

Keagresifan Beberapa Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* Asal Temanggung dan Boyolali Setelah Penyimpanan dalam Tanah Steril

Agressivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* Isolates From Temanggung and Boyolali After Preservation in Sterile Soil

Henky Setyawan Norandika Wahyu, Loekas Soesanto*, Kustantinah
Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53123

ABSTRAK

Penyimpanan isolat cendawan diperlukan untuk penelitian lanjut, tetapi penyimpanan tersebut umumnya masih pada kemampuan hidup dan pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan menentukan daya hidup dan keagresifan *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* isolat asal jahe cv. Gajah setelah disimpan selama tiga tahun dalam medium tanah steril. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (*in vitro*) dan rancangan acak kelompok (*in planta*) dengan 10 isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* asal Temanggung, 8 isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* asal Boyolali, dan 1 kontrol yang diulang tiga kali. Peubah yang diamati ialah masa inkubasi, luas serangan, intensitas penyakit, selisih bobot basah rimpang, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* masih dapat tumbuh baik. Keagresifan tertinggi, berdasarkan asal isolat, pada rimpang jahe ialah isolat TKO3 asal Temanggung dan BAO6 asal Boyolali, dengan luas serangan masing-masing sebesar 67.67 mm² dan 56.67 mm². Pada tanaman jahe, keagresifan tertinggi ialah isolat BAO1 asal Boyolali dan TPO2 asal Temanggung dengan intensitas penyakit masing-masing 68.09% dan 38.13%. Semua isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi, tinggi tanaman, intensitas penyakit, total daun, dan bobot basah rimpang, tetapi berbeda nyata terhadap luas serangan.

Kata kunci: *Fusarium oxysporum*, jahe, keagresifan, penyimpanan, tanah steril

ABSTRACT

Preservation of fungi isolates is needed for further research but usually the preservation treatment is only concerned on life span and growth of the fungi. This research aimed at knowing life span and aggressivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* isolates from ginger cv. Gajah after preserving for three years in sterile soil. Completely Randomized Design and Randomized Block Design were used for *in vitro* and *in planta* test, respectively, with 10 isolates of *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* from Temanggung, 8 isolates of *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* from Boyolali, and 1 control, each repeated three times. Variables observed were incubation period, infected area, disease intensity, rhizome wet weight, number of leaves, and crop height. Result of the research showed that all isolates of *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* could still grew well. Based on origin of the isolates, the highest aggressivity on ginger rhizome was TKO3 from Temanggung and BAO6 from Boyolali with infected area of 67.67 mm² and 56.67 mm², respectively. On ginger crop, the highest aggressivity was BAO1 from Boyolali and

*Alamat penulis korespondensi: Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123
Tel: 0281-638791, Faks: 0281-638791, Surel: lukassus26@gmail.com

TPO2 from Temanggung with disease intensity of 68.09% and 38.13%, respectively. All isolates of *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* did not cause significantly different effect on incubation period, disease intensity, crop height, leaves total, and rhizome wet weight but they caused significantly different effect on infected area.

Key word: aggressivity, *Fusarium oxysporum*, ginger, preservation, steril soil

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum f. sp. *zingiberi* merupakan penyebab penyakit busuk rimpang pada tanaman jahe, yang menyebabkan kerugian besar dalam produksi jahe di Jawa Tengah, Indonesia (Semangun 2000). Pengelolaan patogen tersebut sampai saat ini masih belum terpecahkan, mengingat cendawan mampu membentuk struktur istirahat yang bertahan hidup dalam waktu lama di dalam tanah meski tanpa ada tanaman inang.

Budi daya tanaman jahe di Jawa Tengah telah dihadapkan pada masalah penyakit busuk rimpang (Soesanto *et al.* 2005). Masalah penyakit tersebut dijumpai di semua daerah pusat tanaman jahe di Jawa Tengah, bahkan tingkat serangan di daerah Boyolali dan Temanggung mencapai lebih dari 50%. Hasil isolasi patogen dari tanaman jahe yang menunjukkan gejala busuk rimpang jahe beragam. Sebanyak 54 isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* hasil isolasi Soesanto *et al.* (2003, 2005) disimpan sebagai koleksi biakan murni di dalam medium tanah steril. Keganasan atau keagresifan *Fusarium* diuji dalam penelitian ini.

