

**UJI KOMPATIBILITAS KONSENTRASI SUSPENSI TEPUNG DAUN SIRIH
HUTAN (*Piper aduncum*) DENGAN *Trichoderma harzianum* Rifai UNTUK
MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO**

**THE COMPATIBILITY TEST OF CONCENTRATION SUSPENSION OF
BETEL LEAVES FLOUR (*Piper aduncum*) WITH *Trichoderma harzianum*
TO CONTROL ROTTEN DISEASES IN COCOA FRUITS**

Alpinsky AD Ritonga¹, Muhammad Ali² dan Yunel Venita²
Department of Agrotechnology, Faculty Agriculture, University of Riau
Email : Alpinsky@gmail.com/HP : 0852750200285

ABSTRACT

Fruit rot diseases of cocoa is caused by the infection of *Phytophthora palmivora*. The diseases can cause a 50% reduction of cocoa yield. Control method that can be used is to combine a botanical fungicide with antagonistic microbes which can be applied in disease control. The purpose of this study is to determine the compatibility of some concentrations of Betel leaves flour suspension with *Trichoderma harzianum* and to obtain the best combination to control diseases in cocoa fruits. The experiment has been conducted experimentally using a Completely Randomized Design consisting of 5 treatments and 4 replications. The treatments were the concentration of suspension of betel leaves flour suspension with *T. harzianum* (0 g/l water + *T. harzianum*, 25 g/l water + *T. harzianum*, 50 g/l water + *T. harzianum*, 75 and 100 g/l water + *T. harzianum*). The data analyzed statistically with the analysis of variance and continuous Honest Significant Different (HSD) test at 5% level. The results indicated that the treatment of some suspension concentrations of betel leaves flour with *T. harzianum* is incompatible in controlling the *P. palmivora* fungus. Concentrations of suspension betel leaves flour of 100 g/l water with *T. harzianum* showed the best ability to inhibit the growth of *P. palmivora* fungus on PDA medium, decrease the initial symptoms appearance of Cocoa fruit rot disease, and decrease the intensity of cocoa fruit rot disease by 33,87%.

Keywords: *Compatibility, betel leaves flour, Trichoderma harzianum, Phytophthora palmivora*

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*. L) merupakan salah satu tanaman

perkebunan yang memiliki nilai ekonomis dan peluang pasar yang cukup besar. Hal ini dapat dilihat dari

¹Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

permintaan pasar dunia yang semakin meningkat dengan rata-rata 1.500.000 ton per tahun. Data International Cocoa Organization (ICCO) menunjukkan bahwa dalam lima tahun terakhir permintaan kakao meningkat rata-rata 5% per tahun (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2015).

Luas perkebunan kakao di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 1.740.612 ha dengan produktivitas 821 kg/ha, sedangkan pada tahun 2014 terjadi penurunan luas menjadi 1.719.087 ha dengan produktivitasnya yaitu hanya 817 kg/ha (Badan Pusat Statistik 2015). Luas areal pertanaman kakao di Provinsi Riau pada tahun 2014 adalah 7.630 ha dengan total produksi 3.618 ton dan produktivitas 754 kg/ha (Badan Pusat Statistik Riau 2015). Rendahnya produktivitas kakao ini disebabkan antara lain oleh penggunaan benih yang kurang baik, pemeliharaan tanaman yang kurang optimal dan gangguan penyakit tanaman.

Penyakit yang umum ditemukan pada tanaman kakao adalah busuk buah yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butl. Penyakit busuk buah merupakan penyakit terpenting karena ditemukan hampir di seluruh areal pertanaman kakao di Indonesia bahkan di kebanyakan negara penghasil kakao (Semangun, 2008). Kerugian yang disebabkan penyakit busuk buah di beberapa daerah cukup besar yakni 30-50%, bahkan kehilangan produksi di seluruh dunia yang diakibatkan oleh penyakit ini dapat mencapai hingga 80% (Pawirosoemardjo dan Purwantara, 1992) sehingga perlu upaya pengendalian yang tepat.

Upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan pengendalian secara terpadu dengan menggabungkan beberapa teknik pengendalian yaitu sanitasi kebun, panen buah masak secara teratur, penyemprotan dengan fungisida sintetis dan pengendalian secara biologi (Semangun, 2008). Pengendalian penyakit busuk buah kakao yang banyak dilakukan oleh petani dengan penyemprotan fungisida kimia sintetis dapat membahayakan keselamatan hayati termasuk manusia dan keseimbangan ekosistem (Suwahyono, 2009). Alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan adalah dengan memanfaatkan fungisida nabati dan mikroba antagonis secara terpadu.

Pengendalian penyakit busuk buah kakao dengan menggabungkan fungisida nabati dan *T. harzianum* untuk melihat kompatibilitas antara keduanya belum banyak dilaporkan. Hall (1964) *cit.* Sembel (2010) menyatakan bahwa golongan jamur memiliki kompatibilitas yang baik yang dapat digunakan secara bersamaan dengan fungisida sintetis dan pada kasus-kasus tertentu justru bersifat sinergis.

Penelitian kompatibilitas pestisida nabati mimba dan pestisida hayati *B. bassiana* untuk pengendalian hama telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Penyemprotan tanaman terung dengan suspensi konidia *B. bassiana* (10^8 konidia/ml) dikombinasikan dengan mengguayur akar tanaman dengan larutan ekstrak mimba 1% (10 g/l air) bersifat sinergis dan meningkatkan persentase mortalitas *Bemisia tabaci* (Islam *et al.* 2011; Islam dan Omar 2012). Minyak

dan ekstrak mimba serta ekstrak jarak juga bersifat kompatibel dengan jamur agens hayati lainnya, seperti *Trichoderma* dalam pengendalian penyakit tular tanah kedelai (Bagwan 2010; Tapwal *et al.* 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kompatibilitas dari beberapa konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* dan untuk mendapatkan konsentrasi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* terbaik dalam mengendalikan jamur *P. palmivora* Butl. penyebab penyakit busuk buah kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru. Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober sampai Desember 2016.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah daun sirih hutan, isolat jamur *T. harzianum* dan *P. palmivora*, buah kakao varietas Forestero, aquades steril, alkohol 70%, Natrium hipoklorit 5,25%, Potato Dextrose Agar, aluminium foil, amoksilin, plastik transparan, kertas saring, plastik wrap, kertas tisu gulung, kapas dan kertas label.

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah cawan petri berdiameter 9 cm, kotak kertas berukuran 30 cm x 30 cm x 10 cm, jarum ose, kuas, pinset, pipet tetes, tabung reaksi, *micro pipet*, *cork borer* (pemotong agar), gelas piala 1000 ml, *erlenmeyer* 500 ml. Gelas ukur, batang pengaduk kaca, lampu bunsen, gelas

objek, gelas penutup, mikroskop, timbangan analitik, blender, *hand sprayer*, *automatic mixer*, haemositometer, *laminar air flowcabinet*, *autoclave*, inkubator dan kompor gas.

Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan yang terdiri dari beberapa konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* yaitu (0 g/l air, 25 g/l air, 50 g/l air, 75 g/l air dan 100 g/l air).

Pelaksanaan Penelitian

Peremajaan jamur *P. palmivora*

Isolat *P. palmivora* diremajakan dengan cara memindahkan miselium jamur yang tumbuh dari biakan induk dengan jarum ose steril ke dalam cawan petri berisi medium PDA. Isolat kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar hingga diperoleh pertumbuhan isolat yang homogen.

Peremajaan isolat jamur *T. harzianum*

Peremajaan isolat *T. harzianum* dilakukan dengan cara memindahkan miselium jamur yang tumbuh dari biakan induk dengan jarum ose steril ke dalam cawan petri berisi medium PDA. Isolat kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar hingga diperoleh pertumbuhan isolat yang homogen.

Uji patogenisitas

Buah kakao yang digunakan untuk uji patogenisitas disterilkan dengan mencucinya ke dalam aquades steril dan dicelupkan ke dalam NaOCl 5,25% selama 3 menit masing-

masingnya dan direndam kembali dengan aquades steril sebanyak 2 kali. Uji patogenisitas dilakukan dengan menginokulasi isolat jamur hasil peremajaan tersebut pada buah kakao sebanyak 8 buah sampel.

Persiapan buah kakao

Buah kakao yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kakao varietas Forestero yang sehat, belum matang dan tidak disemprot dengan pestisida kimia. Buah kakao yang diambil berukuran relatif sama. Buah kakao diambil satu hari sebelum penelitian dilaksanakan yaitu sebanyak 80 buah kakao.

