

**PENEKANAN PENYAKIT LINCAT TEMBAKAU TEMANGGUNG
DENGAN *STREPTOMYCES* SPP**

***SUPPRESSION OF LINCAT DISEASE OF TEMANGGUNG TOBACCO
WITH STREPTOMYCES SPP***

Triwidodo Arwiyanto, Kharis Haryono, dan Achmadi Priyatmojo

Fakultas Pertanian UGM

Toekidjo Martoredjo

Fakultas Pertanian UST Yogyakarta

Gembong Dalmadiyo

Balai Penelitian Tanaman Serat dan Tembakau (In Memoriam)

ABSTRACT

Streptomyces is one of a soil microorganisms which is rarely used by Indonesian researcher for biological control of plant pathogen. Local isolates of *Streptomyces* spp. were used in this study to control "lincat disease" of Temanggung tobacco. Ninety four isolates of *Streptomyces* were tested directly in the field to suppressed the development of lincat disease in the field. Six isolates, i.e. Stre-4, Stre-7, Stre-48, Stre-61, Stre-66, and Stre-67 suppressed the disease development with various degree. It was likely that decreasing the concentration of bacterial antagonist gave better protection against the disease. *In vitro* experiments indicated that there was no correlation between inhibition pathogen *in vitro* and ability to suppress disease in the field. The results showed that selection of antagonist *in vitro* based on antibiosis will eliminate the chance to get other potential antagonist.

Keywords : *Streptomyces*, biological control, tobacco, lincat disease

INTISARI

Streptomyces merupakan salah satu mikroorganisme dalam tanah yang belum banyak dimanfaatkan dalam pengendalian penyakit tumbuhan di Indonesia. Tulisan ini melaporkan hasil penelitian pemanfaatan *Streptomyces* isolat lokal dalam mengendalikan penyakit lincat pada tembakau temanggung. Sebanyak 94 isolat *Streptomyces* diuji langsung di lapangan dalam hal kemampuannya menekan perkembangan penyakit lincat. Enam isolat yaitu Stre-4, Stre-7, Stre-48, Stre-61, Stre-66, dan Stre-67 mampu menekan perkembangan penyakit di lapangan. Verifikasi secara *in vitro* menunjukkan bahwa tidak semua isolat yang mampu menekan perkembangan penyakit di lapangan dapat menekan pertumbuhan patogen secara *in vitro*. Hal ini menunjukkan indikasi awal bahwa seleksi antibiosis *in vitro* akan menghilangkan kesempatan mendapatkan agensia hayati lain yang potensial.

Kata kunci : *Streptomyces*, pengendalian hayati, tembakau, penyakit lincat

PENGANTAR

Tembakau temanggung banyak dibutuhkan oleh pabrikan rokok keretek sebagai pemberi rasa dan aroma yang tidak dapat digantikan oleh tembakau jenis lain (Djajadi dan Dalmadiyo, 1999). Kebutuhan tembakau jenis ini selalu meningkat setiap tahun namun tidak dapat dipenuhi karena berbagai faktor. Salah satunya adalah adanya gangguan penyakit lincat yang menyebabkan tanaman tembakau mati pada hari ke 30-45 dengan tingkat kematian mencapai lebih dari 50% (Dalmadiyo *et al.*, 2000). Penyakit ini disebabkan oleh kombinasi dua patogen yaitu nematoda *Meloidogyne incognita* dan bakteri *Ralstonia solanacearum* (Dalmadiyo, 2004). Penyakit lincat sulit dikendalikan dengan cara-cara yang sudah ada sehingga diperlukan alternatif lain yang dapat dikombinasikan dengan metode yang sudah tersedia. Salah satu alternatif tersebut adalah pengendalian secara hayati dengan menggunakan mikroorganisme risosfer, sehingga dapat lebih efektif karena kedua patogen penyebab penyakit lincat berada di dalam tanah dan menginfeksi tanaman melalui risosfer. *Streptomyces* merupakan mikroorganisme yang mampu menghasilkan berbagai antibiotik dan senyawa penghambat lainnya namun belum banyak diteliti di Indonesia. Tulisan ini melaporkan penggunaan *Streptomyces* isolat lokal untuk penekanan penyakit lincat pada tembakau temanggung. Hasilnya menunjukkan bahwa diperoleh enam isolat yang mampu menekan perkembangan penyakit. Tidak ada

