

**UJI KONSENTRASI BIOFUNGISIDA TEPUNG *Trichoderma harzianum* Rifai  
TERHADAP JAMUR *Phytophthora palmivora* Butl. PENYEBAB  
PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO PASCAPANEN**

[EFFECT OF *Trichoderma harzianum* Rifai POWDER BIOFUNGICIDE  
CONCENTRATION ON *Phytophthora palmivora* Butl. THE CAUSE OF COCOA  
BLACK POD DISEASE POST HARVEST]

**YETTI ELFINA\*, MUHAMMAD ALI, DAN DELIMA SABATINY**

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru

**ABSTRACT**

*Cocoa is one of important export commodities in Indonesia. The disease which commonly causes economical losses on cocoa is black pod disease (BPD) caused by *Phytophthora palmivora* Butl. Alternatif control of the disease is using biocontrol agent such as *Trichoderma harzianum* Rifai formulated in a powder biofungicide which has to be applied in a right concentration. The research aims to observe the effect of biofungicide powder of *T. harzianum* in some concentrations and obtain the best concentration to control *P. palmivora* causes cocoa black pod disease. This research has been conducted at Plant Pathology Laboratory, Agriculture Faculty of Riau University from August to October 2015. The research was carried out experimentally using a completely randomized design consisted of 7 treatments (0, 100, 200, 300, 400, 500 and 600 g/l) and 4 replications. The research consisted of two phases: in vitro inhibition test to *P. palmivora* and in vivo application test of *T. harzianum* powder biofungicide. Data obtained were statistically analyzed using analysis of variance and continued with Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at 5% level. The results showed that the concentration of *T. harzianum* powder biofungicide at 500 g/l had a better ability to inhibit the growth of *P. palmivora* at in vitro test with an inhibition up to 45,00% and relatively able to control *P. palmivora* causes cocoa black pod disease at in vivo test with disease intensity 31,25%.*

**Key words :** *Trichoderma harzianum, biofungicide concentration, Phytophthora palmivora, cocoa black pod disease*

**ABSTRAK**

Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor terpenting di Indonesia. Penyakit yang paling banyak menyebabkan kerugian secara ekonomis adalah busuk buah yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butl. Pengendalian alternatif yang digunakan adalah dengan memanfaatkan agen hayati seperti *Trichoderma harzianum* Rifai dalam bentuk formulasi biofungisida berupa tepung dengan penggunaan konsentrasi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* dan mendapatkan konsentrasi yang terbaik untuk mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau dari bulan Agustus sampai Oktober 2015. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari 7 perlakuan (tanpa biofungisida, 100, 200, 300, 400, 500 dan 600 g/l) dan 4 ulangan. Penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu uji penghambatan terhadap jamur *P. palmivora* secara in vitro dan uji aplikasi biofungisida tepung *T. harzianum* secara in vivo. Data yang diperoleh dianalisis ragam dan diuji lanjut dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l memiliki kemampuan yang

---

\* Korespondensi penulis:  
Email:elfina68@yahoo.com

lebih baik dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara in vitro dengan daya hambat sebesar 45,00% serta cukup mampu mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao secara in vivo dengan intensitas penyakit sebesar 31,25%.

**Kata kunci :** *Trichoderma harzianum*, biofungisida, *Phytophthora palmivora*, busuk buah kakao

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kakao (*Theobroma cacao L.*) terbesar dan menjadikan kakao sebagai komoditas ekspor terpenting yang berkontribusi besar dalam peningkatan devisa negara. Tanaman ini banyak dibudidayakan seiring permintaan kakao yang terus meningkat, namun peningkatan permintaan kakao tersebut tidak diikuti dengan adanya peningkatan produktivitas kakao khususnya di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), pada tahun 2014 terjadi penurunan produktivitas kakao di Indonesia sebesar 0,48% dari tahun sebelumnya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah serangan hama dan penyakit.

Penyakit yang paling banyak ditemukan pada kakao adalah busuk buah yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butl. Kerugian yang disebabkan penyakit busuk buah pada tahun 1990 di beberapa daerah di Indonesia cukup besar yakni 30-50%, bahkan kehilangan produksi di seluruh dunia yang diakibatkan oleh penyakit ini dapat mencapai 10-80% (Pawirosoemardjo dan Purwantara, 1992). Pengendalian penyakit busuk buah telah dilakukan dengan memadukan tindakan sanitasi, perbaikan lingkungan dan penggunaan fungisida kimia. Penggunaan fungisida kimia secara terus menerus dan berlebihan dapat meningkatkan resistensi terhadap jamur patogen *P. palmivora* dan berdampak negatif terhadap lingkungan (Erwin dan Ribiero, 1996). Upaya pengendalian terhadap serangan jamur *P. palmivora* yang banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme antagonis yang menguntungkan bagi tanaman dan aman terhadap lingkungan, seperti jamur *Trichoderma harzianum* Rifai.

