

**SELEKSI MIKROBA RIZOSFER ANTAGONIS TERHADAP
BAKTERI *Ralstonia solanacearum* PENYEBAB PENYAKIT
LAYU BAKTERI PADA TANAMAN JAHE
DI LAHAN TERTINDAS**

*SELECTION OF ANTAGONISTIC RHIZOSFER MICROBES TO *Ralstonia solanacearum*
CAUSED BACTERIAL WILT DISEASES ON GINGER
AT SUPPRESSIVE LAND*

Hendri Bustamam

*Program Studi IHPT, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
hendbust@yahoo.com*

ABSTRACT

Bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* had decreased the ginger production. Saphrophyte and antagonistic microbe are potential to control this disease by Integrated application. This microbes could be found at suppressive land for pathogens. Research due to select the potential microbes to control bacterial wilt disease on ginger. Microbe was isolated from rhizosphere soil and root of healthy crop on infected ginger cropping by *Ralstonia solanacearum* in Bengkulu by plate dilution method using Pepton Glucose Agar (PGA) and Ginger-Potato Dextrose Agar (GPDA). Antagonistic was tested by Double Culture Technique on PGA and GPDA. Selected saphrophyte and antagonistic isolate was cultured on organic medium and tested to ginger crop that grown on infected soil. Disease development was observed until 5 months-age crop. The result of this experiment had isolated 4 fungi isolates and 4 bacteria isolates that potential as biocontrol agent to *Ralstonia solanacearum*. Tested on Var. Badak ginger cropping indicated that all isolates had reduced 64-84% of diseases. Five Isolates of *Penicillium digitatum*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *Achromobacter* sp., and *Pseudomonas fluorescense* was protected the crop to zero diseases; while three isolates of *Trichoderma koningii*, *Bacillus* sp., and *Pseudomonas putida* was protected the crop to 4% infected. Amendment of 12 isolates cultured on organic matter can improve the growth of false stem 11.11 – 96.97%; leave number 8.29 - 156%; and plant height 27.68 – 93.75%.

Key words : antagonistic microbe, suppressed land, bacterial wilt, ginger

ABSTRAK

Penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum* mengurangi produksi jahe pada sentra produksi di Indonesia. Mikroba saprofit dan antagonis dapat mengendalikan penyakit secara terpadu. Mikroba antagonis banyak ditemukan pada lahan tertindas (*suppressive land*). Penelitian bertujuan untuk mendapatkan sejumlah isolat mikroba antagonis yang dapat digunakan untuk pengendalian penyakit layu bakteri. Mikroba antagonis diisolasi dari lahan tertindas (*suppressive land*) dari tiga sentra penanaman jahe di Bengkulu yang terinfeksi *Ralstonia solanacearum* dengan metoda pengenceran menggunakan media Pepton Glucose Agar (PGA) dan Ginger-Potato Dextrose Agar (GPDA). Daya antagonis mikroba diuji dengan teknik biakan ganda. Mikroba antagonis yang terseleksi memiliki daya antagonis tinggi dibiakkan di bahan organik, diberikan ke lahan terinfeksi, dan dilakukan penanaman bibit jahe sampai berumur 5 bulan. Hasil percobaan menunjukkan 4 isolat jamur dan 4 isolat bakteri antagonis yang sangat potensial sebagai agen pengendali penyakit *Ralstonia solanacearum*. Pemberian isolat ke tanaman dapat mengurangi 64-84% penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman: jumlah batang semu 11.11 – 96.97%, daun 8.29 - 156%, dan tinggi tanaman 27.68 – 93.75%. Lima isolat, *Penicillium digitatum*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *Achromobacter* sp., dan *Pseudomonas fluorescense* dapat melindungi tanaman bebas dari penyakit. Tiga isolat, *Trichoderma koningii*, *Bacillus* sp., dan *Pseudomonas putida* melindungi tanaman dengan serangan hanya 4%.

