

**KARAKTERISASI *TRICHODERMA HARZIANUM* ASAL LAHAN GAMBUT  
SEBAGAI AGENS ANTAGONIS TERHADAP PENYEBAB PENYAKIT BUSUK  
PANGKAL BATANG SAWIT SECARA *IN VITRO***

*CHARACTERIZATION OF TRICHODERMA HARZIANUM ORIGIN OF PEATSOIL AS  
ANTAGONIST AGENTS OF PALM OIL STEM ROT IN VITRO*

Elsy Nandung, Iman Suswanto dan Tris Haris Ramadhan

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura  
Jln. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124, Indonesia.

**ABSTRAK**

*T. harzianum* merupakan agen antagonis yang digunakan untuk pengendalian hayati. Penelitian ini bertujuan mengetahui keragaman cendawan dari beberapa jenis vegetasi di lahan gambut, mengetahui kemampuan daya hambat dan sifat-sifat lain *T. harzianum* penentuan sifat yang dapat digunakan sebagai penciri *T. harzianum* sebagai agens pengendali busuk pangkal batang, dan kemampuan mendegradasi kitin sebagai salah satu komponen dinding sel *Ganoderma* spp.. Pengujian ini dilakukan melalui hasil isolasi *T. harzianum* dari beberapa areal, inkubasi menggunakan media PDA kemudian dilakukan pencirian berdasarkan uji antagonis, uji pertumbuhan, morfologi dan mekanisme penghambatan, uji kitinase dilakukan dengan menginkubasi cendawan *T. harzianum* pada media kolodial kitin diamati zona bening setiap hari. Keragaman cendawan dari berbagai wilayah relatif sama. Agen pengendali *Ganoderma* spp. seperti busuk pangkal batang banyak ditemukan pada wilayah yang ditumbuhi cabai dan hutan belukar. Pencirian *T. harzianum* terbaik berdasarkan tingginya daya hambat, kerapatan spora dan mekanisme penghambatan. Mekanisme penghambatan bersifat hiperparasit mampu menekan pertumbuhan *Ganoderma* spp. melalui degradasi kitin.

Kata kunci : Busuk pangkal batang, gambut, pencirian *T. harzianum*, sawit

**ABSTRACT**

*T. harzianum* an agent antagonist that is used for biological control. This study aims to determine the diversity of fungi of several types of vegetation in peatland, determine the ability of inhibition and other properties of *T. harzianum*. Determination of the properties could be used for identifier *T. harzianum* as a control agent of *Ganoderma* spp. stem rot. The test is performed through isolated *T. harzianum* from some areas, incubation using PDA media then conducted based on the test antagonist characterization, test the growth, morphology and the mechanism of inhibition, chitinase test performed kitin on colloidal media. The ability hiperparasit as inhibitory mechanism against pathogens. The diversity of fungi from various regions are relatively the same. Agents *Ganoderma* spp. such as stem rot is found in many areas covered by the chili and woods. Characterization of *T. harzianum* The best by the high power resistor, spore density and inhibitory mechanisms. Hiperparasit inhibition mechanism is able to suppress the growth of *Ganoderma* spp. through the degradation of chitin.

Keyword: Palm peat, Stem rot, *Trichoderma* spp. characterization.

## PENDAHULUAN

Perkebunan sawit memiliki peranan penting sebagai sumber ekonomi masyarakat. Luas areal sawit sampai tahun 2014 mencapai 10,9 juta hektar dengan produksi CPO 31,5 juta ton/tahun atau setara dengan 88,2 juta ton/tahun tandan buah segar. Saat ini Indonesia tercatat sebagai pengeksport CPO terbesar dunia dengan sumbangan devisa 4,14 miliar dolar (Harahap, 2014).