Pembuatan tepung daun sirih hutan

Tepung daun sirih hutan dibuat dari daun yang masih segar sebanyak 20 kg. Daun sirih hutan dibersihkan dengan air yang mengalir kemudian dikering-anginkan selama satu minggu dan dipotong-potong dengan ukuran ± 2 cm agar mudah dihaluskan dengan *blender*, kemudian diayak dengan ayakan hingga diperoleh tepung dan disimpan dalam stoples.

Uji Daya Hambat Suspensi Tepung Daun Sirih Hutan Dengan *T. harzianum* Secara *In Vitro* Terhadap Jamur *P. palmivora*

Medium PDA pada cawan petri yang masih cair terlebih dahulu dicampur dengan suspensi tepung daun sirih hutan sesuai konsentrasi perlakuan. Medium PDA yang telah dicampur dengan suspensi tepung daun sirih hutan diinokulasikan dengan potongan isolat jamur *T. harzianum* dengan *P. palmivora* berdiameter 5 mm dan diletakkan 2,5 cm dari tepi cawan petri dan ditumbuhkan dengan

jarak 4 cm dan diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar. Diameter koloni jamur yang tumbuh dihitung dengan metode biakan ganda.

Aplikasi Suspensi Tepung Daun Sirih Hutan Dengan *T. harzianum* Pada Buah Kakao

Buah yang digunakan disemprot permukaannya dengan suspensi tepung daun sirih hutan sesuai konsentrasi perlakuan dengan *T. harzianum* hingga permukaan buah tampak basah dan merata dan dibiarkan sampai mengering.

Buah yang telah disemprot sesuai perlakuan diletakkan inokulum jamur *P. palmivora* pada bagian pangkal buah dengan diameter 5 mm. Buah yang telah disemprot disusun dalam kotak kertas dan disusun di ruang penelitian dan diinkubasi pada suhu ruangan.

Pengamatan Pertumbuhan Koloni Jamur *T. harzianum*

Pengaruh suspensi tepung daun sirih hutan terhadap pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* ditentukan dengan mengukur diameter koloni jamur setiap hari sampai koloni jamur pada perlakuan tanpa konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan sudah memenuhi cawan petri. Pertumbuhan koloni jamur ditentukan dengan cara menginokulasikan potongan miselium jamur *T. harzianum* (di medium PDA yang telah berumur 7 hari) pada medium PDA yang mengandung suspensi tepung daun sirih hutan sesuai konsentrasi perlakuan dan diinkubasikan pada suhu kamar. Persentase penurunan diameter koloni

jamur dihitung dengan rumus Trizelia (2012):

$$Nr = \frac{N1 - N2}{N1} \times 100\%$$

dengan:

Nr = persentase penurunan pertumbuhan diameter koloni

N₁ = diameter koloni jamur *T. harzianum* pada media yang tidak diberi suspensi tepung daun tepung sirih hutan

N₂ = diameter koloni jamur *T. harzianum* pada media yang diberi suspensi tepung daun sirih hutan

Sporulasi Jamur *T. harzianum*

Pengaruh suspensi tepung daun sirih hutan terhadap sporulasi ditentukan dengan menghitung jumlah konidia yang dihasilkan jamur setelah diinkubasi selama 15 hari. Setelah 15 hari, konidia jamur dipanen dengan cara menambahkan 5 ml aquades steril dan 0,05% Tween 80 sebagai bahan perata ke dalam cawan petri. Konidia dilepaskan dari media dengan menggunakan kuas halus. Suspensi disaring dan konsentrasi konidia dihitung dengan menggunakan haemositometer. Persentase penurunan sporulasi dihitung dengan rumus Trizelia (2012) :

$$Sr = \frac{S1 - S2}{S1} \times 100\%$$

Dengan:

Sr = persentase penurunan jumlah konidia

S₁ = jumlah konidia yang dihasilkan jamur *T. harzianum* pada media yang

tidak diberi suspensi tepung daun sirih hutan

S₂ = jumlah konidia yang dihasilkan jamur *T. harzianum* pada media yang diberi suspensi tepung daun sirih hutan