Kata kunci : mikroba antagonis, lahan tertindas, bakteri, jahe

PENDAHULUAN

Penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* pada tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc) merupakan penyakit penting di beberapa negara di Asia, Australia dan Afrika; termasuk di Indonesia (Semangun, 2000). Di Indonesia penyakit ini dilaporkan pertama kali di Kuningan, Jawa barat kemudian menyebar ke daerah lain di Jawa barat, Jawa Tengah, Jambi, Lampung, Sumatera Utara dan Bengkulu (Januwati, 1999). Serangan patogen ini menurunkan produksi jahe di Bengkulu dari 4.0888,70 ton tahun 1995 menjadi hanya 1.086,45 ton pada tahun 2002 (Dinas Perkebunan Bengkulu, 2003).

Pengendalian penyakit sebaiknya dilakukan secara terpadu melalui penggunaan varitas tahan, perbaikan kultur teknis, pemakaian bibit sehat, dan secara hayati. Perlakuan preventif perendaman bibit jahe gajah dengan antibiotika tidak efektif karena penyerapan antibiotika oleh rimpang tidak merata (Hartati and Supriadi, 1994). Usaha mendapatkan bibit bebas patogen sulit dilakukan karena hampir 85% lahan pertanaman jahe putih besar terinfeksi oleh patogen (Bustamam *et al.*, 2003). Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa penanaman jahe di lahan baru dapat bebas dari serangan bakteri dibandingkan jika diusahakan di lahan lama bekas pertanaman kopi atau semusim (Bustamam, 2003). Oleh sebab itu masih perlu diupayakan upaya pengendalian yang diintegrasikan dengan cara-cara pengendalian lain.

Beberapa jenis mikroba dilaporkan berpotensi untuk mengendalikan penyakit layu bakteri, antara lain *P. fluorescens* PF1 (Shekwat *et al.*, 1993) dan *P. cepacia* (Hartman *et al.*, 1993) pada kentang serta *Bacillus subtilis* NB22 pada tanaman tomat (Phae *et al.*, 1992). Isolat *P. fluorescens* T906, *P. cepacia* 44 dan *Bacillus sp* dapat menekan penyakit layu bakteri pada jahe putih kecil. Aplikasi campuran *Pseudomonas cepacia*, *P. fluorescens* dan *Bacillus sp.* dalam satu formulasi dapat menekan serangan bakteri dari 47% menjadi 7.4% (Mulya *et al.*, 2000).

Jamur juga dapat berperan dalam menekan perkembangan penyakit. Namun hasilnya masih

kurang memuaskan. Induksi resistensi terhadap layu bakteri pada tanaman tomat ditunjukkan dengan pemberian jamur antagonis (Mulya *et al.*, 1996). Menurut Howell *et al.* (2000) *Trichoderma harzianum* dapat menginduksi sifat resisten pada tanaman kapas terhadap serangan *Rhizoctonia solani*. Bustamam (2001) telah menyeleksi dan mendapatkan 6 jenis jamur pelarut fosfat yang dapat mengurangi potensi inokulum patogen layu bakteri ditanah sebesar 73.40 – 84.00% namun potensi inokulum yang tertinggal di tanah masih tinggi.

Kelemahan penggunaan inokulum bakteri dan patogen yang dipergunakan masih terbatas pada bentuk suspensi sehingga kurang efisien dalam penggunaannya. Baker and Cook (1983) menyarankan untuk mendapatkan agen antagonis pada kondisi pertanaman yang tertekan. Penggunaan mikroba antagonis dapat dikembangkan terlebih dahulu dalam bahan organik, kemudian diberikan ke pertanaman saat pemupukan bahan organik, seperti pada percobaan pengendalian penyakit busuk akar pada tanaman selada (Setyowati *et al.*, 2003). Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa pada lahan terinfeksi masih ditemukan pertanaman jahe yang sehat, mungkin didukung oleh potensi mikroba rizosfer antagonis di dalamnya (Utama *et al.*, 2003). Pada lahan tertindas sering ditemukan mikroba antagonis sebagai proses evolusi dan pertahanan diri melawan dominasi mikroba patogen.