korelasi antara kemampuan menghambat patogen secara *in vitro* dengan penekanan penyakit di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Bakteri dan Kondisi Kultur

a. *Ralstonia solanacearum*

R. solanacearum diisolasi dari tanaman sakit yang diperoleh di Temanggung. Akar tanaman yang terinfeksi dicuci bersih dengan air mengalir. Epidermis akar dibuang dengan skalpel secara aseptis kemudian jaringan tanaman diusap permukaannya dengan 70% alkohol. Jaringan dipotong-potong dengan ukuran 5mm dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi air steril. Suspensi bakteri yang terjadi kemudian digoreskan pada permukaan medium YPA (yeast-extract 5g, pepton 10g, agar 15g, pH 7,2) dan diinkubasikan selama 48 jam pada suhu kamar. Koloni *R. solanacearum* yang tumbuh dimurnikan dan disimpan untuk penelitian selanjutnya.

b. *Streptomyces* spp

Sebanyak 94 isolat *Streptomyces* koleksi dari Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan Fak Pertanian UGM ditumbuhkan secara terpisah pada medium YPA. Koloni yang tumbuh diperbanyak pada medium YPA miring kemudian disuspensikan dalam air steril sebelum digunakan dalam percobaan selanjutnya.

Pengujian patogenisitas isolat *Streptomyces* spp. Secara terpisah semua isolat *Streptomyces* spp. ditumbuhkan pada medium YPA miring

selama satu minggu pada suhu kamar. Bakteri kemudian dipanen dan disuspensikan dalam 100 ml air steril. Sebanyak 200ml suspensi bakteri tersebut diinjeksikan ke dalam ruang antar sel daun tembakau var. klemoko. Tanaman diinkubasikan pada suhu kamar selama satu minggu. Gejala nekrosis serta gejala lain yang mengikuti diamati setiap hari. Secara paralel, tanaman tembakau diinokulasikan melalui akar dengan 10 ml suspensi *Streptomyces* spp./tanaman. Tanaman diinkubasikan dan diamati perubahan yang terjadi pada tanaman tersebut. Sebagai kontrol tanaman diinokulasi pada akarnya dengan 10 ml air steril.

Penekanan penyakit lincat di lapangan. Isolat *Streptomyces* ditumbuhkan pada medium YPA selama 7 hari pada suhu kamar kemudian disuspensikan dalam 100 ml air steril. Bibit tembakau varietas klemoko umur 40 hari dicelup akarnya selama 15 menit dalam suspensi bakteri tersebut kemudian ditanam di lahan yang pada satu tahun sebelumnya terinfeksi berat oleh penyakit lincat. Perlakuan sebanyak 95 (94 dengan *Streptomyces*, 1 dengan air steril). Setiap perlakuan diulang 3 kali, masing-masing ulangan terdiri dari 10 tanaman. Pengamatan terhadap penyakit lincat dilakukan setiap 10 hari sekali selama 40 hari setelah inokulasi. Percobaan dengan cara yang sama diulang sekali lagi di lahan yang berbeda dengan menggunakan isolat terpilih hasil percobaan sebelumnya; percobaan dilakukan dengan tiga konsentrasi bakteri antagonis.

Intensitas serangan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$IS = A/N \times 100\%$$

IS = Intensitas Serangan

A = Jumlah tanaman yang mati

N = Jumlah tanaman yang diperlakukan

Penekanan pertumbuhan patogen secara in vitro

a. Penekanan pertumbuhan *Ralstonia solanacearum*

Metode yang digunakan adalah seperti yang dikembangkan oleh Arwiyanto (1997) sebagai berikut. Sebanyak 4 isolat *Streptomyces* ditumbuhkan secara titik pada permukaan medium YPA dalam petridish. Setelah inkubasi selama 7 hari pada suhu kamar, petridish dibalik dan pada tutupnya dituangi 1 ml kloroform. Setelah kloroform menguap semua, petridish dibalik dan pada permukaan medium dituangi dengan suspensi *R. solanacearum* dalam 0,6% agar air. Biakan diinkubasikan lagi selama 24 jam pada suhu kamar untuk kemudian diamati zona penghambatan yang muncul.

