

**Uji Biofungisida Pelet Berbahan Dasar Pelepah Kelapa Sawit Yang
Mengandung Isolat *Trichoderma* spp. Terhadap Jamur *Ganoderma
boninense* Pat. Secara *In Vitro***

**BIOFUNGICIDE PELLETT TEST BASED PALM MIDRIB CONTAINING
ISOLATE OF *Trichoderma* spp. TO *Ganoderma boninense* Pat. *IN VITRO***

**Roy Ibrahim, Yetti Elfina, Rahmi Dewi
E-mail : royibrahim38@yahoo.co.id/085363033001
Agrotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Riau**

ABSTRACT

Basal stem rot (BSR) disease caused by *Ganoderma* spp.. The most of solution is using chemical pesticides and it was hazardous to environment and human health. The other way is using biological agent *Trichoderma* spp. in the form of biofungicide pellet. The aims of this research was to know the best influence of biofungicide pellet in controlling pathogen *G. boninense* of oil palm plant by in vitro. This research was done at Plant Pathology Laboratory of Agriculture Faculty and Nanotechnology Material Laboratory of Mathematics and Natural Science Faculty, University of Riau from May until July 2013. Experimental study was conducted using completely randomized design with 5 treatment and 4 replications. The treatment were application of biofungicide pellet is T0= Without isolate *Trichoderma* spp., T1= biofungicide pellet *T. pseudokoningii*, T2= biofungicide pellet *T. koningii*, T3= biofungicide pellet *T. harzianum*, T4= biofungicide pellet *T. viride*). Data obtained from the observations were statistically analyzed using analysis of variance, followed by *Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)*. The result showed that biofungicide pellet containing isolate of *Trichoderma* spp. showing the different of patogen *G. boninense* by in vitro. Biofungicide pellet of *T. harzianum* has the higher result arround 58,84% and spores arround $16,47 \times 10^6$ than *T. pseudokoningii*, *T. koningii* and *T. viride*.

Keyword: *Palm Midrib, Isolat Trichoderma Spp, Mushrooms*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kelapa sawit tidak terlepas dari serangan penyakit. Salah satu penyakit yang menyerang adalah penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) (Semangun, 2000). Saat ini penyakit BPB merupakan penyakit yang penting, terutama pada kebun-kebun kelapa sawit yang telah mengalami peremajaan. Semakin sering suatu kebun mengalami peremajaan maka semakin tinggi persentase kejadian penyakit BPB. Hal ini terjadi karena setelah cendawan menginfeksi tanaman, areal pertanaman akan terus terkontaminasi dan inokulum patogen akan terakumulasi sejalan dengan semakin seringnya penanaman kelapa sawit (Susanto *et al*, 2005).

Penyebab penyakit BPB adalah *Ganoderma boninense* Pat. yang merupakan cendawan patogen tular tanah. Penyakit BPB menyebabkan

kehilangan hasil secara luas pada perkebunan kelapa sawit. Penyakit ini telah menyebabkan kematian kelapa sawit di beberapa perkebunan Indonesia hingga 80% atau lebih dari populasi kelapa sawit dan hal tersebut menyebabkan penurunan produk kelapa sawit per satuan luas (Susanto, 2002). Menurut Data Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian (2012) baru enam provinsi teridentifikasi terserang penyakit BPB. Enam provinsi 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 miliar.

Pengendalian penyakit yang dilakukan oleh petani cenderung menggunakan pestisida kimia sintetis. Penggunaan pestisida kimia sintetis secara berlebihan menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan, pencemaran lingkungan dan gangguan keseimbangan ekologis. Alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan salah satunya penggunaan agen hayati. Penggunaan agen hayati memiliki keunggulan antara lain ramah lingkungan, biaya tidak mahal dan dapat memperoleh hasil pertanian yang baik bagi manusia dan makhluk hidup yang ada di sekitarnya.

Agen hayati banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan penyakit, salah satunya adalah *Trichoderma* spp.. Jamur ini merupakan mikroorganisme tanah yang bersifat antagonis terhadap jamur-jamur patogen tular tanah. Menurut Rifai (1969) spesies dari genus *Trichoderma* terdiri atas 9 spesies adalah: *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. hamatum*, *T. koningii*, *T. aureoviride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii* dan *T. viride*. Umumnya antara spesies *Trichoderma* spp. terdapat kemiripan antara satu dengan yang lainnya, sehingga menyebabkan kesukaran dalam membedakan antara spesies. Elfina *et al.* (2004) juga mengemukakan bahwa isolat *T. pseudokoningii*, *T. harzianum*, *T. koningii* dan *T. viride* TNJ-63 lokal Riau mempunyai karakteristik mikroskopis yang hampir mirip tetapi bervariasi pada penampilan karakteristik makroskopis.