Penelitian bertujuan untuk menyeleksi jenis-jenis mikroba antagonis dari pertanaman jahe yang sehat di lahan terinfeksi layu bakteri yang mempunyai kemampuan menekan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe putih besar.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Proteksi Tanaman dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, mulai Juli 2004 sampai Februari 2005. Percobaan laboratorium dilakukan secara deskriptif masing-masing diulang 5 kali. Percobaan aplikasi mikroba rizosfer antagonis disusun dalam Rancangan Acak

Lengkap (RAL) dengan perlakuan 11 mikroba rizosfer antagonis dan 1 kontrol, masing-masing diulang 5 kali. Data dianalisis dengan menggunakan analisa varians kemudian dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5 %.

Sampel tanah dan tanaman berasal dari pertanaman jahe varitas Badak pada lahan tertindas (*supressive land*) atau terinfeksi oleh bakteri *R. solanacearum* dari sentra produksi jahe di Desa Semelako (Kabupaten Lebong, Desa Pekalongan (Kabupaten Rejang Lebong) dan Desa Muara Sahung (Kabupaten Kaur). Sampel diambil berupa tanah rizosfer bersama akar dan rimpang jahe. Sampel dan tanaman dipilih dari pertanaman yang masih sehat. Masing-masing lahan diambil 5 tanaman sampel.

Mikroba patogen dan antagonis diisolasi dari tanah, akar dan permukaan rimpang dengan teknik pengenceran (Schaad *et al.*, 2001). Isolasi menggunakan medium Agar Pepton Glukosa (PGA) (Bustamam, 1997) dan diinkubasi 48 jam. Selanjutnya dilakukan reisolasi untuk mendapatkan biakan murni.

Isolasi jamur antagonis menggunakan medium agar kentang-jahe (GPDA) yang diberi Kemicitin 500 ppm per liter medium, dan diinkubasi 72 jam. Hasil isolasi direisolasi untuk mendapatkan biakan murni menggunakan medium PGA.

Uji antagonis bakteri patogen vs bakteri antagonis dilakukan dengan tehnik biakan ganda. Masing-masing 100 uL suspensi bakteri patogen dan antagonis pengenceran 10^{-8} dituang ke dalam cawan petri, selanjutnya ditambahkan 10 mL PGA cair suhu 50 °C. Inkubasi 48 jam dan selanjutnya dilakukan pengamatan daya antagonis. Bakteri antagonis akan menghambat dan menyelimuti pertumbuhan koloni patogen.

Uji antagonis bakteri patogen melawan jamur dilakukan dengan tehnik biakan ganda. Seratus 100 uL suspensi bakteri patogen pengenceran 10^{-8} dituang kedalam cawan petri, selanjutnya ditambahkan 10 mL PDA cair suhu 50 °C. Setelah beku pada 2 sisi medium diinokulasikan 1 lempeng biakan jamur antagonisr diameter 5 mm. Inkubasi 5 hari dan selanjutnya dilakukan

pengamatan daya antagonis. Jamur antagonis akan menghambat pertumbuhan koloni bakteri dengan membentuk zona antibiosis atau mematikan secara langsung dengan cara menyelimuti pertumbuhan koloni patogen. Mikroba rizosfer antagonis terpilih selanjutnya diujikan pada pertanaman.

Benih jahe putih besar dipotong seberat 40-60 g atau sebanyak 2 ruas, selanjutnya ditunaskan selama 4 minggu. Tunas dilukai dengan karborandum, selanjutnya dicelupkan dengan suspensi bakteri atau jamur dengan kerapatan 4×10^7 sel mL^{-1} suspensi. Benih diinkubasi pada nampan yang diberi alas kain lembab selama 4 minggu di ruang gelap. Bakteri atau jamur yang mempunyai daya patogenis akan menyebabkan gejala busuk basah pada rimpang. Mikroba antagonis tidak menyebabkan kerusakan pada rimpang.

Daya patogenisitas adalah 0 = tidak ada serangan atau tidak patogen ; 1 = terdapat perubahan warna pada tunas dan akar rimpang; 2 = terdapat gejala busuk berwarna coklat pada sebagian tunas dan akar rimpang; 3 = tunas dan akar rimpang busuk lunak dan berair.

