumbuhan miselia *Trichoderma* spp. memanjang, kemudian membelit dan melakukan penetrasi pada hifa inang, sehingga hifa inang mengalami lisis dan akhirnya hancur.

Pembelitan hifa oleh *Trichoderma* terhadap patogen berupa intervensi hifa patogen sehingga dapat melakukan penetrasi pada hifa cendawan patogen. Intervensi dan penetrasi terhadap hifa patogen mengakibatkan perubahan ukuran hifa patogen menjadi lebih kecil dan partikel-partikel yang ada di dalam hifa berkurang. Intervensi hifa juga akan mengakibatkan adanya perubahan unsur kimia dan partikel pada dinding sel (Nohemi, Jose, & Alfredo, 2012) sehingga dapat memengaruhi permeabilitas dinding sel patogen. Hal ini memudahkan hifa antagonis masuk dan berpenetrasi ke dalam jaringan patogen, kemudian menyerap sari makanan dari cendawan patogen, sehingga hifa patogen dapat mengecil dan mati (Purwantisari & Rini, 2009).

Isolat LLB07 adalah salah satu isolat uji yang memiliki sifat antagonis berupa kompetisi. Mekanisme antagonis yang terjadi adalah kompetisi ruang dan nutrisi. Sifat ini muncul, karena adanya persaingan antara 2 jenis jamur yang ditumbuhkan secara bersamaan (Soesanto, 2008). Masing-masing jamur memiliki kebutuhan yang sama, yaitu kebutuhan tempat tumbuh dan dan nutrisi dari media yang digunakan untuk tumbuh. Mohidin, Khan, Khan, dan Bhat (2010) melaporkan isolat *T. harzianum* T35 berhasil mengendalikan *F. oxysporum* dengan cara membentuk koloni rizosfer dan mengambil nutrisi lebih banyak. Kompetisi nutrisi juga dilakukan *T. viride* untuk mengendalikan *Chondrostereum purpureum*.

Isolat FER C1 kemungkinan dapat menghasilkan senyawa tertentu sehingga dapat menghambat *R. microporus* dengan mekanisme antibiosis. Antibiosis merupakan senyawa kimia hasil metabolisme yang mempunyai sifat sebagai antibiotik. Mekanisme antibiosis ditunjukkan dengan terbentuknya zona penghambatan pada pertemuan miselium jamur antagonis dan jamur patogen. Srinon, Chuncheon, Jirattiwatukul, Soyong, dan Kanotmedhakul (2006) melaporkan bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *T. hamatum* WS01 dan *Penicillium* sp. WO1 berupa enzim selulase yang dapat menghambat pembentukan spora *F. oxysporum* f. sp. *cucumeris* dan *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* dengan mekanisme antibiosis. Dimitrios, Tsitsigiannis, Dimokapolou, Antoniou, dan

Tjamos (2012) menyatakan bahwa jamur *Aspergillus* spp. menghasilkan zat antibiotik aflatoksin dan okratoksin. Menurut Campbell (1989) beberapa golongan jamur kelas *Ascomycetes* menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik bersifat toksik terhadap patogen.

## SIMPULAN

Empat belas isolat memiliki daya hambat terhadap 5 jamur patogen dan 1 isolat hanya dapat menghambat 4 jamur patogen. Tiga isolat memiliki kemampuan daya hambat yang tinggi. Uji isolat *Trichoderma* sp. PNE 4 terhadap *F. oxysporum* (85,30%), *G. philippii* (100%), *G. boninense* (100%), dan *C. sansevieria* (100%), isolat LLB07 terhadap *G. philippii* (52,20%) dan isolat FER C1 terhadap *R. microporus* (50,39%). Isolat *Trichoderma* sp. PNE 4 merupakan isolat uji yang terpilih sebagai cendawan antagonis.

