

INTERAKSIANTARA *Trichoderma harzianum*, *Penicillium* sp. DAN
Pseudomonas sp. SERTAKAPASITAS ANTAGONISMENYA
TERHADAP *Phytophthora capsici* IN VITRO

[Interaction Among *Trichoderma harzianum*, *Penicillium* sp., *Pseudomonas* sp. and
Antagonism Capacities Against *Phytophthora capsici* In Vitro]

Nandang Suharna

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI

ABSTRACT

A preliminary study has been done to know antagonism capacities of three isolates of *Trichoderma harzianum*, two isolates of *Penicillium* sp. and one isolate of *Pseudomonas* sp. against *Phytophthora capsici* in vitro and interaction among those six antagonists. The highest antagonism capacity possessed by *Penicillium* sp. KN1, respectively followed by *Penicillium* sp. KN2, *Pseudomonas* sp. GH1 and the three *T. harzianum* isolates. Except for those three *T. harzianum* isolates, the two *Penicillium* sp. isolates and *Pseudomonas* sp. GH1 isolate indicated anti fungal activity against this fungal pathogen. Based on microscopic observation, there was no mycoparasitism within three *T. harzianum* isolates against *Ph. capsici*. While interaction occurred among antagonist showed that *Pseudomonas* sp. GH1 was antagonistic against the other five antagonists. Growth inhibition by *Penicillium* sp. KN2 showed against this plant pathogen. Beside the need of further study in green house and field, this result appears the need of study to clarify and identify of the chemical substance of anti fungal possessed by *Penicillium* sp. KN1 dan *Penicillium* sp. KN2. The result showed that the six microbes most potential for biological control agents against *Ph. capsici*.

Kata kunci/key words: Interaksi/interaction, *Trichoderma harzianum*, *Penicillium* sp. , *Pseudomonas* sp. , antagonisme/antagonism, *Phytophthora capsici*, in vitro.

PENDAHULUAN

Phytophthora capsici merupakan salah satu jamur patogen tanaman penting di Indonesia. Jamur ini dapat menimbulkan penyakit busuk buah pada cabai (*Capsicum* L.) dan labu-labuan (Cucurbitaceae) (Semangun, 1991a) dan busuk pangkal batang pada lada (*Piper nigrum* L.) (Semangun, 1991b). Kerugian yang ditimbulkan jamur patogen tanaman tersebut sampai saat sekarang ini masih merupakan masalah yang sulit untuk ditangani. Penggunaan fungisida kimia nampaknya kurang dapat memberikan manfaat sesuai yang diharapkan dalam pengendalian penyakit yang ditimbulkan oleh jamur patogen tanaman, termasuk *P. capsici*. Hal ini diperburuk dengan dampak ekologis yang ditimbulkan akibat penggunaan fungisida kimia yang terus menerus.

Alternatif yang semakin populer saat ini adalah pemanfaatan mikroba antagonis sebagai agen pengendali hayati *P. capsici*. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan mikroba antagonis antara lain tidak menimbulkan dampak seperti yang ditimbulkan fungisida kimia. *Trichoderma* dan *Pseudomonas* adalah mikroba-mikroba yang sering

kali dikaji pemanfaatannya dalam pengendalian hayati jamur patogen tanaman. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian kapasitas antagonisme tiga isolat *Trichoderma harzianum* yang diperoleh dari tanah Papua, satu isolat *Pseudomonas* sp. GH1 dari tanah hutan Gunung Halimun dan dua isolat *Penicillium* sp., terhadap jamur patogen tersebut.

Pada penelitian ini *Trichoderma harzianum* digunakan sebagai salah satu jenis jamur yang diuji, karena jenis ini pula diketahui yang paling potensial di antara jenis-jenis *Trichoderma* lain sebagai agen pengendali hayati jamur-jamur patogen tanaman, seperti *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Sclerotium rolfsii* dan *Phytium* spp. (Domsch et al, 1980). Tiga Isolat *T. harzianum* dan isolat *Pseudomonas* sp. GH1 pada penelitian sebelumnya menunjukkan kemampuannya dalam menekan pertumbuhan tujuh jenis *Fusarium* (Suharna dan Nurhidayat, 2001). Bahkan aktivitas antagonisme isolat bakteri tersebut lebih baik daripada *T. harzianum*.