Jamur rizosfer antagonis diperbanyak pada tahap awal pada medium PDA selama 7-10 hari sampai pertumbuhan miselium dan produksi spora maksimal. Selanjutnya biakan jamur diperbanyak pada medium campuran 500 g sekam padi + 500 g dedak padi + 20 g gula pasir; dosis 1 cawan petri biakan jamur untuk 1 kg medium dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Bakteri rizosfer antagonis dibiakan pada medium Pepton Glucose Agar $\frac{1}{2}$ (PGA $\frac{1}{2}$) selama 48-72 jam. Hasil biakan jamur dan bakteri diperbanyak lagi pada medium kotoran ternak yang diperkaya dengan sekam, dedak, dan gula; dosis 1 kg biakan jamur atau 1 liter biakan bakteri untuk 100 kg kotoran sapi. Selanjutnya pupuk kandang difermentasi selama 7 hari, dikering-anginkan selama 3 hari, dan diayak sehingga siap untuk diaplikasikan.

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan media tanam berupa tanah yang telah diberi patogen bakteri *Ralstonia solanacearum* dengan kerapatan 10^7 sel g^{-1} tanah. Tanah dicampur dengan pupuk kandang yang telah

diperkaya dengan agen antagonis dengan perbandingan 4 tanah : 1 pupuk kandang antagonis. Campuran ini dimasukkan ke dalam polibag berukuran 3 kg. Selanjutnya dilakukan penanaman bibit jahe dan dipelihara selama 5 bulan. Pengamatan dilakukan terhadap kesehatan pertanaman dari serangan patogen jamur dan bakteri akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi mikroba rhizosfer dan pengujian daya antagonis

Hasil isolasi mikroba dari lahan terinfeksi ditemukan 16 isolat mikroba rizosfer sebagai berikut (Tabel 1). Sebelas isolat mempunyai kemampuan antagonis yang baik dan sangat baik sehingga potensial digunakan untuk pengujian selanjutnya

Keragaman mikroorganisme tanah yang ditemui dipengaruhi oleh interaksi antara tanaman, kesuburan tanah, kondisi lingkungan fisik dan

tekanan mikroorganisme lain (Subba-Rao, 1994). Kemampuan antagonis masing-masing isolat yang berbeda ditentukan oleh gen masing-masing mikroba (Baker and Cook, 1983).

Pengujian daya patogenisitas isolat mikroba rhizosfer

Dari hasil pengujian 11 isolat diuji tingkat patogenisitasnya. Hasilnya menunjukkan bahwa kesemua isolat tidak bersifat patogen terhadap rimpang jahe karena menunjukkan daya patogenisitas negatif terhadap rimpang jahe.

Shekhawat *et al.* (1993) menggunakan 4 jenis bakteri *Bacillus* sp, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Aktinomyces* untuk pengendalian penyakit layu pada kentang; Meyer *et al.* (1989) melaporkan *Pseudomonas cepacia* sebagai siderofor untuk pengendalian layu bakteri. *P. cepacia* juga telah diuji daya antagonisnya oleh Mulya *et al.* (2000), namun bakteri *Achromobacter* sp. dan *Pseudomonas putida* belum pernah dilaporkan.

Tabel 1. Daya antagonis mikroba rizosfer hasil isolasi dari pertanaman jahe di lahan terinfeksi

Mikroba rhizosfer	Kelompok	Daya antagonis	Potensi
<i>Aspergillus nidulans</i>	Jamur	++	Baik
<i>Aspergillus niger</i>	Jamur	-	Netral
<i>Gliocladium virens</i>	Jamur	+++	Sangat baik
<i>Paeceilomyces roseaus</i>	Jamur	-	Netral
<i>Pennicilium digitatum</i>	Jamur	+++	Sangat baik
<i>Rhizopus oryzae</i>	Jamur	+	Baik
<i>Saccharomyces</i> sp.	Jamur	-	Netral
<i>Trichoderma harzianum</i>	Jamur	+++	Sangat baik
<i>Trichoderma koningii</i>	Jamur	+	Baik
<i>Trichoderma viride</i>	Jamur	+++	Sangat baik
<i>Achromobacter</i> sp.	Bakteri	+++	Sangat baik
<i>Azotobacter</i> sp.	Bakteri	-	Netral
<i>Bacillus</i> sp.	Bakteri	+	Baik
<i>Lactobacillus</i> sp.	Bakteri	-	Netral
<i>Pseudomonas fluorescen</i>	Bakteri	+++	Sangat baik
<i>Pseudomonas putida</i>	Bakteri	+	Baik

