

**UJI BIOFUNGISIDA TEPUNG *Trichoderma harzianum* Rifai  
BERBAHAN DASAR BERBAGAI BAHAN ORGANIK TERHADAP  
JAMUR *Ganoderma boninense* PAT SECARA *IN VITRO***

**Yetti Elfina S, Muhammad Ali, Munjayanah**  
**Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Agroteknologi**  
**Fakultas Pertanian Universitas Riau**  
[elfina68@yahoo.com](mailto:elfina68@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Jamur *Trichoderma harzianum* Rifai, dapat digunakan untuk mengendalikan jamur *Ganoderma boninense* Pat, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit. Aplikasi *T. harzianum* di lapangan umumnya masih dalam bentuk substrat dan kompos. Cara ini dirasa kurang praktis, sehingga agens hayati *T. harzianum* tersebut perlu diformulasi. Formulasi biofungisida terdiri dari bahan aktif, bahan makanan (sumber nutrisi), bahan pembawa dan bahan pencampur. Bahan organik seperti pelepah daun kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, enceng gondok dan azolla dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi *T. harzianum*. Bahan pembawa yang digunakan yaitu kaolin dan pencampur adalah tepung tapioka. Penelitian ini bertujuan : 1) untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa bahan organik dalam formulasi biofungisida yang berbahan aktif *T. harzianum* untuk mengendalikan/menghambat *G. boninense* secara *in vitro* 2) untuk mendapatkan bahan organik sebagai sumber nutrisi dalam formulasi biofungisida yang paling mendukung pertumbuhan dan daya hambat *T. harzianum* terhadap jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 6 perlakuan yakni tepung pelepah daun kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, enceng gondok dan azolla dan 3 ulangan. Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam, dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : formulasi biofungisida *T. harzianum* yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu mempunyai potensi yang lebih baik untuk mengendalikan jamur *G. boninense* secara *in vitro* dan daya hambat jamur *T. harzianum* terhadap jamur *G. boninense* tertinggi terdapat pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit yakni 63,86 %.

Kata kunci: biofungisida tepung, *Ganoderma boninense*, *Trichoderma pseudokoningii*, bahan organik.

**PENDAHULUAN**

Jamur *G. boninense* merupakan penyebab penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada kelapa sawit. Menurut Darmono (1998) penyakit ini merupakan penyakit terpenting pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Penyakit BPB telah menyebabkan kehilangan hasil dan kematian kelapa sawit di beberapa

perkebunan di Indonesia hingga 80 % dari populasi kelapa sawit dan hal ini dapat menyebabkan penurunan produksi kelapa sawit per satuan luas (Susanto *et al.*, 2005). Menurut data Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian (2012) 6 propinsi terindikasi terserang penyakit BPB. Enam propinsi tersebut adalah Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Bengkulu dan Kalimantan Tengah. Total luas lahan sawit yang terserang sekitar 2.428,33 ha dengan nilai kerugian Rp.3,6 milyar

Pengendalian yang banyak dilakukan ialah menggunakan fungisida kimia sintetik karena lebih praktis dalam aplikasinya. Ketergantungan akan penggunaan fungisida kimia sintetik harus semakin di batasi, mengingat banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan. Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan yaitu munculnya ras- ras baru dari patogen yang mempunyai daya virulensi yang tinggi, terbunuhnya musuh alami dan organisme lain yang bersifat menguntungkan. Penggunaan fungisida kimia sintesis yang kurang bijaksana dapat menimbulkan masalah kesehatan, pencemaran lingkungan dan terganggunya keseimbangan ekologis.

Pengendalian hayati menggunakan jamur *T. harzianum* dapat dijadikan sebagai alternatif karena dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan patogen, serta mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat residu toksik dari fungisida kimia sintetik. *T. harzianum* merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diteliti terhadap beberapa jamur patogen tanaman. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa *T. harzianum* dapat menekan pertumbuhan *Ganoderma sp* dan bersifat antagonis terhadap jamur patogen *Ganoderma sp* (Tuner, 1981). Susanto (2002) mengemukakan bahwa jamur *T. harzianum* mampu menghambat infeksi *G. boninense* (100 %) hingga satu tahun setelah inokulasi patogen..

Penggunaan *T. harzianum* sebagai agens hayati masih banyak dalam bentuk kompos, stater dan substrat. Cara pemberian dalam bentuk kompos, stater dan substrat dirasa kurang praktis dan kurang efisien untuk aplikasi di lapangan, terutama untuk tujuan aplikasi dalam skala luas. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu teknik pengemasan agens hayati dalam bentuk formulasi biofungisida.

Formulasi biofungisida bertujuan untuk mempermudah aplikasi, transportasi, mudah dalam menentukan konsentrasi supaya penggunaannya efektif dan efisien, agar bahan aktif bertahan lama disimpan, dan memudahkan penyimpanan. Agensia hayati telah banyak diformulasikan dalam bentuk tepung, cair, butiran dan pelet. Purwantisari., *et al.*, (2008) menyatakan Formulasi bifungisida terdiri atas bahan aktif, bahan makanan, bahan pembawa, dan bahan pencampur.

Bahan makanan dalam suatu formulasi beragam sesuai bahan aktif yang digunakan dalam formulasi. *Trichoderma* sp memerlukan bahan-bahan organik yang merupakan bahan makanan sebagai sumber karbon dan energi selama pertumbuhan dan perkembangannya. Menurut Purwantisari *et al.*, (2008) komposisi bahan organik yang digunakan sebagai medium pertumbuhan jamur saprofit seperti *Trichoderma* sp minimal mengandung selulosa. Bahan organik yang mengandung selulosa yang dapat digunakan sebagai medium pertumbuhan *Trichoderma* sp seperti pelepah daun kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, enceng gondok dan azolla. Bahan pembawa dalam formulasi biofungisida dapat memanfaatkan mineral alam salah satunya kaolin. Kaolin mudah dan banyak ditemukan di beberapa daerah khususnya di Riau. Bahan pencampur untuk formulasi biofungisida dapat menggunakan tepung tapioka.

Komposisi medium tumbuh akan sangat berpengaruh terhadap daya tahan hidup, sporulasi dan daya antagonisme (Sinaga, 1989). Oleh karena itu perlu dicari media tumbuh yang dapat digunakan dalam pembuatan formulasi biofungisida yang mempunyai kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh *T. harzianum*.

*T. harzianum* yang diformulasikan dalam bahan-bahan tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai biofungisida untuk mengendalikan *G. boninense*. Penelitian Elfina *et al.*, (2013) melaporkan bahwa biofungisida pelet *T.harzianum* yang mengandung tepung pelepah kelapa sawit merupakan biofungisida yang terbaik dalam mengendalikan jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Hasil penelitian Gunam *et al.*, (2011) menemukan bahwa ampas tebu dapat digunakan sebagai substrat untuk produksi enzim selulase dari *T. viride* secara fermentasi media cair. Selain itu Winarsih dan Syafrudin (2001) melaporkan bahwa sekam

padi dapat memicu pertumbuhan *Trichoderma viride* dan penggunaannya dapat menurunkan persentase seranga *Fusarium oxysporum* pada bibit cabe. Pemberian *Trichoderma harzianum* dalam substrat jerami padi secara *soil treatment* pada bibit kol efektif dalam menekan perkembangan penyakit rebah kecambah (Habazar *et al.*, 1994). Sarjono *et al.*, (2013) mengemukakan bahwa *T. viride* mampu tumbuh pada media modifikasi eceng gondok dengan suhu optimum 35 °C.