Pemanfaatan ketiga mikroba antagonis tersebut sebagai agen pengendali hayati dapat bersifat menguntungkan dipandang dari segi habitat alami

mikroba. Hal ini berkaitan dengan kemampuan ketiga mikroba tersebut yang dapat melarutkan fosfat. Bahkan *Pseudomonas* (Mashelkar, 2000) dan *Trichoderma* promoter (Ousley *et al.*, 1994) diketahui dapat menghasilkan fitohormon.

Pengetahuan mengenai interaksi antar mikroba antagonis perlu juga untuk diketahui sehingga dalam strategi penerapannya dapat dilakukan dengan efektif, misalnya sebagai inokulum campuran diharapkan dapat meningkatkan efektifitas inokulum tersebut sebagai agen pengendali hayati. Oleh karena itu dalam penelitian ini juga dikaji interaksi yang terjadi di antara keenam mikroba antagonis yang diuji.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas antagonisme tiga isolat *Trichoderma harzianum*, dua isolat *Penicillium* sp. dan satu isolat *Pseudomonas* sp. terhadap *Phytophthora capsici* in vitro dan interaksi di antara keenam mikroba antagonis.

BAHAN DAN CARA KERJA

Mikroba

Isolat *P. capsici* diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

Isolat *T. harzianum* GS. 1.2, *T. harzianum* GS.9.2 dan *T. harzianum* GS.9.3 diisolasi dari tanah di Gunung Susu, Wamena, Papua. Isolat *Pseudomonas* sp. diisolasi dari tanah hutan di kawasan hutan Taman Nasional Gunung Halimun.

Dua Isolat *Penicillium* sp. (kode koleksi KNI dan K.N2) adalah dua kontaminan yang diisolasi dari media agar.

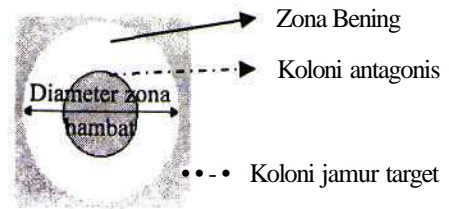
Semua isolat tersebut dipelihara pada media agar miring Ekstrak Taoge 6% (ET). Cara pembuatan media Agar ET mengacu pada metode Saono *et al* (1969).

Antagonisme dan Interaksi Mikroba

Untuk melakukan analisis antagonisme mikroba terhadap *P. capsici* dilakukan pengujian, pemeriksaan dan pengukuran sebagai berikut di bawah ini.

Pengukuran Zona Hambat

Ditentukan berdasarkan pengukuran diameter zona hambat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran daya hambat

Analisis Aktivitas Anti Jamur dengan Metode Lapisan Kertas Kaca

Metode yang mengacu Dennis dan Webster (1971) ini dilakukan dengan cara menumbuhkan mikroba antagonis di atas media agar cawan yang sebelumnya telah diletakkan pada kertas kaca steril di atas permukaan agar. Untuk *Pseudomonas*, masa inkubasi sebelum uji aktivitas anti jamur adalah 24 jam, sedangkan untuk jamur antagonis 48 jam. Setelah melewati periode masa inkubasi, mikroba dibuang beserta kertas kaca secara perlahan dan hati-hati, selanjutnya *Phytophthora* ditanam di titik inokulasi mikroba antagonis, kemudian diinkubasikan selama tiga-tujuh hari pada suhu 25°C untuk mengetahui ada tidaknya pertumbuhan *Phytophthora*.

Klasifikasi Tipe Interaksi antara Mikroba antagonis dan *P. capsici*.

Klasifikasi tipe interaksi mengacu Skidmore dan Dickinson (1976).

Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan pada dua koloni mikroba yang bertipe interaksi campur baur khususnya pada wilayah kedua mikroba yang berlawanan dalam berinteraksi.