Keberhasilan pengendali hayati dengan memanfaatkan *Trichoderma* spp. terhadap patogen tular tanah telah banyak diteliti. Turner (1981) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp. bersifat antagonis terhadap *Ganoderma* spp.. Hasil penelitian Puspita dan Elfina (2007) isolat *T. pseudokoningii* dapat memperlambat munculnya gejala dan menekan intensitas serangan jamur *G. boninense* pada pembibitan kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (2005) melaporkan bahwa *T. koningii* mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Pemberian *T. harzianum* dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB) dan tanah steril efektif menghambat *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit busuk batang vanili (Tombe *et al.*, 1991). Menurut Ismujiwanto *et al.* (1996) aplikasi *T. viride* dengan kompos jerami dapat menurunkan intensitas serangan *F. oxysporum* pada pangkal batang dan akar tanaman vanili.

Penggunaan agen hayati *Trichoderma* spp. dalam pengendalian penyakit di lapangan banyak dalam bentuk kompos maupun *starter* dan masih sedikit yang dalam bentuk formulasi. Penggunaan dalam bentuk kompos maupun *starter* mempunyai beberapa kendala, antara lain memerlukan ruang yang relatif luas dalam penyimpanannya, sulit dalam penyiapan dan perbanyakan isolat jamur *Trichoderma* spp. serta aplikasinya di lapangan. Yunitasari (2012) menyatakan

untuk memudahkan aplikasi *T. harzianum* perlu disiapkan dalam suatu formulasi berbentuk pelet. Pengendalian secara hayati berbentuk pelet merupakan formulasi yang memiliki sifat yang semi padat sehingga bahan aktif tidak mudah terurai oleh sinar matahari maupun air hujan, selain itu formulasi pelet berukuran lebih kecil sehingga mudah dalam pengangkutan, penyimpanan dan aplikasi lapangan. Menurut Purwantisari *et al.* (2008) formulasi terdiri atas bahan aktif, bahan makanan, bahan pembawa dan bahan pencampur.

Bahan makanan yang terkandung dalam formulasi biofungisida terdiri dari bahan organik yang mengandung selulosa. Menurut Purwantisari *et al.* (2008) komposisi bahan organik yang digunakan sebagai medium pertumbuhan jamur *T. harzianum* minimal mengandung selulosa. Salah satu bahan organik yang mengandung selulosa adalah pelepah kelapa sawit. Menurut data Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian (2006) satu hektar tanaman kelapa sawit mampu menghasilkan pelepah daun kelapa sawit dengan bobot kering 14,47 ton sekali dalam 30 tahun (peremajaan) dan 10,4 ton dari pangkasan setahun. Limbah pelepah kelapa sawit ini banyak terdapat di daerah Riau yang merupakan suatu potensi dalam pembuatan formulasi biofungisida pelet dalam upaya memanfaatkan sumber daya lokal yang ada. Pelepah kelapa sawit mempunyai kandungan selulosa sebanyak 42%, hemiselulosa 21%, lignin 18-20% dan air 10% (Sukiran, 2008 *cit* Jusniwarlis, 2011). Pelepah kelapa sawit tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan medium pertumbuhan *Trichoderma* spp.

Berdasarkan permasalahan dilakukan penelitian dengan judul “Uji Biofungisida Pelet Berbahan Dasar Pelepah Kelapa Sawit yang Mengandung Isolat *Trichoderma* spp. terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara *in vitro*”.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan mendapatkan biofungisida pelet berbahan dasar pelepah kelapa sawit yang mengandung isolat *Trichoderma* spp. yang mampu lebih baik dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur *G. boninense* Pat. secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau dan Laboratorium Nanoteknologi Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penelitian berlangsung selama 3 bulan mulai dari Mei 2013 sampai Juli 2013.

Bahan Dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah tepung pelepah kelapa sawit, kaolin, tepung sagu, isolat *T. pseudokoningii*, *T. koningii*, *T. harzianum*, *T. viride* dan *G. boninense* koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau, medium PDA dan medium aktivasi jamur *Trichoderma* spp., aquades steril, amplop, plastik *warp*, alkohol 70%, *aluminium foil*, *tissue* gulung, kapas, plastik *polyethylen* ukuran 2 kg, kertas label dan alat tulis.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah parang, *blender*, ayakan, timbangan digital, *autoclave*, cawan petri berdiameter 9 cm, gelas piala, *erlenmeyer* 250 ml, *erlenmeyer* 500 ml, gelas ukur 500 ml, rak tabung reaksi,

tabung reaksi, pipet tetes, pipet mikro ukuran 2 ml, *automatic mixer*, pinset, inkubator, oven, ruang isolasi (*Laminar Air Flow Cabinet*), mikroskop binokuler, kuas steril, *haemocytometer*, alat pencetak pelet, kompor gas, kulkas, spatula, lampu TL 10 watt, lampu bunsen, *cork borer*, jarum ose, cincin pipa paralon, gunting, pisau, batang pengaduk kaca, korek api, *hand sprayer*, kertas millimeter dan meteran.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan yang diuji adalah biofungisida pelet berbahan dasar pelepah kelapa sawit yang mengandung berbagai isolat *Trichoderma* spp. sebagai bahan aktif dalam biofungisida pelet yaitu T0 = Tanpa isolat *Trichoderma* spp., T1 = Biofungisida pelet *T. pseudokoningii*, T2 = Biofungisida pelet *T. koningii*, T3 = Biofungisida pelet *T. harzianum*, dan Biofungisida pelet *T. viride*. Data yang diperoleh dari masing-masing perlakuan dianalisa secara statistik dengan menggunakan program statistik SAS version 9.00 dan kemudian dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Peremajaan isolat jamur *Trichoderma* spp. dan *G. boninense*

Isolat jamur *Trichoderma* spp. dan *G. boninense* diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Isolat tersebut 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 sebanyak 20 ml, kemudian diinkubasi selama 5-7 hari dalam inkubator.

