

Pengaruh Minyak Cengkeh terhadap Pertumbuhan Koloni dan Sifat Antagonis Cendawan *Gliocladium* sp. terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Emilda, D. dan M. Istianto

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km 8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 9 September 2010 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 28 Desember 2010

ABSTRAK. Minyak cengkeh dan cendawan *Gliocladium* sp. diketahui memiliki potensi sebagai agens pengendali cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*), penyebab penyakit layu pada tanaman pisang. Pengujian kompatibilitas antara minyak cengkeh dengan cendawan *Gliocladium* sp. perlu dievaluasi dalam rangka menyusun paket pengendalian terpadu terhadap penyakit layu *Fusarium*. Tujuan penelitian ialah mengevaluasi pengaruh minyak cengkeh terhadap pertumbuhan koloni cendawan *Gliocladium* sp. dan daya hambatnya terhadap cendawan *Foc* ras 4. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika pada bulan Mei sampai Juli 2008. Perlakuan terdiri atas minyak cengkeh volume 3, 9, dan 18 µl disusun dalam rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa miselium cendawan *Gliocladium* sp. yang mendapat perlakuan minyak cengkeh masih mampu tumbuh hingga memenuhi ruang cawan petri. Jumlah konidia cendawan *Gliocladium* sp. yang diperlakukan dengan minyak cengkeh terbukti lebih sedikit dibanding cendawan yang tidak diperlakukan dengan minyak cengkeh. Cendawan *Gliocladium* sp. yang telah mendapat perlakuan minyak cengkeh masih memiliki sifat antagonistik yang efektif terhadap cendawan *Foc*. Efektivitas antagonisme cendawan tersebut tidak berbeda nyata dengan efektivitas antagonisme yang tidak diperlakukan dengan minyak cengkeh. Hasil ini memberikan harapan karena minyak cengkeh tidak memberikan efek negatif terhadap aktivitas *Gliocladium* sp., sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu komponen dalam program pengendalian secara terpadu penyakit layu *Fusarium* pada pisang. Namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh minyak cengkeh terhadap pertumbuhan tanaman.

Katakunci: Minyak atsiri cengkeh; *Gliocladium* sp.; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; Antagonisme.

ABSTRACT. Emilda, D. and M. Istianto. 2011. The Effect of Clove Oil on the Growth and Antagonism Activity of *Gliocladium* sp. Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Clove essential oil and *Gliocladium* sp. are known to have the potency for controlling *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) the causal agent of wilt banana disease. The compatibility of clove oil and *Gliocladium* sp. has to be evaluated to establish an integrated pest management against *Fusarium* disease. The objective of this experiment was to evaluate the effect of clove oil on the growth of *Gliocladium* sp. colony and the inhibition value of this fungus to *Foc* race 4. The experiment was conducted in the Plant Protection Laboratory of Indonesian Tropical Fruit Research Institute from May to July 2008. The treatments were volumes of clove oil i.e. 3, 9, and 18 µl that were arranged in a completely randomized design with five replications. The results showed that *Gliocladium* sp. mycelia treated with clove oil could still grow throughout the available space within petridish. However, *Gliocladium* sp. treated with this oil had lower number of conidia than that it was untreated. *Gliocladium* sp. treated with clove oil had still effective antagonism trait to *Foc*. This effectiveness was not significantly different from *Gliocladium* sp. that was untreated with clove oil. This result indicated that clove oil had good potency as a component in integrated control program against wilt disease on banana, because it did not have negative effect to *Gliocladium* sp. However, further research is still needed to evaluate the effect of clove oil to plant growth.

Keywords: Clove essential oil; *Gliocladium* sp.; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; Antagonism.

Pisang merupakan salah satu buah penting sumber vitamin, mineral, dan karbohidrat, dapat ditemui hampir di sebagian besar wilayah Indonesia. Areal tanam pisang seluas 94.144 ha dengan total produksi 5.037.472 t (Anonymous 2007). Pulau Jawa merupakan areal tanam pisang terluas dengan kontribusi produksi nasional sebesar 59% diikuti Sumatera sebesar 23% (Hermanto dan Hilman 2010). Dalam skala nasional produksi pisang lebih tinggi dibandingkan dengan buah lain.