Jamur *Trichoderma harzianum* Rifai dapat dijadikan sebagai bahan aktif dalam formulasi biofungisida. Formulasi biofungisida

jamur *Trichoderma* sp. dapat diaplikasikan dalam beberapa bentuk, diantaranya dalam bentuk tepung. Biofungisida dalam formulasi tepung dapat mempermudah jamur *Trichoderma* sp. untuk berkembang biak, sehingga keberadaannya di lingkungan dapat bertahan lama dan lebih efektif dalam pengendalian penyakit tanaman (Anonim, 2002 cit. Purwantisari dan Hastuti, 2009). Fungisida termasuk biofungisida tidak dapat berfungsi dengan baik bila diaplikasikan secara tidak tepat, misalnya konsentrasi dan dosis yang melebihi atau kurang sesuai dengan anjuran sehingga dapat menimbulkan dampak negatif (Direktorat Pupuk dan Pestisida, 2011).

Menurut Aliem (2012), aplikasi jamur *T. harzianum* dengan konsentrasi 40 g/l air mampu mengurangi jumlah tanaman yang terserang penyakit busuk buah kakao. Ardiana (2013) menyatakan bahwa selain dapat menekan perkembangan patogen, aplikasi jamur *T. harzianum* dengan cara disemprotkan pada buah kakao sebanyak 200 g/l juga berperan sebagai tindakan preventif. Berdasarkan uraian ini, diharapkan biofungisida tepung *T. harzianum* dapat digunakan untuk mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* dan mendapatkan konsentrasi yang terbaik untuk mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat *T. harzianum* koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau, buah kakao varietas Forestero yang sehat dan belum matang, buah kakao yang terserang penyakit busuk buah, pelepah kelapa sawit, kaolin, tepung tapioka, medium *Potato Dextrose Agar*, medium aktivasi

jamur, air, aquades steril, alkohol 70%, larutan NaOCl 10%, spiritus, *aluminium foil*, *wrapping plastic*, kertas saring, kapas, kertas tisu gulung, kantong plastik *polyethylene* dan kertas label. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blender*, ayakan berukuran 0,5 mesh, timbangan digital, cawan petri berdiameter 9 cm, tabung reaksi, *beaker glass* 1.000 ml, *erlenmeyer* 500 ml, gelas ukur 100 ml, bunsen, pipet volume, jarum ose, *cork borer*, pinset, batang pengaduk, mikroskop, gelas objek, gelas penutup, penggaris, kotak plastik ukuran 30 cm x 30 cm, kotak dari kertas ukuran 40 cm x 20 cm, pipa paralon, parang, pisau, gunting, meteran, kompor gas, pH meter, *hygrometer*, *automatic mixer*, *rotary shaker*, *haemocytometer*, *hand sprayer*, *autoclave*, *oven*, *laminar air flow cabinet*, lemari kayu, inkubator, kamera dan alat tulis. Penelitian dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 28 unit percobaan. Perlakuan terdiri dari B<sub>0</sub> : Konsentrasi 0 g/l, B<sub>1</sub> : Konsentrasi 100 g/l, B<sub>2</sub> : Konsentrasi 200 g/l, B<sub>3</sub> : Konsentrasi 300 g/l, B<sub>4</sub> : Konsentrasi 400 g/l, B<sub>5</sub> : Konsentrasi 500 g/l dan B<sub>6</sub> : Konsentrasi 600 g/l. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%, sedangkan untuk parameter keefektifan dan aras kemampuan biofungisida dianalisis secara deskriptif.

#### Isolasi jamur *P. palmivora*

Proses isolasi dimulai dengan mengambil jaringan kulit buah kakao yang terserang busuk buah dan menanamnya pada medium PDA untuk menumbuhkan miselium dari jamur *P. palmivora*. Miselium yang tumbuh dari kulit buah diisolasi kembali pada medium PDA.

#### Peremajaan isolat jamur *T. harzianum*

Isolat jamur *T. harzianum* diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Jamur diremajakan kembali dengan cara memindahkan miselium yang tumbuh dari biakan induk dengan jarum ose steril ke dalam cawan petri berisi medium PDA.

#### Pembuatan biofungisida tepung *T. harzianum*

Formulasi biofungisida terdiri dari jamur *T. harzianum* sebagai bahan aktif, 4.800 g tepung pelepah kelapa sawit sebagai bahan makanan, 4.200 g kaolin sebagai bahan pembawa dan 4.200 g tepung tapioka sebagai bahan pencampur. Tepung pelepah kelapa sawit, kaolin dan tepung tapioka masing-masing dimasukkan ke dalam kantong plastik *polyethylene* dan dibungkus dengan *aluminium foil*, kemudian dimasukkan ke dalam *autoclave* pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 20 menit.

Biomassa jamur *T. harzianum* yang digunakan diperbanyak dan diaktivasi pertumbuhannya pada medium aktivasi cair dalam erlenmeyer. Jamur yang telah diaktivasi lalu dilakukan penghitungan konidia hingga mencapai kerapatan  $\pm 10^6$  konidia/ml menggunakan *haemocytometer*.

Tepung pelepah kelapa sawit, kaolin dan tepung tapioka yang telah steril ditimbang dan dicampur dengan perbandingan 2:1:1. Biomassa konidia jamur *T. harzianum* dengan kerapatan  $\pm 10^6$  konidia/ml sebanyak 10 ml ditambahkan ke dalam setiap 100 g formulasi tersebut. Formulasi yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik *polyethylene* dan diaduk sampai rata. Ujung plastik dipasang cincin dari pipa paralon dan ditutup dengan menggunakan kapas yang dilapisi *aluminium foil* dan *wrapping plastic*. Formulasi biofungisida tepung *T. harzianum* dikeringkan menggunakan oven pada suhu 30°C selama 2 jam.