b. Pengaruh suspensi bakteri antagonis terhadap telur *Meloidogyne incognita* *Streptomyces* ditumbuhkan dalam medium *yeast-peptone-glucose* (*yeast extract* 5g, pepton 10g, glukosa 10g, pH 7,0) secara aerob selama 4 hari. Supernatan dipisahkan dengan masa bakteri melalui sentrifugasi selama 20 menit. Sebanyak 20-50 massa telur *M. incognita* diletakkan dalam petridish diameter 5 cm kemudian dituangi dengan

5 ml supernatan. Jumlah telur sehat dihitung setelah inkubasi selama satu minggu pada suhu kamar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Patogenisitas isolat *Streptomyces* spp. Sebelum dilakukan pengujian di lapangan, semua isolat *Streptomyces* spp. diuji kemampuannya menimbulkan penyakit pada tanaman khususnya pada tembakau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua isolat tidak menimbulkan gejala nekrosis pada uji reaksi hipersensitif pada daun tembakau. Hal ini berarti bahwa isolat *Streptomyces* spp tersebut bukan patogen tumbuhan. Pengujian inokulasi pada tembakau lebih menguatkan hal tersebut karena tidak dijumpai gejala malformasi apapun pada tanaman tembakau setelah diinokulasi dengan *Streptomyces* spp melalui akar. Tanaman yang diinokulasi nampak sehat seperti halnya pada tanaman kontrol. Sampai saat ini dilaporkan ada 17 spesies *Streptomyces* yang bersifat patogenik pada tumbuhan (Anonim, 2006), satu di antaranya dilaporkan terdapat di Indonesia yaitu *Streptomyces scabies* penyebab kudis pada kentang (Semangun, 2000). Sebagian besar *Streptomyces* bersifat saprofitik dan tumbuh di dalam tanah. Isolat *Streptomyces* spp. isolat temanggung terbukti bukan merupakan patogen tumbuhan.

Penekanan penyakit lincat di lapangan tahap I. Setiap isolat yang diuji menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam hal menekan penyakit lincat - tembakau di lapangan. Dari 94 isolat yang diuji sebanyak 73 isolat mampu menekan penyakit kurang dari 50%, tiga isolat mampu menekan sampai 50% dan 18 isolat mampu menekan sampai lebih dari 50% (Tabel 1). Dari 18 isolat tersebut, isolat Stre-48 menunjukkan kemampuan terbaik dengan kematian tanaman terendah yaitu sepertiga tanaman yang diperlakukan mati. Selain isolat Stre-48, ada lima isolat lainnya yang kemampuan penekannya setara dengan isolat Stre-48 namun memberi efek lain yaitu vigor tanaman yang diperlakukan menjadi lebih baik dibandingkan dengan yang lain. Kemungkinan, selain menghambat patogen, isolat tersebut dapat memacu pertumbuhan tanaman tembakau. Meskipun demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji hipotesis tersebut.

Penekanan penyakit lincat di lapangan tahap II. Enam isolat hasil percobaan pertama diuji kembali kemampuannya menekan penyakit lincat dengan variasi konsentrasi suspensi bakteri. Keenam isolat tersebut dipilih berdasarkan kemampuannya menekan penyakit lincat pada percobaan pertama dan pada vigor tanaman yang diperlakukan.

Tabel 1. Intensitas serangan penyakit lincat pada tanaman tembakau yang diperlakukan dengan *Streptomyces* spp.