Berdasarkan permasalahan di atas dilakukan penelitian dengan judul “**Uji Biofungisida Tepung *T. harzianum* Rifai Berbahan dasar Berbagai bahan Organik terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara *in vitro***”

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan mulai dari April 2014 sampai Juli 2014.

### **Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan organik yang terdiri dari pelepah sawit, ampas tebu, jerami dan sekam padi, eceng gondok, azolla, kaolin, tepung tapioka, isolat *T. harzianum* dan isolat *G. boninense* koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau, medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), medium aktivasi jamur antagonis, aquades steril, *plastic warp*, alkohol 70%, *aluminium foil*, *tissue* gulung, kapas, kertas label dan alat tulis.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop binokuler, *blender*, cawan petri berdiameter 9 cm, *erlemenyer* 250 ml, *erlemenyer* 500 ml, gelas ukur 500 ml, gelas piala, tabung reaksi, pipet tetes, pipet mikro, *automatic mixer*, *rotary shaker*, pinset, *incubator*, oven, ayakan, *Laminar Air Flow Cabinet*, kompor gas, kulkas, lampu bunsen, *autoclave*, timbangan analitik, *cork barer*, plastik polyetilen, jarum ose, pisau, batang pengaduk kaca, korek api, gunting, sprayer kertas millimeter, meteran dan alat tulis.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan adalah uji beberapa bahan organik sebagai bahan makanan dalam formulasi biofungisida berbentuk tepung berbahan aktif *T. harzianum* yang dicampurkan dengan bahan pembawa kaolin dan bahan pencampur tepung tapioka dengan perbandingan 2:1:1 terhadap jamur *G. boninense*, yaitu:

B1= Pelelah Kelapa Sawit

B2= Ampas Tebu

B3= Jerami Padi

B4= Sekam Padi

B5= Eceng Gondok

B6= Azolla

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam. Model linier dari sidik ragam yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana :  $Y_{ij}$  = Hasil pengamatan pada suatu unit percobaan dalam perlakuan ke-i yang mendapat ulangan ke-j

$\mu$  = Nilai tengah umum

$T_i$  = Pengaruh bahan organik pada taraf ke i

$\epsilon_{ij}$  = Galat percobaan pada perlakuan ke-i dan pada ulangan ke-j

Hasil analisis sidik ragam dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5 %.

## Pelaksanaan Penelitian

### Peremajaan Isolat Jamur *T. harzianum* dan *G. boninense*

Isolat jamur *T. harzianum* dan *G. boninense* diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Isolat direisolasi/diremajakan dengan cara memindahkan hifa yang tumbuh pada biakan induk dalam agar miring dengan menggunakan jarum ose steril ke dalam cawan

petri yang telah diisi medium PDA dengan komposisi kentang 200 g/liter, agar 20 g/liter, aquades 1 liter. PDA berisi hifa tersebut kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 5-7 hari sampai didapatkan isolat yang homogen.

### **Persiapan Bahan Formulasi Biofungisida**

Bahan makanan berupa bahan organik yang terdiri dari pelepah sawit, ampas tebu, jerami dan sekam padi, eceng gondok dan azolla sebanyak 1.5 kg untuk masing-masingnya dikeringanginkan selama 2 minggu agar mudah dihaluskan. Bahan-bahan tersebut dihaluskan dengan menggunakan blender hingga hancur dan diayak dengan menggunakan ayakan untuk mendapatkan tepungnya. Total tepung yang akan dihasilkan sebanyak 750 g untuk masing-masing bahan makanan karena menurut Jumhana (2004) pengeringan bahan organik selama 2 minggu akan mengalami penyusutan sebanyak 50%, sedangkan tepung yang akan digunakan untuk masing-masing bahan adalah sebanyak 400 g. Hasilnya kemudian disimpan dalam plastik kaca sebanyak sebanyak 100 g untuk masing-masing bahan organik. Kemudian plastik dibungkus dengan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 30°C selama 2 jam. Tepung didinginkan untuk digunakan dalam pembuatan formulasi biofungisida.

Kaolin sebagai bahan pembawa digunakan dalam bentuk sintetik (produk pabrik). Kaolin yang digunakan sebanyak 1 kg, karena setiap unit percobaan diperlukan 50 g kaolin. Talk sebagai bahan pencampur yaitu tepung tapioka digunakan dalam bentuk sintetik (produk pabrik). Tepung tapioka diperlukan sebanyak 1 kg, karena setiap unit perlakuan digunakan 50 g talk.

### **Perbanyak Biomassa Spora *T. harzianum***

Perbanyak biomassa spora *T. harzianum* dilakukan dengan cara memperbanyak jamur *T. harzianum* yang telah diremajakan dan diaktivasi pertumbuhannya dalam medium cair. Aktivasi dilakukan dalam *erlemeyer* ukuran 250 ml dan diinkubasi dalam inkubator selama 7 hari. Perhitungan biomasa konidia jamur *T. harzianum* yang telah dinkubasi dengan kerapatan  $10^6$  dihitung dengan menggunakan haemocytometer.

### **Pembuatan Formulasi Biofungisida**

Formulasi biofungisida terdiri dari bahan aktif agen antagonis *T. harzianum*, bahan makanan, bahan pembawa dan bahan pencampur. Bahan

makanan yang digunakan terdiri dari beberapa bahan organik, yaitu: pelepah sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, eceng gondok dan azolla. Bahan pembawa menggunakan kaolin. Bahan pencampur menggunakan tepung tapioka. Bentuk formulasi yang akan diuji ialah bentuk tepung.

### **Pencampuran dan Pengeringan Formulasi Biofungisida**

Bahan makanan sebanyak 100 g masing- masing tepung dari bahan organik (sesuai perlakuan), 50 g kaolin dan 50 g tepung tapioka (perbandingan 2:1:1) dimasukkan ke dalam kantong plastik polyetilen ukuran 500 g dan ditutup rapat kemudian pada ujungnya dipasang cincin pipa paralon dan ditutup dengan kapas lalu dilapisi kertas *aluminium foil* dan *plastic wrap*. Bahan-bahan tersebut disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 20 menit.

Biomassa konidia jamur *T. harzianum* dengan kerapatan  $10^6$  konidia/ml sebanyak 15 ml dimasukkan ke dalam 150 g campuran bahan tersebut. Campuran diaduk agar homogen dan jamur *T. harzianum* tersebar merata dalam media. Setelah pencampuran selesai, formulasi dikeringkan di dalam oven dengan suhu 30°C dengan tingkat kelembaban dengan tingkat kelembaban 20% dan formulasi biofungisida siap digunakan untuk uji secara *in vitro*.