Pengukuran penguasaan ruang, Zona Bening dan Jari-Jari Koloni Terdekat Antara Mikroba Antagonis Terhadap Pertumbuhan P. capsici. Pengukuran-pengukuran tersebut ini dilakukan pada mikroba uji antagonis yang menunjukkan aktivitas penghambatan. Awalnya *Phytophthora* ditumbuhkan tepat di pusat media cawan agar ekstrak taoge 6%. Selanjutnya masing-masing mikroba antagonis ditumbuhkan tepat 2 cm dari titik penumbuhan/inokulasi *Phytophthora*. Penguasaan ruang maupun zona bening di antara mikroba antagonis uji dapat diketahui setelah periode masa inkubasi. Kemudian

persentase penguasaan ruang dan zona bening (daerah yang tidak ditumbuhi di sekitar mikroba) dihitung. Persentase penguasaan ruang maupun zona bening yang terbentuk oleh mikroba antagonis merupakan hasil persentase dari total penguasaan ruang atau zona bening semua mikroba antagonis terhadap *P. capsici*. Selain itu dilakukan juga pengukuran jari-jari koloni mikroba antagonis uji terdekat dengan koloni *P. capsici*. Setelah itu dihitung persentasenya dengan cara membagi hasil I dari pengukuran jari-jari koloni tersebut dengan jumlah jari-jari koloni semua mikroba antagonis terdekat dengan *P. capsici* dikalikan 100%.

Indeks kapasitas antagonisme.

Untuk mengetahui kapasitas antagonisme setiap mikroba antagonis uji dilakukan penghitungan indeksnya yang diperoleh dari hasil penjumlahan persentase jari-jari koloni terdekat dengan *P. capsici*, persentase penguasaan ruang oleh mikroba antagonis dan persentase zona bening yang terbentuk oleh mikroba antagonis terhadap koloni *P. capsici*.

Semua pengerjaan dilakukan secara aseptik pada suhu inkubasi 25°C.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan adanya aktivitas penghambatan dan aktivitas anti jamur dari kedua isolat *Penicillium* sp. dan *Pseudomonas* sp. GHI terhadap *P. capsici*. Kedua isolat *Penicillium* sp. menunjukkan aktivitas penghambatan yang lebih besar daripada *Pseudomonas* sp. GHI. Pada tabel tersebut isolat *Penicillium* sp. KN1 menunjukkan aktivitas penghambatan tertinggi dengan zona hambat sebesar 27 mm, diikuti oleh *Penicillium* sp. KN2 (24 mm) dan *Pseudomonas* sp. GHI (14 mm).

Pada Tabel 1 ditunjukkan interaksi yang terjadi antara ketiga isolat *T. harzianum* dan *P. capsici* berupa pertumbuhan dan sporulasi koloni jamur patogen. Dari hasil pengamatan mikroskopis diamati adanya vakuolasi dan lisis hifa patogen. Pengamatan tersebut tidak menemukan adanya penggulungan maupun penetrasi hifa patogen oleh hifa dari ketiga isolat *Trichoderma*. Sedangkan reinokulasi koloni campuran antara *Trichoderma* dan *P. capsici* pada media agar ekstrak taoge 6% menunjukkan *Trichoderma* yang

tumbuh subur, sedangkan patogen tidak tumbuh sama sekali. Hal ini diperkuat dengan hasil pengamatan mikroskopis dengan tidak ditemukannya hifa-hifa patogen. Perbedaan hifa patogen dengan hifa *Trichoderma* tidak sulit, karena hifa *P. capsici* tidak memiliki sekat, kebalikan pada *Trichoderma*.

Pengujian menggunakan metode lapisan kertas kaca (*cellophane layer*) untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas anti jamur oleh ketiga isolat ternyata ketiganya tidak menunjukkan aktivitas terhadap patogen (Tabel 1).

