

## Potensi Beberapa Antagonis dalam Menekan *Fusarium oxysporum* Schlecht f.sp. *zingiberi* Trujillo *In Vitro* dan *In Planta* Pada Tanaman Jahe<sup>1)</sup>

Oleh:

Rizki Amalia, Heru Adi Djatmiko, dan Loekas Soesanto<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap pada percobaan *in vitro*, dan rancangan Acak Kelompok pada percobaan *in planta*. Pada *in vitro*, faktor yang dicoba adalah K (Kontrol), A (*T. harzianum*), B (*B. subtilis*), C (*P. fluorescens* P60), dan D (*B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60) dengan 4 ulangan. Pada percobaan *in planta*, faktor yang dicoba adalah K (Kontrol), A (*T. harzianum*), B (*B. subtilis*), C (*P. fluorescens* P60), D (*T. harzianum* dan *B. subtilis*), E (*T. harzianum* dan *P. fluorescens* P60), F (*B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60), dan G (*T. harzianum*, *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60), masing-masing diulang 4 kali. Variabel yang diamati meliputi tingkat penghambatan antagonis, diameter koloni patogen, berat kering miselium patogen, masa inkubasi, intensitas penyakit, laju infeksi, jumlah akhir inokulum patogen, serta data pendukung. Hasil penelitian menunjukkan *P. fluorescens* P60 sesuai dengan *B. subtilis* secara *in vitro*. Selain itu, gabungan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 merupakan antagonis yang paling baik dalam menekan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* secara *in vitro* dengan tingkat penghambatan antagonis, diameter koloni patogen, dan berat kering miselium masing-masing sebesar 62,39%, 1,36 cm, dan 0,07 g. Gabungan antagonis tersebut secara *in planta* juga mampu mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe dengan intensitas penyakit, laju infeksi, jumlah akhir patogen busuk rimpang, masa inkubasi, dan selisih tinggi tanaman masing-masing sebesar 9,82%, 0,000278 unit/hari,  $60,50 \times 10^2$  konidium/ml larutan, 38,15 hari, dan 32,15 cm, dibandingkan variabel tersebut pada kontrol masing-masing sebesar 27,83%, 0,000360 unit/hari,  $102,25 \times 10^2$  konidium/ml larutan, 26 hari, dan 19,27 cm.

### PENDAHULUAN

Jahe termasuk dalam kategori tanaman rempah penting yang bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomis tinggi. Paimin dan Murhananto (2002) menyatakan bahwa jahe banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, serta sebagai campuran bumbu masakan. Lebih lanjut dinyatakan, jahe dapat digunakan dalam bentuk segar maupun olahan sehingga mempermudah dalam mengkonsumsinya.

<sup>1)</sup> Makalah disampaikan pada Simposium Nasional I tentang Fusarium di Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto tanggal 26-27 Agustus 2004.

<sup>2)</sup> Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Unsoed.



Menurut Jaya (1992), tanaman jahe telah mendapatkan pasar di dunia karena besarnya kegunaan dan tingginya permintaan masyarakat dunia. Data dari Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura (2003) menunjukkan bahwa produksi tanaman jahe di Indonesia mengalami kenaikan dan penurunan dari tahun 1999 hingga 2002, antara lain berturut-turut 1.108.507; 1.150.920; 1.284.366; dan 1.184.964 kuintal.

Melihat potensi pasar yang besar, budidaya jahe perlu ditingkatkan terutama di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta mencukupi permintaan konsumen luar negeri. Salah satu kendala dalam budidaya jahe adalah keberadaan hama dan patogen yang merugikan. Semangun (1994) dan Soesanto *et al.* (2002) menyatakan, penyakit yang sering dijumpai pada pertanaman jahe antara lain adalah busuk rimpang jahe oleh *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *zingiberi* Trujillo. Kerugian sebesar 70 dan 60 persen dialami petani di Banyusidi dan Tegal Sari, Kabupaten Magelang, akibat penyakit busuk rimpang (Suara Merdeka, 2001).