Persiapan bahan

Tepung pelepah kelapa sawit yang digunakan sebanyak 300 g, setiap unit perlakuan membutuhkan 60 g tepung pelepah kelapa sawit. Kaolin digunakan sebagai bahan pembawa. Kaolin yang digunakan sebanyak 150 g, setiap unit perlakuan membutuhkan 30 g kaolin. Tepung sagu digunakan sebagai bahan pencampur, tepung sagu yang diperlukan sebanyak 150 g untuk setiap unit perlakuan membutuhkan 30 g tepung sagu.

Masing-masing bahan (tepung pelepah kelapa sawit, kaolin, dan tepung sagu) dimasukkan ke dalam plastik *polyethylen*. Kemudian dibungkus dengan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam *autoclave* pada tekanan 1,5 atm, suhu 120 °C dalam waktu 15 menit untuk disterilkan. Tepung didinginkan untuk digunakan dalam pembuatan biofungisida pelet.

Perbanyakkan biomassa spora

Jamur *Trichoderma* spp. yang telah diremajakan diperbanyak lagi dan diaktivasi pertumbuhannya dalam medium aktivasi. Aktivasi dilakukan dalam *erlenmeyer* ukuran 250 ml dan diinkubasi selama 5 hari dalam inkubator, setelah diinkubasi dilakukan penghitungan biomassa konidia jamur *Trichoderma* spp. dengan kerapatan 10^6 konidia/ml dengan menggunakan alat *haemocytometer* dan mikroskop binokuler.

Pembuatan biofungisida pelet *Trichoderma* spp.

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan organik tepung pelepah kelapa sawit sebanyak 60 g dicampurkan dengan 30 g kaolin dan 30 g tepung sagu masing-masing perlakuan dengan perbandingan 2:1:1 (Purwantisari *et al*, 2008).

Bahan tersebut dimasukan ke dalam plastik *polyethylen* ukuran 2 kg kemudian ditambahkan 60 ml aquades steril. Biomassa konidia jamur *Trichoderma* spp. dengan kerapatan 10^6 konidia/ml sebanyak 6 ml dimasukan ke dalam campuran tersebut.

Campuran diaduk agar jamur *Trichoderma* spp. tersebar merata dan homogen dalam plastik *polyethylen*. Total bahan yang telah dicampur sebanyak 120 g. Bahan yang telah dicampur ditimbang menggunakan timbangan digital sebanyak 1 g kemudian dimasukan ke dalam mesin pencetak pelet dan dalam 1 perlakuan akan di peroleh 120 butir pelet dengan diameter 10 mm, kemudian pelet dikeringkan di dalam oven pada suhu $30-32^{\circ}\text{C}$ (berdasarkan penelitian Purwantisari *et al*, 2008) selama 2 jam.

Penyimpanan biofungisida pelet

Biofungisida pelet yang telah kering dimasukkan ke dalam kantong plastik *polyethylen* pada ujung dipasang cincin pipa paralon dan ditutup dengan kapas lalu dilapisi *aluminium foil* dan plastik *wrap*. Biofungisida pelet disimpan pada suhu kamar dan disusun berdasarkan perlakuan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau. Biofungisida pelet ini diuji setelah 4 minggu dan siap untuk digunakan dalam pengujian secara *in vitro*.

Pengamatan

Diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (mm)

Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap koloni jamur *Trichoderma* spp. yang tumbuh pada medium PDA dalam cawan petri untuk setiap unit percobaan. Pengukuran diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. dilakukan setiap hari pada masing-masing biofungisida pelet yang ditumbuhkan dalam medium PDA, pengamatan dihentikan setelah salah satu perlakuan pada cawan petri penuh. Pengukuran diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. menggunakan kertas millimeter. Untuk mempermudah pengukuran diameter koloni dilakukan dengan membuat garis vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni pada bagian bawah cawan petri.

Cara pengukuran berdasarkan rumus :

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

Keterangan :

D = Diameter koloni jamur *Trichoderma* spp.

d1 = Diameter vertical koloni jamur *Trichoderma* spp.

d2 = Diameter horizontal koloni jamur *Trichoderma* spp.

Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (mm/hari)

Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet diperoleh dengan mengukur diameter koloni jamur yang ditumbuhkan dalam medium PDA. Pengukuran dilakukan setiap hari dan dihentikan setelah salah satu perlakuan pada cawan petri penuh dan dilakukan pada dua tempat secara vertikal dan horizontal, kemudian ditentukan rata-rata kecepatan pertumbuhan perhari.

