

Potensi Ekstrak Etanol *Clitoria ternatea* L. sebagai Biofungisida dalam Mengendalikan Jamur *Fusarium* sp.

^{1*}Irna Il Sanuriza, ²Dwi Kartika Risfianty, ³Irfan Jayadi, ⁴Mia Afrianti

^{1,2,3,4}Biologi, FMIPA, Universitas Nahdlatul Wathan Mataram, Mataram

*Email : irnailsanuriza@unwmataram.ac.id

Abstract

Fusarium sp is a fungal pathogen that can infect plants with a wide host range. *Fusarium* questionni is a type of pathogen from a group of fungi that has a high level of virulence so that it can cause high damage to plants. Biological control of soil borne diseases by utilizing extracts from plants as an alternative barrier to avoid the use of synthetic chemicals. Plants used as control or inhibitors of the growth of the fungus *Fusarium* sp., have compounds in the form of triterpenoids, flavonoids, tannins, essential oils, and allelopathic compounds that are released to inhibit the growth of pathogens. This research is descriptive using literature study method to find out the potential of plant extracts that have inhibitory power on the growth of the fungus *Fusarium* sp. The results of the potential study of this plant extract showed that the ethanolic extract of *Clitoria ternatea* L. had an effect on inhibiting the growth of the fungus *Fusarium* sp.

Keywords: *Fusarium* sp.; *Clitoria ternatea* L.; antimicrobial

Abstrak

Fusarium sp adalah jamur patogen yang dapat menginfeksi tanaman dengan kisaran inang yang luas. *Fusarium* soalni merupakan jenis patogen dari kelompok jamur yang memiliki tingkat virulensi yang tinggi sehingga dapat menyebabkan kerusakan yang tinggi pada tanaman. Pengendalian penyakit tular tanah secara hayati dengan memanfaatkan ekstrak dari tanaman sebagai alternatif penghambat untuk menghindari penggunaan bahan kimia sintetik. Tanaman yang dimanfaatkan sebagai pengendali atau penghambat pertumbuhan jamur *fusarium* sp., memiliki senyawa berupa triterpenoid, flavonoid, tannin, minyak atsiri, dan senyawa alelopati yang dilepaskan untuk menghambat pertumbuhan patogen. Penelitian ini bersifat deskriptif menggunakan metode studi pustaka untuk mencari potensi dari ekstrak tumbuhan yang mempunyai daya hambat pada pertumbuhan jamur *fusarium* sp. Hasil studi potensial ekstrak tumbuhan ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Clitoria ternatea* L. berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur *fusarium* sp.

Kata kunci: *Fusarium* sp.; *Clitoria ternatea* L.; antimikroba

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum merupakan jenis jamur tanah yang bersifat patogen karena dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada beberapa tanaman, penyakit yang ditimbulkan menyebabkan terjadinya kerusakan pada akar tanaman dan akan menyebar kebagian tanaman yang lain (Amrulloh, 2008). Infeksi yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* dapat terjadi dalam kurun waktu 2 bulan hingga tanaman mati. Namun, gejala yang timbul mulai tampak kasat mata secara perlahan karena jamur ini menginfeksi melalui jaringan vascular akar dan batang tanaman (Sudarma, Puspawati, & Suniati, 2014). Tanaman yang terletak pada bagian atas tanah akan menunjukkan tanda-tanda infeksi dengan ditandai menguningnya daun pada bagian bawah, kemudian menyebar pada daun muda hingga buah yang terbentuk mulai mengalami kebusukan dan seluruh tanaman tampak layu (Hermanto & Setyawati, 2002).

Terdapat beberapa tumbuhan yang secara alami mengandung zat yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan sebagai alternatif antifungi. Salah satu agen hayati yang bersifat antagonis terhadap patogen tular tanah dan sangat berpotensi untuk dikembangkan adalah dari kelompok bakteri yang ada di permukaan akar tanaman (*Rhizoplan*). Bakteri antagonis banyak terdapat pada rhizoplane atau di dalam jaringan radikular (Kloepper *et al.*, 1989; Dawwam *et al.*, 2013). Agen pengendali hayati dari kelompok bakteri antagonis banyak dimanfaatkan dan disukai karena kurang merugikan terhadap lingkungan dan mekanisme kerjanya yang rumit umumnya membuat agensia tidak mudah mengembangkan ketahanannya (Sosesanto, 2008).