| Perlakuan | Intensitas Serangan | Perlakuan | Intensitas Serangan | Perlakuan | Intensitas Serangan | Perlakuan | Intensitas Serangan |
|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| Stre-1 | 53,5abcdef** | Stre-25 | 73,3 abcdef | Stre-49 | 53,3 abcdef | Stre-73 | 70 abcdef |
| Stre-2 | 60 abcdef | Stre-26 | 83,3 abcd | Stre-50 | 66,7 abcdef | Stre-74 | 80 abcde |
| Stre-3 | 46,7 abcdef | Stre-27 | 66,7 abcdef | Stre-51 | 42,2def | Stre-75 | 60 abcdef |
| Stre-4 | 40def | Stre-28 | 70 abcdef | Stre-52 | 83,3abcd | Stre-76 | 43,3def |
| Stre-5 | 56,7 abcdef | Stre-29 | 66,7 abcdef | Stre-53 | 53,3 abcdef | Stre-77 | 60 abcdef |
| Stre-6 | 56,7 abcdef | Stre-30 | 70 abcdef | Stre-54 | 46,7 abcdef | Stre-78 | 56,7 abcdef |
| Stre-7 | 50 abcdef | Stre-31 | 73,3 abcdef | Stre-55 | 46,7bcdef | Stre-79 | 50 abcdef |
| Stre-8 | 53,3 abcdef | Stre-32 | 63,3 abcdef | Stre-56 | 56,7 abcdef | Stre-80 | 50 abcdef |
| Stre-9 | 70 abcdef | Stre-33 | 40def | Stre-57 | 60 abcdef | Stre-81 | 70 abcdef |
| Stre-10 | 76,7 abcde | Stre-34 | 43,3cdef | Stre-58 | 70 abcdef | Stre-82 | 56,7 abcdef |
| Stre-11 | 46,7 abcdef | Stre-35 | 63,3 abcdef | Stre-58 | 56,7 abcdef | Stre-83 | 60 abcdef |
| Stre-12 | 60 abcdef | Stre-36 | 56,7 abcdef | Stre-60 | 90a | Stre-84 | 56,7 abcdef |
| Stre-13 | 40def | Stre-37 | 60 abcdef | Stre-61 | 40def | Stre-85 | 73,3 abcdef |
| Stre-14 | 70abcdef | Stre-38 | 63,3 abcdef | Stre-62 | 76,7abcde | Stre-86 | 66,7 abcdef |
| Stre-15 | 83,3 abcd | Stre-39 | 66,7 abcdef | Stre-63 | 63,3 abcdef | Stre-87 | 73,3 abcdef |
| Stre-16 | 63,3 abcdef | Stre-40 | 76,7 abcdef | Stre-64 | 70 abcdef | Stre-88 | 73,3 abcdef |
| Stre-17 | 40def | Stre-41 | 43,3def | Stre-65 | 76,7 abcde | Stre-89 | 63,3 abcdef |
| Stre-18 | 83,3 abcd | Stre-42 | 40def | Stre-66 | 40def | Stre-90 | 80 abcde |
| Stre-19 | 70 abcdef | Stre-43 | 46,7 abcdef | Stre-67 | 53,3 abcdef | Stre-91 | 66,7 abcdef |
| Stre-20 | 53,3 abcdef | Stre-44 | 63,3 abcdef | Stre-68 | 63,3 abcdef | Stre-92 | 60 abcdef |
| Stre-21 | 76,7 abcde | Stre-45 | 66,7 abcdef | Stre-69 | 36,7ef | Stre-93 | 90ab |
| Stre-22 | 63,3 abcdef | Stre-46 | 70 abcdef | Stre-70 | 66,7 abcdef | Stre-94 | 86,7abc |
| Stre-23 | 66,7 abcdef | Stre-47 | 66,7 abcdef | Stre-71 | 86,7abc | Kontrol | 90ab |
| Stre-24 | 83,3 abcd | Stre-48 | 33,3f | Stre-72 | 66,7 abcdef | | |

Keterangan:

Nilai dalam tabel dalam bentuk persen rerata dari tiga ulangan. Untuk keperluan statistik, data ditransformasikan ke Arc Sin Vx.

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Konsentrasi yang dipakai adalah seperti percobaan pertama (satu kali konsentrasi), sepersepuluhnya (1/10), dan seper seratusnya (1/100). Pada percobaan kali ini intensitas penyakit pada kontrol tidak sebesar pada percobaan pertama yang mengindikasikan distribusi patogen yang tidak merata di lahan yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi bakteri antagonis yang lebih rendah ternyata intensitas serangan semakin kecil (Tabel 2), pada beberapa perlakuan sementara pada perlakuan lain tidak konsisten hasilnya. Meskipun demikian ada kecenderungan penekanan penyakit yang lebih baik terjadi pada konsentrasi sepersepuluh. Konsentrasi

yang tinggi mungkin dapat mempengaruhi fisiologi tanaman terutama terhadap ujung akar yang sangat halus sementara konsentrasi yang rendah menyebabkan jumlah bakteri antagonis yang menempel pada permukaan akar menjadi sedikit. Hal tersebut menyebabkan pada konsentrasi awal ada kecenderungan intensitas penyakit yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi sepersepuluh, sedangkan pada konsentrasi seper seratus hampir tidak menunjukkan adanya penekanan penyakit. Oleh karena konsentrasi bakteri antagonis belum diketahui, maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan konsentrasi yang paling tepat untuk dapat mengendalikan penyakit lincat.