Formulasi biofungisida tepung *T. harzianum* disimpan di dalam lemari kayu di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Universitas Riau pada suhu kamar selama 4 minggu (Elfina *et al.*, 2013).

#### Persiapan buah kakao

Buah kakao yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kakao varietas Forestero dengan kriteria buah yang sehat, belum matang (warna buah masih hijau seluruhnya), ukuran relatif sama dan tidak disemprot dengan pestisida kimia oleh petani di lapangan.

### Uji patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan dengan menempelkan potongan isolat jamur *P. palmivora* hasil isolasi dari buah kakao yang terserang patogen pada pangkal buah kakao. Isolat jamur *P. palmivora* yang menyebabkan intensitas serangan e" 50% setelah 5 hari pada buah kakao digunakan sebagai sumber inokulum untuk penelitian.

### Pembuatan konsentrasi perlakuan

Masing-masing perlakuan biofungisida yaitu 100 g, 200 g, 300 g, 400 g, 500 g dan 600 g dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah berisi akuades steril 1.000 ml hingga membentuk suspensi. Suspensi tersebut kemudian diaduk dengan batang pengaduk agar tercampur rata dan siap digunakan untuk penelitian.

### Penghitungan diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum* dari formulasi biofungisida secara *in vitro*

Suspensi biofungisida tepung *T. harzianum* diambil sebanyak 0,02 ml dengan pipet volume untuk setiap konsentrasi perlakuan dan dimasukkan ke dalam lubang pada medium PDA tepat di tengah cawan petri, kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar (Apriani *et al.*, 2014).

### Uji daya hambat *T. harzianum* dari formulasi biofungisida terhadap pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *in vitro*

Medium PDA pada cawan petri dibuat 2 lubang dengan *cork borer* berdiameter 5 mm dengan jarak masing-masing lubang 2,5 cm dari tepi cawan petri. Isolat jamur *P. palmivora* dan suspensi biofungisida tepung *T. harzianum* sebanyak 0,02 ml sesuai konsentrasi perlakuan dimasukkan ke dalam masing-masing lubang di medium PDA dengan jarak kedua lubang 4 cm, kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar.

### Uji pengaruh biofungisida tepung *T. harzianum* terhadap jamur *P. palmivora* pada buah kakao secara *in vivo*

Buah kakao disterilisasi permukaan terlebih dahulu dengan merendamnya ke dalam larutan NaOCl 10% selama 2 menit, kemudian

dibilas dengan merendamnya ke dalam akuades steril sebanyak 2 kali. Buah kemudian direndam di dalam suspensi tepung *T. harzianum* sesuai konsentrasi perlakuan selama 5 menit lalu dibiarkan hingga suspensi tampak mengering (Salim, 2009). Inokulum jamur *P. palmivora* dari biakan murni diambil dan ditempelkan pada bagian pangkal buah kakao. Buah yang telah diinokulasi jamur *P. palmivora* kemudian disusun dalam kotak dari kertas berukuran 40 cm x 20 cm yang telah dialas dengan 3 lembar kertas saring steril lembab. Kotak kemudian ditutup dengan plastik bening pada bagian atasnya. Tiap kotak disusun 4 sampel buah kakao.

### Pengamatan

1. Diameter koloni (mm) dan kecepatan pertumbuhan (mm/hari) jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida pada medium PDA

Cara pengukuran diameter koloni jamur *T. harzianum* pada cawan petri berdasarkan rumus:

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Keterangan :

- D = Diameter jamur *T. harzianum*  
 d1 = Diameter horizontal koloni jamur *T. harzianum*  
 d2 = Diameter vertikal koloni jamur *T. harzianum*

2. Daya hambat jamur *T. harzianum* (%) dalam formulasi biofungisida terhadap jamur *P. palmivora* pada medium PDA

Persentase penghambatan dihitung dengan rumus oleh Fokema (1973) *cit.* Skidmore (1976)

$$\text{yaitu : } P = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Daya penghambatan (%)  
 r<sub>1</sub> = Jari-jari koloni *P. palmivora* yang menjauhi biofungisida  
 r<sub>2</sub> = Jari-jari koloni *P. palmivora* yang mendekati biofungisida

3. Masa inkubasi jamur *P. palmivora* (hari) pada buah kakao

Pengamatan masa inkubasi jamur *P. palmivora* dilakukan dengan menghitung lama waktu munculnya gejala awal busuk buah yang ditandai dengan adanya bercak berwarna coklat dimulai dari pangkal buah kakao.