### **Penyimpanan Formulasi**

Formulasi biofungisida yang telah kering dimasukkan ke dalam kantong plastik yang pada ujungnya dipasang cincin pipa paralon, lalu ditutup dengan kapas dan dilapisi *aluminium foil*. Formulasi biofungisida tersebut disimpan di dalam lemari penyimpanan pada suhu kamar di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Universitas Riau. Formulasi biofungisida disimpan selama 4 minggu.

### **Penghitungan Kecepatan Pertumbuhan dan Diameter Koloni Jamur *T. harzianum* dari Masing- masing Formulasi Biofungisida.**

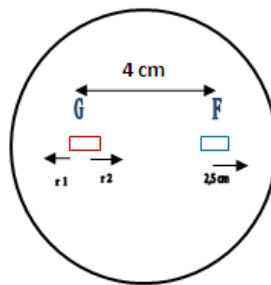
Penghitungan kecepatan pertumbuhan dan diameter koloni ini dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur *T. harzianum* yang terdapat dalam formulasi biofungisida dalam medium PDA dengan melubangi medium PDA padat menggunakan *cork borer* tepat ditengah cawan petri. Kemudian, lubang tersebut dimasukkan suspensi formulasi biofungisida yang diperoleh dengan melarutkan 10 g formulasi ke dalam 90 ml aquades steril sebanyak 0.05 ml (sesuai dengan perlakuan). Setelah itu diinkubasi dalam inkubator selama 5-7 hari. Pengamatan



dihentikan ketika salah satu koloni jamur telah mencapai pinggir cawan petri. Perhitungan ini dilakukan setelah penyimpanan 4 minggu.

### Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur *G. boninense* dengan masing-masing Formulasi Biofungisida Secara *in vitro*

Uji penghambatan dilakukan dengan metode biakan ganda (*dual culture*) setelah formulasi biofungisida disimpan 4 minggu. Potongan biakan jamur *G. boninense* (diameter 5 mm) dan 0,05 g formulasi biofungisida tepung dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi PDA yang dilubangi dengan *cork borer* yang berdiameter 5 mm dan ditumbuhkan dalam satu cawan petri yang berisi PDA dengan jarak 2,5 cm dari tepi cawan petri yang berlawananan jarak antara jamur *G. boninense* dengan formulasi biofungisida 4 cm (Gambar 1) kemudian diinkubasi dalam inkubator.



**Gambar 1.** Uji antagonis dengan metode biakan ganda

Keterangan:

- G = potongan biakan koloni *G. boninense*
- F = lubang berisi suspensi formulasi biofungisida tepung
- r1 = jari- jari koloni *G. boninense* yang menjauhi formulasi biofungisida
- r2 = jari- jari koloni *G. boninense* yang mendekati formulasi biofungisida

### Pengamatan

#### Tampilan Produk

Pengamatan dilakukan dengan melihat dan mencatat ada tidaknya perubahan pada produk tersebut. Tampilan produk yang diamati meliputi perubahan warna produk setelah penyimpanan, tumbuh atau tidaknya hifa jamur *T. harzianum* pada formulasi tepung yang disimpan selama periode penyimpanan 4 minggu.



### Kecepatan Pertumbuhan Koloni Jamur *T. harzianum* dari Masing-masing Formulasi Biofungisida (mm/hari)

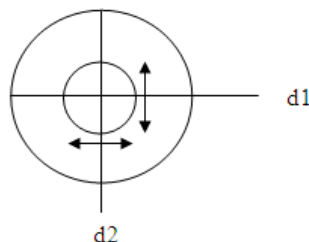
Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* dari masing-masing formulasi biofungisida diperoleh dengan cara mengukur diameter koloni jamur yang ditumbuhkan pada medium PDA. Pengukuran ini dilakukan setiap hari sampai cawan petri berisi penuh koloni jamur dan dilakukan pada dua tempat yang tetap pada cawan petri bagian belakang, kemudian ditentukan rata-rata kecepatan pertumbuhan perhari. Perhitungan kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* ini dilakukan pada periode penyimpanan 4 minggu.

### Diameter Koloni Jamur *T. harzianum* dari masing-masing Formulasi Biofungisida (mm)

Pengamatan ini dilakukan setiap hari terhadap koloni jamur *T. harzianum* pada tiap unit percobaa. Pengukuran diameter koloni jamur dilakukan pada masing-masing formulasi biofungisida yang ditumbuhkan dalam medium PDA, dan dihentikan jika salah satu perlakuan telah memenuhi cawan petri. Alat pengukuran diameter koloni adalah kertas millimeter. Agar mempermudah pengukuran diameter koloni dapat dilakukan dengan membuat garis vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni pada bagian bawah cawan petri (Gambar 2). Cara pengukuran berdasarkan rumus:

$$D = \frac{d1 - d2}{2}$$

Keterangan: D = diameter jamur *T. harzianum*  
 d1 = diameter vertical koloni jamur *T. harzianum*  
 d2 = diameter horizontal koloni jamur *T. harzianum*



Gambar 2. Cara pengukuran diameter koloni pada cawan petri

Keterangan :

d1 = diameter horizontal koloni jamur *T. harzianum*  
 d2 = diameter vertikal koloni jamur *T. harzianum*

### Daya Hambat Masing-masing Formulasi Biofungisida Terhadap Pertumbuhan Jamur *G. boninense* secara *in vitro*

Kemampuan dalam penghambatan pertumbuhan jamur *G. boninense* pada masing-masing formulasi biofungisida dilakukan setelah penyimpanan 4 minggu. Daya hambat masing-masing formulasi biofungisida terhadap *G. boninense* dihitung sampai ada pertumbuhan jamur *T. harzianum* yang telah mencapai pinggiran koloni jamur *G. boninense* setelah diinokulasikan. Daya Hambat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan : P = kemampuan penghambatan (%)

r1= jari-jari koloni *G. boninense* yang menjauhi formulasi biofungisida tepung

r2= jari-jari koloni *G. boninense* yang mendekati formulasi biofungisida tepung

### Perhitungan Jumlah Spora pada Formulasi Biofungisida

Jumlah spora pada formulasi dihitung dengan metode hitungan cawan. Metode ini dilakukan untuk melihat jumlah spora yang hidup dan spora yang mati dalam formulasi yang ditumbuhkan pada medium PDA dalam cawan petri. Jumlah koloni hidup dihitung dengan dengan rumus:

$$\text{jumlah spora} = \text{Jumlah propagul percawan (CFU s/ml)} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

### Pengamatan Pendukung

Pengamatan pendukung dilakukan terhadap kondisi yang mempengaruhi pertumbuhan *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida. Pengamatan ini meliputi kadar air dan pH produk formulasi biofungisida. Pengamatan dilakukan 4 minggu setelah penyimpanan formulasi