Penggunaan agens antagonis yang berasal dari rhizoplane untuk meningkatkan hasil panen dan melindungi tanaman dari serangan organisme pengganggu tanaman merupakan pendekatan menjanjikan dalam sistem pertanian modern. Daerah disekitar akar dan permukaan tanaman merupakan daerah yang ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba antagonis. Nutrisi yang disekresikan tanaman kedalam rizosfer mempengaruhi kelimpahan dan keragaman mikroba di daerah tersebut. Mikroba yang ada disekitar perakaran tanaman dan permukaan akar tanaman tersebut khususnya bakteri mampu melindungi tanaman dari serangan patogen (Kuswinantiet *al.*, 2014). Pemanfaatan bakteri pemacu pertumbuhan berpotensi untuk dikembangkan pada system pertanian yang berkelanjutan untuk peningkatan produksi dan perlindungan tanaman (Oluwambe dan Kofoworola, 2016). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul “Efek Mikroba Ekstrak Etanol *Clitoria ternatea* L. dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium sp*”.

Rumusan Masalah

- a. Masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini ialah :
- b. Apakah ekstrak etanol tumbuhan *Clitoria ternatea* L. dapat menekan pertumbuhan jamur *Fusarium sp*?
- c. Bagaimana cara mengidentifikasi potensi daya hambat ekstrak etanol *Clitoria ternatea* L. dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium sp*?

Tujuan Penelitian

Untuk studi potensi efektifitas daya hambat dari ekstrak etanol *Clitoria ternatea* L. dalam menekan pertumbuhan jamur *Fusarium sp*.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi potensi daya hambat beberapa ekstrak tumbuhan sebagai agen hayati yang dapat menghambat jamur *Fusarium sp*.

Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi yang memberikan informasi kepada masyarakat khususnya kepada petani dalam upaya mengendalikan penyakit layu *fusarium Sp.*, pada tanaman.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, karena tidak dilakukan suatu perlakuan tertentu terhadap objek penelitian. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah identifikasi data secara deskriptif dari sumber buku, jurnal, dan wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi adalah pemisahan zat target dan zat yang tidak berguna dimana teknik pemisahan berdasarkan perbedaan distribusi zat terlarut antara dua pelarut atau lebih yang saling bercampur. Pada umumnya, zat terlarut yang diekstrak bersifat tidak larut atau sedikit larut dalam suatu pelarut tetapi mudah larut dengan pelarut lain (Harbone, 1987).

Prinsip dari ekstraksi padat-cair adalah zat padat mengalami kontak dengan pelarut sehingga senyawa dalam zat padat akan berpindah ke dalam pelarut. Dengan demikian terjadi transfer massa senyawa dari zat aktif ke pelarut dan proses tersebut berlangsung dalam gradient konsentrasi. Kecepatan transfer massa akan menurun ketika konsentrasi senyawa dalam pelarut meningkat hingga kesetimbangan tercapai yaitu konsentrasi senyawa dalam zat padat dan pelarut sama. Jika kesetimbangan telah tercapai maka transfer massa senyawa dari zat padat ke dalam pelarut akan berhenti. Transfer massa senyawa bergantung pada kelarutannya dalam pelarut, pemanasan pelarut dapat meningkatkan transfer senyawa (ICS UNIDO, 2008).

Proses ekstraksi akan berhenti ketika kesetimbangan telah tercapai antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dan konsentrasi dalam simplisia. Setelah proses ekstraksi selesai, residu padat dan pelarut (marc) dipisahkan dengan cara penyaringan (ICS-UNIDO, 2008; Seidel, 2012). Kelebihan dari ekstraksi dengan metode maserasi adalah metode ini dapat digunakan untuk ekstraksi dalam jumlah yang banyak (bulk). Kekurangan dari metode maserasi adalah proses ekstraksi membutuhkan waktu yang lama, beberapa senyawa tidak dapat diekstraksi secara efektif pada suhu kamar (Seidel, 2012).

