

Penggunaan Bahan Organik dan Kombinasinya dalam Formulasi Biofungisida Berbahan Aktif Jamur *Trichoderma pseudokoningii* Rifai. untuk Menghambat Jamur *Ganoderma boninense* Pat. secara *in vitro*

Yetti Elfina*, Muhammad Ali, dan Rachmad Saputra

Fakultas Pertanian Universitas Riau,
Jalan Bina widya km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

Diterima 11-12-2012 Disetujui 25-11-2013

ABSTRACT

Trichoderma pseudokoningii has been applied as a biocontrol agent against fungal plant pathogen, such as *Ganoderma boninense*, the cause of stem rot disease on palm oil plants. To be more effectively applicable in the field, some experiments have been employed to formulate *T. pseudokoningii* in a biofungicide formulation amended with organic matter as its main nutrient resource, zeolot as a carrier agent and cocoyam powder as a mixture agent. A research has been conducted to study the effect of various organic matters and their combinations in a biofungicide formulation of *T. pseudokoningii* on growth inhibition to *G. boninense in-vitro* and to obtain the best organic matters and their combinations in enhancing the growth of *T. pseudokoningii* and yet inhibiting *G. boninense*. The research has been conducted in the Laboratory of Plant Pathology, Agriculture Faculty, University of Riau from May to August 2012, using a completely randomized design consisting of 15 treatments (bagasse, rice husk, shrimp shell, dregs, and their combinations) and 3 replications. The data were statistically analyzed using analysis of variance, followed by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT). The results indicated that organic matters and their combinations in the biofungicide formulation significantly affected the antagonistic capacity of *T. pseudokoningii* in inhibiting the growth of *G. boninense in vitro*. Rice husk, bagases, bagasse+rice husks, and bagasse+dregs were the best organic matters in enhancing the growth of *T. pseudokoningii* and its capacity to inhibit *G. boninense in-vitro*. It can also be concluded that shrimp shell, bagasse+shrimp shell, rice husk+shrimp shell, shrimp shell+dregs and rice husk+shrimp shell+dregs totally inhibited the growth of *T. pseudokoningii* in the biofungicide formulation.

Keywords: biofungicide formulation, *Ganoderma boninense*, organic matters, *Trichoderma pseudokoningii*

ABSTRAK

Jamur *Trichoderma pseudokoningii* Rifai. dapat digunakan untuk mengendalikan jamur *Ganoderma boninense* Pat, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit. Aplikasi *T. pseudokoningii* di lapangan umumnya masih dalam bentuk substrat dan kompos. Cara ini kurang tepat, sehingga agen hayati *Trichoderma* sp tersebut perlu diformulasi. Formulasi biofungisida terdiri dari bahan aktif, bahan makanan (sumber nutrisi), bahan pembawa, dan bahan pencampur. Bahan organik seperti ampas tebu, sekam padi kulit udang, dan *dregs* dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi *T. pseudokoningii*. Bahan pembawa yang digunakan yaitu zeolit. Penelitian ini bertujuan 1) untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida yang berbahan aktif *T. pseudokoningii* dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*; 2) untuk mendapatkan bahan organik dan kombinasinya sebagai sumber nutrisi dalam formulasi biofungisida yang paling mendukung pertumbuhan dan daya hambat *T. pseudokoningii* terhadap jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian,

*Telp: +6281378467728

Email: elfina68@yahoo.com

Universitas Riau selama 4 bulan dari bulan Mei hingga Agustus 2012. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 15 perlakuan (ampas tebu, sekam padi, kulit udang, *dregs* dan kombinasinya) dan 3 ulangan. Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam, dilanjutkan dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida berpengaruh terhadap daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Sekam padi, ampas tebu, ampas tebu+sekam padi dan ampas tebu+*dregs* memiliki kemampuan yang baik dalam mendukung pertumbuhan dan daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap *G. boninense* dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Penggunaan kulit udang, ampas tebu+kulit udang, sekam padi+kulit udang, kulit udang+*dregs* dan sekam padi+kulit udang+*dregs* dalam formulasi biofungisida menyebabkan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* terhambat.

Kata Kunci: *Trichoderma pseudokoningii*, bahan organik, fungisida, formula, *Ganoderma boninense*

PENDAHULUAN

Pengendalian jamur patogen tanaman masih banyak dilakukan petani melalui cara kimiawi dengan penggunaan fungisida sintetis. Hal tersebut dikarenakan penggunaan fungisida sintetis menunjukkan pengaruh yang lebih cepat dalam melindungi tanaman dari serangan patogen, mudah didapat serta aplikasinya yang mudah dan praktis. Ketergantungan akan penggunaan fungisida sintetis ini tanpa disadari banyak menimbulkan dampak negatif. Beberapa dampak negatif yang muncul akibat penggunaannya ini antara lain adalah munculnya ras-ras baru dari patogen, terbunuhnya musuh alami dan jasad non-target. Penggunaan fungisida sintetis juga akan berdampak buruk bagi kelestarian dan kualitas ekosistem karena residu yang ditinggalkannya, sehingga diperlukan alternatif pengendalian penyakit yang dapat mengurangi penggunaan fungisida sintetis yang berdampak buruk tersebut. Salah satunya adalah dengan pengendalian hayati menggunakan jamur antagonis yang dapat menekan pertumbuhan jamur patogen tanaman. Jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dilaporkan mampu menghambat patogen lodoh (Baker & Cook 1974)

Jamur *Trichoderma* sp. adalah salah satu agen hayati yang telah banyak diuji kemampuan antagonisnya pada beberapa jamur patogen dan menunjukkan hasil yang baik. Penggunaan jamur *Trichoderma* sp. untuk pengendalian penyakit di lapangan masih dalam bentuk *starter* dan kompos, dan masih sedikit yang dalam bentuk formulasi. Penggunaan dalam bentuk kompos maupun *starter* oleh petani mempunyai beberapa kendala, antara lain memerlukan ruang yang relatif luas dalam penyimpanannya, sulit dalam penyiapan dan perbanyakan isolat jamur *Trichoderma* sp., serta kurang stabilnya

pertumbuhan dan kemampuan jamur *trichoderma* setelah diaplikasikan di lapangan. Selain itu, jamur *Trichoderma* sp. yang terdapat di dalam bentuk *starter* dan kompos ini tidak stabil karena tidak adanya bahan tambahan yang dapat menjaga kestabilan jamur *Trichoderma* sp. Oleh karenanya, perlu suatu teknik pengemasan agen hayati dalam suatu bentuk formulasi seperti pada fungisida sintetis sehingga mudah diaplikasikan oleh petani.