Penghitungan Nilai Kompatibilitas

Nilai kompatibilitas antara suspensi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* dihitung menggunakan rumus dari Alves *et al.*(1998) *cit* Depieri *et al.*(2005) sebagai berikut:

$$T = \frac{\{20(PK) + 80(SP)\}}{100}$$

Keterangan:

T = nilai kompatibilitas

PK = nilai relatif diameter koloni perlakuan dibanding tanpa perlakuan

SP = nilai relatif jumlah perlakuan dibanding tanpa perlakuan

Saat muncul gejala awal penyakit busuk pada buah kakao yang diberi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi yang berbeda-beda (hari)

Pengamatan masa inkubasi jamur *P. palmivora* dilakukan dengan menghitung waktu munculnya gejala awal penyakit pada buah kakao setelah inokulasi jamur *P. palmivora* dan aplikasi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum*. Gejala awal ditandai dengan adanya bercak coklat yang dimulai dari pangkal buah yang akan meluas ke seluruh buah (Semangun, 2008). Pengamatan dilakukan setiap hari pada tiap unit percobaan hingga semua unit

percobaan menunjukkan gejala awal serangan jamur *P. palmivora*.

Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao

Penghitungan intensitas serangan dilakukan 1 kali setelah didapat nilai persentase serangan ≥ 50 % dari semua sampel buah kakao dalam 1 unit penelitian. Intensitas serangan pada buah kakao dihitung dengan rumus oleh Natawigena (1990).

Rumus intensitas serangan yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

I = intensitas serangan

n_i = banyak buah yang diamati dengan kategori serangan

v_i = nilai skala kerusakan dari tiap kategori serangan

Z = nilai skala kerusakan tertinggi dari tiap kategori serangan

N = banyak buah yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Koloni Jamur *T. harzianum*

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter koloni jamur *T. harzianum* setelah dilakukan analisis ragam. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel

daun sirih hutan pada konsentrasi 25 g/l air berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Semakin tinggi konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan yang diberikan, semakin kecil pertumbuhan diameter koloni jamur *T. harzianum*. Hal ini disebabkan karena kandungan senyawa antijamur yang lebih banyak di dalam suspensi tepung daun sirih

Tabel 1. Diameter koloni jamur *T. harzianum* yang diberi beberapa konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan pada medium PDA

Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan	Diameter koloni (cm)
0 g/l air	9.0 a
25 g/l air	8.5 b
50 g/l air	8.1 c
75 g/l air	6.3 d
100 g/l air	4.9 e

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

1. Tabel 1 menunjukkan bahwa diameter koloni jamur *T. harzianum* dengan pemberian suspensi tepung

hutan pada konsentrasi yang lebih tinggi. Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 25 g/l air memperlihatkan diameter koloni

jamur *T. harzianum* yang lebih besar dari diameter koloni pada perlakuan 50, 75 dan 100 g/l air. Hal ini diduga bahwa pada konsentrasi 25 g/l air senyawa metabolit sekunder berupa eugenol yang ada di dalam suspensi tepung daun sirih hutan sangat sedikit sehingga pertumbuhan diameter koloni jamur *T. harzianum* lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 50, 75 dan 100 g/l air. Hasil penelitian Novizan (2002) menyatakan bahwa ekstrak daun sirih dengan konsentrasi 30 % (300 g/l air) mampu menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk pangkal batang tanaman lada.

Pemberian tepung daun sirih hutan pada konsentrasi 50 g/l air, 75 g/l air dan 100 g/l air memperlihatkan penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum*. Hal ini dapat disebabkan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka senyawa metabolit sekunder berupa eugenol yang ada di dalam sirih hutan semakin tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan diameter jamur *T. harzianum*.

Tabel 2. Penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum* setelah diberi konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan pada medium PDA

Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan	Penurunan diameter koloni jamur <i>T. harzianum</i> (%)
0 g/l air	0.00 a
25 g/l air	5.41 b
50 g/l air	9.99 b
75 g/l air	29.23 c
100 g/l air	44.71 d

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

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 25 g/l air dan 50 g/lair memiliki penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum*

Pelzcar dan Chan (2006) mengatakan bahwa senyawa-senyawa metabolit sekunder berupa tanin, flavonoid dan monoterpena yang ada di dalam sirih hutan dapat menghambat pertumbuhan jamur melalui mekanisme kerusakan dinding sel yang mengakibatkan lisis, menghambat proses pembentukan dinding sel, mengubah permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, mendenaturasi protein sel dan merusak sistem metabolisme di dalam sel dengan menghambat cara kerja enzim intraseluler.