Pada Tabel 2 menunjukkan *Pseudomonas* sp. GHI yang bersifat antagonis terhadap kelima jamur antagonis dengan terbentuknya zona hambat. Isolat ini membentuk diameter zona hambat tertinggi (15 mm) terhadap *Penicillium* sp. KN1, 10 mm terhadap *Penicillium* sp. KN2, 5 mm terhadap *T. harzianum* GS. 1.2,4 mm terhadap *T. harzianum* GS.9.2 dan 4 mm terhadap *T. harzianum* GS.9.3 Terhadap kedua isolat *Penicillium* terbentuk zona bening, dengan diameter masing-masing 10 mm (*Penicillium* sp. KN1) dan 6 mm (*Penicillium* sp. KN2). Sedangkan terhadap ketiga isolat *Trichoderma* tidak terbentuk zona bening. Namun, apabila inokulasi *Trichoderma* pada media agar dilakukan dengan cara *squash* yakni dihancurkan terlebih dahulu maka bakteri antagonis ini mengalami propagasi yang berkali-kali lipat (Tabel 2).

Pada Tabel 3 dan Gambar 2 diperlihatkan kapasitas antagonisme kedua isolat *Penicillium* dan *Pseudomonas* sp. GHI terhadap *P. capsici*. Pada ketiga isolat *T. harzianum* tidak dilakukan perbandingan kapasitas terhadap *Penicillium* maupun *Pseudomonas* karena tidak menunjukkan aktivitas anti jamur. Masih pada Tabel 3 terlihat bahwa *Penicillium* sp. KN1 memiliki aktivitas penguasaan ruang, pembentukan diameter zona bening dan jari-jari koloni terdekat ke pusat koloni *Ph. capsici* terbesar diikuti *Penicillium* sp. KN1 dan *Pseudomonas* sp. GHI. Selain itu kehadiran patogen menyebabkan pertumbuhan koloni isolat *Penicillium* sp. KN1 semakin meningkat. Pertumbuhan patogen sendiri mengalami penghentian sehingga ditumbuhi oleh isolat uji. Tabel 3 dengan jelas menunjukkan superioritas isolat uji terhadap jamur patogen. Tingkat serangan pada koloni patogen oleh

isolat uji semakin lama semakin tinggi, sedangkan dua antagonis lain yang diuji bersifat statis.

Pengamatan pada interaksi yang terjadi antara mikroba antagonis menunjukkan bahwa kedua isolat *penicillium* sp. dapat menumbuhkan dan bersporulasi pada koloni *Trichoderma*. Bahkan isolat *PenicilUum* sp. KN1 menunjukkan peningkatan pertumbuhan akibat

adanya kehadiran *Trichoderma* kecuali terhadap *T. harzianum* GS.9.3. Isolat *PenicilUum* ini mengalami penghentian pertumbuhan dan disporulasi oleh isolat *Trichoderma*, sedangkan *PenicilUum* sp. KN2 yang berinteraksi dengan ketiga isolat *Trichoderma* menghasilkan zona bening <2mm yang mengakibatkan terhentinya pertumbuhan dari ketiga isolat tersebut.

Tabel 1. Aktivitas antagonisme biakan uji terhadap *Phytophthora capsici* pada media cawan agar ekstrak tauge

Mikroba	Zona hambat (mm)	Tipe interaksi	Kondisi koloni <i>Phytophthora</i>	Aktivitas jamur (metode kertas kaca)						
					Lisis	Vakuolasi	Penetrasi hifa	Penggulungan hifa lisis	Mikroba antagonis	<i>P. capsici</i>
<i>Penicillium</i> sp. KN1	24	⊙ 10mm	●	×	TD	TD	TD	TD	TD	TD
<i>Penicillium</i> sp. KN2	27	⊙ 10mm	●	×	TD	TD	TD	TD	TD	TD
<i>Pseudomonas</i> sp. GH1	4	⊙ 5mm	●	×	TD	TD	TD	TD	TD	TD
<i>T. harzianum</i> GS.12	x	⊙ s	C	x	×	×	x	x	×	x
<i>T. harzianum</i> GS.92	x	⊙ s	C	x	×	×	x	x	×	x
<i>T. harzianum</i> GS.93	x	⊙ s	C	x	×	×	x	x	×	x