+++ = Sangat tinggi ;++= Tinggi ;+ = ; Sedang; Sangat baik = daya antagonis dan pertumbuhan koloni cepat; Baik = daya antagonis dan pertumbuhan koloni sedang; Netral = tidak bersifat antagonis

Tabel 2. Daya patogenisitas mikroba rizosfer hasil terhadap rimpang jahe

Mikroba rhizosfer	Kelompok	Daya patogenisitas	Potensi
<i>Aspergillus nidulans</i>	Jamur	0, Negatif	Baik
<i>Gliocladium virens</i>	Jamur	0, Negatif	Sangat baik
<i>Penicillium digitatum</i>	Jamur	0, Negatif	Sangat baik
<i>Rhizopus oryzae</i>	Jamur	0, Negatif	Baik
<i>Trichoderma harzianum</i>	Jamur	0, Negatif	Sangat baik
<i>Trichoderma koningii</i>	Jamur	0, Negatif	Baik
<i>Trichoderma viride</i>	Jamur	0, Negatif	Sangat baik
<i>Achromobacter sp.</i>	Bakteri	0, Negatif	Sangat baik
<i>Bacillus sp.</i>	Bakteri	0, Negatif	Baik
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Bakteri	0, Negatif	Sangat baik
<i>Pseudomonas putida</i>	Bakteri	0, Negatif	Baik

Baik jika daya patogenisitas 0 dan pertumbuhan rimpang sehat; Sangat baik jika daya patogenisitas 0, rimpang sehat, dan tumbuh cepat

Tabel 3. Pengaruh pemberian mikroba rizosfer antagonis terhadap pertumbuhan dan penghambatan penyakit layu bakteri

Agen antagonis	Jumlah batang	Jumlah daun	Tinggi Tanaman (cm)	Infeksi (%)	Penurunan Infeksi (%)
Kontrol	3.96 h	38.60 h	44.80 g	84 a	
<i>Aspergillus nidulans</i>	4.92 fg	66.40 efg	86.60 a	8 c	76
<i>Gliocladium virens</i>	5.92 de	65.20 fg	65.40 e	0 c	84
<i>Penicillium digitatum</i>	4.92 fg	63.60 g	85.20 a	0 c	84
<i>Rhizopus oryzae</i>	4.56 gh	69.60 ef	67.40 e	24 b	60
<i>Trichoderma harzianum</i>	7.00 bc	93.80 b	57.20 f	0 c	84
<i>Trichoderma koningii</i>	7.32 b	85.40 c	65.80 e	4 c	80
<i>Trichoderma viride</i>	4.40 gh	41.80 h	79.60 b	0 c	84
<i>Paeecilomyces roseaus</i>	5.40 ef	70.80 e	75.20 c	12 c	72
<i>Achromobacter sp</i>	8.48 a	69.80 ef	69.80 d	0 c	84
<i>Bacillus sp</i>	6.40 cd	90.00 b	66.80 e	4 c	80
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	7.80 ab	99.00 a	59.80 f	0 c	84
<i>Pseudomonas putida</i>	7.08 bc	78.40 d	74.80 c	4 c	80

Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata menurut uji DMRT taraf kepercayaan 95 %

Pengujian aplikasi mikroba rizosfer gen antagonis pada pertanaman jahe

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemberian agen antagonis yang difermentasi bersama pupuk kandang sapi dapat menghambat perkembangan penyakit layu bakteri sampai pertanaman jahe berumur 5 bulan (Tabel 3).

Pemberian pupuk kandang yang diperkaya dengan mikroba rizosfer antagonis dapat menghambat serangan penyakit layu sehingga sampai umur 5 bulan belum terjadi serangan penyakit layu pada tanaman yang diberi perlakuan. Pemberian pupuk kandang + antagonis, jika

dibandingkan dengan kontrol, juga meningkatkan pertumbuhan tanaman; jumlah batang semu 11.11 – 96.97%, daun 8.29 - 156%, dan tinggi tanaman 27.68 – 93.75%.

