

## PENEKANAN HAYATI PENYAKIT MOLER PADA BAWANG MERAH DENGAN *TRICHODERMA HARZIANUM*, *TRICHODERMA KONINGII*, DAN *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* P60

Suprpto Edy Santoso<sup>1</sup>, Loekas Soesanto<sup>2</sup>, dan Totok Agung Dwi Haryanto<sup>3</sup>

### ABSTRACT

**Biological Suppression of Moler Disease on Shallot by *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, and *Pseudomonas fluorescens* P60.** Research aiming for (1) knowing efectivity of biological suppression with *T. harzianum*, *T. koningii*, and *P. fluorescens* P60 and (2) studying growth and production of shallot caused by the suppression carried out at the shallot farm. Split-Split Plot Design arranged in Randomized Completely Block Design was used with three replicates. The research result showed that *P. fluorescens* P60 was the most effective antagonistic agent to suppress the disease either alone or in combination while *T. harzianum* and *T. koningii* did not suppress effectively. *Pseudomonas fluorescens* P60 could suppress the disease up to 41.96%. The best method of *P. fluorescens* P60 application was spraying method for 10 mL with 10<sup>7</sup> cfu/mL population density, which was able to decrease incubation period, disease intensity, and final pathogen population up to 62.46, 18.19, and 80.67%, respectively. Growth and production of the crop tended to increase resulted from biological suppression by *P. fluorescens* P60, but not by *T. harzianum* nor *T. koningii*.

**Key words:** *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Pseudomonas fluorescens* P60, biological suppression

### PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman sayuran yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Hal tersebut menyebabkan permintaan bawang merah terus meningkat. Luas panen pertanaman bawang merah di Kabupaten Tegal pada tahun 2004 adalah 1.034 hektar dengan produksi rata-rata 92,8 ku/ha (Badan Pusat Statistik, 2004).

Serangan patogen tanaman merupakan salah satu kendala yang sering dihadapi dalam budidaya bawang merah. Salah satu penyakit yang sering dijumpai pada tanaman bawang merah adalah penyakit moler, yang diduga disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* (Departemen Pertanian, 2003). Besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit moler belum diketahui secara pasti karena terbatasnya informasi penyakit tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu memberikan informasi mengenai penyakit moler pada bawang merah.

Usaha pengendalian penyakit moler pada saat ini masih ditekankan pada teknik pengendalian dengan menggunakan fungisida. Akan tetapi, saat ini diperlukan pengendalian penyakit yang aman, murah, dan ramah lingkungan. Salah satu pilihan pengendalian yang tepat dan perlu diupayakan adalah

pengendalian dengan menggunakan agensia hayati, seperti *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *T. harzianum* mampu menekan *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* penyebab layu pada tanaman gladiol (Rokhlani, 2005) dan *F. oxysporum* f.sp. *zingiberi* (Soesanto *et al.*, 2005; Prabowo *et al.*, 2006). Selain itu, *T. harzianum* dan *T. koningii* juga mampu mengendalikan jamur *Rigidoporus microporus* pada tanaman karet (Basuki, 1986 dalam Sudantha, 2003). Sementara itu, *P. fluorescens* P60 banyak digunakan untuk pengendalian hayati patogen tular-tanah (Soesanto, 2000; Soesanto & Termorshuizen, 2001; Soesanto *et al.*, 2003; Rokhlani, 2005).

Upaya penekanan hayati terhadap serangan penyakit tanaman bawang merah menggunakan agensia hayati jarang dilakukan petani. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penekanan hayati terhadap penyakit moler pada bawang merah. Tujuan penelitian adalah (1) mengetahui keefektifan penekanan hayati dengan *T. harzianum*, *T. koningii*, dan *P. fluorescens* P60 baik tunggal atau gabungan terhadap penyakit moler dan (2) mengkaji pertumbuhan dan produksi bawang merah akibat penekanan hayati oleh *T. harzianum*, *T. koningii*, dan *P. fluorescens* P60 baik tunggal atau gabungan.

<sup>1</sup> Staf Dinas Pertanian, Perkebunan & Kehutanan Kabupaten Tegal

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto  
e-mail : lukas\_262@yahoo.com.

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lahan pertanian bawang merah di Desa Kedokansayang, Kecamatan Tarub, Kabupaten Tegal, dari bulan April sampai Juni 2006.

**Penyiapan bahan.** Benih bawang merah varietas lokal Bima dari Brebes sebanyak 8,82 kg digunakan dengan dipotong bagian ujungnya  $\pm \frac{1}{3}$  bagian (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2001). Ukurannya seragam dengan berat masing-masing 5 g.