Menurut Weller dan Cook (1983), untuk menstabilkan efektivitas agensia hayati seperti *Trichoderma* sp. harus diformulasikan. Formulasi bertujuan untuk menjaga kestabilan kemampuan agen hayati sehingga dapat disimpan, mudah dalam pengangkutan dan penerapannya serta mudah didapat oleh petani. Purwantisari *et al.* (2008) menyatakan di dalam suatu formulasi harus terdapat bahan aktif, bahan makanan, bahan pembawa, dan bahan pencampur.

Selama pertumbuhannya *Trichoderma* sp. memerlukan bahan-bahan makanan dalam senyawa organik sebagai sumber karbon dan energi. Berdasarkan hasil penelitian Winarsih dan Syafrudin (2001), bahwa sekam padi dapat memacu pertumbuhan *T. viride* dan penggunaannya dapat menurunkan persentase serangan *Fusarium oxysporum* pada bibit cabai. Bahan organik lain yang juga dapat dimanfaatkan sebagai medium pertumbuhan diantaranya adalah *dregs* (limbah pabrik kertas), ampas tebu dan kulit udang yang juga memiliki senyawa karbon di dalamnya.

Sekam padi mengandung protein, lemak, serat, dan karbohidrat (Suharno 1979) sedangkan ampas tebu mengandung serat, *ligno-cellulose*, dan gula (Husin 2007). Kulit udang mengandung protein dan kalsium karbonat dan *dregs* mengandung unsur-unsur nitrogen, fosfor,

kalsium, dan magnesium (Elfina *et al.* 2007). Kandungan dari setiap bahan-bahan tersebut di atas merupakan sumber nutrisi yang dapat dimanfaatkan jamur *T. pseudokoningii* untuk menunjang pertumbuhan dan kemampuan antagonisnya.

Elfina *et al.* (2010) melaporkan bahwa *T. pseudokoningii* Rifai yang diisolasi dari rizosfir tanaman kelapa sawit di Riau dapat memperlambat munculnya serangan penyakit yang disebabkan *G. boninense* Pat. di pembibitan awal kelapa sawit. Berdasarkan hasil penelitian Susanto *et al.* (2005), jamur *Trichoderma* sp. dalam bentuk *starter* dengan dosis 10 g/polibag dan kerapatan konidia 4×10^6 konidia/mL juga dapat mencegah munculnya penyakit busuk pangkal batang pada bibit sawit. Kharisma (2011) menyimpulkan pula bahwa jamur *T. pseudokoningii* yang diaplikasikan dalam beberapa konsentrasi *dregs* yang berbeda (20–100%) maupun tanpa *dregs* dapat menghambat perkembangan jamur *G. boninense* secara *in-vitro* sebesar 8,74–13,69%. Jamur *Trichoderma* sp. yang diformulasikan dalam bahan-bahan tersebut diharapkan sebagai agen pengendali hayati terhadap jamur *G. boninense* Pat. yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian adalah 1) untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida yang berbahan aktif *T. pseudokoningii* dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan *G. boninense*; 2) untuk mendapatkan bahan organik dan kombinasinya sebagai sumber nutrisi dalam formulasi biofungisida yang paling mendukung pertumbuhan dan daya hambat *T. pseudokoningii* terhadap jamur *G. boninense* secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Simpang Baru Panam Pekanbaru. Penelitian berlangsung selama 4 bulan dari bulan Mei sampai Agustus 2012. Bahan-bahan yang digunakan adalah beberapa jenis bahan organik (sekam padi, ampas tebu, limbah udang, dan *dregs*), isolat *T. pseudokoningii* Rifai dan isolat *G. boninense* (koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian), zeolit, medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA) dan medium

aktivasi jamur antagonis, *plastic wrap*, alkohol 70%, akuades steril, *aluminium foil*, plastik kaca (*polyethylen*), kapas, dan kertas label.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 15 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga diperoleh 45 unit percobaan. Perlakuan yang diuji adalah beberapa bahan organik dan kombinasinya (F) yang dicampurkan dengan zeolit dengan perbandingan 2:1 sebagai berikut: F₁ = ampas tebu, F₂ = sekam padi, F₃ = kulit udang, F₄ = *dregs*, F₅ = ampas tebu+sekam padi, F₆ = ampas tebu+kulit udang, F₇ = ampas tebu+*dregs*, F₈ = sekam padi+kulit udang, F₉ = sekam padi+*dregs*, F₁₀ = kulit udang+*dregs*, F₁₁ = ampas tebu+sekam padi+kulit udang, F₁₂ = ampas tebu+sekam padi+*dregs*, F₁₃ = ampas tebu+kulit udang+*dregs*, F₁₄ = sekam padi+kulit udang+*dregs*, F₁₅ = ampas tebu+sekam padi+kulit udang+*dregs*. Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Ampas tebu, limbah udang, sekam padi, dan *dregs* sebanyak 3 kg masing-masing dikeringanginkan selama 2 minggu sehingga mudah untuk dihaluskan. Bahan-bahan tersebut dihaluskan dengan menggunakan *blender*. Bahan-bahan yang telah hancur disaring dengan menggunakan saringan untuk mendapatkan tepungnya. Hasilnya kemudian disimpan dalam plastik *polyethylen* secara terpisah. Total tepung yang dihasilkan sebanyak 1,5 Kg dari 3 Kg bahan segar untuk masing-masing bahan organik. Sedangkan jumlah tepung dari ampas tebu, limbah udang, sekam padi dan *dregs* untuk masing-masingnya yang digunakan adalah sebanyak 1,125 g, 100 g dari masing-masing bahan organik dan 50 g zeolit dimasukkan ke dalam kantong plastik *polyethylen*. Bagian ujung plastik dipasang cincin pipa paralon dan ditutup dengan kapas lalu dilapisi *aluminium foil* dan *plastic wrap*. Bahan-bahan tersebut disterilkan dalam *autoclave* pada tekanan 1 atm dan suhu 121°C selama 20 menit. Biomassa konidia jamur *T. pseudokoningii* dengan kerapatan 106 konidia/mL dimasukkan ke dalam bahan dalam kantong plastik *polyethylen*, kemudian diaduk sampai tercampur merata. Formulasi ini siap digunakan untuk pengujian.