Pengamatan kadar air pelet dengan menggunakan metode oven, kemudian ditimbang kadar airnya dengan rumus :

$$KAF = \frac{BB - Bk}{BB} \times 100\%$$

Dimana: KAF = Kadar Air Formulasi  
BB = Berat Basah  
BK = Berat Kering

Pengukuran pH formulasi biofungisida dilakukan dengan mengambil sampel formulasi (sesuai dengan perlakuan) sebanyak 10 g dan diukur menggunakan pH meter.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tampilan Produk

Hasil pengamatan tampilan produk formulasi biofungisida yang mengandung berbagai bahan organik selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tampilan produk formulasi biofungisida

Bahan organik	Kriteria pengamatan	Hasil pengamatan tampilan produk biofungisida selama penyimpanan	
		0 minggu penyimpanan	4 minggu penyimpanan
B1(Pelepah daun kelapa sawit)	Warna Ada/tidak adanya hifa	Coklat muda Tidak ada	Coklat muda Tidak ada
B2(Ampas tebu)	Warna Ada/tidak adanya hifa	Coklat muda kekuningan Tidak ada	Coklat muda kekuningan Tidak ada
B3(Jerami padi )	Warna Ada/tidak adanya hifa	Coklat Tidak ada	Coklat Tidak ada
B4(Sekam padi)	Warna Ada/tidak adanya hifa	Coklat Tidak ada	Coklat Tidak ada
B5(Eceng gondok)	Warna Ada/tidak adanya hifa	Hijau muda Tidak ada	Hijau muda Tidak ada
B6(Azolla)	Warna Ada/tidak adanya hifa	Hijau tua Tidak ada	Hijau tua Tidak ada

Warna tampilan produk biofungisida berbahan dasar pelepah kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, eceng gondok dan azolla selama penyimpanan tidak mengalami perubahan warna. Formulasi biofungisida berbahan dasar pelepah kelapa sawit berwarna coklat muda, formulasi biofungisida berbahan dasar ampas tebu jug berwarna coklat muda, formulasi

biofungisida berbahan dasar jerami padi berwarna coklat, formulasi biofungisida berbahan dasar sekam padi juga berwarna coklat, formulasi biofungisida berbahan dasar eceng gondok berwarna hijau muda, dan formulasi biofungisida berbahan dasar azolla berwarna coklat hijau.

Setelah 4 minggu penyimpanan tidak terlihat adanya pertumbuhan hifa jamur *T. harzianum* pada semua formulasi biofungisida. Hal ini terjadi karena kadar air pada semua formulasi biofungisida sudah mencapai kadar air yang dianjurkan untuk penyimpanan. Kadar air produk biofungisida pada penyimpanan 4 minggu ini semuanya di bawah kadar air yang biasa digunakan untuk penyimpanan formulasi biofungisida yang mengandung jamur *Trichoderma* sp. Kadar air produk biofungisida berbahan dasar pelepah kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, eceng gondok dan azolla selama penyimpanan adalah sebagai berikut : 6%, 6,6 %,8,33%, 7,3%, 5% dan 11,5%. Menurut Purwantisari *et al.*, (2008) produk biofungisida dapat disimpan dalam kemasan plastik setelah cukup kering dengan kadar air <15%.

#### **Kecepatan Pertumbuhan Koloni Jamur *T. harzianum* dari Masing Masing Formulasi Biofungisida (mm/hari)**

Hasil pengamatan kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida mengandung bahan organik setelah ditumbuhkan kembali ke medium PDA(mm/hari)

Perlakuan	Kecepatan pertumbuhan koloni <i>T. harzianum</i>	
B1(Pelepah kelapa sawit)	29,81	a
B6(Azolla)	29,70	a
B2(Ampas tebu)	29,48	a
B5(Eceng gondok)	29,27	ab
B4(Sekam padi)	28,62	bc
B3(Jerami padi)	28,41	c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMRT pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan akar kuadrat ( $\sqrt{y}$ )

Perbedaan kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* pada beberapa bahan organik diduga karena adanya perbedaan kandungan senyawa masing-masing bahan organik. Bahan organik berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi jamur *T. harzianum*. Menurut hasil penelitian Elfina *et.al.*, (2002), jamur *Trichoderma sp* sangat membutuhkan nutrisi esensial dalam pertumbuhannya. Adnan (1991) *cit.* Trizelia (2013) mengemukakan pula bahwa pertumbuhan koloni jamur dipengaruhi antara lain oleh media tumbuhnya, pada media yang berbeda maka kecepatan tumbuhnya juga berbeda.

Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T.harzianum* dalam formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu berbeda tidak nyata dengan bifungisida yang mengandung enceng gondok, namun berbeda nyata dengan formulasi fungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi. Formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit, Azolla dan ampas tebu menunjukkan kecepatan pertumbuhan koloni yang lebih cepat yakni 29,81 mm/hari, 29,70 mm/hari dan 29,48 mm/hari. Lebih cepatnya pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit karena adanya kandungan serat berupa selulosa dan hemiselulosa, pada ampas tebu mengandung serat berupa selulosa, sedangkan pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik azolla, selain mengandung serat azolla mempunyai kandungan unsur yang lebih lengkap yakni pati, protein, kalsium, fosfor, dan lemak.

Pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* lebih cepat pada ketiga bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu disebabkan karena ketiga bahan ini mengandung nutrisi yang diperlukan oleh jamur *T. harzianum*. Kandungan serat berupa selulosa, hemiselulosa, lignoselulosa dan karbohidrat dalam suatu bahan organik dapat menjadi sumber nutrisi bagi *T. harzianum*. Menurut Purwantisari (2008) medium pertumbuhan jamur *T. harzianum* minimal mengandung selulosa. Nurbailis dan Martinius (2011) juga mengemukakan bahwa jamur *Trichoderma* akan tumbuh baik pada medium yang mengandung selulosa dan karbohidrat yang tinggi.

Singhania (2006) menjelaskan bahwa jamur *Trichoderma sp* merupakan jamur selulolitik yang potensial mengurai bahan organik yang mengandung

selulosa untuk pertumbuhannya. Menurut Desmawati *et al.*, (2000) jamur *Trichoderma*, termasuk *T. harzianum* dapat mengurai bahan organik dengan bantuan enzim selulase. Menurut Gusmiati (2012) *T. harzianum* juga menghasilkan enzim xilanase yang dapat menghidrolisis hemiselulosa

Secara umum *T. harzianum* memerlukan bahan yang mengandung selulosa dan karbohidrat. Pelepah sawit mengandung selulosa 42%, hemiselulosa 21%, lignin dan air 10% (Sukiran, 2008 *cit.* Jusniwarlis 2011). Ampas tebu mengandung selulosa 37,65 %, sari 1,81 %, pentosan, 27,97 %, SiO<sub>2</sub> 3,01 % dan abu 3,82 % (Husin 2007). Azolla menurut Balai Penelitian Peternakan (2000) mengandung serat 17,86 %, protein 21,58 %, lemak 2,22 %, abu 23,94 %, BETN 34,39 % dan kalsium 1,63 %, dan menurut Rahmatullah (2012) azolla mengandung serat 9,1-12,7 %, protein 24-30 %, lemak 3-3,3 %, kalsium 0,4-1 %, fosfor 2-4,5 %, pati 6,6 % dan tidak mengandung senyawa beracun.

