Evaluasi Isolat *Pseudomonad fluoresens* Indigenus dari Rizosfir Berbagai Kultivar Tanaman Pisang Sehat di Lahan Endemik Penyakit Layu Fusarium untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium

Evaluation of Indigenous *Pseudomonad Fluoresens* Isolates from Healthy Banana Rhizospheres on Endemic Area of Fusarium Wilt for Controlling Fusarium Wilt

Eri Sulyanti^{1)*}, Trimurti Habazar¹⁾ Eti Farda Husin²⁾ Nasril Nasir³⁾, Abdi Dharma⁴⁾

¹⁾ Prodi proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Andalas

²⁾ Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas

³⁾ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

⁴⁾ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang

E-mail: erisulyanti13@gmail.com

ABSTRACT

Fusarium wilt diseases caused by *Fusarium oxysporum* f sp *cubense* (Foc) is the most important diseases on banana in the world. Once Foc is present in the soil, it cannot be eliminated. The aim of research was to evaluate the potential of *Pseudomonad fluorescens* indigenous to control Fusarium wilt in planta. This experiment was arranged by completely randomized design with 17 treatments and 10 replications. Sixteen isolates of *P. fluorescens* indigenous had been successly taken from several different cultivars of banana rhizospheres at endemic area of Fusarium wilt in the centre of banana production in West Sumatra that were introduced to banana seedlings cv Cavendish inoculated with Foc. The variable observed were incubation period, percentage of leaf infection, discoloration of pseudostem and the intensity of damaged corms. The result showed that The P_rCvP₁ isolate (from rhizosphere of Cavendish at low altitude area) was the most effective to inhibit the development of Fusarium wilt: 97.89 % (prolong incubation period), 67.26 % (reduced infected leaves), 63.63 % (reduced damaged corm), and 72.62 % (reduced discoloration of pseudostem) and increased plant growth.

Key words: Banana, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* ras 4, rhizosphere colonization.

PENDAHULUAN

Penyakit layu Fusarium atau penyakit Panama yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman pisang. Penyakit ini sulit dikendalikan karena dapat membentuk kladidospora untuk bertahan selama lebih dari 30 tahun di dalam tanah (Ploetz, 2000). Foc dapat menyerang pada semua stadia pertumbuhan tanaman mulai dari

anakan sampai menjelang panen (Booth, 1971), Foc menginfeksi akar-akar lateral yang luka kemudian berkembang di dalam jaringan xilem tanaman. Foc juga mempunyai beberapa ras fisiologis (Leiby-Snyder dan Furtek, 1995).

Beberapa metode pengendalian yang disarankan untuk pengendalian Foc antara lain adalah varitas tahan, penggunaan bibit sehat yang berasal dari kultur jaringan dan eradikasi (Nasir dan

Jumjunidang, 2002). Metode Imunisasi (induksi ketahanan) tanaman yang rentan merupakan salah satu mekanisme pengendalian hayati yang sangat potensial untuk dikembangkan, karena penggunaannya lebih praktis, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan. Salah satu diantaranya menggunakan kelompok *Rhizobacteria* pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR) seperti *fluorescens pseudomonads* (*Pseudomonad fluorescens*, Pf).

Penggunaan PGPR untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai jenis penyakit menunjukkan potensi yang baik (Raupach, et al., 1996; Murphy et al., 2000; Zehnder et al., 2001). Aplikasi PGPR *P. putida* Pf-20 dapat menginduksi ketahanan ketimun terhadap Cucumber Mosaic virus (CMV) (Wahyuni, 2003). *P. fluorescens* galur WCS 417r dan WCS 374 dapat menginduksi ketahanan tanaman *radish* secara sistemik terhadap penyakit layu Fusarium (Leeman et al., 1996). *P. fluorescens* strain galur CHAO terhadap serangan Tobacco Necrotic Virus pada tembakau (Maurhofer et al., 1994), Pf yang berasal dari daerah perakaran *Mimosa invisa* terhadap penyakit BDB dan layu Fusarium oleh *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* pada pisang secara *in planta* (Sumardiyono, 2000). Beberapa isolat Pf berasal dari rizosfir pisang (Pj₁, Pj₂, Pj₃, Pb₁, Pb₂, Pb₃, dan Pm₁) yang diintroduksi pada bibit pisang kultivar Barangan mampu menahan serangan *Blood Diseases Bacterium* (BDB) di rumah kawat dan lapangan (Advinda, 2009) dan isolat *P. fluorescens* galur Pf1, Pf2, Pf3, Pf4 dan Pfm (berasal dari rizosfir tanaman pisang) juga mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* secara *in vitro* (Saravanan et al., 2004). Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat Pf indigenus yang efektif menekan serangan Foc ras 4 pada bibit pisang Cavendish secara *in planta*.