Persentase penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum*

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh yang nyata dalam menurunkan pertumbuhan koloni jamur *T. harzianum* setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

yang lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 75 dan 100 g/l air yaitu 5,41% dan 9,99%. Hal ini disebabkan pada konsentrasi 25 dan 50

g/l air senyawa metabolit sekunder berupa eugenol yang ada di dalam suspensi tepung daun sirih hutan tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan konsentrasi 75 dan 100 g/l air, sehingga persentase penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum* lebih rendah.

Persentase penurunan diameter koloni jamur *T. harzianum* dengan pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 100 g/l air adalah yang paling tinggi yaitu 44,71%. Hal ini disebabkan karena suspensi tepung daun sirih hutan mengandung senyawa metabolit sekunder berupa enzim diatase yang diketahui bersifat anti-jamur dan dapat menyebabkan kerusakan bentuk morfologi dimana diameter koloni jamur *T. harzianum* menjadi lebih kecil. Pertumbuhan jamur yang terhambat disebabkan karena terjadi kerusakan pada dinding sel, konidia maupun hifa (Giordani *et al.*, 2008).

Tabel 3. Daya penghambatan koloni jamur *P. palmivora* setelah diberi konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan dan *T. harzianum* pada medium PDA 4 hari setelah diinkubasi

Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan	Daya hambat (%)
0 g/l air + <i>T. harzianum</i>	0.00 a
25 g/l air + <i>T. harzianum</i>	35.62 b
50 g/l air + <i>T. harzianum</i>	45.89 b
75 g/l air + <i>T. harzianum</i>	56.25 c
100 g/l air + <i>T. harzianum</i>	60.41 d

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

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 100 g/l air memiliki daya penghambatan yang paling tinggi terhadap diameter koloni jamur

Daya hambat suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* terhadap *P. palmivora*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh yang nyata dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* yang dinkubasi selama 4 hari. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa daya penghambatan terhadap koloni jamur *P. palmivora* setelah diberi suspensi tepung daun sirih hutan dan *T. harzianum* pada medium PDA 4 hari setelah diinkubasi pada konsentrasi 100 g/l air berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Setiap peningkatan konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan daya hambat terhadap diameter koloni jamur *P. palmivora*.

P. palmivora pada medium PDA dibandingkan dengan konsentrasi lainnya yaitu 60,41%. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan yang

diberikan maka kandungan bahan aktifnya berupa senyawa eugenol lebih tinggi dan aktifitas antifunginya juga meningkat, sehingga menyebabkan pertumbuhan *P. palmivora* menjadi terhambat karena terjadi kerusakan pada dinding sel. Menurut Novizan (2002), pemberian ekstrak daun sirih hutan dengan konsentrasi 30% mampu mengendalikan jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk pangkal batang yang menyerang tanaman lada.

Persentase penurunan jumlah konidia jamur *T. harzianum*

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan pada media PDA juga berpengaruh terhadap jumlah konidia yang dihasilkan oleh jamur *T. harzianum* setelah dilakukan analisis ragam. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah konidia jamur *T. harzianum* dan penurunannya setelah 15 hari diinkubasi pada media PDA yang telah diberi suspensi tepung daun sirih hutan pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan	Jumlah Konidia ($\times 10^6$ / ml)	Penurunan Jumlah Konidia (%)
0 g/l air	5.3a	-
25 g/l air	4.1 b	22.64
50 g/l air	4.0 b	24.52
75 g/l air	2.2 c	58.49
100 g/l air	1.6 c	69.81

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

Tabel 4 memperlihatkan bahwa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan menurunkan secara nyata kemampuan jamur *T. harzianum* untuk bersporulasi atau dalam menghasilkan konidia dibandingkan dengan tanpa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan. Perlakuan tanpa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan menghasilkan konidia yang lebih

banyak jumlahnya yaitu 53×10^5 konidia/ml. Jumlah konidia berkurang menjadi 41×10^5 konidia/ml pada media yang telah dicampur dengan suspensi tepung daun sirih hutan. Semakin tinggi konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan yang diberikan kemampuan jamur untuk bersporulasi semakin rendah.