Salah satu kendala produksi sawit berupa penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan *Ganoderma boninense*. Kerugian akibat penyakit berkisar antara 50-100% (Semangun, 1999). Patogen termasuk penyakit tular tanah (*soil borne disease*) memiliki kemampuan bertahan dalam tanah, sisa tanaman hutan dan tanaman perkebunan lain (Nurhayati, 2013). *Trichoderma harzianum* telah banyak dilaporkan sebagai agens pengendali terhadap penyakit busuk pangkal batang. Cendawan ini mempunyai kemampuan berkembangbiak cepat, penekanan patogen menggunakan kombinasi mekanisme penghambatan sehingga efektif menekan pertumbuhan patogen (Priwiratama *dkk*, 2014).

Tujuan penelitian a) mengetahui keragaman cendawan dari beberapa jenis vegetasi di lahan gambut, b) mengetahui kemampuan daya hambat dan sifat-sifat lain *Trichoderma harzianum*, c) Penentuan sifat yang dapat digunakan sebagai penciri *Trichoderma harzianum* sebagai agens pengendali *G. boninense*, dan d) kemampuan mendegradasi kitin sebagai salah satu komponen dinding sel *Ganoderma* spp.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan mengambil tanah asal kebun cabai, sawit, jagung, nenas dan lahan hutan pada lahan gambut di Kecamatan Rasau Jaya dan Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Pontianak dari bulan Juni – November 2014.

## Isolasi dan Perbanyakkan Jamur *G. boninense*.

Tubuh buah jamur dibersihkan dari tanah dan kontaminan lainnya dengan air leding. Selanjutnya dipotong bagian tengah ukuran 0,5 cm<sup>2</sup>, ditanam pada media PDA dalam cawan petri dengan jarum ose

Inkubasi selama 7 hari setelah inokulasi (HSI), miselium yang muncul ditumbuhkan kembali pada PDA media miring dalam tabung reaksi. Isolat diinkubasi pada suhu kamar sampai memenuhi permukaan agar dan disimpan sebagai bahan uji. (Harahap, 2014).

## Keragaman Cendawan

Cendawan diisolasi dari beberapa wilayah di desa Rasau Jaya yang terdiri dari wilayah tanaman cabe, tanaman sawit, tanaman jagung, tanaman nenas, hutan belukar yang berasal dari lahan gambut. Masing-masing wilayah diambil 5 titik sampel. Sampel tanah diambil sebanyak 50 gram dicampur secara merata. Tanah dari semua titik pengambilan dicampur merata lalu diambil sebanyak 10 gram dan dimasukkan ke dalam 90 ml air steril dalam tabung reaksi. Kemudian suspensi tanah di shaker secara horizontal selama 15 menit, diencerkan sampai konsentrasi suspensi 10<sup>4</sup>.

Suspensi tanah pada konsentrasi 10<sup>4</sup> diinokulasi sebanyak 1 ml pada media PDA dalam cawan petri. Selanjutnya diinkubasi selama 2-3 hari, sambil diamati semua cendawan yang muncul dan *Trichoderma harzianum* diisolasi ke media miring. Kegiatan ini diulang sebanyak 3 kali.

## Uji Antagonis dan Pencirian *T.harzianum*

Uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *G.boninense* dilakukan dengan metode dual kultur menurut (Muksin *dkk*, 2013). Selanjutnya diinkubasi selama 3 HSI, kemudian diukur diameter koloni *G.boninense* masing-masing yang berdampingan dengan setiap *Trichoderma harzianum*. Pencirian dengan melakukan uji pertumbuhan *Trichoderma harzianum* ditanam pada media

yang telah disiapkan pada bagian tengah-tengah petri kemudian pada hari kedua dilakukan pengukuran diameter koloni menggunakan penggaris, proporsi koloni bersporulasi dilakukan pengukuran pada hari kelima dengan melihat perubahan warna pada *Trichoderma harzianum*, jumlah kerapatan spora dihitung pada hari ketujuh setelah inkubasi.

