

## PERTANIAN

ISOLASI DAN SELEKSI PSEUDOMONAD FLUORESCENS PADA RISOSFER  
PENYAMBUNGAN TOMAT*Isolation and Selection for Fluorescent Pseudomonads from Rhizosphere of Grafted-tomato*Suhartiningih Dwi Nurcahyanti<sup>1,\*</sup>, Triwidodo Arwiyanto<sup>2</sup>, Didik Indradewa<sup>2</sup>, Jaka Widada<sup>2</sup><sup>1</sup>Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jln. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto, Jember<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta\*E-mail : [sdnurcahyanti.faperta@unej.ac.id](mailto:sdnurcahyanti.faperta@unej.ac.id)

## ABSTRACT

Fluorescent pseudomonad had been isolated from the rhizosphere of grafting tomato with resisten rootstock (H 7996 and EG 203 from Asian Vegetable Research Development Center). Tomato varieties Permata and Fortuna were used as scion in grafting. Fluorescent pseudomonad was isolated on King's B medium and used phosphate buffer 0,1 M + 0,1 % pepton. About 230 isolates of *P. fluorescens* were isolated from tomato rhizosphere at 14 HST and about 454 isolates at 28 HST. All isolates were tested for their capability to suppress the growth *Ralstonia solanacearum* in vitro. All isolates inhibited the growth of *R. solanacearum* with an inhibition zone of 1 mm to 7 mm or more. The mechanism growth of inhibition was bacteriostatic. About Ten isolates of *P. fluorescens* which had large inhibition zone, were not inhibit each other and inhibition against *R. solanacearum* due to nutrient competition.

**Keywords :** tomato; grafting; Fluorescens pseudomonad

## ABSTRAK

Pseudomonad fluorescens diisolasi dari risosfer tomat hasil penyambungan dengan batang bawah tahan yaitu tomat H 7996 dan terung EG 203 dari *Asian vegetables Research Development Center* (Taiwan). Sebagai batang atas digunakan varietas Permata dan Fortuna. Isolasi dilakukan pada media King's B dan menggunakan buffer fosfat 0,1 M + pepton 0,1 %. Sejumlah 230 isolat *P. fluorescens* berhasil diisolasi dari risosfer pada 14 HST dan 454 isolat pada 28 HST. Semua isolat diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro*. Semua isolat *P. fluorescens* mampu menghambat *R. solanacearum* dengan zona hambatan antara 1 mm sampai dengan lebih dari 7 mm. Semua isolat mempunyai mekanisme penghambatan bakteriostatik. Sebanyak sepuluh isolat *P. fluorescens* yang mempunyai daya hambat besar, tidak saling menghambat satu dengan yang lain dan penghambatan terhadap *R. solanacearum* yang terjadi karena adanya kompetisi nutrisi.

**Kata kunci:** Tomat; Penyambungan; Pseudomonad fluorescens

**How to cite:** Nurcahyanti SD, T Arwiyanto, D Indradewa, J Widada. 2013. Isolasi dan seleksi pseudomonad fluorescens pada risosfer penyambungan tomat. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): 15-18

## PENDAHULUAN

Penyambungan tanaman merupakan salah satu cara untuk memperbaiki tanaman dari pengaruh kondisi yang kurang menguntungkan termasuk untuk mendapatkan ketahanan terhadap penyakit (Sumeru, 2006). Penyambungan tanaman tomat dengan batang bawah (*rootstock*) terung digunakan untuk mengatasi kondisi tanah yang sangat lembab karena terung dapat hidup pada tanah dengan kadar air yang tinggi. Selain itu juga untuk mengatasi penyakit *soil borne* seperti penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*. Demikian juga batang bawah tomat dapat digunakan terutama untuk mengatasi penyakit *soil borne*. AVRDC (Asian Vegetable Research Development Center) merekomendasikan Tomat H 7996 dan terung EG 203 untuk mengatasi penyakit terbawa tanah seperti penyakit layu bakteri oleh *R. solanacearum*, layu Fusarium oleh *Fusarium oxisporum* f.sp. *lycopersici*, *shouthern blight* oleh *Sclerotium rolfsii*, dan nematoda bengkak akar meloidogyne (Black *et al.*, 2003).