## REFERENSI

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology third edition*. USA: Elsevier Academic Press.
- Aini, F. N., Sukanto, S., Wahyuni, D., Suhesti, R. G., & Ayunin, Q. (2013). Penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas fluorescens*. *Pelita Perkebunan*, 29(1), 44-52.
- Ainy, E. K., Ratnayani, R., & Susilawati, L. (2015, November 1). Uji aktivitas antagonis *Trichoderma Harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 penyebab antraknosa pada tanaman cabai. Paper presented at Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS, Surakarta, Jawa Tengah. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/174407-ID-uji-aktivitas-antagonis-trichoderma-harz.pdf>
- Alfizar., Marlina., & Susanti, F. (2013). Kemampuan antagonis *Trichoderma* sp. terhadap beberapa jamur *in vitro*. *Jurnal Floratek*, 8(1), 45-51.

- Alviodinasyari, R., Martina, A., & Lestari, W. (2015). Pengendalian *Ganoderma boninense* oleh *Trichoderma* sp. SBJ8 pada kecambah dan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) di tanah gambut. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(1), 99-107.
- Amaria, W., Taufiq, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4(1), 55-64.
- Arsih, D. W., Panggeso, J., & Lakani, I. (2015). Uji ekstrak daun sirih dan cendawan *Trichoderma* sp. dalam menghambat perkembangan *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* penyebab penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat. *Online Jurnal of Natural Science*, 4(3), 355-368.
- Bailey, B. A., Bae, H., Strem, M. D., Crozier, J., Vinyard, B. T., & Holmes, K. A. (2008). Antibiosis, mycoparasitism and colonization for endophytic control potential in *Theobroma cacao*. *Biological Control*, 46(1), 24-35.
- Berlian, I., Setyawan, B., & Hadi, H. (2013). Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaratan*, 32(2), 74-82.
- Campbell, R. (1989). *Biological control of microbial plant pathogens*. New York: Cambridge University Press.
- Campoverde, E. V., & Palmateer, A. J. (2012, June 3-5). *Colletotrichum sansevieriae* causing anthracnose of *Sansevieria trifasciata* 'Laurentii' and 'Moonshine' in South Florida. Paper presented at Proceedings of Ornamental, Garden and Landscape Section, The Florida State Horticultural Society, Florida, United States. Retrieved from <https://journals.flvc.org/fshs/article/view/84019>
- Cook, R. J., & Baker, K. F. (1983). *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. Minnesota: American Phytopathological Society.
- Dendang, B. (2015). Uji antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* sp. yang menyerang tanaman sengon secara *in vitro*. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(2), 147-156.
- Dimitrios, I., Tsitsigiannis., Dimokapolou, M., Antoniou, P. P., & Tjamos, E. C. (2012). Biological control strategies of mycotoxigenic fungi and associated mycotoxins in Mediterranean basin crops. *Phytopathologia Mediterranea*, 51(1), 158-174.
- Herliyana, E. N., Taniwiryono, D., Minarsih, H., Firmansyah, M. A., & Dendang, B. (2011). Pengendalian serangan *Ganoderma* spp. pada tanaman sengon sebagai pelindung tanaman kopi dan kakao. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(1), 14-27.
- Jadmika, S. E. (2015). Uji kemampuan isolat lokal jamur ligninolitik dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Kasturi, R. S. (1999). Biological studies of *Trichoderma harzianum* and its *in vitro* antagonicity against three root pathogens (Dissertation bachelor of science). Universiti Putra Malaysia, Malaysia.
- Lee, S. S., & Chang, Y. S. (2016). *Ganoderma* jeykill and hyde mushrooms. *Utar Agriculture Science Journal*, 2(1), 21-31.
- Lestari, R. M. (2016). Seleksi dan uji kemampuan jamur isolat lokal Riau dalam melarutkan fosfat (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.