Pengamatan. Kecepatan Pertumbuhan Koloni Jamur *T. pseudokoningii* dalam Formulasi Biofungisida (mm/hari). Kecepatan pertumbuhan koloni *T. pseudokoningii* yang terdapat dalam formulasi biofungisida didapatkan dengan mengukur diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* dari formulasi biofungisida yang ditumbuhkan pada medium PDA, diameter koloni jamur diukur dengan menggunakan kertas milimeter. Pengukuran dilakukan tiap hari sampai cawan petri penuh dan dilakukan pada dua tempat yang tetap pada cawan petri bagian belakang, kemudian ditentukan rata-rata kecepatan pertumbuhan koloni per hari.

Diameter Koloni Jamur *T. pseudokoningii* pada Formulasi Biofungisida (mm). Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap koloni jamur *T. pseudokoningii* yang terdapat dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan pada cawan petri untuk tiap unit percobaan. Pengukuran diameter koloni dilakukan ketika koloni jamur yang tumbuh pada medium PDA yang telah diinokulasikan dengan formulasi biofungisida sesuai perlakuan telah memenuhi cawan petri. Alat yang digunakan dalam pengukuran adalah kertas milimeter. Cara penghitungan diameter koloni dilakukan dengan membuat garis vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni jamur pada cawan petri. Garis dibuat di bagian bawah cawan petri yang berfungsi untuk mempermudah perhitungan diameter koloni. Cara pengukuran pada cawan petri berdasarkan rumus:

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

Keterangan :

D = diameter jamur *T. pseudokoningii*

d_1 = diameter vertikal koloni jamur *T. pseudokoningii*

d_2 = diameter horizontal koloni jamur *T. pseudokoningii*

Uji Penghambatan Pertumbuhan Jamur Patogen *G. boninense* pada Formulasi Biofungisida. Kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* pada masing-masing formulasi biofungisida dihitung sampai ada jamur *T. pseudokoningii* pada setiap perlakuan yang telah tumbuh hingga ke bagian pinggir koloni jamur *G. boninense* setelah ditumbuhkan pada medium PDA. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

P = kemampuan penghambatan (%)

r_1 = jari-jari koloni patogen yang menjauhi formulasi biofungisida

r_2 = jari-jari koloni patogen yang mendekati formulasi biofungisida

Jumlah Spora dalam Formulasi Biofungisida (CFU/mL). Jumlah spora dalam formulasi biofungisida dihitung dengan metode hitungan cawan (*plate count*). Jumlah koloni dalam formulasi biofungisida dapat dihitung dengan metode hitungan cawan adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah spora (CFU/mL)} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengeceran}}$$

Pengukuran pH formulasi biofungisida. Pengukuran pH pada formulasi biofungisida dilakukan dengan mengambil sampel formulasi biofungisida (sesuai dengan perlakuan) sebanyak 5 g yang dilarutkan ke dalam 10 mL akuades dan diukur menggunakan pH meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Pertumbuhan Koloni Jamur *T. pseudokoningii* dalam Formulasi Biofungisida di Medium PDA. Penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. pseudokoningii* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel. 1.

Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. pseudokoningii* pada Tabel 1 dengan formulasi biofungisida yang menggunakan bahan organik ampas tebu (F_1), sekam padi (F_2), ampas tebu+dregs (F_7), ampas tebu+sekam padi (F_3) dan ampas tebu+sekam padi+dregs (F_{12}) menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata sesamanya, namun berbeda nyata dengan formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasi lainnya dengan kecepatan pertumbuhan yang lebih tinggi (52,78–49,28 mm/hari). Perbedaan kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. pseudokoningii* pada beberapa bahan organik dan kombinasinya tersebut diduga karena adanya perbedaan kandungan senyawa masing-masing bahan organik yang berfungsi sebagai sumber

nutrisi bagi jamur *T. pseudokoningii*. Berdasarkan hasil penelitian Elfina *et al.* (2001), jamur antagonis sangat membutuhkan nutrisi essensial dalam pertumbuhannya. Adnan (1991) dalam Trizelia (2013) menegaskan pula bahwa kecepatan pertumbuhan koloni jamur dipengaruhi antara lain oleh media tumbuhnya, dimana pada media yang berbeda maka kecepatan tumbuhnya juga berbeda.

Nutrisi yang diduga berperan besar dalam mempercepat pertumbuhan jamur pada formulasi biofungisida yang mengandung ampas tebu (F₁), sekam padi (F₂), ampas tebu+dregs (F₇), ampas tebu+sekam padi (F₅) dan ampas tebu+sekam padi+dregs (F₁₂) adalah adanya kandungan serat dan karbohidrat yang banyak terkandung di dalam ampas tebu dan sekam padi. Husin (2007) mengemukakan bahwa ampas tebu mengandung serat sebesar 47,7%. Sekam padi mengandung serat dan karbohidrat yang masing-masingnya sebesar 35,68% dan 33,71% (Suharno,1979), sedangkan di dalam setiap 1 Kg dregs terdapat kandungan N-total 40 mg, P-total 37 mg, K 4 mg, Ca 32 mg, Mg 48 mg, Fe 52,12 mg, Zn 20,14 mg, Cu 50 mg, 20 mg, Mo 3,14 mg, dan Al 1,9 mg (Elfina *et al.* 2007). Unsur-unsur yang terkandung di dalam dregs ini dapat lebih memperkaya formulasi biofungisida tersebut (ampas tebu dan sekam padi) sehingga lebih dapat merangsang kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. pseudokoningii*.