Pertautan antara batang atas dan batang bawah pada penyambungan terjadi karena pada daerah potongan dari masing-masing tanaman akan tumbuh sel yang bersifat meristematis yang selanjutnya akan terjadi pertautan di antara kedua batang tersebut. Mekanisme hubungan antara batang bawah dan batang adalah saling timbal balik meskipun mekanisme ini secara pasti belum diketahui dan diduga hubungan dalam hal penyerapan dan penggunaan nutrisi, translokasi nutrisi dan air serta alterasi zat tumbuh endogen (Sumeru, 2006).

Risosfer merupakan daerah yang sangat aktif, tempat terjadinya sejumlah reaksi kimia dan proses biologi. Komposisi dan jumlah dari eksudat akar akan mempengaruhi keberadaan mikroorganisme di rizosfer

dan mikroorganisme tersebut akan mempengaruhi tanaman (Barbas *et al.* 1999; dan Pinton *et al.*, 2007).

Hasil penelitian Chen *et al.* (2011), eksudat akar terung mengandung asam sinamat dan vanilin yang mempengaruhi pertumbuhan miselium jamur *Verticillium dahliae* penyebab penyakit layu dan perkembangan penyakit layu di lapangan. Pada konsentrasi 1 dan 4 mmol/L akan menghambat pertumbuhan terung namun memacu penyakit layu verticilium karena pada konsentrasi tinggi keduanya bersifat racun terhadap terung sehingga dapat meningkatkan resiko infeksi patogen.

Menurut Hasil penelitian Luternberg *et al.* (1999) Eksudat akar tomat mengandung gula dan asam organik yang bervariasi seiring tahap pertumbuhan tanaman tomat. Eksudat akar tomat mengandung glukosa, fruktosa, dan maltosa pada semua stadia pertumbuhan namun perbandingannya dipengaruhi oleh stadia perkembangannya.

Mikroorganisme rizosfer dapat berpengaruh menguntungkan dan merugikan terhadap tanaman. Pengaruh menguntungkan seperti fiksasi nitrogen, mikorisa, pengendalian hayati patogen tanaman, memproduksi senyawa pemacu pertumbuhan, dan dapat merugikan seperti penyakit, bakteri perusak akar, dan immobilization nutrisi tanaman (Metting, 1992). Bakteri antagonis yang dapat digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan bakteri layu pada tomat antara lain *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Burkholderia glumae*, *Bacillus* spp., *B. pumila*, *B. subtilis*, *Streptomyces mutabilis*, dan *Actinomyces* (Saddler, 2005).

Isolasi bakteri antagonis ini dilakukan pada tanah risosfer tomat hasil penyambungan dengan tujuan untuk mendapatkan bakteri antagonis sebagai agen hayati potensial yang sudah berasosiasi dengan perakaran tomat. Tujuan kedepan adalah untuk memadukan cara pengendalian

penyakit layu bakteri *R. solanacearum* dengan metode penyambungan batang bawah tahan dan aplikasi bakteri antagonis.

## BAHAN DAN METODE

**Isolasi bakteri *Ralstonia solanacearum*.** Pengambilan sampel dilakukan di lahan pertanian terung yang endemik penyakit layu bakteri. Pemilihan inang terung ini didasarkan pada kemampuan isolat *R. solanacearum* yang menginfeksi terung lebih kuat daripada yang menginfeksi tomat. Tanaman yang menunjukkan gejala layu dicabut beserta akarnya kemudian dimasukkan dalam kantong plastik. Akar sampel tanaman sakit dipotong kemudian dicuci dengan air mengalir dan kemudian bagian epidermisnya dibuang. Potongan tersebut dipotong lagi dengan ukuran 0,5 cm dan dimasukkan alkohol 70 % selama satu menit kemudian dimasukkan air steril selama satu menit. Selanjutnya potongan-potongan akar dimasukkan ke dalam 5 ml air steril selama beberapa menit agar massa bakteri keluar dari jaringan tanaman. Suspensi bakteri digoreskan pada medium YPGA dalam cawan Petri secara aseptis kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dengan ciri warna putih keruh, fluidal, cembung, tepi koloni tidak rata dan tidak tembus cahaya dipindahkan ke agar miring YPGA. Selanjutnya diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang, kemudian disimpan dengan pemberian parafin sebagai stok kultur dan sebagai kultur kerja disimpan dalam kulkas.

**Persiapan Bibit.** Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tomat H 7996 dan terung EG 203 dari AVRDC sebagai batang dan tomat Permata dan Fortuna sebagai batang atas. Terung EG 203 disemai 3 hari lebih awal daripada tomat H 7996, Permata dan Fortuna. Media pembibitan yang digunakan adalah campuran tanah : pasir : kompos dengan perbandingan 1 : 1 : 1.