Usaha budidaya pisang menghadapi beberapa permasalahan penting yang dapat mengancam produksi pisang, baik dari sisi kualitas maupun kuantitas. Salah satu permasalahan utama tersebut ialah serangan hama dan penyakit. Beberapa organisme pengganggu pada tanaman pisang yang sangat penting di antaranya ialah penyakit layu *Fusarium*, penyakit darah, virus kerdil, dan penggerek bonggol (Nasir *et al.* 2005a, Jumjunidang *et al.* 2005, Hasyim *et al.* 2005).

Penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) merupakan salah satu penyakit penting yang mengancam keberadaan tanaman dan produksi pisang. Di Indonesia sekitar 8 juta rumpun tanaman pisang tradisional dan lebih dari 5.000 ha perkebunan komersial hancur oleh patogen penyakit layu *Fusarium* (*Foc*) selama kurun waktu 1995-2001 (Nasir *et al.* 2005b). Penerapan strategi pengendalian hama terpadu (PHT) yang melibatkan beberapa komponen pengendalian merupakan cara yang tepat dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium*. Beberapa teknik pengendalian diketahui mampu menekan intensitas serangan penyakit, di antaranya ialah penggunaan varietas tahan dan pengendalian secara biologis menggunakan mikroorganisme antagonis (Ploetz 2004, Houbin *et al.* 2004). Terkait dengan pengendalian secara biologis, uji lapangan menunjukkan bahwa *Gliocladium* sp. efektif menekan perkembangan penyakit layu tersebut (Djatinika *et al.* 2003). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa minyak atsiri *Cymbopogon martini*, *Cinnamomum zeylanicum*, dan *Eugenia caryophyllata* mempunyai potensi sebagai agens pengendali cendawan patogen tanaman (Wilson *et al.* 1997, Dahlan *et al.* 1998, dan Isman 2000). Istianto dan Emilda (2008) mengevaluasi pengaruh beberapa minyak atsiri terhadap pertumbuhan cendawan *Foc*, bahwa minyak cengkeh paling efektif menekan pertumbuhan cendawan tersebut. Eugenol yang merupakan senyawa dominan dalam minyak cengkeh diketahui memiliki aktivitas antijamur (Kishore *et al.* 2007).

Dalam rangka penyusunan program pengendalian terpadu terhadap penyakit layu *Fusarium*, salah satu tahap yang perlu dilakukan ialah melakukan uji kompatibilitas antar-komponen pengendalian yang telah diketahui efektif. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh minyak cengkeh terhadap pertumbuhan dan aktivitas antagonis cendawan *Gliocladium* sp. terhadap cendawan *Foc*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika mulai bulan Mei sampai Juli 2008. Kegiatan penelitian terdiri atas persiapan, isolasi

cendawan antagonis *Gliocladium* sp., dan *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, serta evaluasi pengaruh minyak atsiri terhadap pertumbuhan dan aktivitas antagonis cendawan tersebut.

Persiapan

Kegiatan pada tahap ini meliputi pencucian dan sterilisasi cawan petri serta persiapan media. Cawan petri yang digunakan terdiri atas dua jenis ukuran diameter, yaitu 9 cm (A) dan 5 cm (B). Cawan petri yang digunakan dicuci dengan air bersih dan dikeringkan. Selanjutnya cawan petri disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan sebesar 15 lbs selama 30 menit. Pada saat yang sama, pembuatan media *potato dextrose agar* (PDA) juga dilakukan. Setelah proses sterilisasi selesai, cawan petri B diletakkan ke dalam cawan petri A dan selanjutnya media PDA sebanyak 10 ml dituang ke dalam cawan tersebut. Minyak atsiri yang telah diteteskan pada kertas saring berdiameter 0,3 cm diletakkan ke dalam cawan petri B. Keseluruhan proses ini dikerjakan di dalam *laminar flow*.