METODOLOGI

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 17 perlakuan dan 10 ulangan (tiap unit terdiri atas 2 bibit pisang). Perlakuan adalah introduksi isolat Pf indigenus berasal dari hasil eksplorasi pada rizosfer rumpun tanaman pisang sehat di daerah endemik layu fusarium areal pertanaman pisang paling luas dan perbedaan tinggi tempat dari permukaan laut (altitude) di Sumatera Barat (Tabel 1).

Perbanyakan isolat Pf indigenus

Perbanyakan isolat Pf dengan metode gores pada medium King's B, diinkubasi selama 2 x 24 jam. Untuk *preculture*, satu koloni dimasukkan ke dalam 25 ml media King's B cair dalam labu Erlenmeyer 250 ml dan diinkubasi pada *shaker* selama 1 x 24 jam. Untuk *mainculture* diambil 1 ml dari *preculture* dipindahkan ke dalam 125 ml air kelapa dalam labu Erlenmeyer 250 ml dan diinkubasi pada *shaker* selama 3 x 24 jam. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut diukur kepadatan populasinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 660 nm dan nilai absorban 0,06 untuk memperkirakan populasinya 10⁸ sel/ml.

Introduksi Pf dan penanaman bibit pisang

Pf diintroduksi pada bibit pisang saat penanaman dengan mencelupkan akar bibit pisang ke dalam suspensi isolat *Pseudomonad fluorescens* 20 ml/tanaman (10⁸ CFU/ml (OD 660) selama 15 menit. Bibit pisang kultivar Cavendish diperoleh dari perbanyakan kultur jaringan Balai Benih Indonesia (BBI) Jakarta yang sudah diaklimatisasi selama 30 hari. Bibit pisang dipupuk 3 kali dengan Hiponex merah (25:5:20) dengan konsentrasi 5 gr/10 liter air dan pemberian 100 ml/tanaman pada umur 1 bulan, 2 bulan dan 3 bulan.

Tabel 1. Asal Isolat *Pseudomonad Fluorescens* (Pf) indigenus yang diuji

No	Kode Isolat*	Asal Kultivar Pisang	Daerah Asal Isolat <i>Pseudomonad fluorescens</i> , Pf (Ketinggian tempat m dpl)
1	PfCvP	Cavendish	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
2	PfKeP ₂	Kepok	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
3	PfKeP ₁	Kepok	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
4	PfRjP ₁	Raja Serai	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
5	PfKeS	Kepok	Kab. Solok (Dataran Sedang ± 475 m dpl)
6	PfMaP	Manis	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
7	PfJtP ₁	Jantan	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
8	PfGaTD ₂	Gadang	Kab. Tanah Datar (Dataran tinggi ± 975 m dpl)
9	PfBuA ₁	Buai	Kab. Agam (dataran tinggi ± 975 m dpl)
10	PfKeP ₃	Kepok	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
11	PfRjP ₂	Raja Serai	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
12	PfBuA ₂	Buai	Kab. Agam (dataran tinggi ± 975 m dpl)
13	PfBuS	Buai	Kab. Solok (Dataran Sedang ± 475 m dpl)
14	PfJtP ₂	Jantan	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)
15	PfGaTD ₁	Gadang	Kab. Tanah Datar (Dataran tinggi ± 975 m dpl)
16	PfKeP ₄	Kepok Abu	Kab. Pariaman (Dataran rendah ± 70 m dpl)

Inokulasi patogen (Foc).

Jamur Foc diisolasi dari tanaman pisang yang memperlihatkan gejala penyakit layu Fusarium. Foc Ras 4 yang dapat menginfeksi semua jenis pisang. Sebagai bahan inokulum, Foc diperbanyak dalam medium beras selama 10 hari. Inokulasi dilakukan 30 hari setelah tanam dengan cara membuat lobang disekitar pangkal batang bibit pisang, kemudian 10 g biakan Foc ras 4 (10^6 UPK g⁻¹) dimasukkan ke dalam lobang tersebut, dan ditimbun.