**Penyiapan isolat.** Isolat antagonis *T. harzianum* dan *T. koningii* diisolasi langsung dari bawang merah sakit, sedangkan isolat *P. flourescens* P60 dari koleksi (Soesanto dan Termorshuizen, 2001), yang semuanya disiapkan masing-masing dalam medium PDA untuk jamur antagonis dan King's B untuk bakteri antagonis. Isolat jamur patogen *F. oxysporum* diisolasi dari umbi bawang merah sakit pada medium PDA ditambah streptomisin 100 ppm. Perbanyak isolat jamur antagonis dan patogen dilakukan dalam medium kentang dekstroza cair (*Potato Dextrose Liquid* atau PDL) (Tuite, 1969), yang dikocok dengan alat pengocok (*Daiki Orbital Shaker*) dengan kecepatan 150 rpm pada suhu kamar selama 5 hari. Selanjutnya, campuran disaring dan diencerkan sampai kepadatan yang diinginkan (Soesanto *et al.*, 2005).

**Penyiapan medium tanam.** Tanah dicangkul lalu dilanjutkan dengan pembuatan guludan. Ukuran guludan 1,20 x 18 m, dengan tinggi guludan 0,8 m dan jarak antarguludan 0,8 m. Selanjutnya, pada guludan tersebut dibuat petak percobaan, dengan masing-masing petak berukuran 0,5 m<sup>2</sup> untuk 21 rumpun tanaman bawang merah. Pemberian pupuk dilakukan baik dengan pupuk anorganik maupun organik untuk mendukung pertumbuhan tanaman bawang merah. Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk kompos dengan dosis 5 ton/Ha, untuk pupuk anorganik digunakan pupuk DAP 200 kg/Ha, NPK 500 kg/Ha dan KAMAS (KNO<sub>3</sub>) 150 kg.

**Pemberian perlakuan antagonis.** Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan *Split-Split Plot* yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Petak utama adalah tanpa inokulasi dan inokulasi dengan *F. oxysporum* sebanyak 10 mL per tanaman dengan kepadatan 10<sup>7</sup> konidium/ml larutan. Sebagai anak petak adalah bibit bawang merah diredam

selama 30 menit atau disiram sebanyak 10 mL larutan/tanaman setelah bibit ditanam, sedangkan anak-anak petak adalah tujuh perlakuan, yaitu akuades, benomil dengan konsentrasi 2 g/L, *T. harzianum*, *T. koningii*, *P. fluorescen* P60, gabungan *T. harzianum* dan *P. fluorescen* P60, dan gabungan *T. koningii* dan *P. fluorescen* P60, masing-masing dengan kepadatan  $x \times 10^7$  konidium/mL larutan. Perlakuan yang dicoba meliputi 28 unit dengan tiga kali ulangan.

**Pengamatan.** Peubah yang diamati meliputi masa inkubasi (hari setelah inokulasi = hsi), intensitas penyakit dengan interval tujuh hari sampai tanaman dipanen, dengan rumus  $P = (A/N) \times 100\%$  (Rosmahani *et al.*, 2003), keterangan: P = tingkat kerusakan tanaman (%), A = jumlah tanaman bergejala, dan N = jumlah tanaman yang diamati; populasi akhir *F. oxysporum* (Tuite, 1969) dengan rumus  $\times 1/p \cdot 10^4$  mikrokonidium/ml ( $\times$  adalah jumlah mikrokonidium yang dihitung, p adalah volume pengenceran) dan  $2 \times 10^3$  makrokonidium/mL (penghitungan p pada kotak besar haemositometer, yaitu A, B, C, D, dan E), bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah anakan. Data pendukungnya adalah suhu tanah, pH tanah, dan kelembapan tanah.

**Analisis data.** Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F. Apabila berbeda nyata, dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf kesalahan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh perlakuan terhadap komponen penyakit

**Pengaruh inokulasi.** Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara petak yang diinokulasi *F. oxysporum* dan petak tanpa inokulasi terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit, dan populasi akhir *F. oxysporum* (Tabel 1). Pada petak tanpa inokulasi, pemunculan gejala pertama relatif lebih cepat apabila dibandingkan dengan petak yang tidak diinokulasi. Hal ini diduga karena jamur patogen yang diinokulasi membutuhkan waktu untuk adaptasi.

Tabel 1 juga menunjukkan, intensitas penyakit moler pada petak tanpa inokulasi sebesar 55,59%, dibandingkan pada petak yang diinokulasi (66,25%), meskipun tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan, pada petak percobaan sudah terdapat inokulum awal, yang membuktikan bahwa lokasi percobaan

Tabel 1. Pengaruh perlakuan inokulasi terhadap komponen penyakit

Perlakuan	Masa inkubasi (hsi)	Intensitas Penyakit (%)	Populasi akhir <i>F. oxysporum</i> ( $\times 10^1$ upk/g)
I <sub>0</sub>	21,71 a	55,59 a	4,77 a
I <sub>i</sub>	24,60 a	66,25 a	4,86 a
R	21,76 a	64,46 a	4,45 a
S	23,83 b	57,37 a	5,19 a
A	17,75 e	70,78 a	4,84 a
B	20,58 d	57,38 ab	5,83 a
T <sub>1</sub>	23,50 c	58,42 ab	4,45 a
T <sub>2</sub>	23,50 c	57,70 b	4,17 a
P	28,42 a	41,08 b	6,00 a
T <sub>1</sub> P	24,83 b	63,29 ab	4,08 a
T <sub>2</sub> P	20,99 d	77,79 a	5,42 a