BAHAN DAN METODE

Penyiapan *F. oxysporum*

F. oxysporum f. sp. *zingiberi* yang digunakan sebanyak 10 isolat asal Temanggung (TKO1, TKO2, TKO3, TKO4, TKO6, TKO7, TPO1, TPO2, TPO3, dan TPO5) dan 8 isolat asal Boyolali (BAO1, BAO2, BAO3, BAO4, BAO6, BAO7, BAC, dan BAP), yang berasal dari penelitian Soesanto *et al.* (2003). Isolat ditumbuhkan pada PDA dan diinkubasi selama 5 hari. *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi*

yang tumbuh dibuat spora tunggalnya dan dimurnikan pada medium PDA yang mengandung streptomisin (Tuite 1969).

Inokulasi Rimpang Jahe

Rimpang jahe cv. Gajah, dari kebun jahe di Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas, disterilkan dengan direndam dalam larutan Na-hipoklorit 1% selama 3 menit, dibilas dengan air steril 3 kali, ditiriskan pada kertas hisap steril. Rimpang jahe steril ini dilukai menggunakan jarum preparat steril (diameter luka 0.8-1.0 cm) dengan kedalaman 1 mm sebanyak ± 30 luka tusukan, kemudian ditetesi suspensi *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* (10^7 konidium per mL) dan ditutup dengan kapas lembap. Rimpang selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik, diikat, dan diinkubasi. Sebanyak 18 isolat *F. oxysporum* diuji menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan. Peubah yang diamati ialah masa inkubasi dan luas serangan dengan mengukur gejala yang muncul dan bobot basah rimpang.

Perlakuan di Rumah Kasa

Rimpang jahe cv. Gajah sehat ditunaskan di dalam keranjang plastik yang ditutup kertas lembap. Rimpang yang bertunas dijadikan sebagai bibit dengan memotong bagian rimpang yang mempunyai dua tunas, dan bekas potongan dioles abu dapur. Setiap bibit yang digunakan mempunyai dua tunas. Bibit selanjutnya ditanam dalam medium tanah dan pupuk kandang (4:1) dalam kantong plastik ukuran 5 kg. Bibit selanjutnya, disiram dengan suspensi konidium *F. oxysporum* sebanyak 10 mL per tanaman (1×10^7 konidium per mL). Sebanyak 18 isolat yang disusun dalam rancangan acak kelompok digunakan dalam penelitian dengan tiga ulangan. Peubah yang diamati adalah intensitas penyakit dengan rumus:

$$IP = \frac{\sum n.v}{N.Z} \times 100\%, \text{ dengan}$$

IP, Intensitas penyakit (%); n, jumlah bagian tanaman terinfeksi dalam tiap kategori serangan; v, nilai kategori serangan; N, jumlah seluruh bagian yang diamati; Z, nilai kategori serangan tertinggi (Direktorat Perlindungan Tanaman 2000).

Serangan penyakit dibedakan mengikuti kategori (Sudanta *et al.* 1993):

- 0, kerusakan 0% (tidak ada infeksi);
- 1, kerusakan antara 0-20% (infeksi sangat lemah);
- 2, kerusakan antara 21-40% (infeksi lemah);
- 3, kerusakan antara 41-50% (infeksi cukup);
- 4, kerusakan antara 61-80% (infeksi berat);
- 5, kerusakan >80% (infeksi sangat berat).

Selain itu, juga diamati jumlah daun, tinggi tanaman, dan faktor pendukung lain.

HASIL

Uji Laboratorium pada Rimpang Jahe

Semua isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* asal Temanggung dan Boyolali, yang telah disimpan dalam tanah steril selama tiga tahun, dapat tumbuh dengan baik pada medium PDA dan menimbulkan gejala busuk kering rimpang jahe, yang ditandai dengan bercak cokelat tua, cekung, dan mengering atau berkerut.

Semua isolat yang telah disimpan dalam tanah steril selama tiga tahun masih mampu menimbulkan gejala busuk rimpang meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 1).