Pengendalian yang berpotensi dikembangkan adalah penggunaan agensia antagonis. Beberapa antagonis yang digunakan dalam pengendalian adalah *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., dan *Pseudomonas* kelompok pendar. Penggunaan *Trichoderma* spp. sebagai agensia antagonis diketahui mampu mengendalikan patogen tular-tanah (Agrios, 1988). Selanjutnya, juga dilaporkan bahwa *Bacillus* spp. diketahui mampu menekan infeksi pada daun apel akibat patogen *Nectria galigena*, yaitu stadium sempurna jamur *F. oxysporum*. *P. fluorescens* P60 telah diuji dan berhasil mengendalikan jamur patogen tular-tanah *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Raaijmakers dan Weller, 1998 dalam Soesanto dan Termorshuizen, 2001), *Verticillium dahliae* (Soesanto, 2000), dan *Sclerotium rolfsii* (Hidayat, 2002; Widiyanto, 2003).

Penelitian ini mempunyai tujuan mengetahui antagonis yang paling baik dalam menekan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* secara *in vitro*, mengetahui antagonis yang paling baik dalam menekan penyakit busuk rimpang jahe secara *in planta*, dan mengetahui pengaruh pemberian antagonis terhadap pertumbuhan tanaman jahe secara *in planta*.

## METODE PENELITIAN

*Tempat dan Waktu* Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kasa Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan mulai bulan Juli 2003 sampai dengan bulan Desember 2003.

*Bahan.* Bahan yang diperlukan, antara lain medium PDA, NA, King's B, dan Water Agar, isolat *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* (BAO<sub>2</sub>), *T. harzianum* (SAO<sub>1</sub>), *B. subtilis* (TKO<sub>1</sub>) yang berasal dari hasil penyaringan pada perakaran jahe dari daerah sentra jahe Jawa Tengah (Soesanto *et al.*, 2002), dan *P. fluorescens* P60 (Soesanto dan Termorshuizen, 2001), bibit jahe varietas Gajah asal Purbalingga, tanah, pupuk kandang, dan akuades.

*Rancangan Percobaan.* Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu di Laboratorium Penyakit Tumbuhan (*in vitro*) dan Rumah Kasa (*in planta*) Fakultas Pertanian UNSOED. Penelitian di laboratorium meliputi dua tahap, yaitu uji kesesuaian antar-antagonis dan uji antagonisme. Uji kesesuaian dilakukan sebagai uji pendahuluan sebelum uji antagonisme, yaitu *T. harzianum*  $\times$  *B. subtilis*, *T. harzianum*  $\times$  *P. fluorescens* P60 dan *B. subtilis*  $\times$  *P. fluorescens* P60. Berdasarkan hasil uji pendahuluan, maka uji antagonisme dilaksanakan dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dicoba yaitu: K = Kontrol = Tanpa antagonis, A = F  $\times$  Th, B = F  $\times$  Bs, C = F  $\times$  Pf, dan D = F  $\times$  Bs  $\times$  Pf. Uji *in planta* dilaksanakan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri atas 8 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang dicoba adalah: K = Kontrol = Tanpa antagonis, A = F  $\times$  Th, B = F  $\times$  Bs, C = F  $\times$  Pf, D = F  $\times$  Th  $\times$  Bs, E = F  $\times$  Th  $\times$  Pf, F = F  $\times$  Bs  $\times$  Pf, dan G = F  $\times$  Th  $\times$  Bs  $\times$  Pf.

*Variabel dan Pengukuran.* Penelitian di laboratorium menggunakan variabel tingkat penghambatan antagonis terhadap patogen, diameter koloni patogen, mekanisme yang terjadi dari masing-masing antagonis terhadap patogen, tingkat kesesuaian antagonis, dan berat kering miselium patogen. Penelitian di rumah kasa menggunakan variabel masa inkubasi, intensitas penyakit, laju infeksi, jumlah akhir patogen dan antagonis, tinggi tanaman jahe, suhu dan kelembapan udara, suhu dan kelembapan tanah serta pH tanah.