Jumlah spora *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (propagul/ml)

Jumlah spora *Trichoderma* spp. pada masing-masing biofungisida pelet dihitung dengan menggunakan metode hitungan cawan (*plate count*). Metode ini dilakukan untuk memperoleh spora yang hidup pada biofungisida pelet yang ditumbuhkan pada medium PDA dalam cawan petri. Jumlah spora yang hidup dilakukan dengan rumus Waluyo (2004) :

$$JK = JPC \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Keterangan :

JK = Jumlah konidia (propagul/ml)

JPC = Jumlah propagul per cawan

Uji daya hambat biofungisida pelet yang mengandung jamur *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* (%)

Kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* pada masing-masing biofungisida pelet *Trichoderma* spp. dihitung sampai ada hifa jamur *Trichoderma* spp. yang telah menyentuh pinggiran koloni jamur *G. boninense* setelah ditumbuhkan pada medium PDA.

Persentase penghambatan dihitung dengan rumus menurut (Fokema, 1973 cit Skidmore, 1976).

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

Keterangan :

P = Daya hambat (%)

r1 = Jari-jari koloni patogen yang menjauhi biofungisida pelet

r2 = Jari-jari koloni patogen yang mendekati biofungisida pelet

Pengamatan Tambahan

Tampilan produk

Tampilan produk yang diamati adalah ada tidaknya perubahan pada biofungisida pelet yang meliputi warna pelet, ada tidaknya spora jamur dan struktur pelet.

Pengukuran pH

Pengukuran pH pada biofungisida pelet diukur dengan menggunakan pH meter di laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter Koloni Jamur *Trichoderma* spp. dari Masing-Masing Biofungisida Pelet (mm)

Hasil pengamatan diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (mm)

Biofungisida Pelet	Rerata Diameter Koloni
<i>T. harzianum</i>	87,87 a
<i>T. pseudokoningii</i>	84,12 ab
<i>T. koningii</i>	79,00 b

<i>T. viride</i>	69,00 c
Tanpa Isolat <i>Trichoderma</i> spp.	0,00 d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y + 0,5}$

biofungisida pelet berbeda nyata dengan tanpa isolat *Trichoderma* spp. Hal ini disebabkan karena pada pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. tidak terdapat adanya jamur di dalam pelet tersebut yang berfungsi sebagai bahan aktif.

Rerata diameter koloni jamur *Trichoderma* dalam biofungisida pelet *T. harzianum* berbeda tidak nyata dengan biofungisida pelet *T. pseudokoningii* dan berbeda nyata dengan biofungisida pelet *T. koningii* dan *T. viride* sedangkan pada biofungisida pelet *T. pseudokoningii* berbeda tidak nyata dengan biofungisida pelet *T. koningii* dan berbeda nyata dengan biofungisida pelet *T. viride*. Rerata diameter koloni jamur *T. harzianum*, *T. pseudokoningii*, *T. koningii* dan *T. viride* dari masing-masing biofungisida pelet memiliki diameter yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kemampuan beradaptasi dan mendekomposisi bahan-bahan penyusun dari pelet tersebut dengan bantuan enzim selulase. Menurut Desmawati *et al.* (2000) *Trichoderma* spp. dapat mengurai bahan organik dengan bantuan enzim selulase.

Biofungisida pelet *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* memiliki diameter koloni jamur yang lebih besar dibandingkan biofungisida pelet yang lain, namun biofungisida pelet *T. harzianum* cenderung memiliki diameter koloni yang lebih besar. Hal ini diduga biofungisida pelet *T. harzianum* memiliki kemampuan beradaptasi dengan cepat dan mampu mendekomposisi bahan-bahan penyusun biofungisida pelet dengan bantuan enzim selulase yang tinggi. Hasil penelitian ini diperkuat Ginting dan Krisnan (2006) *cit* Pujioktari (2013) bahwa *T. harzianum* mempunyai aktifitas selulase lebih tinggi dibandingkan dengan *T. koningii* dan *T. viride*.

Perbedaan diameter koloni jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet berkaitan dengan kemampuan beradaptasi dan mendekomposisi bahan-bahan penyusun pelet tersebut pada tampilan produk biofungisida pelet terlihat hifa jamur pada biofungisida pelet. Terlihatnya hifa jamur pada biofungisida pelet menunjukkan bahwa spora jamur tersebut berkecambah dan mengalami pertumbuhan sehingga muncul hifa pada pelet tersebut. Biofungisida pelet *T. pseudokoningii* berwarna hijau tua, biofungisida pelet *T. koningii* berwarna hijau, biofungisida pelet *T. harzianum* berwarna hijau keputihan dan biofungisida pelet *T. viride* berwarna hijau kekuningan dan ditemukan uap air dalam kemasan biofungisida pelet. Hal ini terjadi karena jamur *Trichoderma* spp. pada biofungisida pelet tersebut dapat melaksanakan fungsi metabolismenya, sehingga jamur *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan mendekomposisi bahan organik yang tersedia dan dapat tumbuh setelah ditumbuhkan pada media PDA. Biofungisida pelet *T. harzianum* membutuhkan waktu 3 HSI untuk tumbuh memenuhi permukaan cawan petri sedangkan biofungisida pelet *T. pseudokoningii*, *T. koningii* dan *T. viride* yang membutuhkan waktu 4 HSI.