Tujuan Ekstraksi Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik semua komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen zat padat ke dalam pelarut dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka, kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut. Secara umum, terdapat empat situasi dalam menentukan tujuan ekstraksi:

- Senyawa kimia telah diketahui identitasnya untuk diekstraksi dari organisme. Dalam kasus ini, prosedur yang telah dipublikasikan dapat diikuti dan dibuat modifikasi yang sesuai untuk mengembangkan proses atau menyesuaikan dengan kebutuhan pemakai.
- Bahan diperiksa untuk menemukan kelompok senyawa kimia tertentu, misalnya alkaloid, flavanoid atau saponin, meskipun struktur kimia sebetulnya dari senyawa ini bahkan keberadaannya belum diketahui. Dalam situasi seperti ini, metode umum yang dapat digunakan untuk senyawa kimia yang diminati dapat diperoleh dari pustaka. Hal ini diikuti dengan uji kimia atau kromatografik yang sesuai untuk kelompok senyawa kimia tertentu
- Organisme (tanaman atau hewan) digunakan dalam pengobatan tradisional, dan biasanya dibuat dengan cara, misalnya Tradisional Chinese medicine (TCM) seringkali membutuhkan herba yang dididihkan dalam air dan dekok dalam air untuk diberikan sebagai obat. Proses ini harus ditiru sedekat mungkin jika ekstrak akan melalui kajian

ilmiah biologi atau kimia lebih lanjut, khususnya jika tujuannya untuk memvalidasi penggunaan obat tradisional.

- Sifat senyawa yang akan diisolasi belum ditentukan sebelumnya dengan cara apapun. Situasi ini (utamanya dalam program skrining) dapat timbul jika tujuannya adalah untuk menguji organisme, baik yang dipilih secara acak atau didasarkan pada penggunaan tradisional untuk mengetahui adanya senyawa dengan aktivitas biologi khusus. Proses pengekstraksian komponen kimia dalam sel tanaman yaitu pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dalam pelarut organik di luar sel, maka larutan terpekat akan berdifusi keluar sel dan proses ini akan berulang terus sampai terjadi keseimbangan antara konsentrasi cairan zat aktif di dalam dan di luar sel.

Tanaman kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) dilaporkan memiliki sifat anti mikroba (Darsini & Shamsad, 2013; Kamilla et al., 2009; Naz et al., 2013). Ekstrak metanol daun kembang telang menunjukkan penghambatan terhadap hifa jamur *A. niger* dengan IC₅₀ 0,4 mg/ml (Kamilla et al., 2009). Suganda & Adhi (2017) melaporkan bahwa ekstrak air bunga kembang telang pada konsentrasi 5% mampu menghambat pertumbuhan *Foc* mencapai 46%. Das et al. (2014) melaporkan bahwa ekstrak daun etanol (50%) dari kembang telang memiliki aktivitas antijamur dan dapat digunakan untuk melindungi benih kacang kapri dari infeksi *F. oxysporum*. Berdasarkan laporan hasil penelitian tersebut diketahui bahwa ekstrak tanaman Kembang Telang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan jamur patogen, namun kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *Foc* secara in-vitro belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan ekstrak metanol bunga maupun daun Kembang Telang dalam menghambat pertumbuhan koloni, produksi konidia, dan perkecambahan konidia jamur *Foc*.

a. Pembuatan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Kembang Telang

Bunga dan daun kembang telang yang telah berkembang sempurna (dewasa) diambil secara komposit dari tanaman kembang telang di Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. Pembuatan ekstrak dilakukan dengan menggunakan metode maserisasi (Dono dkk., 2008). Daun dicuci bersih terlebih dahulu sebelum dikering-anginkan, sedangkan pada bunga tidak dilakukan pencucian karena lebih mudah hancur dan rusak saat terkena air. Bunga dan daun kemudian dikering-anginkan sambil dibolak balik secara berkala selama kurang lebih satu minggu. Bunga dan daun yang telah kering kemudian dihaluskan menjadi serbuk halus (simplisia) menggunakan blender.