### Uji Kitinase

Dilakukan dengan cara menumbuhkan *Trichoderma harzianum* pada media koloidal kitin dan pengamatan perubahan zona bening masing-masing isolat mekanisme penghambatan. Perubahan zona bening diukur menggunakan penggaris (Dewi, 2008)

### Analisis Data

Daya hambat *Trichoderma harzianum* terhadap *G.boninense* dapat dihitung dengan rumus menurut (Muksin dkk, 2013)

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

Keterangan:

P : Persentase pertumbuhan cendawan *Trichoderma harzianum*

r1: Jari-jari cendawan *Trichoderma* mendekati cendawan uji  
 r2: Jari-jari *Trichoderma harzianum* menjauhi cendawan uji  
 Diperoleh data dengan menggunakan nilai uji korelasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keragaman Cendawan

Hasil pengamatan keragaman jenis cendawan dari beberapa vegetasi di lahan gambut pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis cendawan kurang beragam dan terdapat kesamaan dari berbagai asal vegetasi. Jenis cendawan yang ditemukan terdiri atas *T. harzianum*, *Monilia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* dan *Fusarium* spp. Cendawan ini termasuk kelompok saprofit yaitu cendawan yang mampu memperoleh energi dari sisa-sisa tanaman. Hasil yang sama juga dijumpai pada pengamatan kepadatan populasi cendawan (Tabel 1) menunjukkan kepadatan yang relatif sama. Kepadatan populasi cendawan berkisar antara 24-27 *coloni forming unit* (CFU).

Tabel 1. Keragaman dan Kepadatan Koloni Cendawan dari Beberapa Vegetasi Di Lahan Gambut

| No | Jenis Vegetasi | Jenis Cendawan            | Kepadatan koloni (cfu) | Total koloni (cfu) |
|----|----------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 1  | Cabe           | <i>Penicillium</i> sp.    | 5                      | 24                 |
|    |                | <i>Aspergillus niger</i>  | 12                     |                    |
|    |                | <i>T. harzianum</i>       | 7                      |                    |
|    |                | <i>Fusarium</i> sp.       | 3                      |                    |
| 2  | Sawit          | <i>Penicillium</i> sp.    | 6                      | 26                 |
|    |                | <i>Aspergillus niger</i>  | 16                     |                    |
|    |                | <i>T. harzianum</i>       | 5                      |                    |
|    |                | <i>Penicillium</i> sp.    | 14                     |                    |
| 3  | Jagung         | <i>Aspergillus flavus</i> | 6                      | 26,4               |
|    |                | <i>T. harzianum</i>       | 3                      |                    |
|    |                | <i>Penicillium</i> sp.    | 16                     |                    |
| 4  | Nenas          | <i>Aspergillus niger</i>  | 4                      | 25,4               |
|    |                | <i>T. harzianum</i>       | 4                      |                    |
|    |                | <i>T. harzianum</i>       | 11                     |                    |
|    |                | <i>Monilia</i> sp.        | 15                     |                    |
| 5  | Hutan          | <i>Penicillium</i> sp.    | 5                      | 26,6               |
|    |                | <i>Aspergillus niger</i>  | 16                     |                    |

Hal ini berarti berbagai agroekosistem yang diamati memiliki kesamaan sehingga hanya mendukung jenis cendawan tersebut. Diduga jenis vegetasi yang berbeda menghasilkan bahan organik serupa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi kelima jenis cendawan tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat (Handayani, 2002) menyatakan kandungan bahan organik yang tinggi dalam tanah dapat mendorong pertumbuhan cendawan secara cepat. Jumlah dan aktivitas cendawan di dalam tanah dibatasi oleh masukan C yang berasal dari produksi bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman dalam tanah tergantung pada ketersediaan karbon.

Diduga wilayah areal cabe dan hutan belukar banyak terdapat bahan organik yang dapat mendukung pertumbuhan cendawan. *T. harzianum* sebagai agens hayati patogen. *T. harzianum* merupakan cendawan *ascomycetes*, memiliki aktivitas antifungal yang banyak ditemukan di tanah hutan dan maupun tanah pertanian atau substrat berkayu (Kurnia *et al.*, 2014).