Keterangan: Angka dengan huruf sama pada kolom sama baris sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut UJBD taraf 5%. Data masa inkubasi ditransformasi ke  $\sqrt{x}$ , intensitas penyakit ke  $\text{Arc.Sin } \sqrt{x}$ , dan populasi akhir *F. oxysporum* ke  $\sqrt{x+0,5}$ . I<sub>0</sub> = tanpa inokulasi, I<sub>i</sub> = inokulasi dengan *F. oxysporum*, R = rendam, S = siram, A = kontrol (akuades), B = benomil, T<sub>1</sub> = *T. harzianum*, T<sub>2</sub> = *T. koningii*, P = *P. fluorescens* P60, T<sub>1</sub>P = *T. harzianum* + *P. fluorescens* P60, dan T<sub>2</sub>P = *T. koningii* + *P. fluorescens* P60.

merupakan daerah endemi *F. oxysporum*. Menurut Agrios (2005), *Fusarium* spp. selalu ada dalam tanah bekas tanaman terserang, baik berupa miselium maupun kladospora yang berdinding tebal dan bersifat pasif.

**Pengaruh rendam atau siram.** Perlakuan rendam atau siram berbeda nyata terhadap masa inkubasi, tetapi terhadap intensitas penyakit dan populasi akhir tidak berbeda nyata (Tabel 1). Perlakuan siram mampu memperlambat pemunculan gejala awal 2,07 hsi, yang diduga karena mikroba antagonis yang diinokulasi mampu menyebar, terutama karena adanya aliran siraman. Hal ini sesuai dengan pendapat Davies and Whitbread (1989), bahwa mikroba antagonis dapat bergerak menyebar secara pasif melalui air dengan adanya penyiraman selama pemeliharaan.

Data intensitas penyakit pada perlakuan rendam atau siram tidak berbeda nyata. Hal ini diduga disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik yang memengaruhi berbagai tahapan pengolonian antagonis pada permukaan akar atau di sekitar rhizosfer (Pierson and Weller, 1994). Lancar tidaknya tahapan pengolonian memengaruhi daya hambat antagonis terhadap patogen.

Perlakuan rendam atau siram ternyata juga tidak berpengaruh terhadap kepadatan populasi akhir *F.*

*oxysporum*. Akan tetapi, populasi patogen pada perlakuan siram cenderung lebih banyak daripada rendam. Hal ini diduga jumlah antagonis relatif sedikit dibanding jamur patogen, perlu adaptasi dengan lingkungan baru, atau lebih virulennya jamur patogen untuk berkembang. Menurut Agrios (2005), patogen yang virulen mampu dengan cepat menginfeksi inangnya dan selanjutnya menghasilkan inokulum yang lebih banyak daripada patogen yang kurang virulen.

**Pengaruh antagonis.** Hasil analisis data perlakuan antagonis menunjukkan perbedaan nyata terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit, sedangkan terhadap populasi akhir tidak (Tabel 1). Masa inkubasi tercepat terdapat pada kontrol (A), sebesar 17,75 hsi dan terlama pada perlakuan *P. fluorescens* P60 (P), sebesar 28,42 hsi atau terjadi penundaan sebesar 10,67 hsi atau 62,47%. Cepat munculnya gejala penyakit moler pada kontrol karena keagresifan patogen dalam menimbulkan penyakit serta tidak adanya penghambatan pertumbuhan dan perkembangan patogen. Selain itu, kesesuaian patogen dengan tanaman bawang merah menyebabkan gejala muncul lebih awal. Hal ini sesuai dengan pendapat Maryani (2004), yang menyatakan bahwa masa

inkubasi yang semakin pendek menunjukkan tingkat kesesuaian patogen inang yang tinggi.

Masa inkubasi terlama pada *P. fluorescens* P60 karena *P. fluorescens* P60 mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*. Penghambatan tersebut kemungkinan sebagai hasil berbagai mekanisme, di antaranya antibiosis, yaitu adanya antibiotika 2,4-diasetilfloroglusinol (Phl) yang dihasilkannya (Raaijmakers and Weller, 1998; Soesanto, 2000; Soesanto dan Termorshuizen, 2001).

Tingginya intensitas penyakit pada perlakuan T<sub>2</sub>P dan A diduga disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tersedianya inokulum awal yang tinggi di dalam tanah. Hal ini bertalian dengan lokasi penelitian yang merupakan daerah endemi penyakit moler. Banyaknya jumlah propagul patogen dalam atau dekat tanaman inang memungkinkan lebih banyak inokulum mencapai inang lebih awal, sehingga perubahan epidemi lebih besar (Agrios, 2005). Di samping itu, *T. koningii* belum sesuai dengan *P. fluorescens* P60 dan perlu adaptasi dengan residu kimia di dalam tanah.