Wahyudi dan Suwahyono (1997) melaporkan bahwa kandungan serat dan karbohidrat yang cukup tinggi dalam suatu bahan dapat menjadi sumber nutrisi dan karbon yang potensial untuk pertumbuhan jamur *T. harzianum*. Elfina (2001) menyatakan *Trichoderma* spp. membutuhkan nutrisi essensial yang meliputi

karbon, hidrogen, oksigen, posfor, nitrogen, sulfur dan kalsium dalam pertumbuhannya. Hal ini juga didukung oleh pendapat Carlile dan Watkinson (1995) *cit* Uruilal *et al.* (2012) bahwa fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi, bahan pembentuk sel dan aseptor elektron di dalam aksi untuk menghasilkan energi untuk pertumbuhan jamur.

Kecepatan Pertumbuhan Koloni Jamur *Trichoderma* spp. dari Masing-Masing Biofungisida pelet (mm/hari)

Hasil pengamatan kecepatan pertumbuhan koloni isolat jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet berbeda nyata dengan pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. Hal ini dikarenakan dalam pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. tidak adanya mengandung jamur yang berfungsi sebagai bahan aktif di dalam pelet tersebut.

Tabel 2. Rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (mm/hari)

Perlakuan Biofungisida	Rerata Kecepatan Pertumbuhan
<i>T. harzianum</i>	29,29 a
<i>T. pseudokoningii</i>	28,04 ab
<i>T. koningii</i>	26,33 b
<i>T. viride</i>	22,95 c
Tanpa Isolat <i>Trichoderma</i> spp.	0,00 d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y + 0,5}$

Rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* dalam biofungisida pelet *T. harzianum* berbeda tidak nyata dengan biofungisida pelet *T. pseudokoningii* dan berbeda nyata dengan biofungisida pelet *T. koningii* dan *T. viride* sedangkan pada biofungisida pelet *T. pseudokoningii* berbeda tidak nyata dengan biofungisida pelet *T. koningii* dan berbeda nyata dengan biofungisida pelet *T. viride*.

Biofungisida pelet *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* memiliki kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan biofungisida pelet yang lain, namun biofungisida pelet *T. harzianum* cenderung memiliki kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi. Tingginya kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* diduga karena kemampuan beradaptasi dengan cepat dan mampu mendekomposisi bahan-bahan penyusun dari pelet tersebut dengan bantuan enzim selulase yang tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ginting dan Krisnan (2006) *cit* Pujioktari (2013) bahwa *T. harzianum* mempunyai aktifitas selulase lebih tinggi dibandingkan dengan *T. koningii* dan *T. viride*.

Tingginya kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum*, *T. pseudokoningii* dan *T. koningii* dibandingkan *T. viride* dalam biofungisida pelet karena ketiga biofungisida pelet tersebut pada pengamatan diameter koloni lebih besar dibandingkan diameter koloni *T. viride* dalam biofungisida pelet. Hasil penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian Nur *et al.* (2011) yang mengemukakan bahwa diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni jamur

T. harzianum dan *T. koningii* yang ditumbuhkan di media PDA lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *T. viride*.

Perbedaan kecepatan pertumbuhan jamur *Trichoderma* spp. pada biofungisida pelet diduga karena adanya perbedaan kemampuan adaptasi dan mendekomposisi bahan-bahan penyusun biofungisida pelet. Menurut Irawan *et al.* (2008) perbedaan nilai aktivitas dari masing-masing isolat jamur karena adanya perbedaan fisiologi jamur dan sifat jamur dalam mendekomposisi komponen-komponen substrat.

Purwantisari *et al.* (2008) menyatakan bahwa substrat untuk dijadikan medium pertumbuhan jamur saprofit seperti *T. harzianum* minimal mengandung selulosa. Pelepah kelapa sawit mempunyai kandungan selulosa sebanyak 42% dan hemiselulosa 21% (Sukiran, 2008 *cit* Jusniwarlis 2011). 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, polisakarida, asam-asam organik, lipid sebagai sumber karbon, nitrat, amonia, asam-asam amino, polipeptida dan protein sebagai sumber nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium dan potasium. Selanjutnya dikatakan bahwa unsur C, H dan O adalah tiga unsur penting yang banyak tersedia di dalam bahan organik yang dapat berfungsi sebagai sumber energi, bahan pembentuk sel dan aseptor elektron untuk menghasilkan energi bagi jamur.