Rerata masa inkubasi penyakit busuk rimpang cenderung berbeda, meski secara statistika tidak berbeda nyata. Meskipun demikian, masa inkubasi tercepat dijumpai pada isolat TKO4 asal Temanggung dan BAP asal Boyolali dan terlambat pada isolat TPO5

Tabel 1 Pengaruh pelbagai isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* terhadap masa inkubasi, luas serangan, dan selisih bobot basah rimpang jahe

Perlakuan	Masa inkubasi (HSI)	Selisih bobot basah rimpang (g)	Luas serangan (mm ²)
Kontrol	28.67	0.07	16.00 d*
TKO1	8.33	0.33	42.00 a-d
TKO2	14.33	0.46	65.33 a
TKO3	11.00	0.34	67.67 a
TKO4	3.33	0.28	38.34 b-d
TKO6	9.33	0.08	52.33 a-c
TKO7	10.00	0.35	55.67 ab
TPO1	8.33	0.50	56.50 ab
TPO2	5.00	0.29	55.00 ab
TPO3	8.67	0.36	66.17 ab
TPO5	15.33	0.44	56.67 ab
BAO1	14.33	0.31	56.00 ab
BAO2	16.00	0.35	47.33 a-d
BAO3	11.67	0.29	46.33 a-d
BAO4	12.67	0.55	62.00 a
BAO6	9.00	0.69	56.67 ab
BAO7	12.00	0.85	29.67 cd
BAC	15.67	0.60	56.17 av
BAP	7.33	0.53	53.00 ab

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%. Data masa inkubasi ditransformasi ke $\sqrt{(\times+1)}$ dan selisih bobot basah rimpang ke $\sqrt{(\times+0.5)}$. HSI, Hari setelah inokulasi

dan BAO2 masing-masing dari Temanggung dan Boyolali.

Berdasarkan hasil analisis terhadap selisih bobot basah rimpang, masing-masing isolat terdapat selisih bobot basah, meski tidak berbeda nyata. Sementara selisih bobot basah terbesar ialah pada kontrol karena tidak adanya infeksi patogen.

Perbedaan nyata dijumpai pada luas serangan patogen pada rimpang jahe. Luas serangan terbesar dijumpai pada isolat TKO3 asal Temanggung dan BAO4 asal Boyolali, masing-masing 67.67 mm² dan 62.00 mm². Hal ini berarti bahwa kedua isolat tersebut mempunyai keganasan paling tinggi di antara semua isolat yang dicoba. Adanya keganasan tersebut menyebabkan kedua isolat mempunyai keagresifan tertinggi dalam menimbulkan gejala penyakit busuk rimpang.

Uji Rumah Kasa pada Tanaman Jahe

Berdasarkan hasil uji statistika, semua variabel yang diamati tidak berbeda nyata.

Meskipun demikian, tampak bahwa masing-masing isolat cenderung memberikan pengaruh yang berbeda terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit, dan jumlah total daun (Tabel 2).

Pada Tabel 2 nampak bahwa masa inkubasi tercepat dan terlama masing-masing pada isolat TKO4 dan TPO5 asal Temanggung, yaitu 16.33 hari dan 89.33 hari setelah inokulasi, sedangkan isolat asal Boyolali tercepat dan terlama masing-masing pada isolat BAP dan BAO4, yaitu 23.00 hari dan 87.33 hari setelah inokulasi.

Rerata intensitas penyakit pada Tabel 2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun cenderung nampak berbeda, dengan nilai tertinggi pada isolat BAO1 dan TPO2 masing-masing asal Boyolali dan Temanggung. Sementara itu, data tinggi tanaman dan jumlah total daun menunjukkan tidak berbeda nyata secara statistika (Tabel 2), namun demikian ada kecenderungan perbedaan antar-isolat. Tinggi tanaman terendah nampak akibat isolat

Tabel 2 Pengaruh pelbagai isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* terhadap masa inkubasi, intensitas penyakit, tinggi tanaman, dan jumlah total daun jahe *in planta*