Isolasi Cendawan *Gliocladium* sp. dan *Foc*

Isolat *Gliocladium* sp. yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Laboratorium Biokontrol, Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung dan isolat *Foc* yang digunakan untuk uji daya hambat didapatkan dari hasil isolasi jaringan vaskuler batang semu pisang varietas Ambon Hijau yang terinfeksi *Fusarium* di Kebun Percobaan Arian, Solok. Isolat *Fusarium* murni yang berasal dari konidia tunggal dibiakkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari (Nasir *et al.* 2003).

Evaluasi Pengaruh Minyak Cengkeh terhadap Cendawan *Gliocladium* sp.

Media PDA pada cawan petri A diinokulasi dengan isolat murni jamur *Gliocladium* sp.. Jamur yang diinokulasikan berdiameter 0,5 cm. Minyak cengkeh yang digunakan untuk perlakuan diteteskan pada kertas saring berdiameter 0,3 cm dan selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri B yang telah diletakkan di cawan petri A. Cawan petri kemudian ditutup dengan gelas penutup dan parafilm untuk mencegah adanya lubang/ruang terbuka yang menyebabkan terjadinya kontaminasi dan hilangnya uap minyak cengkeh (Gambar 1).

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan tersebut ialah (A) pemberian minyak cengkeh dengan volume 3 μ l, (B) pemberian minyak cengkeh dengan volume 9 μ l, (C) pemberian minyak cengkeh dengan volume 18 μ l, dan (D) kontrol (tanpa pemberian minyak cengkeh).

Parameter yang diamati yaitu pertumbuhan miselium cendawan *Gliocladium* sp. yang diamati setiap hari pada dua kondisi, yaitu pada saat ada dan tidak ada minyak cengkeh. Periode pengaruh minyak atsiri masih ada, dimulai pada saat awal perlakuan hingga miselium *Gliocladium* sp. pada kontrol telah memenuhi ruang cawan petri. Setelah cendawan pada cawan petri kontrol penuh, minyak cengkeh yang digunakan untuk perlakuan dikeluarkan dari semua cawan petri (kondisi pengaruh minyak cengkeh diabaikan). Pengamatan pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp. tersebut dilanjutkan sampai 10 hari kemudian. Pertumbuhan miselium pada cawan petri kontrol tidak diamati lagi karena telah memenuhi cawan petri.

Selain pengamatan terhadap pertumbuhan miselium, sebagai data tambahan juga diamati jumlah konidia yang dihasilkan *Gliocladium* sp. pada akhir periode pengamatan. Suspensi konidia dibuat dengan cara menambahkan 10 ml akuades steril ke dalam cawan petri biakan cendawan. Biakan cendawan digores dengan jarum ose, sehingga hifa-hifa cendawan terlepas, disaring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kerapatan konidia dihitung dari suspensi yang diperoleh dengan haemositometer dan diamati di bawah mikroskop (Dwiastuti *et al.* 2007). Penghitungan kerapatan konidia menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{t \times d}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ konidia / ml}$$

Keterangan :

K = Kerapatan konidia,

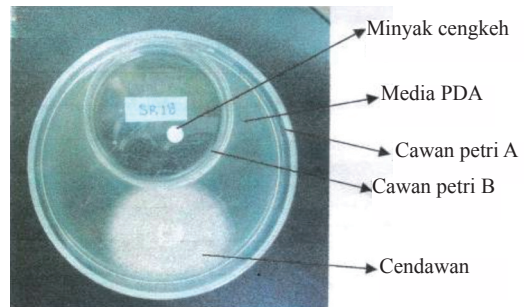
t = Jumlah total konidia,

d = Faktor pengenceran,

n = Jumlah sampel yang diamati.