Wahyudi dan Suwahyono (1997). Kandungan serat dan karbohidrat yang cukup tinggi dapat merupakan sumber nutrisi sebagai sumber karbon yang potensial untuk pertumbuhan jamur *T. harzianum*. Carlile dan Watkinson (1995) *cit* Uruilal *et al.*, (2012) juga mengemukakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur antara lain nutrisi meliputi gula, polysakarida, asam-asam organik, lipid sebagai sumber karbon, nitrat, ammonia, asam-asam amino, polipeptida dan protein sebagai sumber nitrogen, hydrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium dan potassium.

Formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi menunjukkan kecepatan pertumbuhan koloni yang lebih lambat yakni 28,62 mm/hari, dan 28,41 mm/hari. Lebih lambatnya pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi ini di duga karena adanya kandungan lignin, sehingga sulit di urai oleh *T. harzianum*. Manglayang (2006) mengemukakan bahwa kandungan selulosa pada sekam padi cukup tinggi yaitu 22-30,71 % tetapi ligninnya juga tinggi yaitu 35,53 %, sehingga sulit didegradasi oleh jamur *Trichoderma*. Elfina *et al.*, (2012) dalam penelitiannya juga menemukan bahwa kecepatan tumbuh koloni jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi biofungisida pelet yang mengandung bahan organik jerami padi lebih lambat disebabkan karena adanya

bakteri yang *tumbuh* adanya bawaan bakteri dari bahan organik yang tidak mati sewaktu sterilisasi bahan. Banyak bakteri yang dapat bertahan pada sisa tanaman yang terinfeksi salah satunya *Xanthomonas oryzae pv oryzae* patogen penyebab penyakit hawar pada tanaman padi. *X. oryzae pv oryzae* dapat bertahan pada jerami kering meskipun telah disimpan dalam waktu yang cukup lama. *X. oryzae pv oryzae* mempunyai EPS yang banyak sehingga kemampuan bertahan yang lama walaupun telah dilakukan pemanasan (Habazar dan Rivai, 2003)

### **Diameter Koloni Jamur *T. harzianum* dari masing-masing Formulasi Biofungisida (mm)**

Hasil diameter koloni jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Rerata diameter koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida mengandung bahan organik setelah ditumbuhkan kembali ke medium PDA(mm)

Perlakuan	Diameter koloni <i>T. harzianum</i>	
B1(Pelepah kelapa sawit)	89,87	a
B6(Azolla)	89,37	a
B2(Ampas tebu)	88,75	a
B5(Eceng gondok)	88,12	ab
B4(Sekam padi)	86,12	bc
B3(Jerami padi)	85,50	c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMRT pada taraf 5% .

Perbedaan diameter koloni jamur *T. harzianum* disebabkan karena kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* dari masing- masing bahan organik juga berbeda. Kecepatan pertumbuhan yang tinggi akan menghasilkan diameter koloni yang tinggi juga. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan senyawa yang berfungsi sebagai sumber nutrisi yang ada pada setiap bahan organik. Kandungan serat dan karbohidrat yang tinggi dalam suatu bahan dapat menjadi sumber nutrisi potensial untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp (Wahyudi dan Suwahyono, 1997). Menurut Purwantisari *et al.*, (2008) medium pertumbuhan jamur saprofit seperti *Trichoderma* sp minimal mengandung selulosa.



Diameter koloni jamur *T.harzianum* dalam formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu berbeda tidak nyata dengan bifungisida yang mengandung enceng gondok, namun berbeda nyata dengan formulasi fungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi. Formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit, Azolla dan ampas tebu menunjukkan diameter koloni yang lebih tinggi yakni 89,87 mm 89,37 mm dan 88,75 mm. Lebih tingginya diameter koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung pelepah kelapa sawit karena adanya kandungan serat berupa selulosa dan hemiselulosa, pada ampas tebu mengandung serat berupa selulosa, sedangkan pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik azolla, selain mengandung serat azolla mempunyai kandungan unsur yang lebih lengkap yakni pati, protein, kalsium, fosfor, dan lemak.

Tingginya diameter koloni jamur *T. harzianum* pada ketiga bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu disebabkan karena ketiga bahan ini mengandung nutrisi yang diperlukan oleh jamur *T. harzianum*. Kandungan serat berupa selulosa, hemiselulosa, lignoselulosa dan karbohidrat dalam suatu bahan organik dapat menjadi sumber nutrisi bagi *T. harzianum*. Menurut Purwantisari (2008) medium pertumbuhan jamur *T. harzianum* minimal mengandung selulosa. Nurbailis dan Martinius (2011) juga mengemukakan bahwa *Trichoderma* akan tumbuh baik pada medium yang mengandung selulosa dan karbohidrat yang tinggi.

Singhania (2006) menjelaskan bahwa jamur *Trichoderma sp* merupakan jamur selulolitik yang potensial mengurai bahan organik yang mengandung selulosa untuk pertumbuhannya.. Menurut Desmawati *et al.*,(2000) jamur *Trichoderma*, termasuk *T. harzianum* dapat mengurai bahan organik dengan bantuan enzim selulase. Menurut Gusmiati (2012) *T. harzianum* juga menghasilkan enzim xilanase yang dapat menghidrolisis hemiselulosa

Secara umum *T. harzianum* memerlukan bahan yang mengandung selulosa dan karbohidrat. Pelepah sawit mengandung selulosa 42%, hemiselulosa 21%, lignin dan air 10% (Sukiran, 2008 *cit.* Jusniwarlis 2011). Ampas tebu mengandung selulosa 37,65 %, sari 1,81 %, pentosan, 27,97 %, SiO<sub>2</sub> 3,01 % dan

abu 3,82 % (Husin 2007). Azolla menurut Balai Penelitian Peternakan (2000) mengandung serat 17,86 %, protein 21,58 %, lemak 2,22 %, abu 23,94 %, BETN 34,39 % dan kalsium 1,63 %, dan menurut Rahmatullah (2012) azolla mengandung serat 9,1-12,7 %, protein 24-30 %, lemak 3-3,3 %, kalsium 0,4-1 %, fosfor 2-4,5 %, pati 6,6 % dan tidak mengandung senyawa beracun.

Wahyudi dan Suwahyono (1997). Kandungan serat dan karbohidrat yang cukup tinggi dapat merupakan sumber nutrisi sebagai sumber karbon yang potensial untuk pertumbuhan jamur *T. harzianum*. Carlile dan Watkinson (1995) Uruilal *et al.*, (2012) juga mengemukakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur antara lain nutrisi meliputi gula, polysakarida, asam-asam organik, lipid sebagai sumber karbon, nitrat, ammonia, asam-asam amino, polipeptida dan protein sebagai sumber nitrogen, hydrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium dan potassium.

Formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi menunjukkan diameter koloni yang lebih rendah yakni 86,12 mm, dan 85,50 mm. Lebih rendahnya koloni jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi ini di duga karena adanya kandungan lignin, sehingga sulit di urai oleh *T. harzianum*. Manglayang (2006) mengemukakan bahwa kandungan selulosa pada sekam padi cukup tinggi yaitu 22-30,71 % tetapi ligninnya juga tinggi yaitu 35,53 %, sehingga sulit didegradasi oleh jamur *Trichoderma*.

Pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp juga dipengaruhi oleh pH. pH formulasi biofungisida pada penelitain ini berkisar dari 4,52-6,87.. Formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah sawit memiliki pH 4,52, pada formulasi yang mengandung bahan organik ampas tebu pH 4,67, pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik jerami padi mempunyai pH 5,74, pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik sekam padi mempunyai pH 5,07, pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik eceng gondok mempunyai pH 5,45 dan pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik azolla mempunyai kadar pH 6,87. *Trichoderma* sp mempunyai pH optimum antara 3-7. Menurut Hadar *et al.*, (1984) pertumbuhan *Trichoderma* sp akan lambat pada pH 2 dan 8. Menurut Susila (2010) *T.*

*pseudokoningii* masih bertahan pada kisaran pH 6,43- 7,81 pada kompos tandan kosong kelapa sawit.

#### **Jumlah Konidia *T. harzianum* pada Masing-Masing Formulasi Biofungisida (konidia/ml)**

Hasil perhitungan jumlah konidia jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata jumlah konidia jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida mengandung bahan organik setelah ditumbuhkan kembali ke medium PDA(konidia/ml)

Perlakuan	Jumlah Konidia <i>T. harzianum</i>	
B1(Pelepah kelapa sawit)	17,55 x 10 <sup>6</sup>	a
B6(Azolla)	15,55 x 10 <sup>6</sup>	ab
B2(Ampas tebu)	13,20 x 10 <sup>6</sup>	bc
B5(Eceng gondok)	10,70 x 10 <sup>6</sup>	cd
B4(Sekam padi)	8,85 x 10 <sup>6</sup>	d
B3(Jerami padi)	8,02 x 10 <sup>6</sup>	d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMRT pada taraf 5% .

Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah konidia *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit cenderung lebih banyak yakni 17,55 x 10<sup>6</sup> konidia/ml, berbeda tidak nyata dengan azolla, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan bahan organik lainnya yakni ampas tebu, eceng gondok, sekam padi dan jerami padi. Jumlah konidia *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik azolla, ampas tebu, jerami padi dan sekam padi berturut-turut 15,90 x 10<sup>6</sup> konidia/ml, 12,82 x 10<sup>6</sup> konidia/ml, 10,60 x 10<sup>6</sup> konidia/ml, 8,82 x 10<sup>6</sup> konidia/ml dan 8,10 x 10<sup>6</sup> konidia/ml. Perbedaan jumlah konidia pada masing-masing formulasi diduga karena berbedanya kandungan senyawa yang berfungsi sebagai sumber nutrisi pada masing-masing bahan organik. Kandungan serat dan karbohidrat yang tinggi dalam suatu bahan dapat menjadi sumber nutrisi potensial untuk pertumbuhan *T. harzianum* (Wahyudi dan Suwahyono, 1997). Menurut Purwantisari *et al.*, (2008) medium pertumbuhan jamur saprofit seperti

*Trichoderma* sp minimal mengandung selulosa. Menurut Syatrawati (2008) untuk menghasilkan konidia jamur antagonis dipengaruhi oleh kualitas substrat sebagai medium pertumbuhannya yang berkaitan dengan nutrisi yang terkandung dalam substrat tersebut. Menurut Singhanian *et al.*, (2006) jamur *Trichoderma* sp merupakan jamur selulolitik yang potensial mendegradasi bahan organik yang mengandung selulosa untuk pertumbuhannya. Gusmiati (2012) mengemukakan bahwa *T. harzianum* juga menghasilkan enzim xilanase yang dapat menghidrolisis hemiselulosa.

Formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit dan azolla setelah ditumbuhkan kembali di media PDA mempunyai jumlah konidia *T. harzianum* yang lebih banyak dibandingkan formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik lainnya. Jumlah konidia *T. harzianum* yang terkandung pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit yaitu  $17,55 \times 10^6$  konidia/ ml, sedangkan pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit yaitu  $17,55 \times 10^6$  konidia/ ml. Hal ini disebabkan karena kandungan serat pada bahan organik pelepah kelapa sawit berupa selulosa dan hemiselulosa tinggi dibandingkan bahan organik lainnya, sedangkan azolla selain mengandung serat azolla mempunyai kandungan unsur yang lebih lengkap dibandingkan bahan organik lainnya yakni juga mengandung pati, protein, kalsium, fosfor, dan lemak. Menurut Sukiran (2008) *cit.* Jusniwarlis (2011) pelepah kelapa sawit mengandung selulosa sebanyak 42 % dan hemiselulosa 21 %. Ampas tebu mengandung selulosa 37,65 %, (Husin 2007). Azolla menurut Balai Penelitian Peternakan (2000) mengandung serat 17,86 % dan menurut Rahmatullah (2012) azolla mengandung serat 9,1-12,7 %.

Formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi setelah ditumbuhkan kembali di media PDA menunjukkan bahwa jumlah konidia *T. harzianum* yang lebih sedikit yakni  $8,82 \times 10^6$  konidia/ml dan  $8,10 \times 10^6$  konidia/ml. Lebih sedikitnya jumlah konidia *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi ini diduga karena adanya kandungan lignin, sehingga sulit diurai oleh *T. harzianum* sehingga kurang tersedianya nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan *T. harzianum*.

dan pada akhirnya jumlah konidia yang terbentuk juga lebih sedikit. Manglayang (2006) mengemukakan bahwa kandungan selulosa pada sekam padi cukup tinggi yaitu 22-30,71 % tetapi ligninnya juga tinggi yaitu 35,53 %, sehingga sulit didegradasi oleh jamur *Trichoderma*.

#### **Daya Hambat Formulasi terhadap Jamur *G. boninense* (%)**

Hasil uji daya hambat jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA terhadap jamur *G. boninense* setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil berpengaruh nyata. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata daya hambat jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida mengandung bahan organik setelah ditumbuhkan kembali ke medium PDA terhadap jamur *G. boninense* (%)

Perlakuan	Daya Hambat	
B1(Pelepah kelapa sawit)	63,86	a
B6(Azolla)	52,62	b
B2(Ampas tebu)	51,43	b
B5(Eceng gondok)	45,16	c
B4(Sekam padi)	42,34	cd
B3(Jerami padi)	37,56	d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMRT pada taraf 5% .