Perlakuan	Masa Inkubasi (HSI)	Intensitas penyakit (%)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah total daun
Kontrol	29.67	1.06	34.38	44.33
TKO1	30.33	1.37	39.37	78.33
TKO2	30.33	6.23	36.88	56.33
TKO3	81.67	8.49	35.90	49.33
TKO4	16.33	1.75	29.53	81.00
TKO6	86.00	7.03	33.25	52.00
TKO7	35.67	4.02	38.67	73.00
TPO1	77.00	6.93	42.07	79.67
TPO2	53.33	38.13	23.75	26.00
TPO3	28.00	2.67	36.39	40.33
TPO5	89.33	10.26	35.63	44.33
BAO1	42.00	68.09	13.85	36.00
BAO2	67.67	33.64	34.91	39.00
BAO3	30.33	1.33	33.50	65.33
BAO4	87.33	8.15	33.13	55.67
BAO6	67.00	41.83	26.10	31.00
BAO7	53.00	38.23	23.07	34.33
BAC	25.67	33.33	23.28	44.67
BAP	23.00	38.98	32.43	55.67

HSI, hari setelah inokulasi; Data masa inkubasi ditransformasi $\sqrt{(\times+1)}$ dan selisih bobot basah rimpang ke $\sqrt{(\times+0.5)}$

BAO1, yaitu 13.85 cm. Intensitas penyakit berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman dan jumlah total daun.

PEMBAHASAN

Penyimpanan isolat mikroba umumnya hanya dikaitkan dengan daya tahan hidupnya dan kemampuan tumbuh pada medium buatan atau kesintasannya, dan jarang yang dihubungkan dengan keganasan atau patogenitasnya pada tanaman inang (Pasarell dan McGinnis 1992; Diogo *et al.* 2005; Perez-Garcia *et al.* 2006). Penyimpanan isolat pada medium tanah steril dapat dilakukan karena semua isolat masih virulen dan agresif dalam menimbulkan gejala penyakit. Keganasan dan keagresifan semua isolat sama. Hal ini diduga karena asal isolat yang sama untuk satu wilayah dan adanya faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan penyakit yang homogen. Agrios (2005) juga mengemukakan bahwa perkembangan gejala ditentukan oleh faktor patogen yang virulen, inang yang rentan, dan lingkungan yang sesuai.

Tidak adanya perbedaan pada masa inkubasi menunjukkan bahwa sifat virulen masing-masing isolat adalah sama. Akan tetapi, terdapatnya data masa inkubasi pada kontrol diduga disebabkan kesalahan pengamatan, yaitu adanya kerancuan gejala yang tampak antara gejala karena patogen dan karena kerusakan akibat perlakuan tusukan. Hal ini berimbang pada data pengamatan lainnya.

Hasil penelitian Pancasiwi (2004) menunjukkan bahwa masa inkubasi patogen busuk rimpang jahe ialah 2-4 hari, sedangkan masa inkubasi dari hasil penelitian ini jauh lebih lama, yaitu antara 23 dan 89 hari. Hal ini menunjukkan terjadinya penurunan keganasan patogen. Penurunan keganasan isolat diduga karena patogen lama disimpan dalam medium tanah steril tanpa adanya inang. Keganasan mikroba patogen terhadap satu atau banyak inang menurun jika patogen tetap dipelihara di dalam biakan dalam jangka waktu cukup lama (Agrios 2005). Tidak adanya perbedaan masa

inkubasi ini diduga karena beberapa faktor, yaitu ketahanan tanaman inang terhadap ras patogen yang menginfeksi, keganasan ras patogen tersebut, dan kesesuaian kondisi lingkungan.

Sementara itu, tidak adanya perbedaan bobot basah rimpang diduga karena tidak adanya perbedaan genetika masing-masing isolat, yang menyebabkan tidak adanya perbedaan kecepatan menginfeksi jaringan inang dan kecepatan melakukan perbanyakan diri (Elmer 1991; Ahn dan Lee 2000). Hal tersebut akan mengakibatkan tidak adanya perbedaan kemampuan dalam perbanyakan diri dan proses infeksi ke jaringan inang, yang menyebabkan lambat atau cepatnya pembusukan dan pengerutan inang atau rimpang (Agrios 2005).