Uji Daya Hambat *Gliocladium* sp. terhadap *Foc*

Potongan biakan cendawan *Gliocladium* sp. dan *Foc* berdiameter 5 mm diletakkan secara



Gambar 1. Perlakuan minyak cengkeh terhadap cendawan *Gliocladium* sp. (Treatment of clove oil on *Gliocladium* sp.)

berhadapan dengan jarak 4 cm pada media PDA di dalam cawan petri berdiameter 9 cm. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap pertambahan jari-jari miselium cendawan *Foc* sampai salah satu hifa cendawan mencapai pinggir cawan petri. Persentase hambatan ditentukan dengan rumus Fokkema (Anggraini dan Djatnika 1998) sebagai berikut:

$$I = (r_1 - r_2) r_1^{-1} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Persentase hambatan,

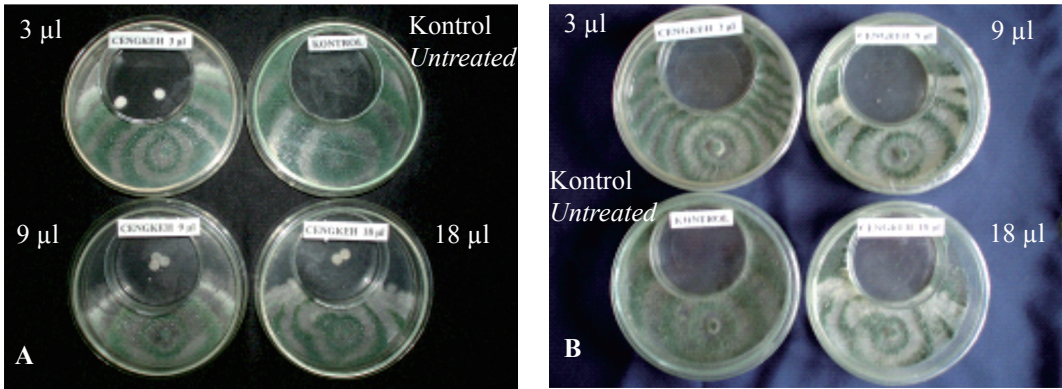
r_1 = Jari-jari *Foc* yang tumbuh ke arah berlawanan dengan *Gliocladium* sp.,

r_2 = Jari-jari *Foc* yang tumbuh searah dengan *Gliocladium* sp..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak cengkeh mempunyai efek penghambatan terhadap cendawan *Gliocladium* sp.. Walaupun pada akhirnya miselium cendawan tersebut mampu memenuhi permukaan media dalam cawan petri, tetapi waktu yang dibutuhkan berbeda dengan cendawan *Gliocladium* sp. yang tidak mendapat perlakuan minyak cengkeh (kontrol) (Gambar 2).

Miselium cendawan *Gliocladium* sp. yang tidak mendapat perlakuan minyak cengkeh mampu memenuhi ruang cawan petri pada hari keenam, sedangkan cendawan yang mendapat perlakuan minyak cengkeh mampu memenuhi ruang cawan petri pada hari ke-16. Pada saat pengaruh minyak cengkeh masih ada, pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp. lebih



Gambar 2. Pertumbuhan miselium cendawan *Gliocladium* sp. pada saat pengaruh minyak cengkeh masih ada dan ditiadakan (*Mycelial growth of Gliocladium sp. when the effect of clove oil was existed and eliminated*)

lambat dibanding kontrol. Semakin tinggi volume minyak cengkeh yang diberikan, semakin lambat pertumbuhan miselium tersebut. Hal ini terlihat pada hari ke-6 setelah perlakuan. Pertumbuhan miselium yang diberi perlakuan minyak cengkeh 3 µl berbeda dengan 9 dan 18 µl, masing-masing seluas 35,56, 27,39, dan 24,43 cm². Sebaliknya pertumbuhan miselium pada kontrol telah memenuhi cawan petri (44,55 cm²) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Walaupun efek penghambatan tersebut ada, tetapi tidak menghentikan pertumbuhan miselium cendawan tersebut. Pada saat pengaruh minyak cengkeh ditiadakan, miselium *Gliocladium* sp. tetap tumbuh hingga hampir memenuhi ruang cawan petri pada akhir pengamatan (Tabel 1).