Data pada Tabel 1 juga menunjukkan kecepatan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* dalam formulasi biofungisida yang mengandung beberapa komposisi bahan organik seperti: ampas tebu+sekam padi+kulit udang (F₁₁), ampas tebu+kulit udang+dregs (F₁₃), ampas tebu+sekam padi+kulit udang+dregs (F₁₅), sekam padi+dregs (F₉) dan dregs (F₄) setelah ditumbuhkan kembali di media PDA adalah lebih rendah (41,28–22,33 mm/hari). Penggunaan bahan organik kulit udang (F₃), ampas tebu+kulit udang (F₆), sekam padi+kulit udang (F₈), kulit udang+dregs (F₁₀) dan sekam padi+kulit udang+dregs (F₁₄) juga menyebabkan kecepatan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* bernilai 0 mm/hari yang berarti jamur *T. pseudokoningii* tidak dapat tumbuh dan berkembang sama sekali. Rendahnya kecepatan pertumbuhan dan bahkan tidak tumbuhnya jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi yang mengandung bahan organik dan kombinasinya ini diduga karena adanya senyawa tertentu yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan dari jamur *T. pseudokoningii*, yakni kandungan khitin pada kulit udang serta adanya kandungan logam berat pada dregs. Kulit udang mengandung khitin yang berkisar antara 18,70–32,20%, sedangkan menurut Elfina *et al.* (2007) di dalam dregs terkandung logam berat seperti Pb dan Cd. Derajat keasaman (pH) dari formulasi yang mengandung

Tabel 1 Rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya setelah ditumbuhkan kembali ke medium PDA (mm/hari)

Perlakuan	Rerata kecepatan pertumbuhan koloni jamur <i>T. pseudokoningii</i> (mm/hari)
Ampas Tebu (F ₁)	52,78 a
Sekam Padi (F ₂)	51,22 a
Ampas Tebu+Dregs (F ₇)	50,89 a
Ampas Tebu+Sekam Padi (F ₅)	50,78 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Dregs (F ₁₂)	49,28 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang (F ₁₁)	41,28 b
Ampas Tebu+Kulit Udang+Dregs (F ₁₃)	40,17 b
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₅)	30,39 c
Sekam padi+Dregs (F ₉)	27,89 c
Dregs (F ₄)	22,33 d
Kulit Udang (F ₃)	00,00 e
Ampas Tebu+Kulit Udang (F ₆)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang (F ₈)	00,00 e
Kulit Udang+Dregs (F ₁₀)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₄)	00,00 e

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5% setelah data ditransformasi ke dalam sine⁻¹√F

Tabel 2 Rerata diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya setelah ditumbuhkan kembali di Medium PDA (mm)

Perlakuan	Rerata diameter koloni jamur <i>T. pseudokoningii</i> (mm)
Sekam Padi (F ₂)	90,00 a
Ampas Tebu+Dregs (F ₇)	89,66 a
Ampas Tebu (F ₁)	89,33 a
Ampas Tebu+Sekam Padi (F ₅)	89,00 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang (F ₁₁)	88,83 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Dregs (F ₁₂)	87,83 a
Ampas Tebu+Kulit Udang+Dregs (F ₁₃)	76,50 b
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₅)	59,17 c
Sekam padi+Dregs (F ₉)	45,67 d
Dregs (F ₄)	44,00 d
Kulit Udang (F ₃)	00,00 e
Ampas Tebu+Kulit Udang (F ₆)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang (F ₈)	00,00 e
Kulit Udang+Dregs (F ₁₀)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₄)	00,00 e

bahan organik dan kombinasinya juga dapat memberikan pengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii*. Nilai pH dari bahan organik ampas tebu (F₁), sekam padi (F₂), ampas tebu+sekam padi (F₅) dan ampas tebu+dregs (F₇) masing-masingnya adalah 4,07; 6,63; 5,48 dan 7,52 diduga memberi pengaruh baik terhadap kecepatan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* dibandingkan komposisi dengan formulasi bahan organik lainnya yang memiliki nilai pH > 8. Menurut Gendjar *et al.* (1999), bahwa secara umum pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh substrat, kadar air, pH substrat, dan senyawa kimia di lingkungannya. Hal ini juga ditegaskan oleh Budiyanto (2010) yang menyatakan bahwa pH berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Cook dan Baker (1989) pula bahwa aktivitas jamur-jamur antagonis seperti *Trichoderma* sp. hanya terpacu pada kondisi asam. Samuels *et al.* (2010) dalam Uruilal *et al.* (2012), menambahkan bahwa pH optimum untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. berkisar 3–7. Elfina dan Rianti (2004) juga mengemukakan bahwa perkembangan populasi propagul *Trichoderma* sp. pada kompos tandan kosong sawit pada pH di atas 8 dapat terhambat.

Diameter Koloni Jamur *T. pseudokoningii* pada Formulasi Biofungisida di Medium PDA (mm).

Penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter jamur *T. pseudokoningii* dalam

formulsi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel. 2.

Diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa dengan penggunaan bahan organik: F₂, F₇, F₁, F₅, F₁₁, dan F₁₂ dalam formulasi biofungisida berbeda tidak nyata sesamanya, namun berbedanya nyata pada formulasi biofungisida yang mengandung komposisi bahan organik yang lainnya dan menunjukkan diameter yang paling besar yakni masing-masingnya sebesar 90,00; 89,66; 89,33; 89,00; 88,83 dan 87,83 mm. Perbedaan diameter ini dapat terjadi karena kecepatan pertumbuhan dari koloni jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi biofungisida yang mengandung masing-masing bahan organik dan kombinasinya juga berbeda (Tabel 1). Tersedianya nutrisi yang baik pada masing-masing bahan organik tersebut dapat lebih memicu pertumbuhan jamur yang tampak pada diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* (Gambar 1).