Perbaikan pertumbuhan tanaman dapat disebabkan oleh kemampuan mikroba mereput nutrisi dari bahan organik dan tanah sehingga lebih banyak tersedia dan mudah diambil oleh tanaman. Perbedaan pertumbuhan tanaman diakibatkan oleh kemampuan masing-masing mikroba yang berbeda. Domsch *et al.* (1998) menyatakan bahwa masing-masing mikroba memiliki kemampuan berbeda dalam mereput nutrisi.

Pemberian agen antagonis, jika dibandingkan dengan kontrol, juga menurunkan serangan penyakit layu antara 60 – 84%. Pemberian agen antagonis *G. virens*, *P. digitatum*, *T. harzianum*, *T. viride*, *Achromobacter sp.*, dan *P. fluorescens* dapat menghalangi serangan patogen sehingga tanaman bebas dari serangan penyakit layu (Tabel 3). Berkurangnya atau rendahnya serangan bakteri dapat disebabkan oleh perbedaan kemampuan mikroba antagonis. Peningkatan efektivitas mikroorganisme dapat terjadi dengan mencampurkan dengan mikroorganisme lain. Dalam proses pengomposan terjadi pencampuran mikroba rizosfer antagonis dengan mikroba dalam bahan kompos itu sendiri. Schdler *et al.* (1997) juga melaporkan adanya efek sinergis antara *P. fluorescens* Y05 bila dicampur dengan *Enterobacter sp.* T04. Bakteri *Enterobacter* banyak terdapat dalam pupuk kandang.

Sejauh ini belum banyak dilaporkan kemampuan jamur rizosfer antagonis dalam pengendalian penyakit layu bakteri (Butt *et al.*, 2001). Namun penelitian Howell *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pemberian jamur pada pertanaman dapat meningkatkan aktivitas enzim peroksidase dan sintesa terpenoid yang bersifat racun terhadap *Rhizoctonia solani*. Hal ini mungkin berlaku bagi patogen *Ralstonia solanacearum*. Penggunaan 6 jenis pelarut fosfat dapat menekan perkembangan penyakit layu bakteri jahe karena adanya induksi resistensi ketahanan tanaman akibat penyerapan fosfat yang lebih tinggi (Bustamam, 2001).

KESIMPULAN

Hasil isolasi dari pertanaman jahe ditemukan 11 isolat mikroba rizosfer antagonis potensial yang dapat dipergunakan untuk pengendalian layu bakteri pada pertanaman jahe, yaitu *Aspergillus nidulans*, *Gliocladium virens*, *Penicillium digitatum*, *Rhizopus oryzae*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *T. viride*, *Paecilomyces roseus*, *Achromobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *P. putida*.

Formulasi agen antagonis bersama pupuk kandang yang diberikan ke pertanaman jahe, jika dibandingkan dengan kontrol, dapat menghambat serangan penyakit layu 60 – 84% dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jahe : jumlah batang semu 11.11 – 96.97%, daun 8.29 - 156 %, dan tinggi tanaman 27.68 – 93.75%.

Delapan mikroba yang potensial dikembangkan dengan tehnik ini adalah jamur *Penicillium digitatum*, *Trichoderma viride*, *T. koningii*, *T. harzianum*, ; bakteri *Achromobacter sp.*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, dan *Bacillus sp.*