Fakta ini menunjukkan bahwa minyak cengkeh hanya mampu menghambat, tetapi tidak menghentikan pertumbuhan miselium *Gliocladium*

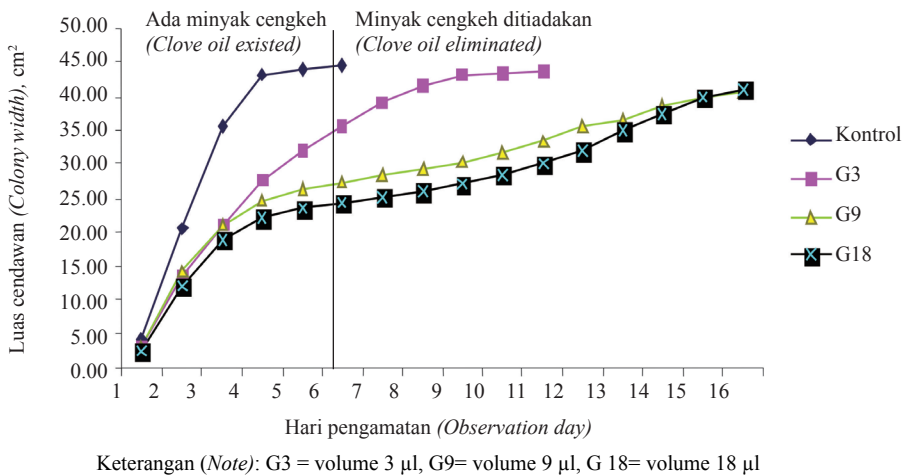
sp.. Untuk mencapai luasan pertumbuhan tertentu, waktu yang dibutuhkan oleh cendawan yang diperlakukan dengan minyak cengkeh, lebih lama dibandingkan perlakuan kontrol tanpa pengaruh minyak cengkeh tersebut. Hasil ini berbeda ketika minyak cengkeh diuji ke cendawan *Foc*. Walaupun pengaruh minyak cengkeh ditiadakan, miselium cendawan *Foc* tetap tidak berkembang seperti halnya ketika minyak cengkeh masih ada. Minyak cengkeh 9 dan 18 µl mampu menekan pertumbuhan cendawan *Foc* secara permanen baik pada kondisi pengaruh minyak cengkeh masih ada ataupun ditiadakan (Istianto dan Emilda 2008). Pola pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp. disajikan pada Gambar 3.

Pengaruh minyak cengkeh pada 9 dan 18 µl terhadap jumlah konidia yang dihasilkan cendawan *Gliocladium* sp. lebih rendah dan berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada

Tabel 1. Luas miselium cendawan *Gliocladium* sp. setelah mendapat perlakuan minyak cengkeh dalam cawan petri (*Mycelial width of Gliocladium sp. after treated with clove oil in petridish*)

Perlakuan (Treatments)	Luas miselium cendawan (cm ²) pada pengamatan hari ke... setelah perlakuan (The myceliae width (cm ²) at ... after treatment (day))							
	2	4	6	8	10	12	14	16
Kontrol (Untreated)	20,43a	43,08a	44,55a					
Volume 3 µl	13,30b	27,53b	35,56 b	41,57a	43,54a	43,62a	43,62a	43,62a
Volume 9 µl	14,25b	24,54b	27,39 bc	29,17b	31,56b	35,39b	38,40ab	40,76a
Volume 18 µl	12,03b	22,14b	24,43 c	26,05b	28,38b	32,00b	37,47b	40,88a
Ada minyak cengkeh (Clove oil existed)				Minyak cengkeh ditiadakan (Clove oil eliminated)				

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji BNT taraf 5%, (Numbers followed by the same letter in the same column were not significantly different at 5% LSD Test)