#### Uji Antagonis dan Pencirian *T. harzianum*

Hasil pengamatan daya hambat *T. Harzianum* terhadap *G. boninense* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan antar isolat *T. harzianum*. Kelompok isolat yang memiliki potensi agens pengendali patogen ditunjukkan dengan daya penghambatan di atas nilai rata-rata atau lebih dari 46 %. Terdapat delapan isolat *T. harzianum* sebagai calon agens pengendali ternyata sebagian besar diperoleh dari kebun cabai dan hutan masing-masing 3 isolat. Selain itu, sebagian besar isolat memperlihatkan kemampuan hiperparasit sebagai mekanisme penghambatan terhadap patogen. proporsi keseragaman sporulasi koloni ternyata memiliki keeratan hubungan yang rendah dengan kemampuan isolat sebagai agens

pengendali, keeratan hubungan antara kemampuan penghambatan dengan pertumbuhan miselium ( $r^2=0,30$ ), zone sporulasi ( $r^2=0,16$ ). Sedangkan pertumbuhan kerapatan konidia memiliki keeratan hubungan sebesar ( $r^2=0,57$ ) keeratan hubungan juga ditunjukkan oleh mekanisme penghambatan bersifat hiperparasit. Diduga kerapatan spora dan mekanisme hiperparasit merupakan pencirian *T. harzianum* yang bersifat unggul. Faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan patogen adalah memiliki kerapatan spora yang tinggi sehingga mampu berkompetisi (Djaenuddin, 2011).

#### Uji Kitinase

Hasil pengamatan uji kitinase *T. harzianum* pada Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan kemampuan mendegradasi kitin antar isolat dari beragam mekanisme penghambatan. Kemampuan mendegradasi kitin ditandai dengan terbentuknya zona bening. Sifat yang terlihat pada Gambar 1 ketiga isolat yang diuji menunjukkan bahwa isolat 2.3.2 yang termasuk dalam kelompok dengan mekanisme penghambatan hiperparasit memiliki kemampuan tertinggi mendegradasi kitin sebesar 5,5 cm. Hal ini berarti mekanisme hiperparasit dapat digunakan sebagai dasar dalam pemilihan agens pengendali *Ganoderma* spp. Diduga mekanisme penghambatan hiperparasit berkaitan dengan kemampuan cendawan untuk merusak dinding sel patogen yang disusun kitin.

Kitin merupakan komponen utama penyusun dinding sel dan Selulosa adalah polimer tidak bercabang dari glukosa yang dihubungkan melalui ikatan 1,4  $\beta$ -glikosida jamur kelas *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*,

*Deuteromycetes*, dan *Citridiomycetes* (Kristianasari, 2004). Hifa *Ganoderma* spp. termasuk dalam famili *Basidiomycetes* disusun oleh selulosa dan kitin. Cendawan mengeluarkan kitinase untuk menguraikan menjadi karbon dan nitrogen (Kristianasari, 2004). Sementara *T. harzianum* mampu merusak dinding sel *Ganoderma* spp. dengan menghasilkan kitinase sehingga cendawan

dapat memanfaatkan kitin dan substrat lain dari patogen sebagai sumber karbon. *T. harzianum* memproduksi metabolit seperti asam sitrat, etanol, dan berbagai enzim seperti urease, selulase, glukonase, dan kitinase (Azzamy, 2015). Mekanisme penghambatan *T. harzianum* terjadi pada hari ke 3 HSI setelah pertemuan antara koloni patogen dan agens antagonis.