Tingginya keagresifan patogen dapat disebabkan oleh pengaruh tekanan mekanis dari patogen terhadap jaringan inang. Hal ini sesuai pendapat Agrios (2005) yang mengatakan bahwa terdapat keragaman besarnya tekanan mekanis dengan adanya tingkat prapelapukan permukaan tanaman oleh sekresi enzim patogen. Demikian juga, *Fusarium* menghasilkan toksin yang mempengaruhi kelenturan selaput sel dan merusak metabolisme sel tanaman (Megnegneau dan Branchard 1988; Jullien 1988). Isolat yang berbeda akan menyebabkan laju pertumbuhan, keganasan, dan kolonisasi yang berbeda (Elmer 1991; Kistler 1997) dan akan menentukan keberhasilan penyimpanan isolat (Nagai *et al.* 2000).

Selain itu, lama penyimpanan dalam medium tanah steril juga diduga berpengaruh terhadap perubahan tingkat kepatogenan isolat (Cook *et al.* 1981; Agrios 2005). Cepat atau lambatnya masa inkubasi juga ditentukan oleh kemampuan patogen untuk menginfeksi dengan mengeluarkan enzim pengurai atau toksin (Jullien 1988; Megnegneau dan Branchard 1988).

Adanya perbedaan intensitas penyakit antarisolat pada rimpang jahe tidak diikuti dengan perbedaan intensitas penyakit di tanaman jahe, yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor

genetika cendawan dan lingkungan tumbuh. Sesuai dengan pendapat Burnett (1975) dan Edel *et al.* (1996) yang menyatakan bahwa keragaman rantai rDNA cendawan yang berbeda menyebabkan perbedaan keragaman keganasan cendawan. Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian Prabowo *et al.* (2006) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat keganasan sembilan isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi*, yang menyebabkan adanya keragaman cendawan patogen. Keragaman tersebut menunjukkan keheterogenan *forma speciales* cendawan patogen.

Tinggi tanaman jahe sangat dipengaruhi oleh sifat isolat patogen yang menyerang. Hal ini terbukti bahwa isolat BAO1 merupakan isolat yang sangat virulen sehingga menyebabkan intensitas penyakit tertinggi. Intensitas penyakit berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman dan jumlah total daun. Tingginya intensitas serangan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat. Sesuai dengan pendapat Ploetz *et al.* (2003) bahwa cendawan *Fusarium* sp. dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman inang, terutama pertumbuhan daun. Hal ini sesuai pendapat Fitriarini (2007) yang menyatakan bahwa tingginya intensitas penyakit karena cendawan *Fusarium* menjadi faktor penghambat bagi pertumbuhan tanaman yang menyebabkan rendahnya tinggi tanaman.

Semua isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* pada medium PDA masih dapat tumbuh baik. Keagresifan tertinggi pada rimpang jahe ialah pada isolat TKO3 asal Temanggung dan BAO6 asal Boyolali, dengan luas serangan masing-masing sebesar 67.67 dan 56.67 mm². Pada tanaman jahe, tingkat keagresifan tertinggi ialah pada isolat BAO1 asal Boyolali dan TPO2 asal Temanggung dengan intensitas penyakit masing-masing 68.09 dan 38.13%. Semua isolat *F. oxysporum* f. sp. *zingiberi* tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi, tinggi tanaman, intensitas penyakit, total daun, dan bobot basah rimpang, tetapi berbeda nyata terhadap luas serangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Ed ke-5. Amsterdam (NL): Elsevier.
- Ahn IP, Lee YH. 2000. Vegetative compatibility groups and pathogenicity variation among isolates *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. *Plant Pathol J.* 16(4):227-230.
- Burnett JH. 1975. *Mycogenetics, an Introduction to the general Genetics of Fungi*. London (UK): John Wiley.
- Cook RJ, Nelson PE, Toussoun TA. 1981. *Fusarium: Diseases, Biology, and Taxonomy*. London (UK): The Pennsylvania State University Pr.
- Diogo HC, Sarpieri A, Pires MC. 2005. Fungi preservation in distilled water. *An Bras Dermatol.* 80(6):591-594. doi: 10.1590/S0365-05962005000700004.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2000. *Pedoman Pengamatan dan Pelaporan Perlindungan Tanaman Pangan*. Jakarta (ID): Deptan.
- Edel V, Steinberg C, Gautheron N, Alabouvette C. 1996. Evaluation of restriction analyses of polymerase chain reaction (PCR)-amplified ribosomal DNA for the identification of *Fusarium* species. *Mycol Res.* 101(2):179-187. doi: 10.1017/S0953756296002201.
- Elmer WH. 1991. Vegetative compatibility groups of *Fusarium proliferatum* from asparagus and comparisons of virulence, growth rate, and colonization of asparagus residues among groups. *Phytopathology.* 81:852-857. doi: 10.1094/Phyto-81-852.
- Fitriarini N. 2007. Kajian potensi alang-alang dan wedusan terhadap penyakit layu *Fusarium*, pertumbuhan dan hasil tanaman cabai [skripsi]. Purwokerto (ID): Universitas Jenderal Soedirman.
- Jullien M. 1988. Effect of the *Fusarium* spp. toxins and selection of crude toxin resistant strains in mesophyll cell cultures of *Asparagus officinalis*. *Plant Physiol Biochem.* 26:713-722.
- Kistler HC. 1997. Genetic diversity in the plant-pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Pythopathology.* 87:474-479.