Intensitas penyakit terendah terdapat pada perlakuan P, sebesar 41,08% atau terjadi penurunan 41,96%. Hal ini diduga karena *P. fluorescens* P60 mampu menguasai permukaan perakaran secara luas dan menghasilkan antibiotika, sehingga patogen terganggu perkembangannya. Menurut Klopper *et al.* (1997), *P. fluorescens* mempunyai kemampuan menempel yang kuat pada permukaan akar, yang didukung hasil penelitian Soesanto (2000).

Meskipun *Trichoderma* sp. banyak dilaporkan mampu mengendalikan patogen tular-tanah, baik diaplikasikan secara tunggal maupun gabungan, tetapi pada percobaan ini, *T. harzianum* dan *T. koningii* belum mampu menekan intensitas penyakit moler (Tabel 1). Hal ini diduga selain bersaing dengan patogen, *T. harzianum* dan *T. koningii* juga harus bertahan hidup dari pengaruh residu fungisida yang ada dalam tanah, yang sesuai dengan pendapat Agrios (2005). Selain itu, populasi *Trichoderma* spp. di dalam tanah dipengaruhi oleh faktor fisik, kimia, dan biologi tanah (Papavizas, 1985).

**Pengaruh gabungan perlakuan inokulasi dan antagonis terhadap komponen penyakit.** Interaksi inokulasi dan antagonis menunjukkan pengaruh

sangat nyata hanya pada masa inkubasi dan intensitas penyakit (Tabel 2).

Masa inkubasi tercepat pada petak tanpa inokulasi dan inokulasi terdapat pada kontrol (A), karena bertalian dengan lokasi penelitian sebagai daerah endemi penyakit moler. Masa inkubasi terendah pada petak tanpa inokulasi dan inokulasi terdapat pada perlakuan P dan terjadi perlambatan masing-masing sebesar 62,33 dan 54,62%. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa *P. fluorescens* P60 mampu menekan infeksi patogen tular-tanah, misalnya *V. dahliae* pada terung (Soesanto dan Termorshuizen, 2001) dan *Sclerotium rolfsii* pada kedelai (Soesanto *et al.*, 2003).

Intensitas penyakit tertinggi dijumpai pada perlakuan I<sub>0</sub>T<sub>2</sub>P (Tabel 4), yang diperparah oleh lahan penelitian sebagai daerah endemi penyakit moler. Faktor lain yang mendukung adalah suhu, kelembapan, dan pH tanah saat penelitian, yaitu masing-masing sebesar 28,5°C, 73%, dan 5,4. Hal ini sesuai pendapat Domsch *et al.* (1993) dan Agrios (2005).

**Pengaruh gabungan perlakuan rendam atau siram dan antagonis terhadap komponen penyakit.** Masa inkubasi tercepat terdapat pada kontrol (A) (Tabel 2) dan terlama pada perlakuan P dan T<sub>1</sub>P atau terdapat selisih 2,83 hsi. Hal ini diduga peranan *P. fluorescens* P60 dan *T. harzianum*, yang sesuai dengan pendapat Tronsmo (1996), Raupach. and Kloepper (1998), dan Soesanto (2000).

Intensitas penyakit tertinggi terdapat pada perlakuan T<sub>2</sub>P. Hal ini diduga karena *T. koningii* belum sesuai dengan *P. fluorescens* P60 dan harus beradaptasi dengan residu kimia di dalam tanah, sehingga tidak dapat saling mendukung (Agrios, 2005).

Intensitas penyakit terendah perlakuan rendam terdapat pada perlakuan P atau terjadi penurunan 37,85%. *P. fluorescens* P60 mampu menekan intensitas penyakit karena mampu mengkoloni permukaan akar dari serangan *F. oxysporum*. Hal ini sesuai dengan pendapat Soesanto dan Termorshuizen (2001), yang menyatakan bahwa *P. fluorescens* P60 mampu mengkoloni daerah perakaran paling sedikit 12 minggu di dalam berbagai macam medium tanam dengan jumlah koloni yang meningkat, dan lebih banyak terdapat di ujung akar.

Tabel 2. Pengaruh gabungan perlakuan inokulasi dan antagonis terhadap komponen penyakit