Gambar 1 menunjukkan perbedaan diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* yang dikarenakan perbedaan sumber nutrisi yang terkandung di dalam setiap formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya. 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 *Trichoderma* spp. Senyawa-senyawa tersebut secara umum banyak terkandung di dalam sekam padi dan ampas tebu.

Berdasarkan hasil penelitian Griffin (1981) disimpulkan bahwa jamur antagonis sangat membutuhkan nutrisi esensial yang meliputi Karbon, Hidrogen, Oksigen, Fosfor, Nitrogen, Sulfur, dan Kalsium untuk pertumbuhannya. Carlile dan Watkinson (1995) dalam. Uruilal *et al.* (2012) juga mengemukakan bahwa fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi, bahan pembentuk sel dan aseptor elektron di dalam aksi untuk menghasilkan energi untuk pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii*.

Daya Hambat Jamur *T. pseudokoningii* terhadap Pertumbuhan Jamur *G. boninense* pada Formulasi biofungisida di Medium PDA (%). Penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya hambat jamur *T. pseudokoningii* dalam formulasi biofungisida yang ditumbuhkan kembali di media PDA terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* sebagai jamur patogen uji setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Daya hambat pertumbuhan jamur *G. boninense* oleh jamur *T. pseudokoningii* dalam formulasi biofungisida yang

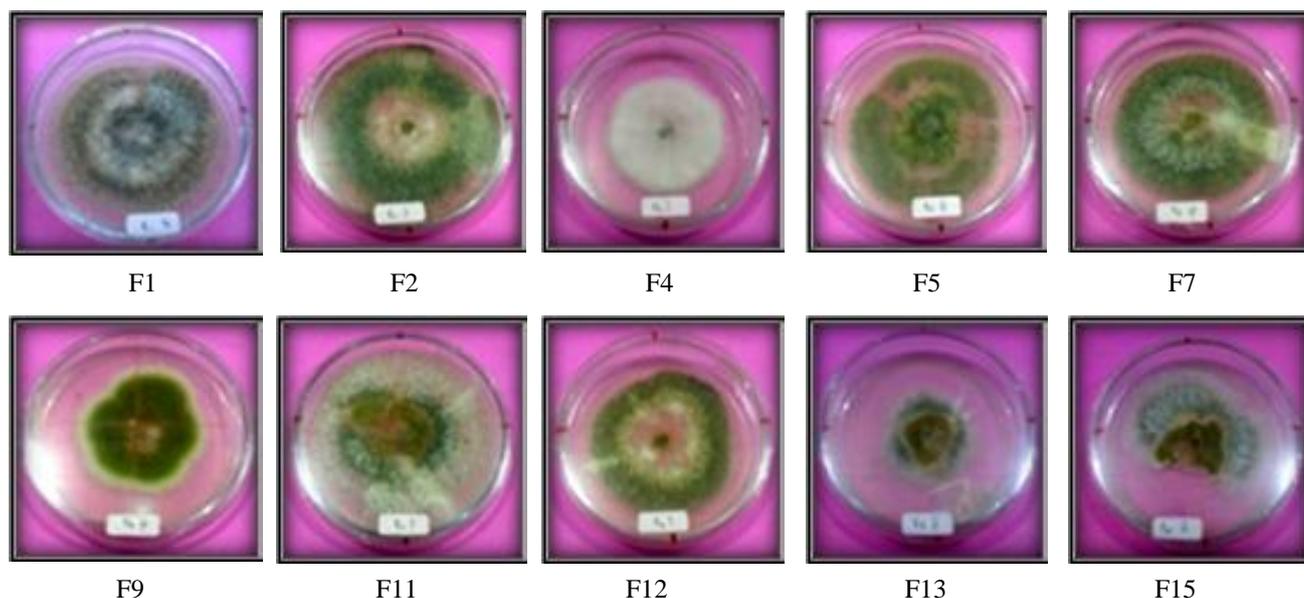
mengandung bahan organik sekam padi (F_2), ampas tebu+sekam padi (F_5),- ampas tebu (F_1) dan ampas tebu+dregs (F_7) berbeda nyata dibandingkan dengan formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik yang lainnya, namun berbeda tidak nyata antar sesamanya (Tabel 3). Perbedaan komposisi senyawa di dalam bahan organik dapat menyebabkan perbedaan jumlah nutrisi yang tersedia bagi jamur *T. pseudokoningii* yang dapat dimanfaatkan jamur *T. pseudokoningii* untuk perkembangan dan daya hambatnya terhadap jamur *G. boninense*. Sekam padi dan ampas tebu mengandung serat dan karbohidrat yang lebih tinggi dan baik untuk menunjang pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* dibandingkan bahan organik lainnya. Suharno (1979) dalam Sugiarti dan Widyatama (2009) menyatakan bahwa sekam padi mengandung serat sebanyak 35,68% dan karbohidrat sebesar 33,77%, sedangkan ampas tebu hanya mengandung serat sebesar 47,7% (Husin 2007).

Ketersediaan nutrisi yang lebih baik di dalam formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik sekam padi dan ampas tebu menyebabkan jamur *T. pseudokoningii* dapat tumbuh lebih baik dimana diameter dan kecepatan tumbuhnya lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *G. boninense*, sehingga lebih mampu dan cepat dalam memanfaatkan ruang dan nutrisi dibandingkan