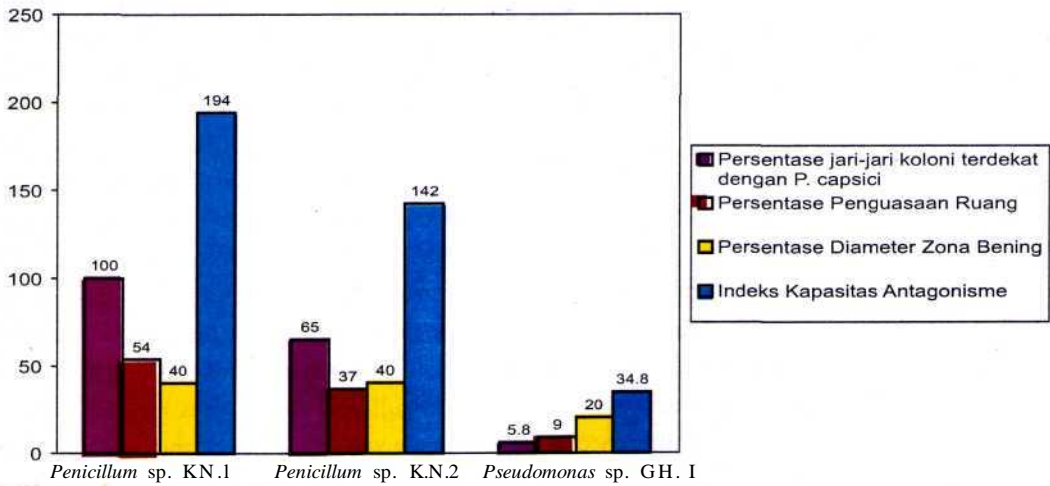
Tabel 2. Pertumbuhan koloni *Pseudomonas* terhadap jamur antagonis (umur 7 hari).

Mikroba	Inokulasi tunggal			Inokulasi squash		
	DK (mm)	DZB (mm)	DZH (mm)	DK (mm)	DZB (mm)	DZH (mm)
<i>Penicillium</i> sp. 1	4	10	15	4	10	15
<i>Penicillium</i> sp. 2	4	6	10	4	6	10
<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2	5	0	5	15	0	15
<i>Trichoderma harzianum</i> 9.2	4	0	4	14	0	14
<i>Trichoderma harzianum</i> 9.3	4	0	4	17	0	17

DK= diameter koloni, DZB=diameter zona bening, DZH= diameter zona hambat

Tabel 3. Perbandingan penguasaan ruang, zona bening dan jari-jari koloni terdekat antara biakan uji dan biakan patogen pada media cawan agar ekstrak tauge.

Mikroba	Luas zona penguasaan (%)		Zona bening (%)		Jari-jari koloni terdekat (%)	
	Periode masa inkubasi		Periode masa inkubasi		Periode masa inkubasi	
	8 hari	13 hari	8 hari	13 hari	8 hari	13 hari
<i>Penicillium</i> sp. 1	15	38,1	10	10	15	20
<i>Penicillium</i> sp. 2	26	26	2	2	10	13
<i>Pseudomonas</i> sp. GH1	6,5	6,5	5	5	5	5



Gambar 2. Grafik kapasitas antagonisme *Penicillium* dan *Pseudomonas* terhadap *Phytophthora capsici* pada media cawan agar ekstrak tauge.

Tabel 4. Tipe interaksi antara koloni mikroba antagonis pada media cawan agar ekstrak tauge.

No.	Mikroba	No. Mikroba					
		1	2	3	4	5	6
1.	<i>Penicillium</i> sp. 1	X	⊖	●	⊕s⊖	⊕s⊖	C
2.	<i>Penicillium</i> sp. 2	●	X	●	⊖	⊖	⊖
3.	<i>Pseudomonas</i> sp. GH1	⊙	⊙	X	⊙	⊙	⊙
4.	<i>Trichoderma harzianum</i> 1.2	C	●	●	X	⊖	⊖
5.	<i>Trichoderma harzianum</i> 9.2	Cs	●	●	⊖	X	⊖
6.	<i>Trichoderma harzianum</i> 9.3	⊕s⊖	●	●	⊖	⊖	X

PEMBAHASAN

Adanya aktivitas anti jamur yang ditunjukkan kedua isolat *Penicillium* sp. terhadap *P. capsici* bukan hal yang biasa, karena jamur ini dikenal sebagai penghasil metabolit antibiotik (Domsch *et al*, 1980). Namun demikian, penghambatan oleh antibiotik mungkin saja terjadi. Antibiotik aureomycin dan terramycin dilaporkan sangat menghambat *Phytophthora*, sedangkan streptomycin hanya sedikit menghambat sedangkan chloramphenicol dan erythromycin tidak menghambat sama sekali (Domsch *et al*, 1980).