Perlakuan	Masa inkubasi (hsi)	Intensitas Penyakit (%)	Populasi akhir <i>F. oxysporum</i> ( $\times 10^1$ upk/g)
I <sub>0</sub> T <sub>1</sub>	20,67 b	53,73 ab	4,00 a
I <sub>0</sub> B	20,33 b	36,87 a	4,50 a
I <sub>0</sub> T <sub>2</sub> P	19,00 ab	76,20 c	4,50 a
I <sub>i</sub> A	16,84 a	86,92 c	4,50 a
I <sub>i</sub> T <sub>2</sub>	26,00 c	52,37 a	4,17 a
I <sub>i</sub> T <sub>1</sub> P	25,00 c	67,39 b	4,17 a
I <sub>i</sub> P	30,83 d	36,70 a	4,83 a
I <sub>0</sub> T <sub>1</sub> P	19,33 ab	59,20 bc	5,00 a
I <sub>0</sub> A	18,67 a	54,63 b	5,17 a
I <sub>0</sub> T <sub>2</sub>	26,00 c	63,01 bc	5,17 a
I <sub>i</sub> T <sub>2</sub> P	21,33 b	79,37 bc	6,33 a
I <sub>i</sub> T <sub>1</sub>	26,33 c	63,10 b	6,34 a
I <sub>0</sub> P	30,00 d	50,47 ab	7,17 a
I <sub>i</sub> B	20,84 b	77,90 bc	7,17 a
RT <sub>1</sub>	21,00 c	47,62 ab	4,33 a
RP	30,67 e	44,69 a	4,92 a
RT <sub>2</sub>	23,67 d	66,60 b	5,00 a
ST <sub>2</sub> P	22,83 b	73,04 b	5,00 a
ST <sub>2</sub>	26,00 c	69,22 b	5,07 a
RA	17,40 a	74,60 b	5,34 a
RT <sub>1</sub> P	21,83 c	67,59 b	5,58 a
ST <sub>1</sub> P	27,84 d	59,00 b	5,67 a
RT <sub>2</sub> P	19,17 b	82,54 b	5,84 a
SP	23,34 b	48,76 ab	6,00 a
SB	22,50 b	47,15 a	6,92 a
SA	18,17 a	66,95 b	7,09 a
RB	18,67 ab	67,62 b	7,67 a
ST <sub>1</sub>	26,17 c	37,48 a	9,84 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama baris sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut UJBD taraf 5%. Data masa inkubasi ditransformasi ke  $\sqrt{x}$ , intensitas penyakit ke Arc.Sin  $\sqrt{x}$ , dan  $\sqrt{x+0,5}$ . I<sub>0</sub> = tanpa inokulasi, I<sub>i</sub> = inokulasi dengan *F. oxysporum*, R = rendam, S = siram, A = kontrol (akuades), B = benomil, T<sub>1</sub> = *T. harzianum*, T<sub>2</sub> = *T. koningii*, P = *P. fluorescens* P60, T<sub>1</sub>P = *T. harzianum* + *P. fluorescens* P60, dan T<sub>2</sub>P = *T. koningii* + *P. fluorescens* P60.

**Pengaruh gabungan perlakuan inokulasi, rendam atau siram dan antagonis terhadap komponen penyakit.** Masa inkubasi tercepat terdapat pada perlakuan A (kontrol). Cepatnya masa inkubasi tersebut diduga karena beberapa faktor, seperti keagresifan patogen dalam menimbulkan penyakit dan tidak adanya penghambatan patogen oleh mikroba lain. Juga karena kesesuaian patogen dengan tanaman bawang merah yang tinggi (Maryani *et al.*, 2005). Masa inkubasi terlama terdapat pada perlakuan

*P. fluorescens* P60 (P) di semua petak. Hal ini karena kemampuan *P. fluorescens* P60 dalam menghambat patogen, sesuai pendapat Soesanto (2000), Soesanto & Termorshuizen (2001), Soesanto *et al.* (2003), dan Rokhlani (2005). Sementara itu, belum optimumnya daya tekan *T. harzianum* dan *T. koningii* terhadap *F. oxysporum* diduga kedua antagonis tersebut kurang mampu beradaptasi dengan residu bahan kimia sintetis di dalam tanah.

Tabel 3. Pengaruh gabungan perlakuan inokulasi, rendam atau siram dan antagonis terhadap komponen penyakit