Penurunan produksi konidia pada jamur yang diberi ekstrak metanol bunga kembang telang menunjukkan bahwa adanya gangguan pada metabolisme jamur. Terganggunya metabolisme jamur dapat disebabkan oleh kandungan metabolit sekunder dari bunga kembang telang yang bersifat antijamur. Penurunan konidia pada jamur *Foc* juga dapat membuat sumber inokulum jamur menjadi berkurang. *Foc* merupakan jamur monosiklik dimana jumlah inokulum awal menjadi faktor utama laju perkembangan penyakit. Sebagaimana dilaporkan oleh Riska dkk. (2012), semakin tinggi jumlah inokulum jamur *Fusarium*, maka perkembangan penyakit semakin cepat serta tingkat intensitas penyakit semakin tinggi.

b. Antimikroba

Ekstrak *Clitoria ternatea* dapat menghambat bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas formicans*, *Aeromonas hydrophila* dan *Streptococcus agalactiae* (Al-Snafi 2016). Dari hasil pengujian laboratorium, ekstrak daun dan akar ditemukan paling efektif melawan terhadap semua organisme serta daun *Clitoria ternatea* menunjukkan aktivitas anti jamur paling efektif terhadap *Aspergillus niger* (Al-Snafi 2016). Pengujian anti bakteri dilakukan pada daun dan akar *Clitoria ternatea* terhadap patogen. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak daun menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat dari pada ekstrak akar. Daun memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *E. coli* dan *Vibrio cholera*, yang dikenal sebagai penyebab disentri, dan *Staphylococcus aureus*, penyebab demam (Gupta et al. 2010). Lebih lanjut lagi, biji *C. Ternatea* dapat menghambat *E. coli* dan *M. flavus*; serta kalusnya terhadap *S. typhi*, *E. coli* dan *S. aureus*, *Salmonella* spp. dan *Shigella* 4-ena-3, 6 dion, minyak volatile dan steroid. Biji bunga telang mengandung asam sinamat, finotin dan beta sitosterol (Budiasih 2017). Mahkota bunga telang mengandung flavonoid, antosianin, flavanol glikosida, kaempferol glikosida, quersetin glikosida dan mirisetin glikosida (Kazuma et al. 2003, Kazuma et al. 2003). Dari hasil berbagai penelitian *Clitoria ternatea* memiliki pengaruh farmakologis (*pharmacological effects*) sebagai antimikroba, antiparasit, anti inflamasi, antikanker, antioksidan, antidepresan.

Tanaman bunga telang ini bisa dikatakan sebagai tanaman ajaib. Alasannya, hampir seluruh bagian tanamannya bermanfaat. Mulai dari akar, batang, daun, bunga, dan polong. Bunga telang itu berasal dari suku polong-polongan (*Fabiaceae*). Ciri khas dari golongan ini adalah punya bintil akar yang dapat menyuburkan tanah. Bintil akar itu mengandung bakteri rhizobium yang dapat mengikat nitrogen bebas di udara, lalu melepaskannya ke tanah, sehingga tanah tersebut dapat mengandung nitrogen dan menjadi subur. Begitulah akar bunga telang bekerja. Karenanya, bunga telang juga dapat dijadikan sebagai tanaman penutup tanah; ia dapat membantu penyediaan nitrogen untuk tanaman lainnya. Maka, tanaman bunga telang ini baik untuk membantu kesuburan tanah karena pada akarnya juga terdapat bintil-bintil rhizobium (salah satu bakteri pengikat nitrogen) yang mengikat nitrogen dari udara bebas dan melepaskannya di dalam tanah. Dalam penelitian Cook *et al.* (2005), bunga telang dinyatakan sebagai bank nitrogen karena kemampuannya dalam mengikat nitrogen cukup baik. Selain sebagai pengikat nitrogen, ternyata rebusan akar bunga telang juga bermanfaat untuk kesehatan.

SIMPULAN

Tanaman *Clitoria ternatea* L. memiliki senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* Sp.