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui metabolit yang menyebabkan penghambatan jamur patogen tersebut.

Berbeda dengan *Penicillium*, isolat *Pseudomonas* sp. GH1 yang termasuk *Pseudomonas* berpendar (*fluorescent pseudomonas*) telah umum diketahui kemampuan antagonismenya terhadap

jamur. *Pseudomonas* berpendar adalah bakteri yang paling sering digunakan untuk pengendalian hayati dan promosi pertumbuhan tanaman. (Mashelkar, 2000).

Adanya lisis maupun vakuolasi mungkin disebabkan oleh adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh ketiga isolat *T. harzianum*. Terlebih komponen utama dari dinding sel jamur Oomycetes termasuk *Phytophthora* di dalamnya terkandung selulosa dan sangat sedikit sekali kitin, sangat berbeda dengan jamur patogen tanaman lain yang dinding selnya mengandung kitin dan (1,3) glukukan sebagai dua komponen structural. *Trichoderma* dikenal sebagai jamur penghasil selulase dalam interaksi campurbaurnya dengan *P. capsici* yang dapat menyebabkan hancurnya dinding sel jamur patogen tersebut. Sedangkan vakuolasi mungkin merupakan akibat aktivitas enzim enzim lain yang juga mungkin ikut berperan dalam proses terjadinya lisis sel.

Terjadinya propagasi pada *Pseudomonas* sp. GH1 juga telah dilaporkan oleh Suharna dan Nurhidayat (2001) yang menguji antagonisme bakteri tersebut terhadap 7 jenis *Fusarium*. Fenomena ini terjadi terutama pada 5 jenis *Fusarium* yakni *F. avenaceum*, *F. chlamydosporum*, *F. compactum*, *F. culmorum*, dan *F. moniliforme* var. *subglutinans* namun fenomena tersebut masih memerlukan studi lebih lanjut, meskipun hal tersebut tidak terjadi pada kedua isolat *Penicillium* sp. dan *P. capsici*.

Tidak ditemukannya miko-parasitisme *T. /Kwz/tfm//wjugadiinformasikan oleh Wolffhechel dan Jensen (1992). T. harzianum yang diuji dengan Pythium ultimum tidak dapat menunjukkan tipe antagonisme tersebut. Namun pengujian dengan menggunakan metode lapisan kertas kaca Trichoderma menunjukkan aktivitas anti jamur terhadap patogen uji.*

" " Pengujian aktivitas penghambatan *Pseudomonas* dengan jamur antagonis dimaksudkan untuk mengetahui aktivitas tersebut pada jamur-jamur antagonis. Hasil pengujian ini berkontribusi informasi mengenai spektrum antagonisme atau anti jamur yang dimiliki isolat uji. Pengkajian antagonisme lebih lanjut yang menarik untuk dilakukan pada jenis-jenis *Phytophthora* yang lain, seperti *P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. infestans*, *P. nicotianae*, dan *P. palmivora* atau juga jamur-jamur patogen tanaman penting lainnya, seperti *Alternaria porii*, *Colletotrichum*, *Phytophthora ultimum*, *Rhizoctonia solani* atau *Sclerotium rolfsii*. Pengujian-pengujian lebih lanjut perlu ditekankan pada uji di rumah kaca atau lapangan.

Isolat *Penicillium* sp. KN1 dianggap memiliki kapasitas antagonisme yang tertinggi terhadap *Ph. capsici* diikuti *Penicillium* sp. KN2 dan *Pseudomonas* sp. GH1. Ketiga isolat *Trichoderma* dianggap memiliki kapasitas terendah, walaupun antagonismenya termasuk efektif dan berakibat membunuh jamur patogen uji.