Jumlah Spora *Trichoderma* spp. dari Masing-Masing Biofungisida Pelet (propagul/ml)

Hasil pengamatan jumlah spora isolat jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah spora *Trichoderma* spp. dari masing-masing biofungisida pelet (propagul/ml)

Biofungisida Pelet	Rerata Jumlah Spora	
<i>T. harzianum</i>	16,47 x 10 ⁶	a
<i>T. pseudokoningii</i>	12,12 x 10 ⁶	b
<i>T. koningii</i>	9,67 x 10 ⁶	bc
<i>T. viride</i>	8,55 x 10 ⁶	c
Tanpa Isolat <i>Trichoderma</i> spp.	0,00	d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% setelah di transformasi dengan $\sqrt{y+1}$

Tabel 3 menunjukkan rerata jumlah spora jamur *Trichoderma* spp. dalam biofungisida pelet berbeda nyata dengan pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. Hal ini dikarenakan pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. tidak mengandung jamur yang berfungsi sebagai bahan aktif dalam biofungisida pelet tersebut.

Rerata jumlah spora jamur *Trichoderma* dalam biofungisida pelet *T. harzianum* berbeda nyata dengan *T. pseudokoningii*, *T. koningii* dan *T. viride* sedangkan biofungisida pelet *T. pseudokoningii* berbeda tidak nyata dengan biofungisida pelet *T. koningii* tetapi berbeda nyata dengan biofungisida pelet *T. viride* serta biofungisida pelet yang mengandung *T. koningii* dan *T. viride* berbeda tidak nyata sesamanya. Terlihat dari keempat biofungisida pelet, biofungisida pelet yang mengandung *T. harzianum* mampu memproduksi jumlah

spora yang lebih tinggi. Tingginya jumlah spora biofungisida pelet yang mengandung *T. harzianum* diduga karena jamur *T. harzianum* lebih cepat beradaptasi dan mampu mendekomposisi bahan-bahan penyusun pelet dengan bantuan enzim selulase yang tinggi. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Ginting dan Krisnan (2006) cit Pujioktari (2013) bahwa *T. harzianum* mempunyai aktifitas selulase lebih tinggi dibandingkan dengan *T. koningii* dan *T. viride*.

Kemampuan mendekomposisi yang tinggi oleh *T. harzianum* di dalam bahan penyusun pelet menyebabkan komponen penunjang untuk pertumbuhan *T. harzianum* telah tersedia dan dapat menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibandingkan *T. pseudokoningii*, *T. koningii* dan *T. viride*. Komponen tersebut meliputi senyawa karbon sebagai sumber energi yang diperoleh dari hasil dekomposisi bahan penyusun biofungisida pelet. Wahyudi dan Suwahyono (1997) melaporkan bahwa kandungan serat dan karbohidrat yang cukup tinggi dalam suatu bahan dapat menjadi sumber nutrisi dan karbon yang potensial untuk pertumbuhan jamur *T. harzianum*. Kelley (1977) cit Uruilal et al. (2012) mengemukakan bahwa pertumbuhan jamur *Trichoderma* spp. sangat bergantung pada ketersediaan karbohidrat dan digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan spora.

Uji Daya Hambat Biofungisida Pelet yang Mengandung Isolat *Trichoderma* spp. terhadap Pertumbuhan Jamur *G. boninense* (%)

Hasil pengamatan daya hambat biofungisida pelet isolat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* setelah dianalisis ragam menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan daya hambat pertumbuhan jamur *G. boninense* oleh biofungisida pelet isolat *Trichoderma* spp. bahwa perlakuan pelet tanpa isolat *Trichoderma* spp. berbeda nyata dengan semua perlakuan biofungisida pelet. Hal ini terjadi karena tidak adanya jamur *Trichoderma* spp. di dalam pelet tersebut, sehingga tidak adanya daya hambat terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense*.

Tabel 4. Rerata daya hambat biofungisida pelet yang mengandung isolat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* (%)

Biofungisida Pelet	Rerata Daya Hambat
<i>T. harzianum</i>	58,84 a
<i>T. pseudokoningii</i>	52,57 a
<i>T. koningii</i>	35,06 b
<i>T. viride</i>	26,83 c
Tanpa Isolat <i>Trichoderma</i> spp.	0,00 d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y + 0,5}$

Biofungisida pelet *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* tidak berbeda nyata sesamanya, namun berbeda nyata pada biofungisida pelet *T. koningii* dan *T. viride* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *G. boninense*. Keempat biofungisida pelet yang mengandung *Trichoderma* spp. memiliki daya hambat terhadap jamur *G. boninense*, namun biofungisida pelet *T. harzianum* (58,84%) dan *T. pseudokoningii* (52,57%) memiliki daya hambat lebih baik dibandingkan biofungisida pelet *T. koningii* (35,06%) dan *T. viride* (26,83%).

Biofungisida pelet *T. harzianum* dan *T. pseudokoningii* mempunyai potensi yang lebih baik sebagai agen pengendali jamur *G. boninense* karena mempunyai persentase daya hambat diatas (50%). Hal ini sesuai dengan pendapat Nur *et al.* (2011) bahwa agen hayati yang mempunyai nilai persentase penghambatan lebih tinggi (>50%) mempunyai potensi yang lebih baik sebagai agen pengendali hayati.