4. Intensitas serangan jamur *P. palmivora* (%) pada buah kakao

Intensitas serangan pada buah kakao dihitung dengan rumus gejala bervariasi sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n n_i x v_i}{Z x N} x 100\%$$

Keterangan :

I = Intensitas serangan

$n_i$  = Banyak buah yang diamati tiap kategori serangan ( $i = 0-4$ )

$v_i$  = Nilai skala kerusakan dari tiap kategori serangan ( $i = 0-4$ )

Z = Nilai skala kerusakan tertinggi dari tiap kategori serangan

N = Banyak buah yang diamati

Skala kerusakan dinilai berdasarkan kategori oleh Asaad *et al.* (2010) sebagai berikut :

0 = tidak ada gejala serangan

1 = gejala serangan > 0-25%

2 = gejala serangan > 25-50%

3 = gejala serangan > 50-75%

4 = gejala serangan > 75-100%

5. Keefektifan dan kemampuan biofungisida

Keefektifan biofungisida dihitung dengan rumus oleh Sugama dan Rochjadi (1989) yang telah dimodifikasi yaitu  $EF = [(IPk-IPp)/IPk] x 100\%$ , dimana EF = keefektifan biofungisida, IPk = Intensitas penyakit pada kontrol dan IPp = Intensitas penyakit pada perlakuan. Sedangkan kemampuan biofungisida dinilai berdasarkan kategori oleh Irasakti dan Sukatsa (1987) yang telah dimodifikasi yaitu : 0 = tidak mampu, 0-20% = sangat kurang mampu, > 20-40% = kurang mampu, > 40-60% = cukup mampu, > 60-80% = mampu dan > 80% = sangat mampu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Diameter Koloni (mm) dan Kecepatan Pertumbuhan (mm/hari) Jamur *T. harzianum* dalam Formulasi Biofungisida pada Medium PDA

Konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* berpengaruh nyata terhadap diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum* di medium PDA setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida setelah ditumbuhkan kembali di medium PDA

| Konsentrasi biofungisida | Diameter koloni (mm) | Kecepatan pertumbuhan (mm/hari) |
|--------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Tanpa biofungisida       | 00,00 c              | 00,00 c                         |
| 100 g/l                  | 82,88 b              | 27,63 b                         |
| 200 g/l                  | 83,63 b              | 27,88 b                         |
| 300 g/l                  | 84,50 b              | 28,17 b                         |
| 400 g/l                  | 86,25 ab             | 28,75 ab                        |
| 500 g/l                  | 88,25 a              | 29,42 a                         |
| 600 g/l                  | 88,75 a              | 29,59 a                         |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMRT pada taraf 5% setelah ditransformasi  $\sqrt{y + 0,5}$ .

Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l dan 600 g/l menghasilkan diameter koloni lebih besar dan kecepatan pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya, namun berbeda tidak nyata antara keduanya (Tabel 1). Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l menghasilkan diameter koloni cenderung lebih besar yaitu 88,25 mm dengan kecepatan pertumbuhan 29,42 mm/hari. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi tersebut terdapat jamur *T. harzianum* dengan jumlah populasi yang optimal yaitu  $5 \times 10^6$  konidia/ml, sehingga pertumbuhannya lebih baik dan lebih cepat di medium PDA. Cook dan Baker (1989) menyatakan bahwa salah satu faktor yang menentukan keberhasilan penggunaan jamur antagonis dalam pengendalian biologi adalah banyaknya populasi jamur antagonis yang diinokulasikan.

Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 300 g/l menghasilkan diameter koloni lebih kecil dan kecepatan pertumbuhan lebih rendah dan berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 400 g/l, 200 g/l dan 100 g/l namun berbeda nyata dengan konsentrasi 500 g/l dan

600 g/l. Semakin rendah konsentrasi biofungisida maka semakin sedikit jumlah populasi jamur *T. harzianum* yang terdapat di dalamnya sehingga mengakibatkan penurunan diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum*. Semakin tinggi kepadatan populasi jamur, semakin banyak pula hifa dan spora yang dihasilkan, dalam hal ini pertumbuhannya di medium akan lebih baik (Winarsih dan Baon, 1999). Diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum* dalam biofungisida pada masing-masing konsentrasi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida). Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut tidak terdapat jamur *T. harzianum* sebagai bahan aktif sehingga tidak ada pertumbuhan jamur di medium PDA.

**Daya Hambat (%) Jamur *T. harzianum* dalam Formulasi Biofungisida Terhadap Jamur *P. palmivora* pada Medium PDA**

Konsentrasi biofungisida tepung *T. Harzianum* berpengaruh nyata terhadap daya hambat jamur *P. palmivora* di medium PDA setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DN MRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya hambat jamur *T. harzianum* dalam formulasi biofungisida terhadap jamur *P. palmivora* setelah ditumbuhkan kembali di medium PDA

| Konsentrasi biofungisida | Daya hambat (%) |
|--------------------------|-----------------|
| Tanpa biofungisida       | 00,00 d         |
| 100 g/l                  | 35,38 c         |
| 200 g/l                  | 36,38 c         |
| 300 g/l                  | 38,00 bc        |
| 400 g/l                  | 41,00 b         |
| 500 g/l                  | 45,00 a         |
| 600 g/l                  | 46,00 a         |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DN MRT pada taraf 5% setelah ditransformasi  $\sqrt{y/100}$ .

Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l dan 600 g/l menghasilkan daya hambat lebih besar dibandingkan konsentrasi lainnya, namun berbeda tidak nyata antara keduanya (Tabel 2). Daya hambat jamur *T. harzianum* dalam biofungisida pada konsentrasi 500 g/l mencapai

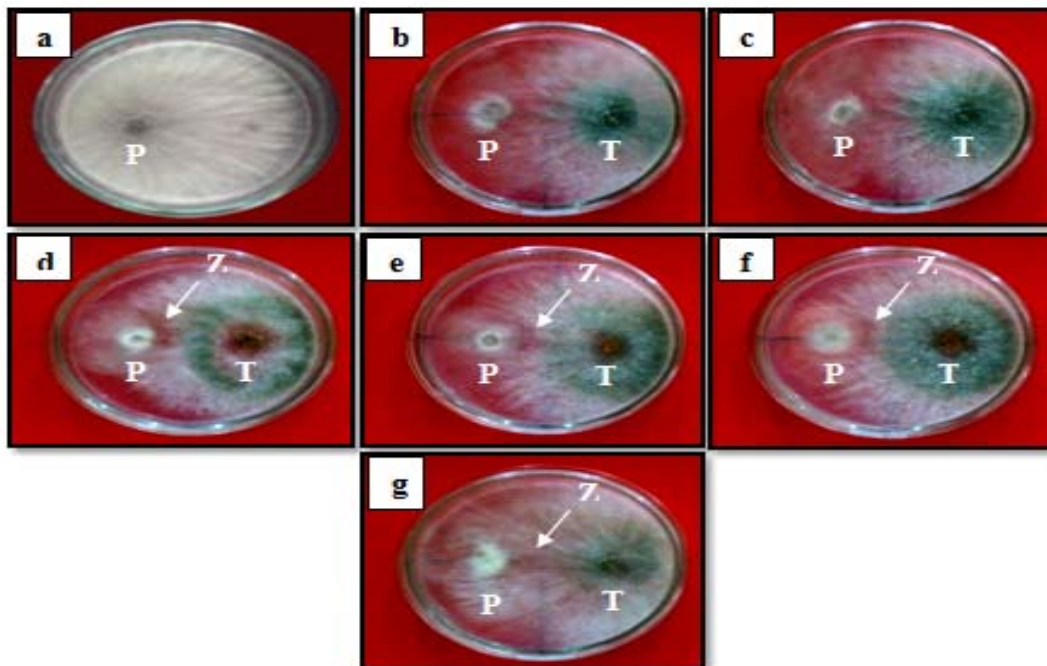
45%. Besarnya daya hambat terhadap jamur *P. palmivora* pada konsentrasi ini dapat dihubungkan dengan pengamatan diameter koloni dan kecepatan pertumbuhan jamur *T. harzianum*, dimana biofungisida dengan konsentrasi 500 g/l memiliki pertumbuhan yang lebih baik. Djafaruddin (2000) menyatakan

bahwa faktor penting yang menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan patogen adalah memiliki kecepatan pertumbuhan yang tinggi sehingga mampu berkompetisi dengan patogen dalam hal penguasaan ruang dan makanan dan akhirnya menekan pertumbuhan patogen tersebut.

Pemberian biofungisida tepung *T.harzianum* pada konsentrasi 400 g/l menunjukkan adanya penghambatan yang lebih kecil terhadap jamur *P. palmivora* dan berbeda nyata dengan konsentrasi 500 g/l dan 600 g/l, namun menunjukkan perberbedaan yang tidak nyata dengan konsentrasi 300 g/l. Biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi 300 g/l juga berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 200 g/l dan 100 g/l. Penurunan daya hambat tersebut disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih rendah terdapat jumlah populasi jamur *T.harzianum* yang lebih sedikit dan diduga memiliki kemampuan yang relatif sama sehingga

belum mampu menunjukkan penghambatan yang optimal terhadap jamur *P. palmivora*. Menurut Winarsih dan Baon (1999), jumlah populasi jamur antagonis berpengaruh terhadap pertumbuhannya pada medium dan berkaitan dengan kemampuannya dalam menghambat jamur patogen.

Daya hambat jamur *T. harzianum* dalam biofungisida pada masing-masing konsentrasi terhadap jamur *P. palmivora* berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida) yang menunjukkan daya hambatnya tidak ada sama sekali (0%). Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut tidak terdapat jamur *T. harzianum* yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* di medium PDA. Daya hambat jamur *T.harzianum* dalam biofungisida pada beberapa konsentrasi terhadap jamur *P. palmivora* di medium PDA 4 hari setelah inkubasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daya hambat jamur *T. harzianum* dalam biofungisida pada beberapa konsentrasi terhadap jamur *P.palmivora* di medium PDA. a) Konsentrasi 0 g/l (B0), b) Konsentrasi 100 g/l (B1), c) Konsentrasi 200 g/l (B2), d) Konsentrasi 300 g/l (B3), e) Konsentrasi 400 g/l (B4), f) Konsentrasi 500 g/l (B5), g) Konsentrasi 600 g/l (B6), P = *P. palmivora*, T = *T. harzianum* dan Z = Zona penghambatan.