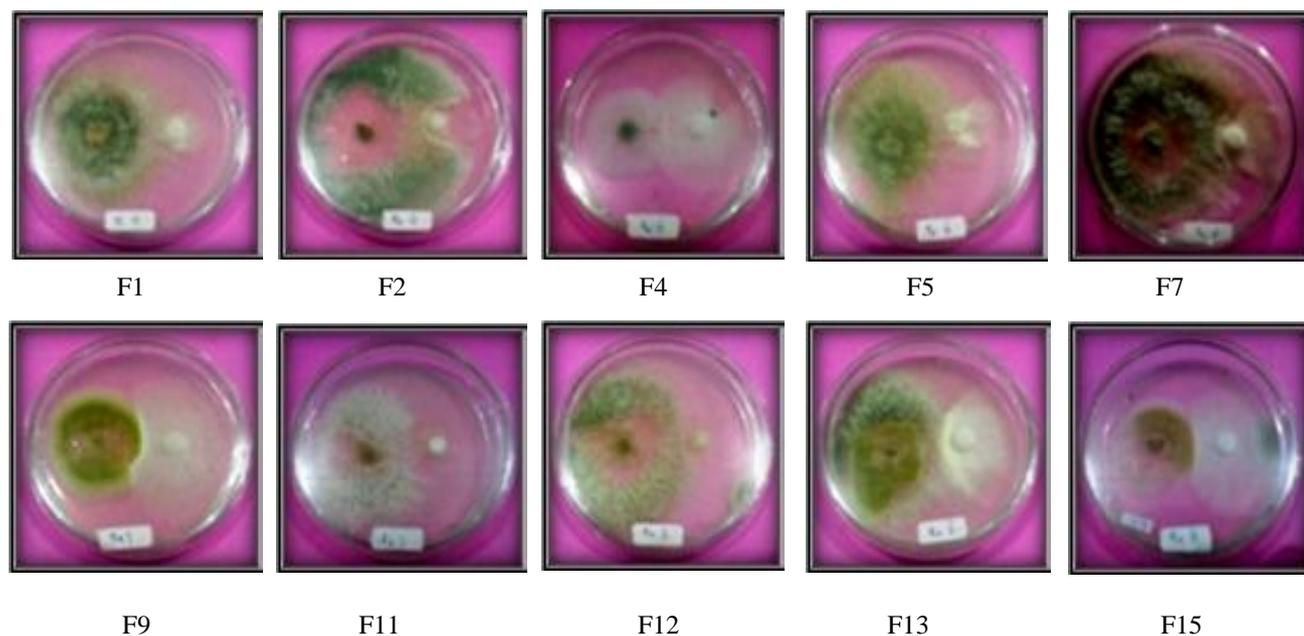
Tabel 3 Rerata daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya setelah ditumbuhkan kembali di medium PDA (%)

Perlakuan	Rerata Daya Hambat Pertumbuhan Jamur <i>G. boninense</i> (%)
Sekam Padi (F_2)	80,83 a
Ampas Tebu+Sekam Padi (F_5)	78,14 a
Ampas Tebu (F_1)	77,99 a
Ampas Tebu+Dregs (F_7)	74,17 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F_{15})	60,83 b
Ampas Tebu+Sekam Padi+Dregs (F_{12})	58,89 bc
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang (F_{11})	57,63 bc
Ampas Tebu+Kulit Udang+Dregs (F_{13})	51,37 cd
Sekam padi+Dregs (F_9)	51,28 cd
Dregs (F_4)	46,89 d
Kulit Udang (F_3)	00,00 e
Ampas Tebu+Kulit Udang (F_6)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang (F_8)	00,00 e
Kulit Udang+Dregs (F_{10})	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F_{14})	00,00 e

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5% setelah data ditransformasi ke dalam $\text{sin}^{-1}\sqrt{p}$



Gambar 1 Diameter koloni jamur *T. pseudokoningii* pada masing-masing formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya, 4 hari setelah inokulasi pada medium PDA. F1, F2, F4, F5, F7, F9, F11, F12, F13, F15.



Gambar 2 Daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* pada masing-masing formulasi biofungisidayang mengandung bahan organik dan kombinasinya secara *in vitro*, 4 hari setelah inokulasi pada medium PDA. T = *T. pseudokoningii* dan G = *G. boninense*. F1, F2, F4, F5, F7, F9, F11, F12, F13, F15.

jamur *G. boninense*. Hal ini dapat pula dihubungkan dengan kecepatan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* pada masing-masing formulasi biofungisida pada medium PDA (Tabel 1) yang selanjutnya mengakibatkan daya hambatnya menjadi lebih besar. Pendapat tersebut didukung pula oleh Octriana (2011) yang menyatakan

bahwa kecepatan pertumbuhan yang tinggi dapat menentukan aktivitas mikroorganisme antagonis terhadap patogen target. Purwantisari dan Hastuti (2009) menegaskan bahwa jamur *Trichoderma* sp. dapat menjadi hiperparasit pada beberapa jenis jamur penyebab penyakit tanaman dan pertumbuhannya sangat cepat. Hal yang sama

Tabel 4 Rerata jumlah spora jamur *T. pseudokoningii* pada formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dan kombinasinya (CFU/mL)

Perlakuan	Rerata Daya Hambat Pertumbuhan Jamur <i>G. boninense</i> (%)
Sekam Padi (F ₂)	80,83 a
Ampas Tebu+Sekam Padi (F ₅)	78,14 a
Ampas Tebu (F ₁)	77,99 a
Ampas Tebu+Dregs (F ₇)	74,17 a
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₅)	60,83 b
Ampas Tebu+Sekam Padi+Dregs (F ₁₂)	58,89 bc
Ampas Tebu+Sekam Padi+Kulit Udang (F ₁₁)	57,63 bc
Ampas Tebu+Kulit Udang+Dregs (F ₁₃)	51,37 cd
Sekam padi+Dregs (F ₉)	51,28 cd
Dregs (F ₄)	46,89 d
Kulit Udang (F ₃)	00,00 e
Ampas Tebu+Kulit Udang (F ₆)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang (F ₈)	00,00 e
Kulit Udang+Dregs (F ₁₀)	00,00 e
Sekam Padi+Kulit Udang+Dregs (F ₁₄)	00,00 e

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama adalah berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5% setelah data ditransformasi ke dalam $\sqrt{y + 1/2}$

dikemukakan pula oleh Djafaruddin (2000) yang 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 lebih menekan pertumbuhan jamur patogen.