*Analisis Data.* Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varian pada tingkat kesalahan 5 % untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang dicoba. Apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan DMRT pada tingkat kesalahan 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kecsuaian antar-antagonis

Berdasarkan pengamatan setelah 5 hari masa inkubasi, diketahui bahwa *T. harzianum* tidak sesuai dengan *B. subtilis* atau *P. fluorescens* P60 yang diujicobakan, sedangkan *B. subtilis* sesuai dengan *P. fluorescens* P60. *Bacillus subtilis* atau *P. fluorescens* P60 yang bertemu dengan *T. harzianum* menunjukkan gejala saling menghambat. Ketidaksesuaian antara *B. subtilis* atau *P. fluorescens* P60 dengan *T. harzianum* tersebut menjadi pertimbangan tidak digunakan sebagai perlakuan gabungan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* secara *in vitro*. Hal ini sesuai dengan Cook dan Baker (1983) dan Darsam (1991) bahwa antagonis terpilih yang digunakan untuk pengendalian, sebaiknya tahan, dapat menghindar atau toleran terhadap antagonis lain atau antibiotika yang dihasilkan oleh suatu antagonis hendaknya tidak menghambat antagonis yang lain.

### Pengaruh Antagonis terhadap Penekanan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* In Vitro

Berdasar hasil analisis diameter koloni patogen pada Tabel 1. diketahui terdapat perbedaan yang nyata antar-perlakuan yang dicoba. Diameter *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* terkecil terdapat pada perlakuan D, yaitu 1,36 cm, sedangkan terbesar terdapat pada K, yaitu 2,90 cm. Kemampuan menekan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* cenderung oleh adanya aktivitas antibiosis. Hal ini sesuai dengan pendapat Cook dan Baker (1983) bahwa mekanisme pengendalian *B. subtilis* adalah antibiosis dengan menghasilkan antibiotika yang menghambat patogen. Lebih lanjut, Kloepper (1973 dalam Djatmiko *et al.*, 1998) menyatakan bahwa penekanan *P. fluorescens* dapat terjadi melalui kompetisi dan antibiosis. Selain

itu, Matsani (2000) menyebutkan bahwa penggabungan antagonis dapat meningkatkan kemampuan menekan patogen.

Tabel 1. Rerata diameter koloni patogen, tingkat penghambatan antagonis, berat kering miselium patogen pada 144 jam setelah inokulasi

Perlakuan	Rerata		
	Diameter Koloni Patogen (cm)	Tingkat Penghambatan (%)	Berat Kering Miselium Patogen (g)
K	2,90e	4,05a	0,62c
A	2,28b	37,74b	0,24a
B	2,49c	30,09b	0,35ba
C	2,70d	27,06b	0,36ba
D	1,36a	62,40c	0,07a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%. Data diameter koloni patogen ditransformasi  $\sqrt{x}$ , tingkat penghambatan antagonis ditransformasi ke  $\arcsin \sqrt{x+0,5}$ . K = Kontrol = *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*, A = *T. harzianum*, B = *B. subtilis*, C = *P. fluorescens* P60, D = *B. subtilis* >< *P. fluorescens* P60.

Hasil analisis statistik tingkat penghambatan antagonis (Tabel 1.) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antar-perlakuan. Tingkat penghambatan terbesar terjadi pada perlakuan D, yaitu 62,40%, sedangkan terkecil pada perlakuan kontrol, yaitu 4,05%. Hal tersebut menunjukkan bahwa gabungan antagonis mempunyai kemampuan menghambat paling besar dibanding perlakuan antagonis lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Duffy *et al.* (1986 dalam Noveriza *et al.*, 2000) bahwa gabungan dua antagonis akan lebih tinggi tingkat penghambatannya daripada satu antagonis.

Selain itu, metode penyebaran antagonis pada medium sebelum diinokulasi patogen memungkinkan antagonis lebih cepat tumbuh dan efektif dalam menghambat patogen. Perlakuan D menggunakan suspensi antagonis yang disebar secara merata pada permukaan medium sebelum diinokulasi patogen. Widyastuti *et al.* (2001) melaporkan, metode penyebaran konidium *Trichoderma* spp. tersebar di seluruh medium menyebabkan *Trichoderma* spp. lebih cepat tumbuh dan mampu menghambat *Radhopalus lignosus*.