REFERENSI

- Abadi, A. L. (2003). *Ilmu Penyakit Tumbuhan I Edisi Pertama*. Bayumedia Publishing dan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya: Malang Jawa Timur-Indonesia.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathologi 5th ed*. Elsevier Academic Press: San Diego. 922p.

- Ashrafuzzaman, M., Hossen, F. A., Ismail, M. R, Hoque, Md.A., Islam, M.Z., Shahidullah, S.M, and Meon, S. (2009). Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for enhancement of rice growth. *African Journal of Biotechnology*. 8(7): 1247-1252.
- Astuti, Ovi Rizky. (2012). Uji Daya Antifungi Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz dan Pav) terhadap *Candida albicans* ATCC 10231 secara In Vitro. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Atlas, R.M., and Bartha, R. (1993). *Microbial ecology: principles and applications*. 3rd Ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City.
- Aulifa, D.L., Aryantha, I.N.P., dan Sukarno. (2014). Aktivitas anti jamur ekstrak metanol dari tumbuhan rempah-rempahan. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 16 (1): 10-15.
- Bacon, C.W., and Hinton, S.S. (2007). *Bacterial endophytes: The endophytic niche, its occupants, and its utility*. In : Gnanamanickam SS. Gnanamanickam (ed.). Plant-Associated Bacteria. Springer, Berlin. pp. 155–194.
- Barnett, H.L. and Binder., F.L. (1973). *The fungal host-parasite relationship*. Annual Review in Phytopathology. 11 : pp. 273 - 292.
- Budzikiewicz, H. (2001). *Siderophore-antibiotic conjugates used as Trojan horses against Pseudomonas aeruginosa*. Current Topics in Medicinal Chemistry 1: 73-80.
- Chet, I., Inbar, J., and Hadar, Y. (1997). Fungal antagonists and mycoparasites. In: Lemke, P.A. and Esser, K. The mycota: A comprehensive treatise on fungi as experimental system for basic and applied research. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*: pp. 165-184.
- Choudhary, D.K., and Johri, B.N. (2009). Interaction of *Bacillus* spp. and plants-with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microb. Res*. 164(5): 493–513.
- Chrisnaningsih, Nety Wulandari. (2006). Pengaruh Pemberian Ekstrak *Syzygium polyanthum* terhadap produksi ROI Makrofag pada Mencit BALB/c yang Diinokulasi *Salmonella typhimurium*. Artikel. Semarang : Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Cook, R.J., and Baker, K.F. (1983). *The Natural and Practice of Biological Control of Plant Patogen*. The American Phytopathological Society: St. Paul MN. 539 p.
- Dawwam, G.E., Elbeltagy, A., Emara, H.M., Abbas, I.H., and Hassan, M.M. 2013. Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. *Ann. Agric. Sci*. 58(2): 195–201.
- De Cal, A., Garcia- Lepe, R., and Melgarejo, P. (2000). Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* : Histological studies of infected and induced tomato stem. *Phytopathology*. 90: 260- 268.
- De Weger LA., van Der Bij, A.J., Dekkers, L.C., Simons, M., Wijffelman, C.A., and Lugtenberg, B.J.J. (1995). *Colonization of the rhizosphere of crop plants by plant-beneficial Pseudomonads* FEMS Microbiol. Ecol. 17: 221–228.
- El-Katatny, M.H., Somitsch, W., Robra, K.H., El-Katatny, M.S., and Gubitz, G.M. (2000). Production of chitinase and β -1,3-glucanase by *Trichoderma harzianum* for control of the phytopatogenic fungus *Sclerotium rolfsii*. *Food Technol Biotechnol*. 38:173-180.
- George, M.E. (2002). Antimicrobial agents and Chemotherapy. *American Society Microbiology*. 6:2868-3872
- Ghannoum, M.A., Rice, L.B. (1999). *Antifungan Agent : mode of action, mechanism of resistance, and correlation of these mechanism with bacterial resistance*. Clinical Mikrobiology Review. 12 : 501-517