Hasil pengujian ini menunjukkan isolat *Pseudomonas* sp. GH1 termasuk isolat potensial sebagai agen pengendali hayati *P. capsici*. Namun pengujian *in vitro* isolat ini menunjukkan sifat antagonisme terhadap isolat-isolat jamur antagonis lain yaitu *Penicillium* dan *Trichoderma*. Namun perlu

juga diketahui bahwa hasil pengujian *in vitro* belum tentu menunjukkan hasil yang sama, apabila pengujian dilakukan di rumah kaca atau lapang. Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian Bin *et al* (1991) yang melaporkan bahwa hasil dari pengujian *in vitro* pada *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan dan kemampuan *Trichoderma harzianum* untuk mengkolonisasi sklerotium *Sclerotinia sclerotiorum* berbeda dengan hasil pengujian di rumah kaca.

Oleh karena itu selain pengujian *in vitro* ini, pengujian di rumah kaca maupun lapang pun perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas antagonisme keenam mikroba antagonis tersebut terhadap *P. capsici*. Apabila hasilnya dapat saling mendukung, akan semakin baik bila diaplikasikan secara campuran (*mix inoculum*).

Antagonisme ketiga isolat *Trichoderma* yang diuji terhadap *P. capsici* yang tidak memperlihatkan adanya aktivitas anti jamur dan juga tidak adanya mikoparasitisme perlu dikaji lagi, antara lain analisis aktivitas enzimatis dari enzim-enzim yang berperan dalam lisis hifa maupun vakuolasi. Seperti halnya isolat *Pseudomonas* sp. GH1, pengujian antagonisme ketiga isolat *T. harzianum* perlu dilakukan pada jenis-jenis lain dari *Phytophthora* dan juga jamur-jamur patogen tanaman penting lainnya. Selain itu pengujian-pengujian lebih lanjut perlu ditekankan pada kondisi rumah kaca maupun lapangan.

Prospek pemanfaatan keenam mikroba antagonis yang diuji ini dapat diharapkan, terlebih potensi-potensi yang dimiliki oleh mikroba-mikroba antagonis tersebut menguntungkan secara ekologis sehingga apabila diaplikasikan pada tanah, dapat berperan sebagai pupuk hayati maupun agen pengendali hayati sekaligus.

DAFTAR PUSTAKA

- Bin L, R Knudsen and DJ Eschen. 1991. Influence of an antagonistic strain of *Pseudomonas fluorescens* on growth and ability of *trichoderma harzianum* to colonize sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Phytopathology* 81, 994-1000.
- Dennis C and Webster J. 1971. Antagonistic properties of species groups of *trichoderma*. i. production of non-volatile antibiotics. *Transaction of The British Mycological Society* 57, 25-39.

- Domsch KH, Gams W and Anderson T-H. 1980.** *Compendium of Soil Fungi*. Vol. 1. Academic, London.
- Maselkar RA. 2000.** Biocontrol of bacteria & phytopathogenic fungi. <http://www.krishnaworld.com/html/biof.html/startsearch.asp/startsearch.Asp>.
- Ousley MA, JM Lynch, JM Whipp. 1994.** Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulator. *Biol. Fertil Soil* 17, 85-90.
- Suharna N dan N Nurhidayat. 2001.** Pengukuran daya hambat pertumbuhan tiga isolat jamur *Trichoderma harzianum* dan *Fusarium* spp. oleh isolat bakteri *Pseudomonas* sp. *Prosiding Seminar Sehari Hasil-Hasil Bidang Ilmu Hayati, PAU-Ilmu Hayat IPB*, 190-204.
- Semangun. 1991a.** *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada.
- Semangun. 1991b.** *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada.
- Saono S, Gandjar I, Basuki T and Karsono H. 1969.** Mycoflora of ragi and some other traditional fermented food of Indonesia. *Ann. Bogor* 5 (1), 1-83.
- Wolffhechel H and DF Jensen. 1992.** Use of *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* for the biological control of post-emergence damping off and root rot of cucumbers caused by *Pythium ultimum*. *J. Phytopathology* 136,221-230.