Biofungisida pelet *T. harzianum* memiliki daya hambatan paling besar dibandingkan dengan biofungisida pelet lainnya. Hal ini dapat dihubungkan dengan pengamatan diameter koloni, kecepatan pertumbuhan koloni dan jumlah spora dimana biofungisida pelet *T. harzianum* memiliki rerata lebih baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Nur *et al.* (2011) menyatakan bahwa jamur *T. harzianum* yang ditumbuhkan di media PDA memiliki kecepatan pertumbuhan dan diameter koloni lebih besar dibandingkan *T. koningii* dan *T. viride*. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Octriana (2011) yang menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi dapat menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis terhadap patogen target. Biofungisida pelet *T. harzianum* tersebut juga mampu memproduksi senyawa yang bersifat antagonis seperti enzim xilanase dan kitinase dalam jumlah besar. Hasil penelitian Gusmiati (2010) *T. harzianum* memiliki aktivitas enzim xilanase tertinggi yaitu 66,55 U/mL dibandingkan enzim xilanase dari isolat *T. pseudokoningii* ($0,665 \pm 0,326$), *T. viride* ($1,078 \pm 0,330$) dan *T. asperellum* ($2,853 \pm 2,124$). Enzim xilanase yang tinggi dapat menghidrolisis hemiselulosa yang terkandung di dalam bahan organik. Isolat yang digunakan Gusmiati merupakan isolat yang sama yaitu *T. harzianum*, *T. pseudokoningii* dan *T. viride*.

Daya hambat biofungisida pelet *T. pseudokoningii* juga memiliki daya hambat yang lebih baik dibandingkan biofungisida pelet *T. koningii* dan *T. viride*. Biofungisida pelet *T. pseudokoningii* diduga mampu beradaptasi dengan cepat dan mampu berkompetisi perebutan ruang, makanan dan O₂. Menurut Elfina *et al.* (2010) *T. pseudokoningii* T-ks mempunyai daya hambat lebih baik dibandingkan dengan isolat *T. viride* TNJ-63, *T. harzianum* T-sa, *T. koningii* T-k dan *T. viride* T-b di medium PDA.

Menurut Habazar dan Yaherwandi (2006) *Trichoderma* spp. menghasilkan enzim kitinase yang mampu menghidrolisis kitin dari dinding hifa jamur patogen sehingga menyebabkan lisis. Rogis *et al.* (2007) menegaskan bahwa kitinase merupakan enzim yang penting dalam pengendalian jamur patogen karena aktifitas enzim ini dapat menyebabkan terurainya dinding sel hifa serta perubahan komposisi sitoplasma sel jamur patogenik yang menginfeksi tanaman dan merangsang respon resistensi dari tanaman. Menurut Nugroho *et al.* (2003) kemampuan *T. viride* menghasilkan kitinase sangat bervariasi antar strain, mungkin disebabkan perbedaan pada gen yang mengkodonya. Variasi ini tidak saja terlihat pada jumlah kitinase, tetapi juga jenis enzim yang dihasilkan.

Kemasaman (pH) biofungisida pelet berpengaruh terhadap perkembangan *Trichoderma* spp. serta berperan penting dalam proses metabolismenya untuk menghasilkan senyawa-senyawa antibiosis dan enzim-enzim yang dapat menghambat perkembangan jamur *G. boninense*. Hasil analisis pH biofungisida pelet pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda. Biofungisida tanpa isolat *Trichoderma* spp. (4,88), *T. pseudokoningii* (4,91), *T. koningii* (4,89), *T. harzianum* (5,22) dan *T. viride* (4,66). Menurut Budiyanto (2011) derajat

kemasaman (pH) berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Atlas dan Bartha (1993) *cit* Uruilal *et al.* (2012) pH berpengaruh langsung terhadap enzim yang dihasilkan mikroorganisme serta terhadap pemutusan dan kelarutan beberapa molekul sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Biofungisida pelet yang mengandung isolat *Trichoderma* spp. mempunyai penghambatan yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur *G. boninense* Pat. secara *in vitro*. Biofungisida pelet *T. harzianum* memiliki potensi penghambatan yang mampu lebih baik yakni 58,84% dan memiliki jumlah spora $16,47 \times 10^6$ dibandingkan biofungisida pelet *T. pseudokoningii*, *T. koningii* dan *T. viride*.

Saran

1. Isolat *Trichoderma* spp. yang disarankan sebagai bahan aktif dalam biofungisida pelet berbahan dasar pelepah kelapa sawit adalah *T. harzianum*.
2. Perlunya penambahan zat tertentu dalam pembuatan biofungisida pelet *Trichoderma* untuk dapat menstabilkan produk agar spora tidak dapat berkecambah.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan biofungisida pelet *T. harzianum* dalam mengendalikan jamur *G. boninense* pada pembibitan kelapa sawit di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto A. K. 2010. **Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Mikroba.** <http://zaifbio.wordpress.com/2010/11/08/pertumbuhan-mikroorganisme/>. Diakses pada tanggal 20 September 2013.
- Desmawati., Jasis, Zianita, Medirena, R. Raga, I.N. Daryono dan U.H. Issusilaningtyas. 2000. **Pengenalan Agen Hayati Tanaman Holtikultura.** Direktorat Jendral Produksi Holtikultura dan Aneka Tanaman. Direktorat Perlindungan Tanaman. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. (2012). **Sawit Indonesia.** <http://ditjenbun.deptan.go.id/>. Diakses pada tanggal 31 Agustus 2013.
- Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. 2006. **Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit.** Direktorat Jenderal PPHP Departemen Pertanian. Jakarta.
- Elfina Y., Mardinus, T. Habazar dan A. Bachtiar. 2001. **Studi kemampuan isolat-isolat jamur *Trichoderma* spp. yang beredar di Sumatra Barat untuk pengendalian jamur patogen *Sclerotium rolfsii* pada bibit cabai.** Di dalam prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, hal 167-173. Bogor.
- Elfina Y. S dan F. Puspita. 2004. **Identifikasi isolat jamur *Trichoderma* lokal Riau dan potensinya sebagai biofungisida dalam pengendalian penyakit *dumping off* cabai.** Laporan Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru.