Pengamatan**Tingkat Serangan Penyakit Layu Fusarium**

Efek introduksi isolat Pf indigenus terhadap perkembangan penyakit layu Fusarium ditentukan dengan mengamati : (a) masa inkubasi, (b) persentase daun bergejala, (c) skala kerusakan bonggol menggunakan metode INIBAP (1998), (d) diskolorasi batang semu, dan (e) kolonisasi akar bibit pisang oleh Pf,

Berat basah dan berat kering bibit pisang

Efek introduksi isolat Pf indigenus terhadap pertumbuhan tanaman ditentukan dengan mengamati pertumbuhan tanaman terutama pada berat basah dan berat kering biomassa bibit pisang.

HASIL**Tingkat serangan penyakit layu Fusarium**

Semua isolat Pf indigenus yang diintroduksi ke bibit pisang Cavendish umumnya menunjukkan kemampuan dalam menekan perkembangan serangan Foc (Gambar 1). Lima isolat Pf terbaik (PfCvP, PfKeP₁, PfRjP, PfKeP₂, dan PfJtP) berasal dari rizosfir pisang dataran rendah mampu memperlambat masa inkubasi Foc 22,50 – 28,80 hsi dengan efektivitas 57,89 – 97,89%. Efektivitas tertinggi adalah pada bibit pisang yang diintroduksi dengan isolat PfCvP 97,89%, diikuti oleh isolat PfKeP₁ 87,72%, isolat PfRjP₁ 72,63%, dan isolat PfJtP₁ 57,89% (Gambar2).

Gambar 1. Gejala layu Fusarium pada bibit pisang Cavendish. A. Bibit pisang sehat setelah diinduksi P_fCvP (90 hsi) dan diinokulasi Foc ras 4; B. Gejala layu Fusarium pada tanaman kontrol (30 hsi); B₁ dan B₂. Gejala internal pada bonggol dan pseudostem tanaman Kontrol (30 hsi).

Gambar 2. Efektifitas introduksi isolat Pf indigenus dalam memperlambat masa inkubasi Foc ras 4 pada bibit pisang Cavendish

Persentase daun terserang Foc rendah dengan kisaran 22.39 – 43.65% dibanding kontrol 68.39 %. Efektivitas penekanan tertinggi terdapat pada Introduksi isolat P_fCvP dan P_fKeP₂ sebesar 67.26 %, diikuti isolat P_fJtP₁ dan P_fRjP₁ 62.22% dan P_fKeP₁ 44.49%. Kelima isolat Pf indigenus tersebut berasal dari dataran rendah (Gambar 3).

Tiga isolat Pf indigenus terbaik (P_fCvP, P_fRjP₁, dan P_fJtP₁) dapat menurunkan skala kerusakan bonggol dengan kisaran 2-3 (skala 5.5) (Gambar 4) dengan efektivitas penekanan 45,45-63,63%.

Efektivitas penekanan terhadap skala kerusakan bonggol tertinggi terdapat pada bibit pisang yang diintroduksi dengan isolat P_fCvP (63,63%), isolat P_fRjP₁ (54,55%) dan isolat P_fJtP₁ (45,45%).

Diskolorasi batang semu pada tanaman yang diintroduksi Pf lebih rendah dengan kisaran 21,55 – 87,61% dibanding kontrol (90%) (Gambar 5). Efektivitas penekanan tertinggi terdapat pada introduksi isolat P_fRjP₁, 76,18%, diikuti isolat P_fCvP 72,62% dan P_fJtP₁ 71,77%. Ketiga isolat Pf indigenus tersebut berasal dari rizosfir pisang dataran rendah.

Gambar 3. Persentase daun terserang Foc pada bibit pisang yang diintroduksi dengan isolat Pf indigenus.

Gambar 4. Skala kerusakan bonggol pada bibit pisang Cavendish terserang Foc ras 4 setelah diintroduksi isolat Pf indigenus.

Gambar 5. Diskolorasi batang semu pada bibit pisang Cavendish terserang Foc ras 4 setelah diintroduksi isolat Pf indigenus.