Perlakuan	Masa inkubasi (hsi)	Intensitas Penyakit (%)	Populasi akhir <i>F. oxysporum</i> ( $\times 10^1$ upk/g)
I <sub>i</sub> RT <sub>2</sub>	26,33 d	49,35 a	6,17 a
I <sub>0</sub> RT <sub>1</sub>	18,33 c	73,79 a	6,33 a
I <sub>0</sub> RT <sub>2</sub> P	19,00 b	85,70 a	7,00 a
I <sub>0</sub> RP	30,00 a	81,87 a	7,00 a
I <sub>0</sub> RT <sub>2</sub>	21,00 b	84,08 a	7,17 a
I <sub>0</sub> RB	20,33 b	79,44 a	7,67 a
I <sub>0</sub> RT <sub>1</sub> P	19,33 b	83,12 a	7,67 a
I <sub>i</sub> RT <sub>2</sub> P	19,33 b	88,37 a	7,67 a
I <sub>i</sub> RB	17,00 c	96,83 a	7,95 a
I <sub>i</sub> RT <sub>1</sub>	23,67 e	70,65 a	8,00 a
I <sub>0</sub> RA	17,67 c	77,78 a	5,67 a
I <sub>i</sub> RA	17,00 c	90,47 a	8,33 a
I <sub>i</sub> RP	31,33 a	69,05 a	9,83 a
I <sub>i</sub> RT <sub>1</sub> P	24,33 e	65,77 a	10,33 a
I <sub>0</sub> SB	20,33 c	51,01 a	7,00 a
I <sub>0</sub> SA	19,67 c	50,53 a	7,34 a
I <sub>0</sub> ST <sub>1</sub> P	30,00 b	49,00 a	7,84 a
I <sub>0</sub> ST <sub>2</sub> P	22,33 a	66,70 a	8,00 a
I <sub>i</sub> ST <sub>2</sub>	25,67 b	62,30 a	8,17 a
I <sub>0</sub> ST <sub>1</sub>	23,00 a	56,70 a	8,42 a
I <sub>i</sub> ST <sub>1</sub>	29,00 a	81,73 a	8,00 a
I <sub>0</sub> ST <sub>2</sub>	21,00 c	54,70 a	8,00 a
I <sub>i</sub> ST <sub>1</sub>	29,00 a	81,73 a	8,00 a
I <sub>i</sub> SA	16,67 c	83,37 a	8,61 a
I <sub>i</sub> SB	24,67 d	58,97 a	8,61 a
I <sub>i</sub> ST <sub>1</sub> P	25,67 b	69,00 a	8,76 a
I <sub>i</sub> ST <sub>2</sub> P	23,33 bd	79,37 a	8,76 a
I <sub>i</sub> SP	30,33 a	57,75 a	9,83 a
I <sub>0</sub> SP	22,00 a	42,83 a	10,67 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom per baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut UJBD taraf 5% untuk kelompok pembandingan yang sama. Data masa inkubasi ditransformasi ke  $\sqrt{x}$ , intensitas penyakit ditransformasi ke  $\text{Arc.Sin } \sqrt{x}$ , dan populasi akhir *F. oxysporum* ke  $\sqrt{x + 0,5}$ .

#### Pengaruh perlakuan terhadap komponen pertumbuhan.

**Pengaruh perlakuan inokulasi terhadap komponen pertumbuhan.** Semua komponen pertumbuhan yang diukur pada petak diinokulasi lebih tinggi apabila dibandingkan dengan petak tanpa inokulasi, meskipun tidak berbeda nyata (Tabel 4). Inokulasi *F. oxysporum* diduga menyebabkan bawang merah lebih mudah terinfeksi yang memungkinkan terjadi perubahan fisiologi. Hal ini sesuai dengan pendapat Agrios (2005).

#### Pengaruh perlakuan rendam atau siram terhadap komponen pertumbuhan.

Perlakuan rendam atau siram berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman bawang merah, tetapi tidak berpengaruh terhadap komponen pertumbuhan lain (Tabel 4). Hal ini makin membuktikan bahwa lahan yang digunakan telah terkontaminasi *F. oxysporum*, yang selaras dengan tingginya intensitas penyakit pada kedua perlakuan tersebut yang tidak berbeda nyata. Sesuai dengan pendapat Agrios (2005).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan inokulasi terhadap komponen pertumbuhan

Perlakuan	Bobot Basah (g/petak)	Bobot Kering (g/petak)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah anakan (buah)
I <sub>0</sub>	681,01 a	390,67 a	28,87 a	21,34 a	5,56 a
I <sub>i</sub>	522,16 a	272,35 a	26,27 a	15,46 a	5,51 a
R	635,23 a	341,23 a	26,33 a	18,06 a	6,16 a
S	576,94 b	321,78 b	28,81 a	18,75 a	8,91 a
A	379,60 a	265,67 ab	24,92 a	16,02 ab	5,67 a
B	538,86 ab	289,95 ab	26,68 a	13,46 a	6,47 a
T <sub>1</sub>	623,23 b	391,62 b	26,78 a	19,07 ab	5,99 a
T <sub>2</sub>	678,76 b	351,58 b	29,10 a	21,07 b	6,15 a
P	781,16 b	405,15 b	30,41 a	24,98 b	5,98 a
T <sub>1</sub> P	694,14 b	407,26 b	29,20 a	18,63 a	5,23 a
T <sub>2</sub> P	389,40 a	210,34 a	28,44 ab	15,62 a	6,00 a
I <sub>0</sub> A	620,55 a	346,16 a	28,25 ab	23,50 ab	6,64 a
I <sub>0</sub> B	744,35 a	424,92 a	30,82 ab	19,23 ab	7,20 a
I <sub>0</sub> T <sub>1</sub>	688,28 a	372,34 a	29,02 ab	22,10 ab	6,47 a
I <sub>0</sub> T <sub>2</sub>	648,86 a	340,16 a	27,14 a	17,10 a	6,10 a
I <sub>0</sub> P	803,46 a	536,37 a	30,77 ab	26,10 b	6,27 a
I <sub>0</sub> T <sub>1</sub> P	797,46 a	485,27 a	29,98 ab	23,79 ab	5,23 a
I <sub>0</sub> T <sub>2</sub> P	689,01 a	358,39 a	30,85 b	17,49 ab	6,50 a
I <sub>i</sub> A	594,06 a	335,23 a	21,56 a	8,53 ab	4,50 a
I <sub>i</sub> B	565,37 a	320,13 a	22,55 a	7,63 a	7,17 a
I <sub>i</sub> T <sub>1</sub>	558,19 a	410,89 a	24,28 a	16,04 b	6,34 a
I <sub>i</sub> T <sub>2</sub>	708,66 a	363,01 a	31,07 c	25,04 c	4,17 a
I <sub>i</sub> P	758,74 a	379,60 a	30,05 c	23,87c	4,83 a
I <sub>i</sub> T <sub>1</sub> P	590,82 a	329,25 a	28,42 bc	13,47 ab	4,17 a
I <sub>i</sub> T <sub>2</sub> P	556,10 a	337,23 a	25,97 b	13,75 ab	6,33 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama baris sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut UJBD taraf 5%. Bobot basah, bobot kering, tinggi tanaman ditransformasi ke  $\sqrt{x}$ , jumlah daun dan anakan ke  $\sqrt{x + 0,5}$ . Keterangan lain sama dengan tabel sebelumnya.