**Penyambungan Tomat.** Perlakuan dalam penelitian ini adalah penyambungan yaitu 1) H = H 7996; 2) E = EG 203; 3) P = permata; 4) F = Fortuna; 5) HP = H 7996 + Permata; 6) HF + = H 7996 + Fortuna; 7) EP = EG 203 + Permata dan 8) EF = EG 203 + Fortuna. Penyambungan dilakukan setelah tanaman mempunyai 2-3 daun dan diameter batang sekitar 1,6-1,8 mm dengan umur 28 hari. Cara penyambungan sebagai berikut (Black et al., 2003): 1) Batang bawah dipotong di atas kotiledon dengan kemiringan 30°; 2) Batang atas dipotong di atas kotiledon dengan kemiringan 30°; 3) Karet pentil dipotong 1,5 cm dengan salah satu ujung dipotong miring; 4) Ujung batang bawah yang dipotong dimasukkan dalam karet pentil dan selanjutnya ujung batang atas dimasukkan dari ujung karet pentil yang lain; 5) Hasil penyambungan disungkup dengan plastik dan selanjutnya dimasukkan dalam *screenhouse* dengan tetap menjaga kelembaban >85% dengan suhu antara 25–32°C, 6) Lima hari setelah disungkup hasil sambungan sudah jadi dan dikeluarkan dari sungkup dan tetap berada dalam *screenhouse*. Sembilan hari setelah penyambungan daun dipupuk dengan larutan urea 0,3 – 0,4 %. Tanaman dipelihara selama 7 sampai sembilan hari dalam *screenhouse*. Semua proses tersebut akan memerlukan waktu 30 sampai 33 hari.

**Penanaman Tomat.** Bibit tomat hasil penyambungan ditanam pada polibag dengan media tanam campuran tanah dan pupuk kandang dosis 20 ton/ha dan ditambah pupuk NPK dengan dosis 450 kg/ha. Polibag ukuran diameter 15 cm diisi dengan campuran media tanam sebanyak 700 gram. Penanaman dibuat tiga ulangan dengan tiap perlakuan terdiri 6 tanaman. Tanaman dipelihara sampai umur 28 hari setelah tanam. Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman dan pengendalian OPT.

**Isolasi *Pseudomonad fluorescens*.** Pengambilan sampel tanah risosfer dilakukan dua kali yaitu pada saat tanaman berumur 14 HST dan 28 HST. Sampel tanah risosfer diambil dengan cara mencabut tanaman dan mengibaskan tanah yang melekat sehingga tinggal tanah yang menempel pada perakaran yang diambil sebagai sampel. Tanah rizosfer sebanyak 1 g di oven sampai beratnya konstan dan 1 g disuspensikan dalam 9 ml buffer fosfat 0,1 M + 0,1% pepton dan digojog selama 30 menit, kemudian didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya suspensi tanah dibuat seri pengenceran dengan buffer yang sama. Sebanyak 100 µl hasil pengenceran 10<sup>2</sup> dan 10<sup>3</sup> ditumbuhkan pada media King's B kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 48 jam. Koloni bakteri *P. fluorescens* dengan ciri berpendar dibawah sinar UV diambil dengan tusuk gigi dan dilakukan pemurnian dengan cara dimasukkan dalam 5 ml

air steril dan dibuat suspensi. Sebanyak 100 µl diambil dan ditumbuhkan pada media King's B dengan menggunakan L glass, selanjutnya diinkubasikan selama 48 jam pada suhu ruang. Koloni tunggal yang berpendar diambil dengan jarum ose dan digoreskan pada media King's B miring, selanjutnya diinkubasikan selama 48 jam pada suhu ruang dan disimpan sebagai biakan murni.

**Penghitungan Populasi Bakteri Antagonis.** Sebanyak 1 gram tanah risosfer dioven sampai beratnya konstan dan populasi bakteri per gram berat kering tanah dihitung dengan menggunakan rumus (Anonim, 1992):