Gambar 3. Pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp. selama periode pengamatan (The growth of *Gliocladium* sp. mycelial during observation period)

volume minyak cengkeh 3 µl dihasilkan jumlah konidia yang lebih banyak dan tidak berbeda nyata dengan jumlah konidia yang dihasilkan cendawan pada perlakuan kontrol (Tabel 2). Penyebab menurunnya jumlah konidia akibat perlakuan uap minyak cengkeh masih belum diketahui secara pasti. Penelitian lain juga menunjukkan hasil yang sama, yaitu minyak kulit jeruk dari varietas toleran mampu menekan produksi spora cendawan *Phaeoramularia angolensis* yang menyerang daun dan buah jeruk (Kuate *et al.* 2006). Mekanisme penghambatan produksi konidia oleh aplikasi minyak masih belum diketahui secara jelas. Diduga adanya pengikatan ribuan bahkan jutaan molekul minyak atsiri pada hifa suatu cendawan menjadi penyebab penghambatan produksi konidia (Inouye *et al.* 2008). Pengamatan terhadap jumlah konidia yang dihasilkan tidak dikaitkan dengan potensi penghambatan terhadap cendawan

Fusarium melainkan dihubungkan dengan potensi percepatan perkembangbiakan *Gliocladium* sp..

Untuk mengetahui efek minyak cengkeh lebih lanjut terhadap sifat antagonis cendawan *Gliocladium* sp. dalam menghambat cendawan *Foc*, dilakukan evaluasi daya hambat cendawan tersebut yang mendapat perlakuan minyak cengkeh. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa secara umum cendawan *Gliocladium* sp. yang diperlakukan dengan minyak cengkeh masih memiliki aktivitas antagonis terhadap cendawan *Foc* yang efektivitasnya tidak berbeda nyata dengan cendawan *Gliocladium* sp. yang tidak diperlakukan dengan minyak cengkeh (kontrol) (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa pemberian minyak cengkeh tidak memengaruhi sifat antagonis cendawan *Gliocladium* sp. terhadap *Foc*. Kejadian ini dapat dimungkinkan karena tidak semua minyak atsiri mempunyai efek negatif terhadap cendawan. Senyawa atsiri citral, eugenol, geraniol, limonene, dan linalool memiliki efek yang berbeda terhadap lima jenis cendawan (*Alternaria altmata*, *Aspergillus flavus*, *Curvularia lunata*, *Fusarium moniliforme*, *F. pallidroseum*, dan *Phoma sorghina*). Citral, eugenol, dan geraniol memiliki aktivitas antijamur yang tinggi, sebaliknya limonen dan linalool memiliki aktivitas antijamur yang rendah terhadap kelima cendawan yang diuji tersebut (Kishore *et al.* 2007).

Pada Gambar 4 terlihat bahwa pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp., yang sebelumnya mendapatkan perlakuan minyak cengkeh maupun tidak, berkembang baik bahkan mampu

Tabel 2. Konidia *Gliocladium* sp. setelah diperlakukan dengan minyak cengkeh (Total number of conidia produced by *Gliocladium* sp. after it was treated using clove oil)

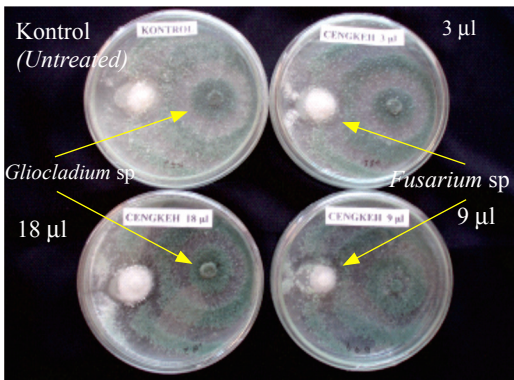
Perlakuan (Treatments)	Total konidia (Total number of conidia) 10 ⁹ /ml
Kontrol (Untreated)	27,80 a
Volume 3 µl	28,65 a
Volume 9 µl	18,00 b
Volume 18 µl	12,80 c

Tabel 3. Persentase hambatan cendawan *Gliocladium* sp. terhadap *Foc* setelah diperlakukan dengan minyak cengkeh (Percentage of inhibition of *Gliocladium* sp. to *Foc* after treated with clove oil)