Tabel 5 memperlihatkan bahwa daya hambat jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit berbeda nyata dengan formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik lainnya dan mempunyai daya hambat tertinggi terhadap jamur *G. boninense*. Perbedaan komposisi senyawa dalam bahan organik dapat menyebabkan perbedaan jumlah nutrisi yang tersedia bagi jamur *T. harzianum* dan dapat dimanfaatkan oleh jamur *T. harzianum* untuk pertumbuhan dan perkembangan serta daya hambatnya terhadap jamur *G. boninense*. Pelepah daun kelapa sawit mengandung serat berupa selulosa dan hemiselulosa tinggi dibandingkan bahan organik lainnya. Menurut Sukiran (2008) Jusniwarlis (2011) pelepah kelapa sawit mengandung selulosa sebanyak 42 % dan hemiselulosa 21 %. Ampas tebu mengandung selulosa 37,65 %, (Husin 2007). Azolla menurut Balai Penelitian

Peternakan (2000) mengandung serat 17,86 % dan menurut Rahmatullah (2012) azolla mengandung serat 9,1-12,7 %.

Formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu mempunyai daya hambat masing-masing 63,86 %, 52,62 % dan 51,43 %, dan menunjukkan potensi yang lebih baik sebagai agen pengendali jamur *G. boninense*, karena mempunyai persentase daya hambat di atas 50 %. Hal ini sesuai dengan pendapat Nur *et al.*, (2011) bahwa agen hayati yang mempunyai persentase daya hambat di atas 50 % mempunyai potensi yang lebih baik sebagai agen pengendali hayati.

Ketersediaan nutrisi yang lebih baik di dalam bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu tersebut menyebabkan jamur *T. harzianum* dapat berkembang dengan lebih baik, sehingga lebih mampu dan cepat dalam memanfaatkan ruang dan nutrisi. Hal ini dapat pula dihubungkan dengan kecepatan pertumbuhan dan diameter koloni jamur *T. harzianum* pada masing-masing formulasi biofungisida (Tabel 2 dan 3), yang selanjutnya mengakibatkan daya hambatnya menjadi lebih besar. Pendapat ini sesuai dengan hasil penelitian Octriana (2011) yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi dapat menentukan aktivitas jamur antagonis tersebut terhadap patogen target. Talanca *et al.*, (1998) *cit.* Umrah *et al.*, (2009) juga mengemukakan bahwa jamur yang mempunyai laju pertumbuhan cepat mempunyai daya antagonis yang tinggi.. Djaffaruddin (2000) menjelaskan bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis dalam mengendalikan patogen adalah kecepatan pertumbuhannya yang tinggi, sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal makanan dan penguasaan ruang yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Kemampuan menghasilkan senyawa antimikroba merupakan salah satu mekanisme yang juga dimiliki oleh jamur *T. harzianum* untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen selain kemampuannya yang cepat dalam memanfaatkan ruang dan nutrisi. Bervariasinya ketersediaan nutrisi pada masing-masing formulasi biofungisida juga dapat menyebabkan perbedaan kemampuan jamur *T. harzianum* dalam menghasilkan senyawa antimikroba untuk menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense*. Menurut Griffin (1981)

kekurangan unsur-unsur essential akan menyebabkan terganggunya proses-proses fisiologis jamur seperti terhambatnya aktifitas enzim, metabolisme karbohidrat, transfer energi, metabolisme asam nukleat dan lain-lain. Adapun enzim yang berperan dalam proses penghambatan jamur patogen adalah enzim kitinase. Menurut Habazar dan Yaharwandi (2006), *Trichoderma* sp. menghasilkan enzim kitinase yang mampu menghidrolisis khitin dari dinding hifa jamur patogen sehingga menyebabkan lisis. Enzim ini terdiri dari eksokitinase, endokitinase dan chitobiosidase.

Formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi setelah ditumbuhkan kembali di media PDA memperlihatkan daya hambat yang lebih rendah yakni 42,34 % dan 37,56 %. Lebih rendahnya daya hambat pada formulasi biofungisida yang mengandung sekam padi dan jerami padi ini di duga karena adanya kandungan lignin, sehingga sulit di urai oleh *T. harzianum* sehingga kurang tersedianya nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan *T. harzianum* dan pada akhirnya jumlah konidia yang terbentuk juga lebih sedikit. Manglayang (2006) mengemukakan bahwa kandungan selulosa pada sekam padi cukup tinggi yaitu 22-30,71 % tetapi ligninnya juga tinggi yaitu 35,53 %, sehingga sulit didegradasi oleh jamur *Trichoderma*. Hal ini juga terkait dengan kecepatan pertumbuhan dan diameter koloni jamur *T. harzianum* pada kedua bahan organik ini juga rendah (Tabel 2 dan 3), yang selanjutnya mengakibatkan daya hambatnya menjadi lebih rendah.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Biofungisida tepung *T. harzianum* Rifai yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit, ampas tebu, jerami padi, sekam padi, eceng gondok dan azolla dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur *G. boninense* secara *in vitro*.
2. Biofungisida tepung *T. harzianum* Rifai yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit, azolla dan ampas tebu mempunyai potensi yang lebih baik untuk mengendalikan jamur *G. boninense* karena mempunyai persentase daya hambat di atas 50%



3. Daya hambat jamur *T. harzianum* pada formulasi biofungisida terhadap jamur *G. boninense* tertinggi terdapat pada biofungisida tepung yang mengandung bahan organik pelepah kelapa sawit yakni 63,86 %.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan dalam pembuatan formulasi biofungisida tepung yang berbahan aktif jamur *T. harzianum* bahan organik pelepah sawit paling baik digunakan sebagai bahan makanan untuk sumber nutrisi bagi jamur *T. harzianum*, dan bahan organik azolla dan ampas tebu mempunyai potensi juga untuk mengendalikan jamur *G. boninense* karena mempunyai persentase daya hambat di atas 50%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 1987. **Biologi *Ganoderma boninense* pat. Pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq) dan pengaruh beberapa mikroba tanah antagonik terhadap pertumbuhannya.** Disertasi Doctor. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Baker, K.F. And R.J. Cook. 1974. **Biological Control of Plant Pathogens.** W.H. Freeman and Company. Amerika.
- Darmono T.W. 1998. ***Ganoderma* in oil palm Indonesia: Curret status and prospective use of antibodies for detection of infection.** In. Herman G.E and C. P. Kubice. (Eds) *Trichoderma and Gliocladium*. Vulture I: enzymes, Biological control and commercial application. Taylor and Francis. Ltd.UK
- Desmawati, Jasis, Zianita, Medirena, R. Raga, I.N. Daryono, U.H. Issusilaningtyas. 2000. **Pengenalan Agen Hayati Tanaman Hortikultura. Direktorat Jendral Produksi Hortikultura dan Aneka Tanaman.** Direktorat Perlindungan Tanaman. Jakarta.
- Dhingra, O.D. And J.B. Sinclair. 1985. **Basic Plant Pathology Methods.** CRC. Press Inc, Boca Rotton.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. (2012). **Sawit Indonesia.** [Htp://ditjenbun.deptan.go.id/](http://ditjenbun.deptan.go.id/). Diakses pada tanggal 31 Agustus 2013
- Elfina, Y.S. 2001. **Studi kemampuan isolat jamur *Trichoderma* spp. Yang beredar di Sumatera Barat untuk mengendalikan patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada bibit cabe.** Tesis Program Pasca sarjana Universitas Andalas Padang. Tidak dipublikasikan.
- Elfina Y.S., Y. Venita dan D. Andriani. 2012. **Pemanfaatan bahan baku lokal dalam proses produksi biofungisida berbahan aktif *Trichoderma pseudokoningii* untuk mengendalikan jamur *Ganoderma boninense* secara *in vitro*.** Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru
- Elfina, Y.S. 2013. **Produksi biofungisida menggunakan bahan dasar lokal dan aplikasinya untuk mengendalikan jamur *Ganoderma boninense* Pat.**