Kemampuan menghasilkan senyawa antimikroba merupakan salah satu mekanisme yang juga dimiliki oleh jamur *T. pseudokoningii* 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. pseudokoningii* dalam menghasilkan senyawa antimikroba untuk menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense*. Menurut Griffin (1981) kekurangan unsur-unsur esensial akan menyebabkan terganggunya proses-proses fisiologis jamur seperti terhambatnya aktivitas 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 Yaherwandi (2006), *Trichoderma* sp. menghasilkan enzim kitinase yang mampu menghidrolisis kitin dari dinding hifa jamur patogen

sehingga menyebabkan lisis. Enzim ini terdiri dari eksokitinase, endokitinase dan chitobiosidase. Besarnya daya hambat pertumbuhan jamur *G. boninense* oleh jamur *T. pseudokoningii* pada setiap bahan organik terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan perbedaan daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap pertumbuhan jamur *G. boninense* yang disebabkan karena kemampuannya yang cepat dalam menempati ruang dan nutrisi, adanya senyawa antimikroba dan enzim. Rogis *et al.* (2007) menegaskan bahwa kitinase merupakan enzim yang penting dalam pengendalian jamur patogen karena aktivitas enzim ini dapat menyebabkan terurainya dinding sel hifa serta perubahan komposisi sitoplasma sel jamur patogenik yang menginfeksi tanaman dan merangsang respon resistensi dari tanaman. Nugroho *et al.* (2003) mengemukakan bahwa *Trichoderma viride* yang diisolasi dari perakaran jeruk di Riau diketahui menghasilkan tiga jenis kitinase, yaitu NAGse, kitobiosidase dan endokinase, bahkan enzim kitinase produksi genus *Trichoderma* sp. lebih efektif dari enzim kitinase yang dihasilkan oleh organisme lain, untuk menghambat berbagai jamur patogen tanaman. *Trichoderma* sp. juga memiliki enzim selulase yang dapat mengurai bahan organik seperti karbohidrat, terutama selulosa.

Derajat keasaman (pH) juga memegang peranan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan jamur *T. pseudokoningii* serta berperan penting dalam proses metabolismenya untuk menghasilkan senyawa-senyawa antibiosis dan enzim-enzim yang dapat menghambat perkembangan jamur patogen *G. boninense*. Oleh karenanya, formulasi yang mengandung bahan organik: F₁, F₂, F₅, dan F₇ yang memiliki nilai pH yang rendah (asam) menunjukkan daya hambat yang lebih besar terhadap jamur *G. boninense* dibandingkan dengan formulasi yang mengandung bahan organik lainnya yang memiliki pH tinggi (basa). Waksman (1952) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mampu tumbuh pada keasaman yang tinggi yaitu pH 2,1-2,5. Elfina dan Rianti (2004) mengemukakan pula bahwa pada pH tinggi yaitu pH di atas 8 dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan populasi propagul *Trichoderma* sp. pada kompos tandan kosong sawit. Selanjutnya dikatakan bahwa produksi biomassa optimum *Trichoderma* sp. terjadi pada rentang pH antara 4,6 dan 6,8.

Jumlah Spora Jamur *T. pseudokoningii* pada Formulasi Biofungisida (CFU/mL). Penggunaan beberapa bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora jamur *T. pseudokoningii* setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah konidia jamur *T. pseudokoningii* dalam formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik: F₇ dan F₁₂ berbeda tidak nyata sesamanya, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Data pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa formulasi biofungisida yang mengandung bahan organik dapat meningkatkan jumlah konidia jamur *T. pseudokoningii* adalah bahan organik dari ampas tebu dan sekam padi. Hal ini dapat disebabkan tingginya kandungan nutrisi pada kedua bahan tersebut sehingga jamur *T. pseudokoningii* dapat tumbuh dengan baik dan dapat memproduksi konidia yang banyak. Ampas tebu sebagian besar mengandung lignoselulosa, air 48–52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7% (Husin 2007). Komposisi dari sekam padi terdiri dari protein kasar 3,03%, lemak 1,18%, serat kasar 35,68% dan karbohidrat kasar 33,71% (Suharno 1979 dalam Sugiarti & Widyatama 2009). Kandungan serat dan

karbohidrat yang cukup tinggi dalam suatu bahan dapat menjadi sumber nutrisi dan sumber karbon yang potensial untuk pertumbuhan jamur *Trichoderma* spp. atau mikroorganisme pada umumnya (Wahyudi & Suwahyono (1997) dengan Winarsih (2007)).

Dregs dan kulit udang dalam jumlah yang sedikit dapat pula menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan dan perkembangan jamur *T. pseudokoningii* seperti terlihat pada Tabel 4. Hal ini karena senyawa penghambat (logam berat dan kitin) yang terkandung di dalam kedua bahan tersebut telah berkurang konsentrasinya ketika dilarutkan di dalam akuades pada saat melakukan pengujian dengan metode hitungan cawan. Elfina *et al.* (2007) menjelaskan bahwa setiap 1 Kg *dregs* terdapat kandungan N-total 40 mg, P-total 37 mg, K 4 mg, Ca 32 mg, Mg 48 mg, Fe 52,12 mg, Zn 20,14 mg, Cu 50,20 mg, Mo 3,14 mg dan Al 1,9 mg, sedangkan di dalam kulit udang terkandung protein (25–40%), kalsium karbonat (53,70–78,40%) dan kitin (18,70–32,20%) Carlile dan Watkinson (1995) dalam Uruilal *et al.* (2012) 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 tersedia di dalam komponen organik. Fungsi utama nutrisi adalah sebagai sumber energi, bahan pembentuk sel dan aseptor elektron di dalam aksi untuk menghasilkan energi. Griffin (1981) juga menjelaskan bahwa jamur antagonis sangat membutuhkan nutrisi esensial yang meliputi karbon, hidrogen, oksigen, posfor, nitrogen, sulfur, dan kalsium dalam pertumbuhannya. Kekurangan unsur-unsur esensial akan menyebabkan terganggunya proses-proses fisiologis jamur seperti terhambatnya aktivitas enzim, metabolisme karbohidrat transfer energi, metabolisme asam nukleat, dan lain-lain.