- Hasani, A., Kariminik, A., dan Issazadeh, S. (2014). Streptomycetes: Characteristics and Their Antimicrobial Activities. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*.2 (1) : 63-75
- Heydari, A., and Pessarakli, M. (2010). A review on biological control of fungal plant pathogens using microbial antagonists. *J. Biol. Sci.* 10 : 273–290.
- Hurek, B.R. and Hurek, T. (2011). *Living inside plants: Bacterial Endophytes*. *Current Opinion in Plant Pathology*.14: 435–443.
- Jatmiko, S., Harsanti, S., Sarwoto, dan Ardiwinata, AN. (2002). *Apakah herbisida yang digunakan cukup aman?* Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Jiang, C. H., Wu, F., Yu, Z. Y., Xie, P., Ke, H. J., Li, H. W. (2015). *Study on screening and antagonistic mechanisms of Bacillus amyloliquefaciens against bacterial fruit blotch (BFB) caused by Acidovorax avenae subsp. citrulli*. *Microbiol.* 170: 95–104.
- Kloepper, J.W. Lifshitz, R. Zablotowicz R.M. (1989). Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol.* 7(2): 39–43.
- Konradsen F, Vander Hoek W, Cole DC, Daisley G, Singh H, Eddleston M. (2003). Reducing acute poisoning in developing countries. options for restricting the availability of pesticides. *Toxicology*. 192: 249– 261.
- Kuswinanti, T. Baharuddin, dan Sukmawati, S. (2014). *Efektivitas Isolat Bakteri dari Rizosfer dan Bahan Organik Terhadap Ralstonia solanacearum dan Fusarium*, 10 (2) pp. 68–72 DOI: 10.14692/jfi.10.2.68
- Lyon, G. (2007). Agents that Can Elicit Induced Resistance. In: Walters, D., A. Newton, & G. Lyon, (Eds). *Induced Resistance for Plant Defence: Sustainable Approach to Crop Protection*. Blackwell Publishing. pp.9-30.
- Oluwambe, T.M., and Kofoworola, A.A. (2016). Comparison of single culture and the consortium of growth-promoting rhizobacteria from three tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) varieties. *Adv Plants Agric Res.* 5(1):448 –455.
- Park, K.H., C.Y. Lee, and H.J. Son. (2009). Mechanism of insoluble phosphate solubilization by *Pseudomonas fluorescens* RAF15 isolated from ginseng rhizosphere and its plant growth-promoting activities. *Letters in Applied Microbiology*. 49: 222–228.
- Pelezar, J.R., Chan, M.J., and Krieg, N.R. (2003). *Mikrobiologi Concepts and Application*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Ploetz, R.C., and Pegg, K.G. (2000). *Fungal Disease of the Root, Corm and Pseudostem: Fusarium Wilt. Di dalam: Jones DR, (ed.). Disease of Banana, Abaca and Enset*. Wallingford: CAB International. p. 143 - 159.
- Quecine, M., Araujo, W., Marcon, J., Gai, C., and Azevedo J. (2008). Chitinolytic activity of endophytic *Streptomyces* and potential for biocontrol. *Lett Appl Microbiol.* 47 (6): 486-491.
- Soesanto, L. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman, Suplemen ke Gulma dan Nematoda*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada, 573 hal.
- Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology*. 56 (4) : 845 – 857.
- Strobel, G.A. (2003). Endophytes as sources of bioactive products. *Microbes Infection*. 5: 535–544.
- Susanna. (2000). "Analisis Introduksi Mikroorganisme Antagonis Untuk Pengendalian Hayati Penyakit Layu (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) pada Pisang (*Musa sapientum* L.). Tesis. IPB. Bogor.

- Van Loon, L. C. (2000). Syastemic induced resistance dalam Susarenko, A., Fraser, R.S.S., Van Loon, L. C. editor. *Mechanisms of resistance to plant diseases*. Netherland:Kluwr academic publisher. 521-574.
- Wardlaw, C.W. (1972). *Banana Disease. Including Plantains and Abaca*. London: Longman, Green and Co LTD. P. 188-276.
- Webster, J., Weber, R.W.S. (2007). *Introduction to fungi third edition*. New York: Cambridge University Press.