- Martina, A., & Roza, M. S. (2012). Aktivitas selulolitik dan ligninolitik dari jamur pektinolitik termotoleran indigenus Riau (Laporan PNPB). Lembaga Penelitian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Martina, A., Lestari, W., & Roza, R. M. (2016). Produksi gibberelin dan biokontrol oleh jamur selulolitik dan ligninolitik indigenus Riau sebagai upaya pengembangan biofertilizer (Laporan penelitian). Lembaga Penelitian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Mohidin, F. A., Khan, M. R., Khan, M. S., & Bhat, B. H. (2010). Why *Trichoderma* is considered super hero (super fungus) against the evil parasites?. *Plant Pathology Journal*, 9(3), 92-102.
- Nohemi, C.V., Jose, A. S. A., & Alfredo, H. E. (2012). *Trichoderma*: sensing the environment for survival and dispersal. *Microbiology*, 158(1), 3-16.
- Omorusi, V. I., Ikerodah, E. E., & Mokuwunye, M. U. B. (2011). Evaluation of effect of antagonistic fungi and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on incidences of some disease of *Hevea brasiliensis* (Muell.Arg). *Nature and Science*, 9(12), 151-154.
- Purwantisari, S., & Rini B. H. (2009). Uji antagonism jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma*, 11(1), 24-32.
- Purwanto, M. I., Lakani, I., & Asrul. (2016). Uji efektivitas *Trichoderma* spp. untuk menekan perkembangan jamur *Ganoderma boninense* pat. pada media pelepah kelapa sawit. *Jurnal Agroteknologi Bisnis*, 4(4), 403-411.
- Samingan. (2015). Fungi tanah perkebunan kopi dan potensinya sebagai agen antagonis. *Jurnal Bioslogos*, 5(1), 10-17.
- Shovan, L. R., Bhuiyan, M. K. A., & Pervez, Z. (2008). In vitro control of *Colletotrichum dematium* causing anthracnose of soybean by fungicides, plant extracts and *Trichoderma harzianum*. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 3(3): 10-17.
- Sintawati, R., Martina, A., & Linda, T. M. (2016). Uji patogenisitas fungi entomopatogen lokal Riau sebagai agen biokontrol hama rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) *Jurnal Riau Biologia*, 1(12), 73-79.
- Soesanto, L. (2008). *Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Srinon, W., Chuncheen, K., Jirattiwatukul, K., Soyong, K., & Kanotmedhakul, S. (2006). Efficacies of antagonistic fungi against *Fusarium* wilt disease of cucumber and tomato and the assay of its enzyme activity. *Jurnal Agriculture Technology*, 2(2), 191-201.
- Sudirman, A., Sumardiyono, C., & Widyastuti, S. M. (2011). Pengendalian hayati penyakit layu fusarium pisang (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* dengan *Trichoderma* sp.. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 17(1), 31-35.
- Suwahyono, U. (2009). *Biopestisida*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Taj, A., & Kumar, V. B. S. (2013). Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* causing ginger yellow against antagonist and fungicide. *Journal of Environment and Ecology*, 31(2A), 663-666.
- Widyastuti, S. M., Sumardi., Sulthoni, A., & Harjono. (1998). Pengendalian hayati penyakit akar merah pada akasia dengan *Trichoderma*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 4(2), 65-72.
- Yulia, E., Istifadah, N., Widiyanti, F., & Utami, H. S. (2017). Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan penekanan penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *Jurnal Agrikultura*, 28(1), 47-55.



Yurnaliza., Aryantha, N. P., Esyanti, R. R., & Susanto, A. (2014). Antagonistic activity assesment of fungal endophytes from oil palm tissues against *Ganoderma boninense* pat. *Plant Pathology Journal*, 13(4), 257-267.

Zivkovic, S., Stojanovic, S., Ivanovic, Z., Gavrilovic, V., Popovic, T., & Balaz, J. (2010). Screening of antagonistic activity of microorganism against *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporoides*. *Archives Biological Sciences Belgrade*, 62(3), 611-621.