Berdasar Tabel 1. dapat diketahui bahwa berat kering miselium patogen berbeda nyata antar-perlakuan yang dicoba. Perlakuan kontrol mempunyai berat kering miselium terbesar, yaitu 0,62 g; sedangkan perlakuan D terkecil, yaitu 0,07 g. Penambahan dan pengurangan berat kering miselium patogen ini sejalan dengan tingkat penghambatan antagonis dan diameter koloni patogen. Semakin besar tingkat penghambatan, maka semakin kecil diameter koloni patogen dan berat kering miselium, karena patogen terhambat dan terganggu pertumbuhannya oleh keaktifan antagonis. Penelitian Rina *et al.* (1993) membuktikan miselium *Sclerotium rolfsii* yang diberi *P. fluorescens* menipis dan tertekan pada hari keempat sesudah inkubasi. Bagian yang menipis menunjukkan miselium telah mati oleh aktivitas patogen, dan akhirnya berpengaruh pada penghitungan berat kering miselium.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui mekanisme penghambatan pada masing-masing antagonis yang digunakan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*. *Trichoderma harzianum* yang dihadapkan, menghasilkan mekanisme kompetisi dan antibiosis, *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 secara tunggal mempunyai mekanisme antibiosis dan lisis. Gabungan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 mempunyai mekanisme antibiosis.

### **Pengaruh Antagonis terhadap Penekanan Komponen Penyakit, dan Pertumbuhan Tanaman *In Planta***

Hasil pengamatan terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit, laju infeksi, tinggi tanaman, dan populasi *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* terlihat pada Tabel 2. Hasil analisis statistik pada Tabel 2. menunjukkan terdapat perbedaan nyata masa inkubasi antar-perlakuan yang dicoba. Inokulasi *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* pada perlakuan kontrol lebih cepat menimbulkan gejala busuk rimpang, yaitu 26 hari setelah inokulasi, dibandingkan dengan perlakuan penambahan antagonis. Masa inkubasi terlama diketahui terdapat pada perlakuan F, yaitu 43 hari sedangkan perlakuan A, B, C, D, E, dan G berkisar antara 28-40 hari. Kenyataan ini menunjukkan ada pengaruh penundaan masa inkubasi pada perlakuan penambahan antagonis.

Masa inkubasi tercepat pada kontrol diduga karena tidak adanya mikroba penghambat, yaitu antagonis, sehingga patogen dapat lebih cepat menginfeksi rimpang jahe. Hal ini sesuai dengan pendapat Agrios (1988), bahwa perkembangan penyakit dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain patogen virulen, inang rentan, dan lingkungan yang mendukung. Masa inkubasi terlama pada perlakuan F diduga karena pada perlakuan tersebut patogen membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menginfeksi rimpang karena adanya persaingan antara patogen dan antagonis dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Widodo (1993), bahwa patogen sukar melakukan penetrasi ke tanaman dan menyebabkan penyakit apabila sistem akar terdominasi oleh antagonis.

Tabel 2. Rerata masa inkubasi, intensitas penyakit, laju infeksi, tinggi tanaman, dan populasi *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*

Perlakuan	Rerata				
	Masa Inkubasi (hari)	Intensitas Penyakit (%)	Laju Infeksi (unit/minggu)	Selisih tinggi Tanaman (cm)	Populasi Patogen Busuk Rimpang ( $\times 10^2$ konidium/ml larutan)
K	26.0a	27.83c	0.000360	19.27a	102.25e
A	31.0a	20.56ba	0.000375	22.27a	88.00c
B	28.0a	15.23a	0.000282	21.42a	87.00c
C	29.5a	18.26ba	0.000268	30.82a	84.25c
D	40.0b	14.74a	0.000358	25.49a	71.00b
E	38.5b	16.44ba	0.000995	26.13a	86.50c
F	43.0b	9.82a	0.000278	32.15a	60.50a
G	35.5ba	20.59ba	0.000678	28.55a	93.00d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%. K= Kontrol = *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*, A = *T. harzianum*, B = *B. subtilis*, C = *P. fluorescens* P60, D = *T. harzianum* >> *B. subtilis*, E = *T. harzianum* >> *P. fluorescens* P60, F = *B. subtilis* >> *P. fluorescens* P60, G = *T. harzianum* >> *B. subtilis* >> *P. fluorescens* P60.