**Masa Inkubasi (hari) Jamur *P. palmivora* pada Buah Kakao**

Konsentrasi biofungisida tepung *T.harzianum* berpengaruh nyata terhadap masa

inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Masa inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao

| Konsentrasi biofungisida | Masa inkubasi (hari) |
|--------------------------|----------------------|
| Tanpa biofungisida       | 2,25 d               |
| 100 g/l                  | 3,25 cd              |
| 200 g/l                  | 3,50 c               |
| 300 g/l                  | 3,75 c               |
| 400 g/l                  | 4,25 bc              |
| 500 g/l                  | 5,50 a               |
| 600 g/l                  | 5,00 ab              |

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

Pemberian biofungisida tepung *T.harzianum* pada konsentrasi 500 g/l pada buah kakao menghasilkan masa inkubasi jamur *P.palmivora* yang lebih lama dibandingkan konsentrasi lainnya yaitu 5,50 hari, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan konsentrasi 600 g/l (Tabel 3). Hal ini dapat disebabkan karena pada biofungisida konsentrasi 500 g/l terdapat populasi jamur *T. harzianum* yang optimal, sehingga mampu menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* dengan lebih baik dan mengakibatkan gejala awal busuk buah kakao muncul lebih lama. Menurut Salma dan Gunarto (1999), jamur *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat menguraikan selulosa yang menjadi komponen utama penyusun dinding sel jamur *Phytophthora* sp. Akibatnya jamur *P. palmivora* akan terhambat pertumbuhannya bahkan mati sehingga daya infeksi akan berkurang atau lambat.

Masa inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi biofungisida tepung *T. harzianum* dengan konsentrasi 600 g/l cenderung lebih cepat dibandingkan dengan pada konsentrasi 500 g/l dan berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 400 g/l. Hal ini dapat disebabkan karena pada konsentrasi 600 g/l terdapat populasi jamur *T. harzianum* yang lebih banyak yaitu  $6,25 \times 10^6$  sehingga terjadi

persaingan antar populasi jamur *T. harzianum* dan menyebabkan kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* pada buah kakao menurun. Menurut Simanungkalit *et al.* (2006), pemberian mikroorganisme dalam jumlah yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya persaingan antar mikroorganisme dalam mendapatkan nutrisi sehingga mikroorganisme bekerja kurang optimal. Masa inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi biofungisida tepung *T.harzianum* pada konsentrasi 300 g/l cenderung lebih cepat dan berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 200 g/l dan 100 g/l, sedangkan pemberian biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi 100 g/l pada buah kakao juga berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida). Masa inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao dengan konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida) memiliki rerata saat munculnya gejala awal penyakit busuk buah kakao dengan waktu paling cepat yaitu 2,25 hari. Hal ini disebabkan karena pada buah kakao dengan perlakuan tersebut tidak terdapat jamur *T. harzianum* yang menghambat laju infeksi jamur *P. palmivora* sehingga jamur ini dapat tumbuh dengan baik dan mampu menginfeksi buah kakao dengan lebih cepat.



**Intensitas Serangan (%) Jamur *P. palmivora* pada Buah Kakao**

Konsentrasi biofungisida tepung *T. Harzianum* berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada

buah kakao setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao

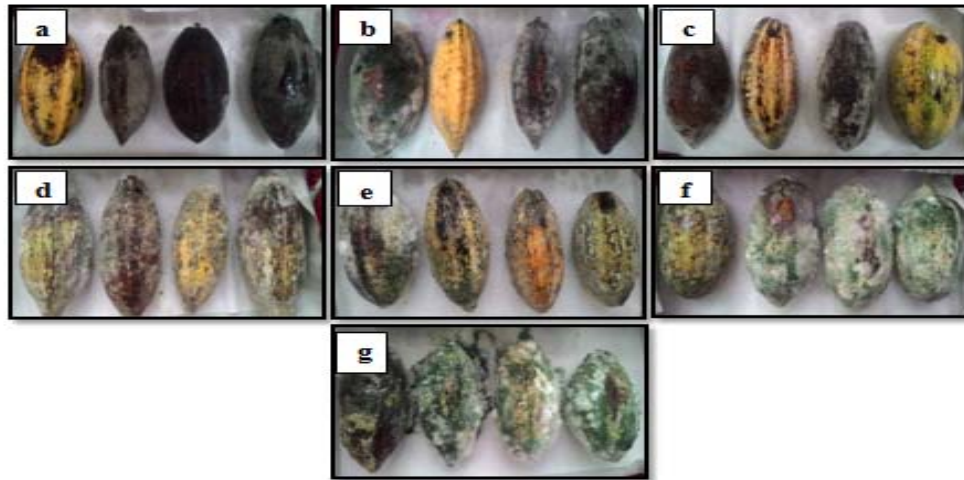
| Konsentrasi biofungisida | Intensitas serangan (%) |
|--------------------------|-------------------------|
| Tanpa biofungisida       | 71,88 a                 |
| 100 g/l                  | 64,06 a                 |
| 200 g/l                  | 57,81 ab                |
| 300 g/l                  | 54,69 ab                |
| 400 g/l                  | 50,00 ab                |
| 500 g/l                  | 31,25 c                 |
| 600 g/l                  | 34,38 bc                |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut hasil uji DNMR pada taraf 5% setelah ditransformasi  $\sqrt{y/100}$ .

Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi 500 g/l lebih rendah dibandingkan pada konsentrasi lainnya yaitu 31,25%, namun berbeda tidak nyata dengan pada konsentrasi 600 g/l (Tabel 4). Rendahnya intensitas penyakit busuk buah kakao pada konsentrasi 500 g/l dapat dihubungkan dengan pengamatan masa inkubasi jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang menunjukkan gejala awal yang lebih lama, sehingga intensitas penyakit juga akan lebih rendah. Hal ini didukung oleh pendapat Agrios (2004) yang menyatakan bahwa faktor waktu (saat munculnya gejala) dapat mempengaruhi perkembangan (intensitas) suatu penyakit, semakin lambat saat munculnya gejala awal penyakit maka intensitas serangan penyakit akan semakin rendah. Peningkatan konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* menjadi 600 g/l cenderung meningkatkan intensitas penyakit busuk buah kakao dibandingkan dengan pemberian konsentrasi 500 g/l, karena pada konsentrasi 600 g/l populasi jamur *T. harzianum* tentu lebih banyak sehingga terjadi persaingan antar populasi jamur tersebut dan mengakibatkan berkurangnya daya hambat terhadap serangan jamur *P. palmivora*.

Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 400 g/l lebih tinggi dan berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 600 g/l, 300 g/l, 200 g/l, 100 g/l dan perlakuan 0 g/l (tanpa biofungisida). Lebih tingginya intensitas penyakit pada biofungisida konsentrasi 400, 300, 200 dan 100 g/l dapat disebabkan karena jumlah populasi jamur *T. harzianum* pada biofungisida konsentrasi tersebut lebih sedikit dan belum mampu memperlihatkan penghambatan terhadap serangan lanjut jamur *P. palmivora* secara optimal sehingga tidak memiliki perbedaan dengan perlakuan 0 g/l (tanpa biofungisida). Sesuai pendapat Gultom (2008) yang menyatakan bahwa meningkatnya populasi jamur antagonis akan menyebabkan aktivitasnya dalam menghambat patogen juga meningkat.

Serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao tanpa biofungisida tepung *T. harzianum* memiliki intensitas penyakit paling tinggi yaitu 71,88%. Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* 11 hari setelah inkubasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum*. a) Konsentrasi 0 g/l (B0), b) Konsentrasi 100 g/l (B1), c) Konsentrasi 200 g/l (B2), d) Konsentrasi 300 g/l (B3), e) Konsentrasi 400 g/l (B4), f) Konsentrasi 500 g/l (B5) dan g) Konsentrasi 600 g/l (B6).

**Keefektifan (%) dan Aras Kemampuan Biofungisida**

Keefektifan dan aras kemampuan pemberian beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* dalam mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah dihitung dengan rumus  $EF = [(IPk - Ipp) /$

$Ip_k] \times 100\%$  Dimana EF= keefektifan biofungisida, IPk = intensitas penyakit pada kontrol, Ipp = intensitas penyakit pada perlakuan (Sugama dan Rochyadi, 1989). Hasil perhitungan keefektifan dan kemampuan pemberian beberapa konsentrasi biofungisida tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Keefektifan dan aras kemampuan biofungisida tepung *T. harzianum* pada beberapa konsentrasi dalam mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao

| Konsentrasi biofungisida | Intensitas penyakit (%) | Keefektifan (%) | Aras kemampuan      |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|
| Tanpa biofungisida       | 71,88                   | 0               | Tidak mampu         |
| 100 g/l                  | 64,06                   | 10,88           | Sangat kurang mampu |
| 200 g/l                  | 57,81                   | 19,57           | Sangat kurang mampu |
| 300 g/l                  | 54,69                   | 23,91           | Kurang mampu        |
| 400 g/l                  | 50,00                   | 30,44           | Kurang mampu        |
| 500 g/l                  | 31,25                   | 56,52           | Cukup mampu         |
| 600 g/l                  | 34,38                   | 52,17           | Cukup mampu         |

Pemberian biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi 500 g/l dan 600 g/l pada buah kakao menunjukkan keefektifan lebih tinggi dan kemampuan lebih baik dibandingkan pada konsentrasi lainnya (Tabel 5). Keefektifan paling tinggi terdapat pada biofungisida konsentrasi 500 g/l yaitu 56,52% dan sudah mencapai aras cukup

mampu. Sesuai pendapat Darmono (1994), tingkat kompetisi *Trichoderma* sp. yang tinggi menyebabkan penguasaan terhadap ruang, gas dan nutrisi lebih cepat sehingga patogen akan terhambat dan selanjutnya akan mengalami kematian, sehingga menunjukkan bahwa biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi

tersebut cukup mampu mengendalikan serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao.

Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 400 g/l dan 300 g/l menunjukkan keefektifan lebih rendah dengan aras kurang mampu, sedangkan pada konsentrasi 200 g/l dan 100 g/l terjadi penurunan keefektifan dan menunjukkan aras sangat kurang mampu. Penurunan konsentrasi biofungisida yang ditandai dengan jumlah populasi jamur *T. harzianum* yang semakin sedikit menunjukkan adanya penurunan keefektifan dan aras kemampuan. Sesuai hasil penelitian Gultom (2008), semakin tinggi kerapatan konidia dari jamur antagonis maka semakin rendah intensitas serangan jamur *Phytophthora* sp. pada tanaman tembakau.