- Megnagneau B, Branchard M. 1988. Toxicity of fusaric acid observed on callus of various *Cucumis melo* genotypes. *Plant Physiol Biochem.* 26:585-588.
- Nagai T, Ideno A, Tsuge M, Oyanagi C, Oniki M, Kita K, Horita M, Aoki T, Kobayashi T, Tsuchiya K. 2000. Preservation of fungi in an atmosphere over liquid nitrogen after uncontrolled freezing. *Microbiol Cult Coll.* 16(1):13-22.
- Pancasiwi D. 2004. Uji ketahanan beberapa varietas jahe terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* secara *in vitro* dan *in planta* [skripsi]. Purwokerto (ID): Universitas Jenderal Soedirman.
- Pasarell L, McGinnis MR. 1992. Viability of fungal cultures maintained at -70 °C. *J Clin Microbiol.* 30(4):1000-1004.
- Perez-Garcia A, Mingorance E, Rivera ME, del Poso D, Romero D, Tores JA, de Vicente A. 2006. Long-term preservation of *Podosphaera fusca* using silica gel. *J Phytopathol.* 154(3):190-192. doi: 10.1111/j.1439-0434.2006.01086.x.
- Ploetz RC, Thomas JE, Slabaugh WR. 2003. Diseases of banana plantain. Di dalam: Ploetz RC, editor. *Diseases of Tropical Fruit Crops.* Kew (UK): CAB International. hlm. 73-111.
- Prabowo AKE, Prihatiningsih N, Soesanto L. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam mengendalikan sembilan isolate *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *zingiberi* Trujillo pada kencur. *J Ilmu-Ilmu Pert Indones.* 8(2):78-81.
- Semangun H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.* Yogyakarta (IN): Universitas Gadjah Mada
- Soesanto L, Soedharmono, Prihatiningsih N, Manan A, Iriani E, Pramono J. 2003. Penyakit busuk rimpang jahe di sentra produksi jahe Jawa Tengah: 1. Identifikasi dan sebaran. *Tropika.* 11(2):178-185.
- Soesanto L, Soedharmono, Prihatiningsih N, Manan A, Iriani E, Pramono J. 2005. Penyakit busuk rimpang jahe di sentra produksi jahe Jawa Tengah: 2. Intensitas dan pola sebaran penyakit. *Agrosains.* 7(1):27-33.
- Sudanta IM, Sridanti NK, Seheri H. 1993. Penggunaan kompos limbah pertanian untuk pengendalian penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat. Di dalam: *Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar PFI*; 1993 Sep 6-8; Yogyakarta (ID): PFI. hlm. 57-73.
- Tuite J. 1969. *Plant Pathological Methods, Fungi and Bacteria.* Minneapolis (US): Burgess Publ Co.