Berdasar data pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa penambahan antagonis memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas penyakit. Intensitas penyakit tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol, yaitu 27,83%, sedangkan terendah pada perlakuan F, yaitu 9,82%. Hal ini sesuai data masa inkubasi pada tabel yang sama, bahwa masa inkubasi tercepat pada perlakuan

kontrol. Perlakuan F mampu mengurangi intensitas penyakit menjadi 9,82% atau 35,28% dari kontrol. Kenyataan menunjukkan, perlakuan ini memiliki sifat antagonis lebih kuat terhadap *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*. Hal ini diduga bahwa kedua bakteri tersebut mampu mengkoloni akar secara kuat, sehingga menghalangi penetrasi patogen pada rimpang. Cook dan Baker (1983) menyatakan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* kelompok berpendar termasuk bakteri pengkoloni akar yang dapat menghasilkan antibiotika penghambat pertumbuhan patogen. Soesanto (2000) melaporkan *P. fluorescens* P60 mampu menghasilkan antibiotika 2-4 diacetylphologlucinol (Phl), yang dapat menghambat patogen layu *V. dahliae* pada tanaman terung dan kentang, selanjutnya keefektifannya akan lebih besar apabila digabung dengan *Talaromyces flavus*.

Berdasar Tabel 2. dapat diketahui bahwa laju infeksi pada beberapa perlakuan beragam. Rerata laju infeksi tertinggi terdapat pada perlakuan E, sedangkan terendah pada perlakuan C. Tingginya laju infeksi pada perlakuan E sangat berbeda dengan rerata intensitas penyakitnya yang lebih rendah dari kontrol. Laju infeksi yang kurang berkembang pada kontrol, sangat ditentukan oleh kondisi suhu, kelembapan, pH serta organisme lain dalam tanah. Rerata suhu, kelembapan, dan pH tanah pada waktu penelitian masing-masing adalah 26,5<sup>0</sup>C; 60% dan 5. Diduga faktor lingkungan dalam tanah tersebut kurang sesuai untuk pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*. Agrios (1988) menyatakan spora jamur berkecambah membutuhkan suhu yang sesuai dan kelembapan relatif yang tinggi. Keadaan tersebut harus bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama sampai patogen dapat mempenetrasi inang, jika tidak maka patogen akan mengering dan mati. Domsch *et al.* (1980) menyebutkan, *F. oxysporum* membutuhkan suhu 20-25<sup>0</sup>C untuk perkecambahan konidiumnya.

Perlakuan E dengan laju infeksi tertinggi mempunyai rerata suhu dan kelembapan tanah yang berbeda dengan kontrol, sehingga perkembangan penyakit lebih cepat. Rerata suhu dan kelembapan tanah yang didapat pada waktu penelitian masing-masing adalah 23,85<sup>0</sup>C dan 80%. Kelembapan dan suhu yang ada sangat membantu patogen dalam pensporaasi dan infeksi. Di sisi lain, suhu yang tersedia tidak sesuai untuk perkembangan *T. harzianum* dan *P. fluorescens* P60. Suhu optimum untuk pertumbuhan untuk *P. fluorescens* adalah 35-37<sup>0</sup>C

(Goto, 1992), dan 25-30°C untuk *T. harzianum* (Herman *et al.*, 1983 dalam Djatmiko, 1996). Perlakuan A, B, D, dan G, mempunyai rerata suhu berkisar 26,5-30°C dan kelembapan 60-75%. Keadaan tersebut sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan *T. harzianum* dan *B. subtilis* untuk berkembang dan bersaing dengan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi*. Menurut Goto (1992), *B. subtilis* membutuhkan suhu 28-40°C untuk pertumbuhannya.

Hasil analisis statistik pada Tabel 2. menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata tinggi tanaman antar-perlakuan yang dicoba, tetapi apabila dilihat dari nilai reratanya dapat diketahui adanya kenaikan pertumbuhan dari awal sampai akhir pengamatan (Lampiran 1). Berdasar data, diketahui bahwa kenaikan rerata pertumbuhan pada kontrol lebih rendah dibandingkan pada perlakuan penambahan antagonis. Rerata selisih tertinggi terdapat pada perlakuan F, sedangkan terendah adalah kontrol. Kloepper (1993) menyatakan bahwa *P. fluorescens* sebagai pengkoloni akar juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, bergerak, dan kemotaksis terhadap eksudat akar. Pengaruh menguntungkan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, disebut sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). *Bacillus subtilis* yang digunakan juga terbukti mampu merangsang pertumbuhan tanaman jahe. Hal ini terlihat pada perlakuan B, D, F, dan G. Ahmad (1995) menyatakan *B. subtilis* menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Berdasar hasil analisis pada Tabel 2. dapat diketahui bahwa penambahan antagonis berpengaruh nyata terhadap populasi akhir patogen busuk rimpang. Rerata populasi terbesar terdapat pada perlakuan kontrol, yaitu  $102,25 \times 10^2$  konidium/ml larutan, dan terkecil terdapat pada F, yaitu  $60,5 \times 10^2$  konidium/ml larutan. Perbedaan populasi patogen busuk rimpang ini diduga karena pengaruh persaingan untuk mempertahankan diri di tanah; faktor lingkungan, seperti suhu, kelembapan, dan pH tanah yang juga berpengaruh pada keberadaan patogen. Selain itu, diduga karena tingginya keaktifan mikroba antagonis yang terdapat dalam tanah. Perlakuan F diketahui populasi *B. subtilis* merupakan populasi terbesar dibanding perlakuan yang lain, yaitu  $124 \times 10^6$  upk/ml larutan, sedangkan *P. fluorescens* P60 adalah  $236 \times 10^6$  upk/ml larutan.