$$N = m \times \text{berat basah tanah}$$

Berat kering tanah

$$M = a \times U$$

Keterangan : N = cfu / g bering tanah

m = cfu / g basah tanah

a = jumlah koloni

U = tingkat pengenceran

**Seleksi Bakteri Antagonis Secara In Vitro.** Bakteri *P. fluorescens* ditumbuhkan pada media King's B secara titik dengan tusuk gigi steril sebanyak 8 titik per cawan petri. *Bacillus* ditumbuhkan pada media YPGA. Biakan diinkubasikan 48 jam pada suhu kamar, kemudian cawan petri dibalik dan pada tutupnya dituangi 1 ml kloroform. Setelah dua jam cawan petri dibalik kembali pada posisi semula. Sebanyak 200 µl biakan *R. solanacearum* umur 48 jam disuspensikan dalam 4 ml medium agar air 0,6 % yang mencair (45 °C) kemudian digojog hingga homogen dan dituangkan ke dalam cawan Petri tersebut di atas. Biakan diinkubasikan lagi selama 24 jam pada suhu kamar. Zona hambatan yang terbentuk diukur jari-jari zona hambatan tersebut. Berdasarkan zona hambatan yang terbentuk sejumlah isolat yang ada dibuat score dan isolat yang mempunyai zona hambatan yang besar diuji kembali dengan cara yang sama.

**Deteksi Mekanisme Penghambatan.** Media agar pada zona hambatan diambil dengan menggunakan skapel dan dimasukkan dalam 0,5 % pepton kemudian diinkubasikan selama 5 hari dan diamati kekeruhannya untuk melihat mekanisme penghambatan yang terjadi. Jika air pepton tampak jernih menunjukkan bahwa *P. fluorescens* mampu membunuh *R. solanacearum* (bersifat bakterisidal) dan jika air pepton keruh menunjukkan bahwa bakteri tersebut hanya mampu menekan pertumbuhan *R. solanacearum* (bersifat bakteristatik). Pengujian mekanisme yang lain untuk mengetahui apakah penghambatan terjadi karena kompetisi nutrisi atau karena *P. fluorescens* menghasilkan senyawa penghambat yang dapat menekan *R. solanacearum* dilakukan dengan cara menguji antagonisme dengan menggunakan media King's B, YPGA, NA, dan CPG. Metode yang digunakan sama dengan pengujian seleksi antagonisme secara *in vitro*.

**Uji Kompatibilitas antar *P. fluorescens* Terpilih.** Uji kompatibilitas ini dilakukan untuk mendapatkan isolat-isolat bakteri antagonis yang tidak saling menghambat yang nantinya dapat digunakan sebagai agen hayati secara bersama-sama. Berdasarkan hasil seleksi *P. fluorescens* secara *in vitro* selanjutnya dipilih 10 isolat terbaik dengan zona hambatan yang besar dan konsisten. Uji kompatibilitas dilakukan antar 10 isolat *Pseudomonad fluorescens*. Metode yang digunakan sama dengan pengujian seleksi antagonisme secara *in vitro*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Risosfer merupakan daerah yang kaya nutrisi untuk mikroorganisme tanah termasuk bakteri antagonis seperti *P. fluorescens*. Akar tanaman melepaskan beberapa macam senyawa yang merupakan nutrisi bagi mikroorganisme yang ada di daerah perakaran. Senyawa organik yang terdeteksi dalam eksudat akar menurut Pinton et al., (2007) adalah gula, asam amino, asam organik, asam lemak dan sterol, faktor tumbuh, *favonones*, dan enzim serta *miscellaneous*. Kualitas dan kuantitas komposisi eksudat akar dipengaruhi oleh faktor lingkungan termasuk pH, tipe tanah, status oksigen, intensitas cahaya, suhu tanah, ketersediaan nutrisi, dan keberadaan mikroorganisme (Mukerji et al., 2006).

Sejumlah isolat bakteri dari kelompok *Pseudomonad fluorescens* dengan ciri koloni berwarna kuning kehijauan dan berpendar dibawah sinar *ultra violet* berhasil diisolasi dari risosfer tomat hasil penyambungan

(Gambar 1a). Isolat bakteri tersebut mempunyai daya hambat yang berbeda terhadap bakteri *R. solanacearum* salah satu patogen *soil-borne* yang penting pada tanaman tomat. Hasil isolasi menunjukkan bahwa populasi bakteri baik *P. fluorescens* per gram tanah pada 14 hari setelah tanam lebih sedikit dibandingkan pada 28 hari setelah tanam. Hal ini diduga karena pengaruh umur tanaman berkaitan dengan proses fisiologi tanaman dan pertumbuhan akar. Hasil isolasi antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil penelitian Luternberg *et al.*, (1999) menunjukkan bahwa eksudat akar tomat mengandung glukosa, fruktosa, dan maltosa pada semua stadia pertumbuhan namun perbandingan dipengaruhi oleh stadia perkembangannya.