Tabel 2. Beberapa Sifat *T. harzianum* sebagai Agens Pengendali Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Sawit yang Diperoleh dari Beberapa Jenis Vegetasi Di Lahan Gambut

| No               | Nomor Isolat | Daya hambat (%) 3 HSI | Diameter koloni 2 HSI (cm) | Proporsi koloni bersporulasi 5 HSI (%) | Kerapatan Spora 7 HSI (1 ml) | Warna Koloni setelah Bersporulasi | Mekanisme Penghambatan |
|------------------|--------------|-----------------------|----------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1                | 2.3.2        | 50.00                 | 6.25                       | 95                                     | 13x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 2                | 1.1.4        | 48.88                 | 6.00                       | 50                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Hijau                             | Antibiosis             |
| 3                | 1.3.3        | 48.88                 | 5.00                       | 90                                     | 6x10 <sup>6</sup>            | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 4                | 1.3.2        | 46.15                 | 5.60                       | 90                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Putih hijau muda                  | Antibiosis             |
| 5                | 4.3.1        | 46.15                 | 5.70                       | 80                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 6                | 5.1.3        | 46.15                 | 5.75                       | 85                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 7                | 5.2.2        | 46.15                 | 5.75                       | 40                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 8                | 5.3.1        | 46.15                 | 5.25                       | 80                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Hijau tua                         | Hiperparasit           |
| 9                | 1.1.2        | 43.42                 | 3.75                       | 70                                     | 6x10 <sup>6</sup>            | Hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 10               | 2.1.1        | 43.42                 | 3.95                       | 85                                     | 6x10 <sup>6</sup>            | Putih hijau muda                  | Hiperparasit           |
| 11               | 2.2.1        | 43.42                 | 4.10                       | 90                                     | 10x10 <sup>6</sup>           | hijau muda                        | Antibiosis             |
| 12               | 5.1.5        | 43.42                 | 5.30                       | 80                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Putih hijau kekuningan            | Hiperparasit           |
| 13               | 1.3.1        | 42.85                 | 5.04                       | 90                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | hijau muda                        | Antibiosis             |
| 14               | 2.2.2        | 42.85                 | 3.95                       | 75                                     | 12x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Antibiosis             |
| 15               | 3.1.1        | 42.85                 | 3.40                       | 80                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Putih hijau muda                  | Kompetisi              |
| 16               | 3.2.1        | 42.85                 | 6.05                       | 70                                     | 10x10 <sup>6</sup>           | hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 17               | 5.2.3        | 42.85                 | 5.70                       | 90                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Hijau                             | Antibiosis             |
| 18               | 2.3.1        | 42.50                 | 4.10                       | 80                                     | 13x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 19               | 5.1.1        | 42.50                 | 5.80                       | 90                                     | 12x10 <sup>6</sup>           | Putih hijau kekuningan            | Antibiosis             |
| 20               | 1.1.3        | 37.11                 | 5.00                       | 80                                     | 12x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 21               | 3.3.1        | 37.11                 | 5.50                       | 95                                     | 12x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 22               | 4.1.1        | 37.11                 | 6.25                       | 90                                     | 7,5x10 <sup>6</sup>          | Hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 23               | 4.2.1        | 37.11                 | 6.00                       | 70                                     | 10x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Kompetisi              |
| 24               | 4.3.2        | 37.11                 | 5.70                       | 90                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Hijau muda                        | Hiperparasit           |
| 25               | 4.3.3        | 35.71                 | 4.75                       | 90                                     | 10x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 26               | 5.2.1        | 35.71                 | 6.05                       | 90                                     | 12x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 27               | 5.3.2        | 35.71                 | 5.60                       | 75                                     | 8x10 <sup>6</sup>            | Hijau                             | Kompetisi              |
| 28               | 1.1.1        | 35.71                 | 3.40                       | 30                                     | 3x10 <sup>6</sup>            | Hijau                             | Kompetisi              |
| 29               | 5.1.2        | 33.33                 | 5.50                       | 80                                     | 13x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Hiperparasit           |
| 30               | 5.1.4        | 33.33                 | 5.90                       | 85                                     | 13x10 <sup>6</sup>           | Hijau                             | Kompetisi              |
| 31               | 5.3.1        | 33.33                 | 5.70                       | 80                                     | 7x10 <sup>6</sup>            | Hijau muda                        | Kompetisi              |
| Rata-rata        |              | 41,28                 | 5,15                       | 79,51                                  | 8,8x10 <sup>6</sup>          |                                   |                        |
| Stansdar deviasi |              | 4,98                  | 0,87                       | 15,13                                  | 2x10 <sup>6</sup>            |                                   |                        |