Buah kakao dengan perlakuan biofungisida tepung *T. harzianum* konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida) menunjukkan nilai keefektifan 0% dengan aras tidak mampu. Keefektifan dan kemampuan biofungisida tepung *T. harzianum* dapat dihubungkan dengan pengamatan daya hambat, dimana pada perlakuan konsentrasi 0 g/l (tanpa biofungisida) tidak menunjukkan adanya kemampuan antagonis.

#### KESIMPULAN

Pemberian beberapa konsentrasi biofungisida tepung *T. harzianum* berpengaruh dalam mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao secara *in vitro* dan *in vivo*. Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l lebih baik dalam menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *in vitro* dengan diameter koloni jamur *T. harzianum* sebesar 88,25 mm, kecepatan pertumbuhan sebesar 29,42 mm/hari dan daya hambat sebesar 45,00%. Biofungisida tepung *T. harzianum* pada konsentrasi 500 g/l cukup mampu mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao secara *in vivo* dengan intensitas penyakit 31,25% dan efektivitas sebesar 56,52%.

#### DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G.N. 2004. **Plant Pathology, Fifth Editions**. Academic Press. California.  
Aliem, B.L. 2012. **Efektivitas Beberapa Konsentrasi *Trichoderma harzianum***

**terhadap Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. <http://edowartblogspot.com>. Diakses pada tanggal 10 April 2015.

- Apriani, L., D.N. Suprpta dan I.G.R. Maya Temaja. 2014. **Uji efektivitas fungisida alami dan sintesis dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum***. Jurnal Agroekoteknologi Tropika, vol. 3 (3) : 2301 - 2315.
- Ardiana, E.R. 2013. **Uji Antagonisme *Trichoderma* Dekomposer Kulit Buah Kakao Terhadap *Phytophthora palmivora***. Balai Proteksi Tanaman Perkebunan. Pontianak.
- Asaad, M., B.A. Lologau, Nurjanani dan Warda. 2010. **Kajian pengendalian penyakit busuk buah kakao *Phytophthora* sp. menggunakan *Trichoderma* sp. dan kombinasinya dengan penyarangan buah**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Makasar.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2014. **Indonesia Dalam Angka**. <http://Indonesia.bps.go.id/pub/brs/2015/03/perkebunan>. Diakses pada tanggal 05 Maret 2015.
- Cook, R.J. dan K.F. Baker. 1989. **The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens**. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- Darmono, T.W. 1994. **Kemampuan beberapa isolat *Trichoderma* spp. dalam menekan inokulum *Phytophthora palmivora* di dalam jaringan buah kakao**. Jurnal Menara Perkebunan, vol. 62 (2) : 25 - 29.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2011. **Pedoman Pembinaan Penggunaan Pestisida**. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Djafaruddin. 2000. **Dasar-Dasar Perlindungan Penyakit Tanaman**. Bumi Aksara. Jakarta.
- Elfina, Y. S., Y. Venita dan D. Andriani. 2013. **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.
- Erwin, D.C. dan O.K. Ribiero. 1996. *Phytophthora Disease Worldwide*. APS Press. Minnesota.
- Gultom, J.M. 2008. **Pengaruh pemberian beberapa jamur antagonis dengan berbagai tingkat konsentrasi untuk menekan perkembangan jamur *Pythium* sp. penyebab rebah kecambah pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.).** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. (tidak dipublikasikan).
- Irasakti, L. dan Sukatsa. 1987. **Uji kemempnan beberapa fungisida terhadap penyakit bercak coklat pada tanaman padi.** Di dalam prosiding seminar gatra penelitian penyakit tumbuhan dalam pengendalian secara terpadu PFI. 24 - 26 November. Surabaya.
- Pawirosoemardjo, S. dan A. Purwantara. 1992. **Laju infeksi dan intensitas serangan *Phytophthora palmivora* Butl. pada buah dan batang beberapa varietas kakao.** Jurnal Menara Perkebunan, vol. 60 (2) : 67 - 72.
- Purwantisari, S. 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, vol. 11 (1) : 24 - 32.
- Salim, A. H. 2009. **Uji konsentrasi senyawa kitosan dari limbah kulit udang putih terhadap penyakit busuk buah kakao.** Skripsi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Salma, S. dan L. Gunarto. 1999. **Enzim selulase dari *Trichoderma* spp.** Buletin Agribio, vol. 2 (2)
- Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik. 2006. **Pupuk Organik dan Pupuk Hayati.** Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Skidmore, A. M. 1976. **Interaction in Relation to Biological Control of Plant Pathogens.** In C.H. Dickison and T.F. Preece (Eds). Microbiology of Aerial Plant Surfaces. Academic Press. New York.
- Sugama, I.W. dan A. Rochjadi. 1989. **Kemempnan beberapa fungisida menekan serangan jamur *Hemileia vastatrix* Berk & Br. pada tanaman kopi arabica.** Di dalam Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar PFI. Bali.
- Winarsih, S. dan J.B. Baon. 1999. **Pengaruh masa inkubasi dan jumlah spora terhadap infeksi mikoriza dan pertumbuhan planlet kopi.** Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao, vol 15 (1). 2 : 212 – 215.