Pemberian suspensi tepung

Tabel 5. Klasifikasi kompatibilitas (T) suspensi tepung daun sirih hutan sebagai fungisida nabati dengan jamur *T. harzianum*

Konsentrasi	T	Klasifikasi Kompatibilitas
25 g/l air	34.5	Toksik
50 g/l air	33.62	Toksik
75 g/l air	18.86	Sangat toksik
100 g/l air	13.78	Sangat toksik

Keterangan : T = Nilai Kompatibilitas

daun sirih hutan pada konsentrasi 25 dan 50 g/l air memiliki jumlah konidia jamur *T. harzianum* sebesar 41×10^5 dan 40×10^5 konidia/ml. Hal ini disebabkan karena bahan aktif dan aktifitas antijamur pada konsentrasi tersebut cukup toksik dalam menekan pertumbuhan spora jamur *T. harzianum*.

Persentase penurunan jumlah konidia jamur *T. harzianum* setelah diberi suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 75 dan 100 g/l air adalah 58,49% dan 69,81% dan jumlah konidia jamur *T. harzianum* adalah 22×10^6 dan 16×10^6 konidia/ml. Hal ini diduga semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka kandungan bahan aktif berupa senyawa metabolit sekunder yang ada di dalam suspensi tepung daun sirih hutan dapat merusak dinding sel hifa jamur *T. harzianum* sehingga kemampuan jamur untuk tumbuh dan bersporulasi menjadi lebih terhambat. Hal ini dapat pula dihubungkan dengan pertumbuhan diameter koloni jamur *T. harzianum* yang lebih kecil dan persentase penghambatan diameter yang lebih tinggi masing-masing 4,9 cm dan 44,71% (Tabel 1 dan Tabel 2). Kemampuan jamur dalam membentuk konidia mempunyai arti penting karena konidia merupakan organ dari jamur yang berperan utama dalam pemencaran dan infeksi. Apabila sporulasi atau jumlah konidia sedikit, maka pemencaran jamur akan terbatas dan kemampuannya sebagai agen pengendali hayati akan berkurang. Hasil penelitian Depieri *et al.* (2005) menunjukkan bahwa ekstrak nimba dalam bentuk emulsi juga dapat menurunkan jumlah konidia *B. bassiana* secara nyata yaitu $10,5 \times$

10^5 konidia/ml dengan persentase tingkat penurunan mencapai 78,7% pada konsentrasi 1,5%. Perlakuan dalam bentuk air daun dan biji nimba tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah konidia yang dihasilkan dan tingkat penurunan berkisar antara 0,5 – 41,5% bergantung pada konsentrasi ekstrak.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah konidia jamur *T. harzianum* terhadap pemberian suspensi tepung daun sirih hutan pada berbagai konsentrasi dapat dilihat nilai kompatibilitasnya pada Tabel 5.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan pada empat konsentrasi yang diuji tidak kompatibel dengan jamur *T. harzianum*. Perlakuan suspensi tepung daun sirih hutan pada konsentrasi 25 g/l air dan 50 g/l air sudah bersifat toksik terhadap jamur *T. harzianum* dan pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 75 g/l air dan 100 g/l air dapat bersifat sangat toksik terhadap jamur *T. harzianum* yang terlihat dari berkurangnya pertumbuhan diameter koloni dan sporulasi jamur secara nyata (Tabel 1 dan Tabel 2). Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 100 g/l air tidak kompatibel dengan jamur *T. harzianum* sesuai dengan nilai kompatibilitas sebesar 13,78 dengan klasifikasi sangat toksik, dengan tingkat penghambatan dapat mencapai 69,81%.

Hasil penelitian Trizelia *et al.* (2008) menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak etanol daun dan bunga paitan tidak kompatibel dengan jamur entomopatogen *Metarhizium* spp. Seyedtalebi *et al.* (2012) juga

melaporkan bahwa ekstrak eter buah *Ginkgo biloba* dapat menghambat perkecambahan konidia jamur *B. bassiana* pada konsentrasi ekstrak 20% (200 g/l) namun pada konsentrasi 5% (50 g/l) serta 10% (100 g/l) daya kecambah konidia masih tinggi yaitu 94,1% dan 92,1 %.