- Elfina Y. S., F. Puspita dan N. A. Fitridayanti. 2010. **Penggunaan *Trichoderma* spp. lokal Riau untuk mengendalikan *Ganoderma boninense* Pat. pada pembibitan awal kelapa sawit.** Di dalam prosiding Badan Kerja Sama Pusat Studi Lingkungan Hidup ke XX. 14-16 Mei. Pekanbaru.
- 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 Yaherwandi. 2006. **Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan.** Andalas University Press. Padang.
- Irawan B., Sutihat dan Sumardi. 2008. **Uji Aktivitas enzim selulase dan lipase pada mikrofungi selam proses dekomposisi limbah cair kelapa sawit dengan pengujian kultur murni.** Di dalam prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Lampung.
- Ismujiwanto S.B., T. N. Aeny dan C. Ginting. 1996. **Pengaruh cendawan antagonis *Trichoderma viride* dan kompos terhadap intensitas serangan penyakit busuk batang pada tanaman panili (*Vanilla planifolia* Andrews).** JPP. volume VIII. No 8 Agustus. Hal 85-90.
- Jusniwarlis. 2011. **Efek kandungan logam Ni-mo/Nza pada proses pencairan lansung biomassa menjadi bio-oil.** Skripsi Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru. Tidak dipublikasikan.
- Nugroho T.T., M. Ali, Ginting, C. Wahyuningsih dan Dahliaty. 2003. **Isolasi dan karekterisasi sebagai kitinase *Trichoderma viride* TNJ 63.** Jurnal Natur Indonesia, volume 5(2): 101-106.
- Nur T.A., S. Juariyah dan T. Maryono. 2011. **Potensi antagonis beberapa isolat *Trichoderma* terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao.** Di dalam prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi IV. 29-30 November. Bandar Lampung.
- Octriana L. 2011. **Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara *in vitro*.** Buletin Plasma Nutfah, volume 17: 138-142.
- Pujioktari P. 2013. **Pengaruh level *Trichoderma harzianum* dalam fermentasi terhadap kandungan bahan kering, abu dan serat kasar sekam padi.** Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Jambi, Jambi. Tidak dipublikasikan.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2005. **Budidaya Kelapa Sawit (Kultur Teknik Kelapa Sawit).** Medan.
- 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 pada tanggal 02 Oktober 2012.
- Puspita F dan Y. Elfina. 2007. **Aplikasi beberapa dosis *Tricoderma* sp. untuk induksi ketahanan bibit kelapa sawit terhadap penyakit busuk pangkal batang *Ganoderma boninense* Pat. di pembibitan awal.** Laporan Penelitian Research Grant, I-Mhere Project. Universitas Riau.

- Rifai M.A. 1969. **A Revision of Genus *Trichoderma***. Mychological Paper No 116.
- Rogis A., T. Pameskas dan Mucharromah. 2007. **Karakteristik dan uji efikasi senyawa bahan alami chitosan terhadap patogen pasca panen antraknosa *Colletrotichum musae***. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia, volume 9: 58-63.
- Semangun H. 2000. **Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Skidmore A. M. 1976. **Interaction in Relation to Biological Control of Plant Pathogen**. In C.H. Dicjison and T.F preece. Microbiologi of aerial of plant surfaces. Academic press. New York. P 507-527.
- 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, volume 159(1): 153-157.
- Tombe M., Retnowati, R Misman dan Purnowati. 1991. **Pengaruh pemberian *Trichoderma harzianum* terhadap pertumbuhan *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit busuk batang *vanilli***. Dalam Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Bogor.
- 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 perbanyakan agens hayati *Trichoderma harzianum* Rifai**. Jurnal Agrologia, volume 1 (1): 21-30.
- Wahyudi P. dan U. Suwahyono. 1997. **Proses Produksi Biofungisida *Trichoderma harzianum* Bentuk Padat dengan Memanfaatkan Bahan Baku Lokal**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Bioindustri. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Waluyo L. 2004. **Mikrobiologi Umum**. UMM-Press. Malang.
- Yunitasari F. 2012. **Efikasi pelet biofungisida *Trichoderma harzianum* sebagai biokontrol *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu tanaman tomat**. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto. Tidak dipublikasikan.