Perlakuan (Treatments)	Persentase hambatan <i>Gliocladium</i> sp. terhadap <i>Foc</i> pada hari ke..., (Percentage of inhibition of <i>Gliocladium</i> sp. to <i>Foc</i> at ... after treatment) Hari (Days)		
	2	3	4
Kontrol (<i>Untreated</i>)	15,84 a	20,01 ab	39,08 a
Volume 3 μ l	4,38 b	16,46 b	36,78 a
Volume 9 μ l	21,33 a	25,26 a	41,50 a
Volume 18 μ l	15,06 a	28,48 a	40,12 a

menghambat pertumbuhan miselium cendawan *Foc*. Ruang cawan petri yang ada secara cepat (hari keempat) dipenuhi oleh cendawan *Gliocladium* sp. dan sebaliknya tidak demikian dengan cendawan *Foc*. Pada Gambar 4 juga terlihat bahwa sisi miselium *Foc* yang berhadapan dengan *Gliocladium* sp. pertumbuhannya lebih terhambat dibandingkan dengan sisi yang tidak berhadapan langsung dengan *Gliocladium* sp..

Hasil ini membuka harapan bahwa minyak cengkeh dapat dijadikan sebagai salah satu komponen pengendalian layu *Fusarium* pada pisang. Hal ini karena minyak cengkeh memiliki kemampuan menghambat perkembangan cendawan patogenik tersebut serta bila digabungkan dengan komponen pengendalian biologi



Gambar 4. Penghambatan cendawan *Gliocladium* sp. yang diperlakukan dengan minyak cengkeh dan kontrol terhadap cendawan *Foc* (Inhibition of *Gliocladium* sp. either treated or untreated with clove oil against *Foc*)

lain, seperti *Gliocladium* sp., tidak memberi efek negatif. Keduanya dapat bekerja secara bersama dalam menekan perkembangan penyakit layu *Fusarium*. Aplikasi minyak cengkeh dapat dilakukan sebagai fumigan tanah, sedangkan *Gliocladium* sp. dapat dicampurkan ke dalam tanah.

KESIMPULAN

1. Minyak cengkeh mempunyai efek penghambatan terhadap pertumbuhan miselium *Gliocladium* sp..
2. Minyak cengkeh tidak memberi pengaruh nyata pada persentase hambatan cendawan *Gliocladium* sp. terhadap cendawan *Foc*.
3. Adanya pengaruh minyak cengkeh, terutama pada 9 dan 18 μ l, menyebabkan jumlah konidia cendawan *Gliocladium* sp. menurun secara nyata dibandingkan dengan kontrol dan 3 μ l.
4. Minyak cengkeh dapat diaplikasikan bersamaan dengan cendawan *Gliocladium* sp. sebagai agens pengendali penyakit layu *Fusarium* karena tidak memberikan efek negatif terhadap sifat antagonisme cendawan tersebut terhadap *Foc*.
5. Cara aplikasi minyak cengkeh digunakan sebagai fumigan, sedangkan *Gliocladium* sp. ditabur dan dicampurkan ke dalam tanah.

PUSTAKA

1. Anggraeni, I. dan I. Djatnika. 1998. Uji Antagonis *Gliocladium* sp. terhadap Patogenesis *Rhizoctonia* sp. pada Persemaian *Pinus merkusii*. Hadiwiyono, Supyani, dan S.H. Poromarto. (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional IV PFI Komda Jateng dan DIY di Surakarta*. Hlm. 188-191.