**Pengaruh perlakuan antagonis terhadap komponen pertumbuhan.** Perlakuan antagonis berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan jumlah daun bawang merah, berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering tanaman bawang merah, dan tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan.

Jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan P dan terkecil pada perlakuan B. Hal ini diduga karena *P. fluorescens* P60 yang diinokulasi ke dalam tanah, mampu berperan sebagai agensia hayati maupun sebagai PGPR., yang merangsang pertumbuhan sistem akar dan menghambat jamur dan bakteri yang merugikan (Weller, 1988). Rendahnya jumlah daun pada perlakuan B selaras dengan ketakmampuan fungisida untuk mengendalikan patogen, yang berakibat pada tingginya intensitas penyakit dan

berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Suhardi *et al.* (1979 dalam Semangun, 2000) mengatakan bahwa beberapa usaha untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat dengan fungisida tidak memberikan hasil yang memuaskan.

Bobot basah tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan P dan terendah terdapat pada perlakuan A atau terdapat selisih 401,56 g. Tingginya bobot basah tanaman pada perlakuan P diduga karena peranan *P. fluorescens* P60 dalam merangsang pertumbuhan tanaman selain mampu menekan patogen. Menurut Dowling dan O' Gara (1994), *P. fluorescens* menghasilkan siderofor, senyawa antimikroba, dan hormon tumbuh, sehingga dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Perlakuan gabungan *T. koningii* dan *P. fluorescens* P60 belum sesuai, sehingga perlindungan tanaman bawang merah kurang

optimum. Bobot kering tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan P dan T<sub>1</sub>P, sedangkan terendah pada perlakuan T<sub>2</sub>P dan A, atau terjadi peningkatan bobot kering tanaman masing-masing sebesar 51,92 dan 51,63%, bila dibandingkan dengan T<sub>2</sub>P dan A. Hal ini selaras dengan tingginya bobot basah tanaman bawang merah.

Perlakuan *P. fluorescens* P60 baik secara tunggal maupun gabungan dengan *T. harzianum* mampu meningkatkan bobot kering tanaman bawang merah. Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian antara *P. fluorescens* P60 dengan *T. harzianum*, yang sesuai dengan Rokhlani (2005). Menurut Dowling dan O'Gara (1994), pada kondisi Fe<sup>3+</sup> terbatas, *P. fluorescens* mampu mengikatnya dengan kuat karena adanya senyawa siderofor. Besi merupakan unsur penting pertumbuhan, karena berfungsi sebagai kofaktor enzim oksidasi dan reduksi. Banyak patogen membutuhkan besi sebagai nutrisi penting untuk kevirulennanya, sehingga produksi siderofor menyebabkan Fe<sup>3+</sup> tidak tersedia bagi patogen. Akibatnya, patogen dapat ditekan dan tanaman dapat tumbuh dengan optimum, sehingga berat kering menjadi besar.

**Pengaruh gabungan inokulasi dan perlakuan antagonis terhadap komponen pertumbuhan.** Jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan P dan terendah pada T<sub>2</sub> (Tabel 4). Tingginya jumlah daun dan tinggi tanaman pada perlakuan P diduga karena *P. fluorescens* P60 sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Hal ini terbukti dari hasil penelitian Riswanto (2003). *P. fluorescens* menghasilkan hormon tanaman, yaitu asam salisilat dan asam indol asetat (IAA) (Dowling dan O'Gara, 1994), yang merupakan bioaktif dan merangsang perpanjangan akar.

**Pengaruh gabungan rendam atau siram dan perlakuan antagonis serta gabungan perlakuan inokulasi dan antagonis terhadap komponen pertumbuhan.** Interaksi perlakuan rendam atau siram dan perlakuan antagonis serta perlakuan inokulasi, rendam atau siram dan perlakuan antagonis tidak berpengaruh nyata terhadap komponen pertumbuhan.