Saat muncul gejala awal penyakit busuk pada buah kakao (hari)

Tabel 6. Saat muncul gejala awal penyakit busuk pada buah kakao (hari) yang diberi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi tepung daun sirih hutan	Saat muncul gejala awal penyakit
0 g/l air + <i>T. harzianum</i>	4.75 d
25 g/l air + <i>T. harzianum</i>	6.25 c
50 g/l air + <i>T. harzianum</i>	6.50 c
75 g/l air + <i>T. harzianum</i>	8.00 b
100 g/l air + <i>T. harzianum</i>	9.50 a

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

Tabel 6 menunjukkan bahwa saat muncul gejala awal penyakit busuk buah kakao setelah diberi suspensi tepung daun sirih hutan dan *T. harzianum* pada konsentrasi 25 g/l air berbeda nyata pada konsentrasi 0 g/l, 75 g/l dan 100 g/l, namun berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 50 g/l air. Saat muncul gejala awal penyakit semakin lama seiring dengan peningkatan jumlah konsentrasi tepung daun sirih hutan yang diberikan.

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* pada konsentrasi 100 g/l air memperlihatkan awal munculnya gejala serangan yang paling lama. Hal ini dapat disebabkan pada konsentrasi tersebut suspensi tepung daun sirih hutan mengandung senyawa antijamur berupa eugenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* secara *in vivo* berpengaruh nyata terhadap saat muncul gejala awal penyakit busuk buah pada kakao oleh jamur *P. palmivora* setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

lain, sehingga dapat merusak dinding sel jamur *P. palmivora* yang mengakibatkan munculnya gejala awal penyakit yang lebih lama.

Tabel 6 memperlihatkan bahwa pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 0 g/l air menghasilkan saat muncul gejala awal penyakit busuk buah kakao yang paling cepat yakni 4,75 hari dan berbeda nyata dengan konsentrasi perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena senyawa bahan aktif dari tepung daun sirih hutan yang dapat menghambat jamur *P. palmivora* pada perlakuan tersebut tidak ada sehingga gejala awal munculnya penyakit lebih cepat yaitu 4,75 hari. Jamur *T. harzianum* yang diberikan tidak menunjukkan peranan dalam menekan saat muncul gejala awal penyakit busuk buah kakao. Hal ini

diduga karena suspensi tepung daun sirih hutan yang diberikan bersifat sangat toksik terhadap jamur *T. harzianum* sesuai dengan nilai kompatibilitas yaitu sebesar 13,78 pada konsentrasi 100 g/l air (Tabel 5) serta tidak adanya penghambatan terhadap diameter koloni jamur *P. palmivora* (Tabel 5).

Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao

Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao setelah dilakukan analisis ragam. Hasil uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

serangan penyakit ini dapat dihubungkan dengan pengamatan saat muncul gejala awal penyakit busuk buah kakao oleh jamur *P. palmivora* yang menunjukkan gejala awal yang lebih lama (Tabel 6) sehingga intensitas penyakit juga 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 juga akan semakin rendah.

Rendahnya intensitas penyakit busuk buah kakao yang diberi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* pada konsentrasi 100 g/l air pada pengamatan intensitas serangan jamur *P. palmivora* dapat disebabkan oleh

Tabel 7. Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang telah diberi konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum*

Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan	Intensitas serangan (%)
0 g/l air + <i>T. harzianum</i>	96.79 d
25 g/l air + <i>T. harzianum</i>	77.13 c
50 g/l air + <i>T. harzianum</i>	71.00 c
75 g/l air + <i>T. harzianum</i>	50.37 b
100 g/l air + <i>T. harzianum</i>	33.87 a

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

Tabel 7 memperlihatkan bahwa intensitas serangan *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* pada konsentrasi perlakuan 100 g/l air paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Intensitas penyakit busuk buah kakao pada perlakuan dengan konsentrasi 100 g/l air hanya mencapai 33,87%. Rendahnya intensitas

tingginya bahan aktif anti-jamur yang ada pada konsentrasi tersebut sehingga lebih mampu menekan perkembangan jamur *P. palmivora*. Pelzcar dan Chan (2006) menjelaskan bahwa mekanisme kerja zat antimikroba terhadap pertumbuhan jamur ada beberapa kemungkinan, yaitu (1) merusak dinding sel, (2) denaturasi protein, (3) mengubah permeabilitas membran, dan (4) menghambat sintesis asam

nukleat dan protein. Melalui mekanisme tersebut, minyak atsiri yang terkandung dalam daun sirih bekerja melalui perusakan dinding sel yang mengakibatkan lisis, menghambat pembentukan dinding sel, mengganggu permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, mendenaturasi protein sel dan merusak sistem metabolisme di dalam sel dengan menghambat kerja enzim intraseluler.

Intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao yang diberi suspensi tepung daun sirih hutan dengan konsentrasi 0 g/l air lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan 25 g/l air, 50 g/l air, 75 g/l air dan 100 g/l air. Tingginya intensitas penyakit pada konsentrasi 0 g/l air dapat disebabkan karena tidak adanya senyawa anti-jamur yang berasal dari tepung daun sirih hutan yang dapat menghambat perkembangan jamur *P. palmivora*, sedangkan jamur antagonis *T. harzianum* yang diberikan juga belum mampu menghambat perkembangan penyakit busuk buah pada kakao.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan pada beberapa konsentrasi dengan jamur *T. harzianum* bersifat inkompatibel dalam mengendalikan jamur *P. palmivora*, namun dapat menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora*

pada medium PDA, memperlambat saat muncul gejala awal penyakit busuk buah kakao dan menurunkan intensitas serangan jamur *P. palmivora* pada buah kakao.

2. Pemberian suspensi tepung daun sirih hutan pada konsentrasi 100 g/l air dengan *T. harzianum* menunjukkan kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *P. palmivora* pada medium PDA dan mengendalikan jamur *P. palmivora* pada buah kakao.

Saran

1. Konsentrasi suspensi tepung daun sirih hutan dengan *T. harzianum* yang disarankan untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao di lapangan yaitu 100 g/l air.
2. Penggunaan suspensi tepung daun sirih hutan dengan jamur *T. harzianum* disarankan tidak digunakan secara bersamaan, karena berdasarkan nilai kompatibilitas menunjukkan bahwa keduanya bersifat inkompatibel atau tidak sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2004. Plant Pathology. Fifth Edition. California: Elsevier Academic Press. hlm. 106-108
- Bagwan, N.B. 2010. **Evaluation of *Trichoderma* compatibility with fungicides, pesticides,**

- organic cakes and botanicals for integrated management of soil borne diseases of soybean (*Glycine max.* L) Merrill.** *Int. J. Plant Prot.* 3(2): 206-209.
- Depieri R.A, S.S. Martinez and. A.O. Menezes Jr. 2005. **Compatibility of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycetes) with extracts of neem seeds and leaves and the emulsible oil.** *Neotropical Ent.* 34(4): 601-606.
- Giordani, R., Y. Hadeif and J. Kaloustian. 2008. **Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants.** *Fitoterapia.* 79: 199-203.
- Islam, M.T., D.B. Omar., M.A. Latif and M.M. Morshed. 2011. **The integrated use of entomopathogenic fungus, *Beuvaria bassiana* with botanical insecticide, neem against *Bemisia tabacci* on eggplant.** *Afr. J. Microb. Res.* 5(21): 3409-3413. DOI 10.5897/AJMR11.478.
- Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2015. **Berita Industri.** <http://www.kemenperin.go.id/artikel/7473/Industri-Kakao-Tumbuh-Pesat>. Diakses pada tanggal 25 Maret 2015.
- Novizan. 2002. **Membuat dan Manfaat Pestisida Ramah Lingkungan.** Agomedia Pustaka. Jakarta.
- Pawirosoemardjo, S. dan A. Purwantara. 1992. **Laju infeksi dan intensitas serangan *Phytophthora palmivora* Butl. pada buah dan batang beberapa varietas kakao.** *Menara Perkebunan.* 60 (2) : 67-72.
- Pelczar, M.J dan E.C.S. Chan. 2006. **Dasar-Dasar Mikrobiologi.** UI PRESS. Jakarta.
- Semangun, H. 2008. **Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sembel, D. T. 2010. **Pengendalian Hayati.** Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Seyedtalebi F.S, P. Tork, M.R. Dilmaghani and R. Talaei Hassanloui. 2012. **Potential synergism between *Beauveria bassiana* and ether-extract of *Ginkgo biloba* for control of the two-spottedspider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae).** *Jurnal Crop. Prot.* 1 (1):49-55.