Tabel 2. Intensitas serangan penyakit lincat pada tanaman tembakau yang diperlakukan dengan *Streptomyces* spp. pada berbagai konsentrasi

| Perlakuan | Konsentrasi | Intensitas Penyakit pada hari setelah inokulasi (%) | | | |
|-----------|-------------|---|--------|--------|-------|
| | | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Stre-4 | K1 | 13,3abc | 13,3ab | 13,3ab | 20a |
| | K2 | 16,7ab | 26,7ab | 26,7ab | 40a |
| | K3 | 20a | 20ab | 36,7ab | 43,3a |
| Stre-7 | K1 | 3,3bc | 6,7b | 10ab | 23,3a |
| | K2 | 13,3ab | 16,7ab | 26,7ab | 33,3a |
| | K3 | 0c | 10ab | 16,7ab | 36,7a |
| Stre-48 | K1 | 13ab,3 | 20ab | 23,3ab | 30a |
| | K2 | 16,7ab | 33,3a | 36,7ab | 43,a3 |
| | K3 | 10abc | 16,7ab | 26,7ab | 36,7a |
| Stre-61 | K1 | 10c | 23,3ab | 23,3ab | 36,7a |
| | K2 | 0ab | 6,7b | 6,7b | 10a |
| | K3 | 16,ab | 33,3ab | 36,7ab | 46,7a |
| Stre-66 | K1 | 20a | 36,7a | 40a | 40a |
| | K2 | 3,3bc | 6,7b | 10ab | 13,3a |
| | K3 | 20a | 30ab | 33,3ab | 36,7a |
| Stre-67 | K1 | 10abc | 20ab | 23,3ab | 33,3a |
| | K2 | 3,3bc | 10ab | 10b | 20a |
| | K3 | 3,3bc | 23,3ab | 23,ab3 | 23,3a |
| Kontrol | K0 | 13,3ab | 26,7ab | 26,7ab | 46,7a |

Keterangan :

Nilai dalam tabel dalam bentuk persen rerata dari tiga ulangan. Untuk keperluan statistik, data ditransformasikan ke Arc Sin Vx.

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

- K0 : perlakuan dengan air steril
 K1 : konsentrasi sama dengan perlakuan tahap I
 K2 : konsentrasi 1/10
 K3 : konsentrasi 1/100

Penekanan pertumbuhan *R. solanacearum in vitro*. Tidak semua isolat *Streptomyces* mampu menekan pertumbuhan patogen secara *in vitro* yang ditunjukkan adanya sebanyak 28 isolat yang tidak menghambat pertumbuhan (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua isolat *Streptomyces* mampu menghasilkan senyawa penghambat pada medium YPA. Kemungkinan isolat-isolat tersebut

memerlukan senyawa kimia lain yang lebih spesifik untuk dapat membentuk senyawa penghambat. Isolat yang mampu menghambat pertumbuhan patogen secara *in vitro* sebanyak 66 isolat dengan zona hambatan yang bervariasi mulai dari 0,1 mm sampai lebih dari 20 mm (Tabel 3). Semua senyawa penghambat yang dihasilkan bersifat bakteriostatik

Dari hasil uji *in vitro* tersebut membuktikan bahwa tidak semua agensia hayati yang menghasilkan senyawa penghambat secara *in vitro* mampu menekan penyakit di lapangan. Sebaliknya, ada isolat yang tidak menghambat patogen secara *in vitro* namun mampu menekan penyakit di lapangan. Isolat Stre-61, Stre-66, dan Stre-67 tidak menghambat pertumbuhan *R. solanacearum in vitro* namun mampu menekan penyakit lincat di lapangan. Untuk ketiga isolat ini mungkin memberikan perlindungan tanaman dari patogen melalui mekanisme selain antibiosis atau kemungkinan ketiga isolat ini menghasilkan senyawa penghambat yang

Tabel 3. Penghambatan pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* oleh *Streptomyces* spp.

| Zona hambatan (mm) | Jumlah isolat <i>Streptomyces</i> yang menghambat | Mekanisme penghambatan |
|--------------------|---|------------------------|
| 0 | 28 | - |
| 0,1-0,5 | 33 | Bakteriostatik |
| 5,1-10,0 | 13 | Bakteriostatik |
| 10,1-15,0 | 8 | Bakteriostatik |
| 15,1-20,0 | 10 | Bakteriostatik |
| > 20 | 2 | Bakteriostatik |

tidak dapat dideteksi dengan metode dan media yang digunakan dalam penelitian ini. Peneliti lain melaporkan bahwa isolat *Streptomyces* dapat menekan penyakit layu bakteri pada tomat yang disebabkan oleh *R. solanacearum* dengan dugaan awal melalui mekanisme antibiosis (Gava *et al.*, 2002).