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk melakukan uji lapangan penggunaan antagonis yang diformulasi bersama kotoran ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.F. and R.J. Cook. 1983. Biological Control of Plant Pathogen. Freeman dan Co. San Francisco.
- Bustamam, H. 1997. Patogenisitas dua belas isolat *Pseudomonas solanacearum* dan ketahanan beberapa klon jahe di bengklau. J. Penelitian UNIB (8) : 53-57
- Bustamam, H. 2001. Pengaruh pemberian jamur terhadap serapan P dan pengurangan penyakit layu bakteri pada tanaman jahe. J. Akta Agrosia 4(2):69-75.
- Bustamam, H. 2003. Perkembangan penelitian penyakit jahe di Bengkulu. Prosiding Lokakarya Grand Design Pengembangan Jahe Sehat di Propinsi Bengkulu. Dinas Perkebunan Propinsi Bengkulu. 29 Juli 2003.
- Bustamam, H., D. Apriyanto, dan E. Inorih. 2003. Pedoman Budidaya Jahe Sehat Untuk Penangkaran Benih Jahe. Dinas Perkebunan Propinsi Bengkulu.
- Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan. 2001. Introduction – Fungal Biological Control Agents: Progress, Problems, and Potential. In Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan : Fungi as Biocontrol Agents. CAB International : 1-8

- Dinas Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Rejang Lebong, 2003. Laporan Tahunan. Dinas Perkebunan dan kehutanan Kabupaten Rejang Lebong. Curup.
- Domsch, K.H, W. Gams, and T.H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press. London.
- Hartati, S.Y. and Supriadi. 1994. Systemic action of bactericide containing oxytetracycline and streptomycin sulphate in treated ginger rhizomes. *J. of Spice and Medicine Crops* 3 :7-11
- Hartman, G.L., W.F. Fong, Hanudin, and A.C. Hayward. 1993. Potential of biological and chemical control of bacterial wilt *in* : Hartman, G.L. and A.C. Hayward (Eds.) *Bacterial Wilt. ACIAR Proceedings* 45:322-326
- Howell, C.R., L.E. Hanson, R.D. Stipanovic and S.L. Puckhaber. 2000. Induction of trepenoid synthesis in cotton roots and control of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*. *Phytopathology* 90(3):248-252
- Januwati, M. 1999. Optimalisasi ushatani tanaman jahe. Balai Peneneltian Tanaman Rempah dan Obat.
- Meyer, J.M., D. Hohnadel, and F.Halle. 1989. Cephobactin from *Pseudomonas cepacia*, a new type of siderophore. *J.Gen. Microbiol.* 135:1479-1487.
- Mulya, K., M. Wanatabe, M. Goto, Y. Takikawa and S. Tsuyumu, 1996. Supression of bacterial wilt diseases of tomato by root dipping with *Pseudomonas fluorescens* PfG32: The role of antibiotic and siderophore production. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 62(2):134-140
- Mulya, K. Supriadi, E.M. Adhi, S. Rahayu dan N. Karyani. 2000. Potensi bakteri antagonis dalam menekan perkembangan penyakit layu bakteri jahe. *Jurnal LITRI* 6(2):37-43
- Phae, C.G., M. Shoda, N.Kita, K. Nakano , and K. Ushiyama. 1992. Biological control of crown and root rot and bacterial wilt of tomato by *Bacillus subtilis* NB22. *Ann.Pyhtopath.Soc.Japan* 58:329-339
- Schaad, N.W., J.B. Jones dan W. Chun. 2001. *Plant Pathogenic Bacteria*. APS Press. St. Paul. Minnesota.
- Schekhawat, G.S., S.K. Chakrabarti, V. Kishore, V. Sunaina and A.V. Gadewar. 1993. Possibilities of biological management of potato bacterial wilt with strains of *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and actinomycetes. *In* : Hartman, G.L. and A.C. Hayward (Eds.) *Bacterial Wilt. ACIAR Proceedings* 45:327-330
- Schidler, D.A., P.J. Glininger and R.J. Bothast. 1997. Effect of antagonist cell concentration and two strain mixture on biological control of *Fusarium* dry rot of potatoes. *Pyhtopatology* 87: 177-183
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Setyowati, N., H. Bustamam, and T. Nopiyanti. 2003. Effect of microbes fertilizer on Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield, root disease, and weed growth. *Proceeding of International Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture in The Tropic and Subtropic, Palembang* October 8-9 : 67-72
- Subba-Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI Press, Jakarta
- Utama, S.P., H. Bustamam, K.S. Hindarto, W. Marsigit, dan Fahrurrozi. 2003. Analisis empat komoditas Jahe, tomat, aren dan jagung. Dinas Perindustrian Propinsi Bengkulu, Bengkulu