Keterangan : urutan angka pertama, kedua dan ketiga berturut-turut: wilayah asal isolat, ulangan isolasi dan nomor isolat

Tabel 3. Uji Kitinase berdasarkan Mekanisme Penghambatan Secara Antibiosis, Hiperparasit dan Kompetisi

| Nomor Isolat    | Mekanisme penghambatan | Diameter zone bening (cm) |       |       |
|-----------------|------------------------|---------------------------|-------|-------|
|                 |                        | 3 HSI                     | 4 HSI | 5 HSI |
| 2.3.2           | Hiperparasit           | 4.3                       | 4.8   | 5.5   |
| 1.1.4           | Antibiosis             | 3.7                       | 4.2   | 5     |
| 3.1.1           | Kompetisi              | 3.5                       | 4.1   | 5.3   |
| Rata-rata       |                        | 3,83                      | 4,36  | 5,26  |
| Standar deviasi |                        | 0,41                      | 0,37  | 0,25  |

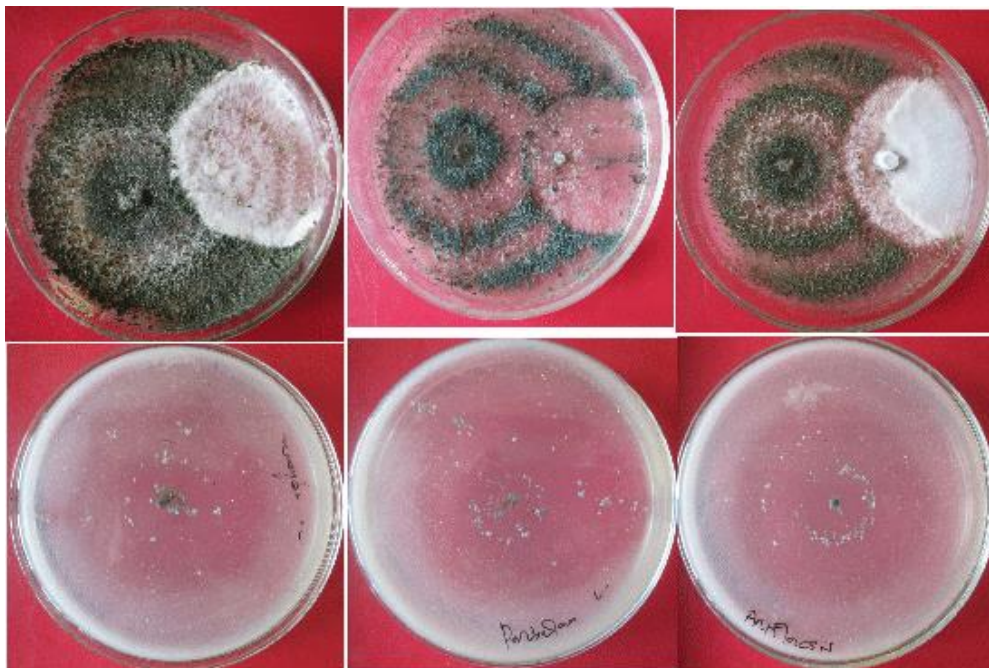
Keterangan : urutan angka pertama, kedua dan ketiga berturut-turut: wilayah asal isolat, ulangan isolasi dan nomor isolat