Perkembangan kolonisasi ke-16 isolat Pf indigenus pada akar bibit pisang

Cavendish berfluktuasi dengan puncak tertinggi pada hari ke 16 hsi, menurun

sampai hari ke 28 hsi. Kolonisasi akar yang tergo-long tinggi dijumpai pada isolat P_fCvP $2,02 \times 10^{16}$ CFU/gr akar, Isolat P_fJtP yang berasal dari datataran rendah ($4,56 \times 10^{15}$ CFU/gr akar), dan isolat PRjP ($3,56 \times 10^{15}$ CFU/gr akar) (Gambar 6). Kemampuan kolonisasi ke16 isolat Pf indigenus pada akar bibit pisang Cavendish berbeda,

hal ini berhubungan dengan waktu untuk beradaptasi dan berkembang pada rizosfir bibit pisang berbeda karena tidak berasal dari kultivar pisang yang sama, juga berkaitan dengan tersedianya eksudat akar dan kondisi lingkungan mikro di perakaran pisang.

Gambar 6. Perkembangan kolonisasi beberapa isolat *Pseudomonad flouresen* pada perakaran bibit pisang

Tanaman uji memperlihatkan bobot biomassa yang tinggi. Hal ini berhubungan dengan tingginya kemampuan kolonisasi isolat Pf indigenus dengan variasi antar perlakuan dibanding kontrol (Gambar 1 dan 7). Berat basah bibit tertinggi terdapat pada introduksi isolat P_fCvP 298,12 g dengan efektifitas peningkatan

56,69% dan berat kering 75,18 g dengan efektifitas peningkatan 95,22%. Beberapa isolat lainnya menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik walaupun tidak merata untuk semua parameter seperti isolat P_fKeP₂, P_fRjP₁, P_fKeP₁ dengan efektifitas peningkatan berat basah 51,23% - 60,88% dan berat kering 58,18% - 60,92%.

a. Berat Basah

Gambar 7. Efektivitas peningkatan berat basah (BB) dan berat kering (BK) bibit pisang yang diintroduksi isolat Pf indigenus dan diinokulasi Foc ras 4.

PEMBAHASAN

Lima isolat Pf indigenus terbaik (PfCvP, PfRjP1, PfJtP1, dan PfKeP1, PfKeP2) berasal dari dataran rendah lebih efektif dalam menurunkan tingkat serangan Foc pada bibit pisang Cavendish dibanding dengan yang berasal dari dataran sedang maupun tinggi. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Trisno (2010) yang menunjukkan bahwa umumnya isolat terbaik rizobakteria berasal dari rizosfer cabai dataran tinggi (TD1-3, TD1-8, GN-3, Ag1-5 dan LKP1-9). Selanjutnya Nurbailis (2008) melaporkan 5 isolat *Trichoderma* spp. terbaik (T12sk, S6slk, T1sk, S10sh dan S7sh) berasal dari rizosfer pisang di dataran sedang dan dataran tinggi.

Apabila kolonisasi akar oleh Pf kurang optimal, maka keberadaan patogen di dalam jaringan akar tersebut tetap berkembang mencapai bonggol sehingga terjadi kerusakan pada bonggol. Terjadi perbedaan skoring kerusakan bonggol masing-masing perlakuan karena tingkat serangan yang berbeda pada setiap perlakuan. Menurut Semangun (2000) setelah masuk ke dalam akar patogen akan berkembang sepanjang akar menuju ke batang, kemudian jamur berkembang didalam jaringan pembuluh yang menyebabkan kerusakan pada pangkal batang yang ditandai dengan terlihatnya garis coklat atau hitam menuju kesemua arah dari batang ke atas melalui jaringan

pembuluh ke pangkal daun dan tangkai. Ketika isolat Pf kurang optimal pertumbuhannya, maka keberadaan patogen Foc di dalam jaringan akar tersebut tetap berkembang mencapai bonggol sehingga terjadi kerusakan pada bonggol.