SIMPULAN

Bahan organik dan kombinasinya dalam formulasi biofungisida berpengaruh terhadap daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap jamur *G. boninense* secara *in vitro*. Sekam padi, ampas tebu, ampas tebu+sekam padi

dan ampas tebu+dregs memiliki kemampuan yang baik dalam mendukung pertumbuhan dan daya hambat jamur *T. pseudokoningii* terhadap *G. boninense* dibandingkan dengan bahan organik lainnya. Penggunaan kulit udang, ampas tebu+kulit udang, sekam padi+kulit udang, kulit udang+dregs dan sekam padi+kulit udang+dregs dalam formulasi biofungisida menyebabkan pertumbuhan jamur *T. pseudokoningii* terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.F & Cook, R.J.** 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Amerika: W.H. Freeman and Company.
- Budyanto, A.K.** 2010. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Mikroba. <http://zaifbio.wordpress.com/2010/11/08/pertumbuhan-mikroorganisme/>. (7 Agustus 2012).
- Djaffaruddin.** 2000. *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Elfina, Y & Rianti.** 2004. Penggunaan *Trichoderma harzianum* untuk pengomposan limbah pertanian. Laporan Penelitian. Pekanbaru: Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Elfina, Y.F., Puspita & Fitridayanti, N.A.** 2010. Penggunaan *Trichoderma* spp. lokal Riau untuk mengendalikan *Ganoderma boninense* Pat. pada pembibitan awal kelapa sawit. *Prosiding*. Pekanbaru: Badan Kerja Sama Pusat Studi Lingkungan Hidup ke-XX. 14–16 Mei.
- Elfina, Y., Sampurno, Wardati & Puspita, F.** 2007. Pemanfaatan *Trichoderma* sp dan *dregs* (limbah pabrik kertas) untuk meningkatkan pertumbuhan dan hubungannya dengan serangan penyakit kelapa sawit. *Laporan*. Pekanbaru: Research Grant I-MHERE Project Universitas Riau, 76 hal.
- Elfina, Y., Mardinus, T., Habazar & Bachtiar, A.** 2001. Studi kemampuan isolat-isolat jamur *Trichoderma* spp. yang beredar di Sumatra Barat untuk pengendalian jamur patogen *Sclerotium rolfsii* pada bibit cabai. *Prosiding*. Bogor: Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, hal 167–173.
- Firdaus, F., Darmawan, E & Mulyaningsih, S.** 2009. Karakteristik spektra *infrared* (IR) kulit udang, khitin, dan khitosan yang dipengaruhi oleh proses demineralisasi, deproteinisasi, deasetilasi I dan deasetilasi II. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia (Tidak dipublikasikan).
- Gendjar, I., Samson, R.A., Vermeulen, K.V.D. T., Oetari, A. & Santoso, I.** 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta: Penerbit Yayasan Obor Indonesia.
- Griffin, H.D.** 1981. *Fungal Physiology*. New York: A Wiley Interscience Publication.
- Habazar, T & Yuherwandi.** 2006. Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan. Padang: Andalas University Press.
- Husin, A.A.** 2007. Pemanfaatan limbah untuk bahan bangunan. http://www.kimpraswil.go.id/balitbang/puskim/homepage%20Modul%202003/modulc1/MAKALAH%20C1_.pdf. Diakses tanggal 25 Februari 2010.
- Kharisma, N.** 2011. Uji konsentrasi *dregs* terhadap *Trichoderma pseudokoningii* T-ks dan pengaruhnya pada *Ganoderma boninense* Pat. secara *in vitro*. *Skripsi*. Pekanbaru: Fakultas Pertanian Universitas Riau. (Tidak dipublikasikan).
- Nugroho, T.T., Ali, M., Ginting, C., Wahyuningsih & Dahliaty, A.** 2003. Isolasi dan karakterisasi sebagian kitinase *Trichoderma viride* TNJ 63. *Jurnal Natur Indonesia* **5(2)**: 101–106.
- Octriana, L.** 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* sp. secara *in vitro*. *Buletin Plasma Nutrafah* **17(2)**: 138–142.
- Purwantisari, S & Hastuti, R.B.** 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.
- Purwantisari, S., Priyatmojo, A & Raharjo, B.** 2008. Produksi biofungisida berbahan baku mikroba antagonis indigonius untuk mengendalikan penyakit lodoh tanaman kentang di sentra- sentra pertanian kentang di Jawa Timur. <http://balitbangjateng.go.id/kegiatan/rud/2008/8-biofungisida.pdf>. Diakses tanggal 6 Desember 2011.
- Rogis, A., Pameskas, T & Mucharromah.** 2007. Karakteristik dan uji efikasi senyawa bahan alami chitosan terhadap patogen pasca panen antraknosa *Colletrotichum musae*. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* **9**: 58–63.
- Sugiarti, W & Widyatama, W.** 2009. Pemanfaatan kulit biji mete, bungkil jarak, sekam padi dan jerami menjadi bahan bakar briket yang ramah lingkungan. *Skripsi*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro. (Tidak dipublikasikan).
- Susanto, A., Sudharto, P.S & Purba, R.Y.** 2005. Enhancing biological control of basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations. *Jurnal Mycopathologia* **159(1)**: 153–157.
- Trizelia, W.** 2013. Aktivitas Antagonistik dan Karakterisasi Jamur yang Berasosiasi dengan Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanah dan Akar Tanaman Tomat. <http://repository.unand.ac.id/6460/1/artikel.pdf>. (20 Maret 2013).
- Urulial, C., Kalay, A.M., Kaya, E & A. Siregar.** 2012. Pemanfaatan kompos ela sagu, sekam dan dedak

sebagai media perbanyak agens hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *Jurnal Agrologia* **1(1)**: 21–30.

- Wahyudi, P & 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.
- Waksman, A.S.** 1952. *Soil Microbiology*. Jhon. New York: Wiley and Sons.

Weller, D.M & Cook, R.J. 1983. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with fluorescent *pseudomonand*. *Phytopathology* **73**: 463–469.

Winarsih, S & 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.