- Pada pembibitan awal kelapa sawit.** Laporan Kemajuan Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Riau. Pekanbaru
- Elvita, D. 2009. **Penggunaan isolat *Trichoderma* spp untuk mengendalikan serangan jamur *Ganoderma boninense* Pat pada bibit kelapa sawit di pembibitan awal kelapa sawit.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Griffin, H. D. 1981. **Fungal Physiology.** A Wiley Interscience Publication. New York. 651
- Gunam I.B W., W.R. Aryanta dan I.B.N. S. Darma. 2011. **Produksi selulase kasar dari kapang *Trichoderma viride* dengan perlakuan konsentrasi substrat ampas tebu dan lama fermentasi,** Jurnal Biologi. Xv (2): 29-33
- Gusmiati. 2010. **Produksi xilanase dan antibiotik lima galur lokal Riau *Trichoderma* sp.** Skripsi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Pekanbaru. Tidak Dipublikasikan
- Habazar T. dan Rivai, F. 2003. **Bakteri Patogen Tumbuhan.** Andalas University Press. Padang.
- Hadar, Y. G. E. Harman and A. G. Taylor. 1984. **Evaluation of *Trichoderma koningii* and *Trichoderma harzianum* from New York soil biological control of caused by *Phytophthora* spp.** Phytopatology. 70: 1167-1172.
- Harmanto, N. 2007. **Alang- Alang Online.** [http// www. Kaskus. Us.](http://www.kaskus.us) Diakses tanggal 6 Desember. 2011.
- Handoko A. 2010. **Ampas Tebu.** [http://blog.ub.ac.id/adiblog /2010/05/30/ampas tebu/](http://blog.ub.ac.id/adiblog /2010/05/30/ampas-tebu/). Diakses tanggal 6 Desember. 2011.
- Herlina, L. 2009. **Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai biofungisida pada tanaman tomat.** Jurnal Biosaintifika Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang. Vol. 1, No.1, Maret 2009, hal.62 -69.
- Istikorini, Y. 2002. **Pengendalian penyakit tumbuhan secara hayati yang ekologis dan berkelanjutan.** Tesis Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Jusniwarlis. 2011. **Efek kandungan logam Ni-mo/Nza pada proses pencairan langsung biomassa menjadi bio-oil.** Skripsi Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 1980. **A New approach to stimulate population proliferation of *Trichoderma* spesies and other potential biocontrol fungi introduced into natural soil.** Phytopatologi. 744: 1240-1244.
- Lukmanul, I. H. 2010. **Studi hidrolisis selulosa jerami padi menggunakan *Actinomycetes* isolat lokal.** Iemanthea.blogst.com/2010/11/studi-hidrolisis-selulosa-jerami-padi.htn. Diakses 26 Mei 2012.
- Mukarlina, Khotimah. S, dan Rianti. R. 2010. **Uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp penyebab penyakit layu pada tanaman cabe (*Capsicum annum*) secara *in vitro*.** Jurna Fitomedika Jurusan Biologi FMIPA Universitas Tanjungpura. Tanjungpura Vol. 7, No. 2, Desember 2010: 80-85.

- Purwantisari, S, A. Priyatmojo dan B.Raharjo. 2008. **Produksi Biofungisida Berbahan Baku Mikroba Antagonis Indigonius untuk Mengendalikan Penyakit Lodoh Tanaman Kentang Di Sentra-Sentra Pertanaman Kentang di Jawa Timur.** <http://balitbangjateng.go.id/kegiatan/rud/2008/8-biofungisida.pdf>. Diakses tanggal 6 desember. 2011.
- Purwantisari, S A. dan R. B Hastuti. 2009. **Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal.** Jurnal Bioma 11 (1): 24- 32.
- Rahmatullah,T.E. 2012. **Evaluasi Daya Cerna Pakan Limbah Azola pada Ikan bawal Air Tawar (*Colossoma Macropomum*, Cuvier 1818).** <http://titoeka.blogspot.com/2012/09/evaluasi-daya-cerna-pakan-limbah-azola.html>. Diakses pada tanggal 24 Januari 2014
- Sarjono.P. R., N.S. Mulyani dan W. S. Setyani. 2013. **Kadar Glukosa dari Hidrolisis Selilosa pada Eceng Gondok Menggunakan *Trichoderma Viride* dengan Variasi Temperatur dan Waktu Fermentasi.** Abstrak, halaman 163-171 Vol. & No 2 (2012).Universitas Jenderal Soedirman.
- Sinaga, M. S. 1989. **Potensi potensi *Gliocladium* spp sebagai agen pengendali hayati beberapa cendawan patogenik yang bersifat soil-borne.** Laporan Penelitian Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Sugiarti, W dan W. Widyatama. 2009. **Pemanfaatan kulit biji mente, bungkil jarak, sekam padi dan jerami menjadi bahan bakar briket yang ramah lingkungan.** Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik UNDIP. Tidak dipublikasikan.
- Sulistiani. 2009. **Formulasi spora *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) pada berbagai bahan pembawa.** Skripsi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Susanto A. 2002. **Kajian pengendalian hayati *Ganoderma boninense* Pat penyebab penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit.** Disertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Susanto A.,P.S. Sudharto and R. Y. Purba. 2005. **Enhancing biological control of basal stem root disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations.** Journal Mycopathologia, volome 159(1): 153-157.
- Susila. 2010. **Pengaruh lama pengomposan tandan kosong kelapa sawit dengan *Trichoderma pseudokoningii* t-ks untuk pengendalian jamur *Ganoderma boninense* pat. yang menyerangpada pembibitan awal kelapa sawit.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.Tidak dipublikasikan.
- Turner P.D . 1981. **Oil Palm and Disorders.** Oxford University Press. Oxford.
- Uruilal. C., A M. Kalay, E. Kaya dan A. Siregar.2012. **Pemanfaatan kompos ela sagu, sekam dan dedak sebagai media perbanyakkan agens hayati *Trichoderma harzianum* Rifai.** Jurnal Agrologia, 1(1): 21-30
- Octriana,L.2011. **Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp.secara in vitro.** Buletin plasma Nutfah 17(2): 138-142
- Wahyudi P. dan U. Suwahyono. 1997. **Proses produksi biofungisida *Trichoderma harzianum* bentuk padat dengan memanfaatkan bahan**

**baku lokal.** Pusat Penelitian Dan Pengembangan Bioindustri. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.  
Winarsih, S. dan Syafrudin, 2001. **Pengaruh pemberian *Trichoderma viride* dan sekam padi terhadap penyakit rebah kecambah di persemaian cabai.** Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia 3 (1):49-55