Sebanyak 230 isolat *P. fluorescens* diisolasi pada 14 hari setelah tanam 454 isolat dengan variasi daya penghambatan pertumbuhan terhadap *R. solanacearum* dengan mekanisme penghambatan semua bersifat bakteriostatik (Tabel 1 dan 2). Hasil isolasi sejumlah *P. fluorescens* dari risosfer *Mimosa* sp yang dilakukan Arwiyanto (1997) menunjukkan mekanisme penghambatan bakteriostatik dan bakterisidal. Kelompok bakteri *P. fluorescens* ini mudah diisolasi dan ditumbuhkan di laboratorium, mudah diidentifikasi dan nutrisinya sangat mudah (*versatile*). Bakteri ini merupakan *soil inhibition* khususnya pada permukaan akar tanaman, juga tumbuh dan mengkoloni akar ketika diintroduksi secara buatan (Campbell, 1989). Kemampuan menghambat *R. solanacearum* oleh *P. fluorescens* seperti tampak pada Gambar 1b.

**Tabel 1.** Zona hambatan pertumbuhan *R. solanacearum* oleh Pseudomonad fluorescens hasil isolasi pada 14 HST

Perlakuan	Zona hambatan (mm)			Jumlah isolat	Populasi per gram tanah	Mekanisme penghambatan
	0 ≤ X ≤ 4	4 < X ≤ 7	> 7			
E	16	10	3	29	1,07 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
H	18	10	0	28	1,06 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
P	11	15	1	27	1,02 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
F	16	10	2	28	1,07 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
EP	16	10	3	29	1,12 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
EF	13	19	0	32	1,23 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
HP	17	11	0	28	1,05 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
HF	10	17	2	29	1,00 x 10 <sup>4</sup>	Bakteriostatik
Jumlah	117	102	11	230		

Keterangan: E = Terung EG 203, H = Tomat H 7996, P = Permata, F = Fortuna, EP = Terung EG 203 + Permata, EF = terung EG 203 + Fortuna, HP = tomat H7996 + Permata dan HF = Tomat H 7996 + Fortuna

**Tabel 2.** Zona hambatan pertumbuhan *R. solanacearum* oleh Pseudomonad fluorescens hasil isolasi pada 28 HST

Perlakuan	Zona hambatan (mm)			Jumlah isolat	Populasi per gram tanah	Mekanisme penghambatan
	0 ≤ X ≤ 4	4 < X ≤ 7	> 7			
E	22	31	3	56	2,17 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
H	28	21	5	54	2,07 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
P	17	32	8	57	2,07 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
F	29	27	4	60	2,37 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
EP	19	34	5	58	2,17 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
EF	23	28	4	55	2,07 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
HP	26	24	8	58	2,20 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
HF	23	29	4	56	2,10 x 10 <sup>5</sup>	Bakteriostatik
Jumlah	187	226	41	454		

Keterangan : E = Terung EG 203, H = Tomat H 7996, P = Permata, F = Fortuna, EP = Terung EG 203 + Permata, EF = terung EG 203 + Fortuna, HP = tomat H7996 + Permata dan HF = Tomat H 7996 + Fortuna

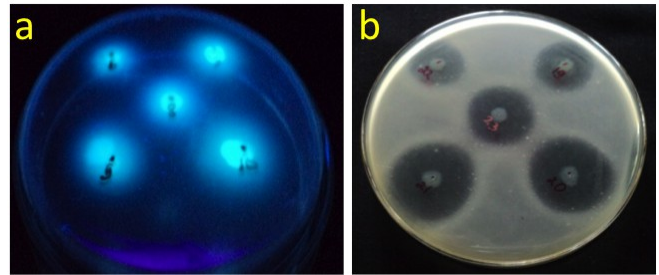
*Pseudomonad fluorescens* merupakan agen pengendalian hayati penting di risosfer selama keduanya secara luas dan aktifitasnya tinggi dalam memproduksi siderofor (Sigeo, 1993). Berdasarkan hasil pengujian antagonisme *P. fluorescens* terpilih terhadap *R. solanacearum* pada beberapa media menunjukkan bahwa bakteri tersebut hanya mampu menghambat pada media King's B, sedangkan pada media YPGA, NA dan CPG tidak menunjukkan adanya zona hambatan Tabel 3 ).

*P. fluorescens* mampu menghasilkan siderofor yaitu senyawa pengkkelat unsur besi. Pada media King's B yang kandungan unsur Fe rendah, *P. fluorescens* mampu mengkkelat unsur Fe tersebut sehingga menjadi tidak tersedia untuk bakteri *R. solanacearum*. Dengan demikian terjadi kompetisi nutrisi dan menyebabkan penghambatan pertumbuhan *R. solanacearum* yang ditunjukkan dengan adanya zona hambatan.