2. Anonymous. 2007. *Statistik Pertanian*. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta. 118 Hlm.
3. Dahlan, S., Nasrun, dan S. Erni. 1998. Pengujian Minyak Atsiri Daun Beberapa Jenis Tanaman terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Secara in Vitro. Nasrun, Mardinus, F. Rivai, S. Dahlan, T. Habazar, I. Rusli, S. Mahjuddin, dan Darnetty. (Eds.) *Prosiding Seminar Sehari Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komisariat Daerah Sumatera Barat, Riau, dan Jambi di Padang 4 Nopember 1998*. Hlm. 131-136.
4. Djatnika, I., C. Hermanto, dan Eliza. 2003. Pengendalian Hayati Layu *Fusarium* pada Tanaman Pisang dengan *P. fluorescens* dan *Gliocladium* sp. *J. Hort.* 13(3):205-211.
5. Dwiastuti, M.E., W. Nawir, dan S. Wuryantini. 2007. Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen *Hirsutella citriformis*, *Beauveria bassiana*, dan *Metarhizium anisopliae* Secara Eka dan Dwi Infeksi untuk Mengendalikan *Diaphorina citri* Kuw. *J. Hort.* 17(1):75-80.
6. Hasyim, A., H. Yasir, dan Azwana. 2005. Seleksi Substrat untuk Perbanyakan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan Infektivitasnya terhadap Hama Penggerek Bonggol Pisang, *Cosmopolites sordidus* Germar. *J. Hort.* 15(2):116-123.
7. Hermanto, C. dan Y. Hilman. 2010. Responding Effect of Climate Change to Banana in Indonesia. *7th Banana Asia Pasific Network (BAPNET) Steering Commite Meeting* in Hanoi Vietnam on November, 2-5, 2010. 11 p.
8. Houbin, C., X. Chunxiang, F. Qirui, H. Guibing, L. Jianguo, W. Zehuai, and A.B. Molina Jr. 2004. Screening of Banana Clones for Resistance to *Fusarium* Wilt in China. *Advancing Banana and Plantain R and D in Asia and The Pasific*. 13:165-174.
9. Inouye, S., K. Uchida, and S. Abe. 2008. Mode of Inhibitory Action of Gaseous Essential Oils Against *Aspergillus fumigatus* in Airtight Box. *International J. of Essential Oil Therapeutics*. 2(1):1-8.
10. Isman, M.B. 2000. Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Protection*. 19:603-608.
11. Istianto, M. and D. Emilda. 2008. Preliminary Study of Antifungal Activity of Some Essential Oils Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Causing Banana Wilt Disease. *Laporan Hasil Penelitian TA 2007*. 14 Hlm.
12. Jumjunidang, N. Nasir, Riska, dan H. Handayani. 2005. Teknik Pengujian In Vitro Ketahanan Pisang terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Menggunakan Filtrat Toksin dari Kultur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *J. Hort.* 15(2):135-139.
13. Kishore, G.K., S. Pande, and S. Harish. 2007. Evaluation of Essential Oils and Their Components for Broad-Spectrum Antifungal Activity and Control of Late Leaf Spot and Crown Rot Diseases in Peanut. *Plant Dis.* 91(4):375-379.
14. Kuate, J., J. Foko, S.A. Ndindeng, P.M. Jazet-Dongmo, E. Foure, F. Damesse, B. Manga, and D. Ducleier. 2006. Effect of Essential Oils from Citrus Varieties on In Vitro Growth and Sporulation of *Phaeoramularia angolensis* Causing Citrus Leaf and Fruit Spot Disease. *European J. of Plant Pathol.* 114:151-161.
15. Nasir, N., Jumjunidang, F. Eliesti, dan Y. Meldia. 2003. Penyakit Layu Panama pada Pisang: Observasi Ras 4 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* di Jawa Barat. *J. Hort.* 13(4):269-275.
16. _____, dan Riska. 2005a. Deteksi dan Pemetaan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* pada Daerah Potensial Pengembangan Agribisnis Pisang di Indonesia. *J. Hort.* 15(1):215-222.
17. _____. 2005b. Distribusi Penyakit Layu *Fusarium* dan Layu Bakteri *Ralstonia* pada Lokasi Sumber Bibit dan Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu Pisang di Sumatera Barat. *J. Hort.* 15(3):215-222.
18. Ploetz, R. 2004. Diseases and Pests: A Review of Their Importance and Management. *Info Musa. The International J. on Banana and Plantain*. 13(2):11-16.
19. Wilson, C.I., J.M. Solar, A. El Ghaouth, and M.E. Wisniewski. 1997. Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oil for Antifungal Activity Against *Botrytis Cinerea*. *Plant Dis.* 81:204-210.