Pengamatan mekanisme penghambatan agens antagonis *G. boninense* dilakukan ke 1 HSI, disebabkan oleh adanya pertemuan antara kedua koloni tersebut. Dalam keadaan normal pertumbuhan koloni *T.harzanum* akan memenuhi Petri pada hari ke 3 HSI sedangkan *G.boninense* membutuhkan waktu 7 HSI. Pada hari ke 7 HSI dapat diketahui mekanisme penghambatan. Penghambatan mekanisme hiperparasit terjadinya overlap, mekanisme antibiosis terjadinya pembentukan zona bening, sedangkan mekanisme kompetisi terjadi penebalan miselim pada pertemuan kedua koloni. Mekanisme penghambatan *Trichoderma* spp. dapat terjadi melalui hiperparasitparasit (memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk kedalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati). Menghasilkan antibiotik seperti alametichin, paracelsin, trichotoxin yang dapat menghancurkan sel cendawan melalui pengrusakan terhadap permeabilitas membran

sel, dan enzim chitinase, laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel. Mempunyai kemampuan berkompetisi memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan, mempunyai kemampuan melakukan interfensi hifa (Ismail, 2011).

#### SIMPULAN

1. Keragaman cendawan *Penecillium* spp., *Aspergillus niger*, *T. harzianum*, *Fusarium* spp., *Aspergillus flavus*, *Monolia* spp., dari berbagai wilayah relatif sama berdasarkan jenis cendawan, kepadatan koloni dan total koloni.
2. Calon agens pengendalian *Ganoderma* spp. banyak ditemukan pada wilayah yang ditumbuhi cabai dan hutan belukar.
3. Pencirian *T. harzianum* terbaik berdasarkan tingginya daya hambat, kerapatan spora dan mekanisme hiperparasit.
4. Mekanisme penghambatan hiperparasit mampu menekan pertumbuhan *Ganoderma* spp. melalui degradasi kitin.



Gambar 1. Beberapa Mekanisme Isolat *T. harzianum* dalam Menekan *G. boninense*. dari Kiri ke Kanan Mekanisme Penghambatan dan Kemampuan Degradasi Kitin dari Isolat 3.1.1, 2.3.2 dan 1.1.4 Berturut Kompetisi, Hiperparasit dan Antibiosis

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azzamy, 2015. *Trichoderma* spp. Sebagai Antifungal Pengendali Penyakit Cendawan. Artikel Hama dan Penyakit. Jakarta. Mitalom.com
- Djaenuddin N, 2011. Bioteknologi penyakit layu *fusarium*( *Fusarium oxysporum*). Prosiding Seminar dan pertemuan XXI PEI. Komda Sulsel. Makassar.
- Harahap Y., 2014. Produksi Industri Kelapa Sawit 2014. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan Sumatera Utara, Indonesia.
- Ismail, 2007. Potensi Agen Hayati *Trichoderma* spp. Sebagai Agen Pengendalian Hayati. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Sulawesi Utara.
- Kristianasari D, 2004. Pemanfaatan Daun Ilalang (*imperata cylindrica*) Sebagai Campuran Media Tanaman Pada Pertumbuhan Jamur Ling zhi (*Ganoderma lucidum*). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro. Semarang. Tidak dipublikasi.
- Kurnia, AR. & M. Widyaiswara, 2014. Membuat Biakan *Trichoderma* spp. Dengan Beras. Balai Besar Pelatihan Binung. Banjar Masin.
- Muksin R, Rosmini & Johanis, 2013. Uji Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Bawang Merah Secara *In Vitro*. Fakultas Pertanian Untad. Sulawesi Tengah. *Agrotekbis* 1(2): 140-144.
- Nurhayati, 2013. Tanah dan Perkembangan Patogen Tular Tanah. Prosiding Seminar Nasional. Palembang.
- Priwiratama H, Susanto, 2014. Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Secara Kultur Teknis. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.