Pada penelitian ini terlihat isolat Pf indigenus yang berasal dari rizosfir pisang dari kultivar dan ketinggian tempat berbeda, juga mempunyai kemampuan bervariasi dalam menekan serangan Foc-ras 4 pada bibit pisang Cavendish. Hal ini diduga karena kultivar pisang tersebut menghasilkan jenis dan komposisi senyawa eksudat yang berbeda pula. Isolat Pf indigenus yang diintroduksi ke kultivar asalnya memberikan efektivitas penekanan yang sangat tinggi dibanding dengan yang berasal dari kultivar pisang lainnya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas penekanan in-troduksi Pf yang berasal dari rizosfir tanaman lain terhadap patogen kurang stabil. Resti (2001) melaporkan bahwa isolat Bd₁, Cb₅, Kd₇, Tm₂, Pf₅, Sw₂, Bd₃, Pe₂, dan kontrol mempunyai intensitas serangan bercak bakteri *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* pada daun tomat cukup tinggi. Selanjutnya Rahma (2000) melaporkan bahwa introduksi tanaman kedelai dengan isolat Bd₃, Sw₂, dan Kd₇ belum mampu menekan serangan penyakit pustul bakteri *Xanthomonas campestris* pv *glycines* pada tanaman kedelai.

Keberhasilan suatu agens hayati menekan serangan patogen tergantung kemampuannya berasosiasi dengan akar tanaman, karena aplikasi agens hayati pada tanah dapat merubah lingkungan fisik maupun kimia tanah (Duffy and Défago, 1999). Sullivan and Gara 1992, *cit* Saravanan *et al.*, 2004) mengemukakan faktor lingkungan dapat mempengaruhi efektivitas kerja agens hayati dalam menekan serangan patogen. Kemampuan mengkolonisasi daerah perakaran tanaman merupakan salah satu syarat efektifnya suatu agens hayati dalam mengendalikan suatu penyakit. Ditambahkan oleh Kloepper *et al.*, (2004) bahwa setiap agens hayati mempunyai kemampuan yang spesifik dalam menempati relung tertentu pada rizosfir. Duffy and Défago (1999) mengemukakan faktor lingkungan adalah penting diketahui karena dapat menentukan derajat dan reliabilitas suatu agens hayati dalam mengendalikan suatu penyakit. Kualitas dan kuantitas substansi yang dihasilkan akar ke rizosfir tergantung jenis tanaman, kondisi pertumbuhan, taraf perkembangan, faktor lingkungan, dan cekaman penyakit (Hale *et al.*, 1978).

Isolat P_rCvP (dari rizosfir pisang Cavendish dataran rendah) menunjukkan kemampuan menghambat perkembangan serangan penyakit layu *Fusarium* paling tinggi dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit pisang Cavendish dibanding dengan 15 isolat Pf lainnya. Hal ini berkorelasi dengan tingginya kolonisasi akar oleh isolat P_rCvP 11,42 CFU/g akar (Gambar 6). Isolat P_rCvP ini berasal dari rizosfir pisang Cavendish sehat pada daerah endemik layu *Fusarium* di Kabupaten Padang Pariaman diintroduksi ke habitat asalnya pisang Cavendish, dapat dengan cepat beradaptasi dan mengkolonisasi akar tanaman uji, sehingga bisa menghambat perkembangan patogen secara kontak langsung, disamping dapat menginduksi jaringan tanaman dengan

meningkatkan pertahanan tanaman baik secara fisik dengan menginduksi penebalan dinding sel jaringan korteks, maupun secara kimiawi dengan menghasilkan senyawa antifungal oleh tanaman (fenol, PR protein, dan fitoaleksin). Piga *et al* (1997) melaporkan bahwa isolat *P. Fluorescens* strain 63-28 dapat menghambat penetrasi *F. oxysporum f.sp. radicislicopersici* dengan menstimulasi penebalan dinding sel inang sehingga patogen hanya berkembang pada jaringan epidermis. Habitat alami dari bakteri *P. Fluorescens* yang termasuk bakteri endofit adalah di dalam jaringan tanaman. Oleh sebab itu mekanismenya dalam pengendalian penyakit lebih diutamakan dengan menginduksi respon fisiologis tanaman.

Isolat Pf indigenus yang berasal dari rizosfir berbagai jenis pisang berbeda mampu mengkolonisasi daerah perakaran dan adaptif dengan substansi eksudat akar bibit pisang Cavendish, diduga menghasilkan eksudat akar yang bervariasi sehingga menunjukkan hasil yang bervariasi terhadap penekanan serangan Foc. Menurut Lemanceau and Alabouvette (1993, *cit* Blanco *et al.*, 2004) salah satu mekanisme yang penting dalam menekan serangan patogen adalah kemampuan Pf mengkolonisasi daerah perakaran tanaman. Kualitas dan kuantitas substansi yang dihasilkan akar ke rizosfir tergantung jenis tanaman, kondisi pertumbuhan, taraf perkembangan, faktor lingkungan, dan cekaman penyakit (Hale *et al.*, 1978).