## SIMPULAN

Agensia hayati *Bacillus subtilis* sesuai dengan *Pseudomonas fluorescens* P60 secara *in vitro*. Antagonis yang paling baik dalam menekan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi in vitro* adalah gabungan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 dengan tingkat penghambatan, diameter koloni patogen, dan berat kering miselium patogen masing-masing sebesar 62,39%, 1,36 cm, dan 0,07 g dibandingkan variabel tersebut pada kontrol masing-masing sebesar 4,05%, 2,90 cm, dan 0,62 gram. Antagonis yang paling baik dalam menekan penyakit busuk rimpang jahe *in planta* adalah gabungan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* P60 dengan intensitas penyakit, laju infeksi, jumlah akhir patogen, dan masa inkubasi masing-masing sebesar 9,82%, 0,000278 unit/hari, dan  $60,50 \times 10^2$  konidium /ml larutan, dan 43 hari, dibanding kontrol masing-masing sebesar 27,83 %, 0,000360 unit/hari,  $102,25 \times 10^2$  konidium /ml larutan, dan 26 hari. Perlakuan pemberian antagonis tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jahe walaupun mempunyai kecenderungan meningkatkan tinggi tanaman jahe.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1988. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Diterjemahkan oleh B. Munsir, 1996. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal. 313.
- Ahmad, B. 1995. *Bacillus subtilis* sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Tumbuhan. *Makalah Seminar Kelas*. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 18 hal.
- Cook, R.J. and H.K. Baker. 1983. *The Nature and Practise of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 433 p.
- Darsam, 1991. Mikroba Berguna dalam Pertanian Prospek Penggunaan *Bacillus* dalam Mengendalikan Patogen Tanaman Penghuni Tanah di Lahan Kering Khususnya *Sclerotium* spp. *Prosiding Seminar Hama Penyakit*. Dies Natalis Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto. Hal. 1-37.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2003. Produksi Tanaman Obat (on-line), [Http://www.Hortikultura.go.id/horti/page/statistik/lppobat.asp](http://www.Hortikultura.go.id/horti/page/statistik/lppobat.asp). diakses 18 Desember 2003.
- Djatmiko, H.A. 1996. Penggunaan *Trichoderma* spp. dan *Pseudomonas* Kelompok *Fluorescens* dalam Menekan Perkembangan Penyakit Akar Gada pada Caisin. *Thesis MP*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 60 Hal.
- , N. Prihatiningsih, Darsam dan Ismangil. 1998. Potensi *Pseudomonas* Kelompok *Fluorescens* Asal Lahan Kritis dan Rhizosfer