## SIMPULAN

1. Penekanan hayati menggunakan *P. fluorescens* P60 baik secara tunggal atau gabungan lebih efektif terhadap penyakit moler dibandingkan dengan

- T. harzianum* dan *T. koningii*. *P. fluorescens* P60 mampu menekan intensitas penyakit 41,96%.
2. *Pseudomonas fluorescens* P60 terbaik diberikan secara siram sebanyak 10 mL dengan kepadatan 10<sup>7</sup> upk/mL yang mampu menurunkan masa inkubasi dan intensitas penyakit dan memperkecil populasi patogen masing-masing 5,17 hsi, 18,19%, dan 1,09 x10<sup>1</sup> upk/g tanah.
3. Pertumbuhan dan produksi bawang merah cenderung meningkat akibat penekanan hayati oleh *P. fluorescens* P60 sebesar 65,57%, sedangkan *T. harzianum* dan *T. koningii* tidak mampu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology* 5<sup>th</sup> ed. Elsevier Academic Press, San Diego. 922 p.
- Badan Pusat Statistik. 2004. *Kabupaten Tegal Dalam Angka*. Pemerintah Daerah Kabupaten Tegal.
- Davies, K.G. & R. Whitbread. 1989. A comparison of methods of the colonisation of root system by *fluorescens Pseudomonads*. *Plant and Soil* 116:339-241.
- Departemen Pertanian. 2003. *Metode Pengamatan OPT Tanaman Sayuran*. (On-line). <http://www.deptan.go.id> diakses 1 Maret 2006.
- Domsch, K.H., W. Gams, & T.H Anderson. 1993. *Compendium of Soil Fungi*. Volume 1. IHW-Verlag, Eching. Pp. 305-799.
- Dowling, D.N. & F. O'Gara. 1994. Metabolites of *Pseudomonas* involved in the biocontrol of plant disease. *Tibtech*. 12:133-141.
- Kloepper, J.W., S. Tuzun, G.W. Zehnder, & G. Wei. 1997. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance – Historical precedence. *Phytopathol.* 87(2):136-137.
- Maryani, A.D., L. Soesanto, & T. Agung D.H. 2005. Kajian ketahanan terhadap penyakit trolol dan struktur anatomi daun dari lima kultivar bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Tropika* 13(2):113-121.

- Papavizas, G.C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Ann. Rev. Phytopathology* 23:23-54.
- Pierson, E.A. & D.M. Weller. 1994. Use of mixtures of *fluorescens Pseudomonads* to suppress take-all and improve the growth of wheat. *Phytopathology* 84:940-947.
- Prabowo, A.K.E., N. Prihatiningsih, & L. Soesanto. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan sembilan isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *zingiberi* Trujillo pada kencur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 8(2):76-84.
- Raaijmakers, J.M. & D.M. Weller. 1998. Natural plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas* spp. on take-all decline soils. *MPMI* 11(2):144-152.
- Raupach, G.S. and J.W. Kloepper. 1998. Mixture of plant growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. *Phytopathol.* 88:1158-1164.
- Rokhlani. 2005. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60, *Trichoderma harzianum*, dan *Gliocladium* sp. Dalam Menekan *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* *In Vitro* dan *In Planta*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 58 hal. (Tidak Dipublikasikan).
- Rosmahani, I., E. Korlina, Baswarsiati, E. Retnaningtyas, A. Suryadi, S.Z. Sa'adah, & Sukur. 2003. *Sistem Usaha Tani Berbasis Bawang Merah di Lahan Kering Dataran Rendah* (On-line). <http://www.bbpt-jatim.deptan.go.id> diakses 1 Maret 2006.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 850 hal.
- Soesanto, L. 2000. Ecology and Biological Control of *Verticillium dahliae*. *Ph.D. Thesis*. Wageningen University, Wageningen. 120 p.
- Soesanto, L. & A.J. Termorshuizen. 2001. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia hayati jamur-jamur patogen tular-tanah. *Prosiding Kongres XIV dan Seminar Nasional PFI*, Bogor. Hal. 183-186.
- Soesanto, L., E. Pramono, D.S. Utami, & A. Riswanto 2003. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia pengendali hayati *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada tanaman kedelai. *Prosiding Kongres XVII dan Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Bandung, 6-8 Agustus 2003.
- Soesanto, L., Soedharmono, N. Prihatiningsih, A. Manan, E. Iriani, & J. Pramono. 2005. potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 5(1):50-57.
- Sudantha, I.D. 2003. Pengaruh kadar air tanah tersedia terhadap aktivitas jamur *Trichoderma harzianum* dalam menekan jamur *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kedelai. *Jurnal Penelitian* 2(4):24-30.
- Tronsmo, A. 1996. *Trichoderma harzianum* in Biological Control of Fungal Diseases. Pp. 212-221. In: R. Hall (ed.), *Principles And Practise of Managing Soil Borne Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul, Minenesota.
- Tuite, J. 1969. *Plant Pathological Method: Fungi and Bacteria*. Burgess Publishing Company, Minneapolis.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26:379-407.