KESIMPULAN

Semua isolat Pf indigenus dapat meningkatkan pertahanan bibit pisang Cavendish terhadap serangan Foc ras 4 sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman. Isolat P_rCvP (berasal dari rizosfir Pisang Cavendish dataran rendah) merupakan isolat terbaik dan efektif dalam menurunkan tingkat serangan Foc ras 4 dan meningkatkan pertumbuhan bibit

pisang Cavendish dalam waktu bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda L, T Habazar, A Syarif, Mansyurdin dan D Primaputra. 2006. Aplikasi *Pseudomonad fluorescens* pada bibit pisang untuk peningkatan ketahanan terhadap penyakit darah. Seminar dan rapat tahunan BKS-PTN Bagian Barat Bidang MIPA.
- Blanco JM, DR Jurado, A Hervás dan RMJ Diaz. 2004. Suppression of verticillium wilt in olive planting stocs by root-associated *Fluorescent Pseudomonas* spp. Biological Control.
- Booth C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, England.
- Duffy BK dan G Défago. 1999. Environmental factors modulating antibiotic and siderophore biosynthesis by *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strains. applied and environmental microbiology 65(6): 2429-2438.
- Hale M, LD Moore dan GJ Griffin. 1978. Root exudates and exudation. Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Elsevier scientific publishing company.
- Kloepper JW, CM Ryu dan S Zang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopatology 94: 1259-1266.
- Leeman M, JA Van Pelt, MJ Hendrickx, RJ Scheffer, PAHM Bakker dan B Schippers. 1996. Biocontrol of fusarium wilt of radish in commercial greenhouse trials by seed treatment with *Pseudomonas fluorescens* WCS 374. Phytopathology 85: 1301-1304.
- Leiby-Snyder TE dan DB Furtek. 1995. A Genomic clone (Accession No, U30324) from *Theobroma cacao* L. with high similarity to plant class I Endochitinase Sequences. Plant Physiol 109: 338.
- Maurhofe M, C Hase, P Meuwly, JP Metraux dan Defago. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco necrotic virus by the root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO: Influence of the GacA gene and of pyoverdine production. Phythopatology 84: 139 – 146.
- Nurbailis. 2008. Karakterisasi mekanisme Trichoderma dalam pengendalian *Fusarium oxysforum* f sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang. [Disertasi] Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Piga PM, RR Belanger, TC Paulitz dan N Benhamou. 1997. Increased resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato plants treated with the endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens* strain 63-28. Physiology and Molecularr Plant Pathology 50: 301-320.
- Ploetz RC dan KG Pegg. 2000. Diseases of banana, abaca and enset: Fungal diseases of the root, corm and pseudostem: Fusarium Wilt.
- Raupach GS, L Liu, JF Murphy, S Tuzaun dan JW Kloepper. 1996. Induced systemic resistance in cucumber mosaic cucumovirus using plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Plant Diseases 80:891-894.
- Resti Z. 2001. Potensi bakteri *Pseudomonas* yang berflouresensi dalam meningkatkan ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit bercak bakteri (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*). [Tesis]

- Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas.
- Saravanan T, R Bhaskaran dan M Muthusamy. 2004. *Pseudomonas fluorescens* induced enzymological changes in banana roots (Cv. Rasthali) against fusarium wilt disease. *Plant Pathology Journal* 3 (2): 72-80.
- Semangun H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sumardiyono C, B Hadisutrisno, S Subandiyah dan SM Widyastuti. 2000. Mekanisme pengendalian penyakit layu bakteri *Pseudomonas solanacearum* dan Layu fusarium *Fusarium oxysporum* F.SP. *cubense* pada pisang dengan rhizobakteria. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada.
- Trisno J. 2010. Keaneka ragaman virus dan peranan rhizobakteria indigenus dari geografis berbeda dalam mempengaruhi perkembangan penyakit daun keriting Cabai (*Capsicum annum* L.).
- Wahyuni WS. 2003. Kemampuan rhizobakteria *Pseudomonas putida* Pf-20 untuk mengendalikan *Cucumber Mosaik Virus*. Makalah dalam prosiding Konggres XVII dan Seminar ilmiah nasional PFI. Bandung 6-8 Agustus 2003.