- Tanaman Semusim untuk Pengendalian Secara Hayati Penyakit Akar Gada, Peningkatan Produksi Caisin. *Prosiding Seminar Nasional PFI*, Surakarta. Hal. 35-38.
- Domsch, K.H., W. Gams, and T.H. Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Volume 1. Academic Press, London. Pp. 305,323-328,794-799.
- Goto, M. 1992. *Fundamentals of Bacterial Plant Pathology*. Academic Press Inc. San Diego, California. 342 P.
- Hidayat, R. 2002. *Pseudomonas fluorescens* sebagai Agensia Pengendali Hayati Penyakit Busuk Batang pada Kacang Tanah. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto. 63 hal (Tidak dipublikasikan).
- Jaya, U. 1992. Layu Bakteri, Hambatan Utama Budidaya Jahe Gajah. *Trubus* 23:267.
- Kloepper, J.W. 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents in Soil-borne Disease. *Proceeding of the International Seminar Biological Control of Plant Disease and Virus Vektor*, Japan. Pp. 255-260.
- Matsani, M.A. 2000. Efektivitas Kombinasi Dua Antagonis terhadap Penekanan Penyakit Layu *Sclerotium* pada Kedelai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNSOED. 65 hal (Tidak dipublikasikan).
- Noveriza, R., K. Mulya, dan D. Manohara. 2000. Potensi Bakteri Antagonis untuk Pengendalian *Phytophthora capsici*. *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI*, Purwokerto. Hal. 548-552.
- Paimin, F.B. dan Murhananto. 2002. *Budidaya, Pengolahan, Perdagangan Jahe*. Penebar Swadaya, Jakarta. 109 hal.
- Rina, Z., A. Ayub., M. Syarifudin, dan Nasrun. 1993. Pengaruh Bakteri Antagonis *P. fluorescens* dalam Menekan Serangan *S. Rolfsii* Penyebab Penyakit Rebah Kecambah Pada Cabai dan Kedelai. *Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah PFI*, Yogyakarta. Hal. 409-413.
- Santoso, H.B. 1991. *Jahe*. Kanisius, Yogyakarta. 53 hal.
- Semangun, H. 1994. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal. 222-224.
- Suara Merdeka. 2001. Demplot Jahe Terserang Busuk Rimpang. (on-line), [Http://www.suaramerdeka.com/harian/10108/20dar12htm](http://www.suaramerdeka.com/harian/10108/20dar12htm). diakses 16 April 2003.
- Soesanto, L. 2000. Ecology and Biological Control of *Verticillium dahliae*. *Ph.D. Thesis*. Wageningen University, Wageningen, The Netherland. Pp. 73-87.
- dan A.J. Termorshuizen. 2001. Potensi *P. fluorescens* P60 sebagai Agensia Hayati Jamur-Jamur Patogen Tular Tanah. *Prosiding Kongres XIV dan Seminar Nasional PFI*, IPB, Bogor. Hal. 183-186.
- , Soedarmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani, dan J. Pramono. 2002. Kajian Geofitopatologis Penyakit Busuk Rimpang Tanaman Jahe Di Wilayah Jawa Tengah. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Ungaran. 50 hal.
- Widodo. 1993. Penggunaan *Pseudomonas* kelompok *fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Akar Gada pada Caisin (*Brassica campestris* van. *chinesis*). *Thesis Pasca Sarjana*. IPB Bogor, 41 hal (Tidak dipublikasikan)

- Widiyanto, N. 2003. Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kacang Tanah di Lapangan dengan *P. fluorescens* P60. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Unsoed, Purwokerto. 63 hal (Tidak dipublikasikan).
- Widyastuti, S.M. Sumardi, P. Sumantoro. 2001. Efektivitas *Trichoderma* spp. Sebagai Pengendali Hayati terhadap Tiga Patogen Tular-Tanah pada Beberapa Jenis Tanaman Kehutanan. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 7 (2):98-107.



# Sertifikat

diberikan kepada:

**Ir. HERU ADI DJATMIKO, M.P.**

atas partisipasinya sebagai:

**~~PESERTA/ PEMBICARA UTAMA/PEMAKALAH/PANITIA~~**

pada

**SIMPOSIUM NASIONAL I tentang FUSARIUM**

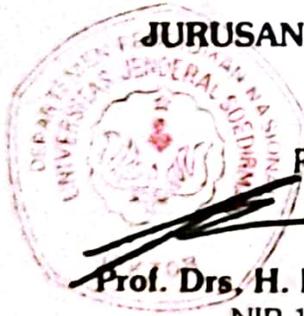
**Purwokerto, 26-27 Agustus 2004**

yang diselenggarakan oleh :

**PERHIMPUNAN FITOPATOLOGI INDONESIA KOMDA-PURWOKERTO**

bekerja sama dengan

**JURUSAN HPT FAKULTAS PERTANIAN, UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN**



Rektor,

**Prof. Drs. H. Rubijanto Misman**

NIP. 130345774

Purwokerto, 27 Agustus 2004

Ketua Panitia,

**Ir. Loekas Soesanto, M.S., Ph.D.**

NIP. 131474221