Pengaruh supernatant bakteri antagonis terhadap telur *Meloidogyne incognita*. Supernatant biakan *Streptomyces* spp. mampu mendegradasi telur nematoda. Pada hari ke tujuh setelah perlakuan, telur nematoda yang mengalami degradasi sebanyak 88-97%, sedangkan pada kontrol hanya mencapai 36% (Tabel 4). Berbeda dengan kemampuannya terhadap *R. solanacearum*, isolat Stre-61, Stre-66, dan Stre-67 ternyata mampu mendegradasi telur nematoda. *Streptomyces* mampu menghasilkan enzim proteasesehingga dapat mendegradasi masa gelatin yang membungkus telur nematoda (Williams *et al.*, 1989).

Spesies lain dari *Streptomyces* yaitu *S. costaricanus* dilaporkan bersifat antagonistik terhadap nematoda yang diisolasi dari tanah supresif (Esnard *et al.*, 1995).

KESIMPULAN

Tidak semua isolat *Streptomyces* spp yang mampu menekan patogen secara *in vitro* dapat menekan penyakit lincat di lapangan. Sebaliknya ada beberapa isolat *Streptomyces* spp yang tidak menunjukkan penghambatan secara *in vitro* namun dapat menekan perkembangan penyakit di lapangan.

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan sebagian dari hasil penelitian Riset Unggulan Terpadu XI yang didanai oleh Menristek dengan surat perjanjian Nomor 03/Perc/Dep.III/RUT/PPKI/II/2005 tanggal 1 Februari 2005. Penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Tabel 4. Pengaruh supernatant biakan *Streptomyces* spp. terhadap telur *Meloidogyne incognita*

| Perlakuan | Jumlah awal telur | Jumlah akhir telur | Persen telur terdegradasi |
|-----------|-------------------|--------------------|---------------------------|
| Stre-4 | 59 | 3 | 95 |
| Stre-7 | 40 | 2 | 95 |
| Stre-48 | 36 | 2 | 94 |
| Stre-61 | 42 | 5 | 88 |
| Stre-66 | 33 | 1 | 97 |
| Stre-67 | 37 | 2 | 96 |
| Kontrol | 36 | 23 | 36 |

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Names of Plant Pathogenic Bacteria, 1864-2004. *Ralstonia Solanacearum*. http://www.isppweb.org/names_bacterial_rath2005.asp. Diakses tgl 3 Agustus 2006.
- Arwiyanto, T. 1997. Biolocal Control of Tobacco Bacterial Wilt: 1. Isolation of Antagonistic Bacteria Journal of Indonesian Plant Protection 3: 54-60
- Dalmadiyo, G. 2004. Kajian Interaksi Infeksi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita*) dengan Bakteri *Ralstonia Solanacearum* pada Tembakau Temanggung. Fakultas Pertanian UGM. Disertasi.
- Dalmadiyo, G., S. Rahayuningsih, and Supriyono. 2000. Penyakit Tembakau Temanggung dan Pengendaliannya. Monograf Balittas No. 5. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang. 108p
- Djajadi and G. Dalmadiyo. 1999. Tembakau Temanggung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat. Malang 13p.
- Esnard, J., T. L. Potter, and B. M. Zuckerman. 1995. *Streptomyces costaricanus* sp. nov., Isolated from Nematode-Suppressive Soil. International Journal Of Systematic Bacteriology 45: 775-779
- Gava, C.A.T., J.C. Pereira, M.C. Fernandes, and M.C.P. Neves. 2002. Seleção de isolados de estreptomicetos para controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. Pesq. agropec. bras. 37
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gajah Mada University Press.
- Williams, S. T., M. Goodfellow, and G. Alderson. 1989. Genus *Streptomyces* Waksman and Henrici, 1943, 339AL, p. 2452-2492. In S. T. Williams, M. E. Sharpe, and J. G. Holt (ed.), Bergey's manual of systematic bacteriology, vol.4. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.