**Tabel 3.** Zona hambatan pertumbuhan *R. solanacearum* oleh *P. fluorescens* pada beberapa media

No. Isolat	Zona hambatan (mm) <i>P. fluorescens</i> >> <i>R. solanacearum</i>			
	King's B	YPGA	CPG	NA
1	16,00	0	0	0
2	15,50	0	0	0
3	16,00	0	0	0
4	15,50	0	0	0
5	16,00	0	0	0
6	15,25	0	0	0
7	15,50	0	0	0
8	15,25	0	0	0
9	16,00	0	0	0
10	16,00	0	0	0

Selain sebagai agen hayati bakteri *P. fluorescens* mampu menghasilkan berbagai senyawa penghambat pertumbuhan seperti *Phenazine-1-carboxylate*, *pyoluteorin*, *phenazine-1-carboxamide*, *2,4-Diacetylphloroglucinol*, *Pyrolnitrin*, *Pyocyanine*, *Hidrogen cyanida*, dan *Viscosinamide*. Bakteri tersebut juga mengeluarkan senyawa pemacu pertumbuhan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Mekanisme PGPR tersebut adalah ikut dalam fiksasi nitrogen, pelarutan posfat, memproduksi fitohormon seperti auksin dan sitokinin dan gas yang menstimulasi pertumbuhan seperti etilen dan 2,3 *butanediol* (Haas dan Defago, 2005).



**Gambar 1.** Koloni *P. fluorescens* pada media King'S B di bawah sinar UV (a), zona hambatan *P. fluorescens* terhadap *R. solanacearum* (b).

Berdasarkan hasil pengujian kompatibilitas antar 10 isolat *P. fluorescens* seperti yang tercantum pada tabel 4, menunjukkan bahwa semua isolat tidak saling menghambat satu dengan yang lain. Hal tersebut dapat dilihat dengan tidak terbentuknya zona hambatan pada uji antagonisme dengan media King's B. Berdasarkan hal tersebut dalam aplikasi 10 isolat *P. fluorescens* sebagai agen hayati dapat dilakukan dengan cara mencampur isolat tersebut karena semua kompatibel satu dengan yang lainnya.

**Tabel 4.** Pengujian kompatibilitas antar 10 isolat *P. fluorescens*

No isolat	<i>P. fluorescens</i> >> <i>P. fluorescens</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : (-) menunjukkan bahwa antara isolat tidak saling menghambat

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *Eksperimental Methodes of Soil Microbiology*. Tokyo: Showkendo.
- Arwiyanto T. 1997. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau: 1. Isolasi bakteri antagonis. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3(1): 54-60.

- Bais HP, TL Weir LG Perry, S Gilroy, LM Vivanco. 2006. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57: 233–66.
- Black LL, DL Wu, JF Wang, T Kalb, D Abbas. JH Chen. 2003. International Cooperators Guide. Grafting Tomatoes for Production in the Hot-Wet Season. AVRDC.
- Campbell R. 1989. *Biological Control of Microbial Plant Pathogens*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chen S, B Zhou, S Lin, X L, X Ye. 2011. Accumulation of cinnamic acid and vanillin in eggplant root exudates and the relationship with continuous cropping obstacle. *African Journal of Biotechnology* 10(14): 2659-2665.
- Haas D, G Defago. 2005. Biological Control of Soil-Borne Pathogens by *Fluorescent pseudomonads*. *Nature Review Microbiology* 3: 307-319.
- Lugtenberg BJ, LV Kravchenko, M Simons. 1999. Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere colonization. *Environmental Microbiology* 1(5): 439-446.
- Mukerji KG, C Manocharachary and J Singh. 2006. *Microbial Activity in The Rhizosphere*. Heidelberg: Verlag Berlin.
- Pinton R, Z Varananni, P Namipieri. 2007. *The Rhizosphere: Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*. Second edition. New York: CRC.
- Saddler GS. 2005. *Management of Bacterial Wilt Disease*. Page: 121-132. in Allen C, P Prior, AC Hayward (eds). *Bacterial Wilt Disease and The Ralstonia solanacearum Species Complex*. Minnesota: APS Press.
- Sigee DC. 1993. *Bacterial Plant Pathology, Cell and Molecular Aspects*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sumeru. A. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.