

**PERAN SKLEROTIUM DAN BENTUK LAIN PATOGEN *RHIZOCTONIA SOLANI* SEBAGAI SUMBER INOKULUM AWAL PENYAKIT HAWAR PELEPAH PADI**

***THE ROLE OF SCLEROTIA AND OTHER PROPAGULES OF RHIZOCTONIA SOLANI AS THE PRIMARY INOCULUM OF RICE SHEATH BLIGHT***

**Suparyono dan Sudir  
Balai Penelitian Tanaman Padi  
Jl. Raya IX, Sukamandi, Subang 41256**

**ABSTRACT**

*Experiments were conducted in Sukamandi Experimental Station of the Research Institute for Rice (RIR), to evaluate the importance of sclerotia and other propagules as the primary inoculum of rice sheath blight. The trials were conducted during the growing season of 1996/1997. Two elite varieties, namely IR64 and Cisadane, were planted in plots of 2x2 m in size. Subplots were three different ways of crop establishment, i.e. transplanting with 20x20 cm distance, transplanting in-row with 10x40 cm, and direct seeding in row. Sub-sub plots were 6 different form of inoculum of *R. solani*, namely sclerotia, sclerotia+mycelium, fresh infected rice straw, decomposed infected rice straw, fresh infected weeds, and decomposed infected weeds. Checks were plots with no additional inoculum of *R. solani*. Disease incidence of sheath blight was observed once a week started at 2 wk after planting. Data indicated that in both season, form of inoculum significantly affect the development of rice sheath blight. Highest disease incidence was observed in plots receiving fresh infected rice straw as the primary inoculum, indicating that this form of inoculum was the most efficient for rice sheath blight development. The other form appeared to be effective as primary source of inoculum, were decomposed infected rice straw and fresh infected weeds. In tropical rice ecosystem such in Indonesia, sclerotia appeared to be not as an important primary inoculum for rice sheath blight. Such information would be of important as the basic of sheath blight management in Indonesia, since incorporation of fresh rice straw into the paddy field prior to planting is a common practice in Indonesian rice ecosystem.*

*Key words : R. solani, sclerotia, primary inoculum, rice sheath blight.*

**INTISARI**

Arti penting sklerotium dan bentuk lain patogen *R. solani* sebagai sumber inokulum awal penyakit hawar pelepah padi telah dievaluasi pada musim tanam 1996/1997. Penelitian ditata dalam rancangan 2x3x7 factorial dalam tatanan perlakuan split-split plot dengan tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah dua varietas padi, IR64 dan Cisadane. Anak petak adalah tiga cara tanam, yaitu tanam pindah dengan jarak tanam 20x20 cm, tanam pindah dengan jarak 10x40 cm, dan sebar langsung dalam barisan. Anak-anak petak adalah 6 bentuk patogen *R. solani*, yaitu sklerotium, sklerotium+miselium, jerami segar sakit, kompos jerami sakit, gulma segar sakit, dan kompos gulma sakit. Cek adalah plot tanpa penambahan sumber inokulum awal. Keberadaan hawar pelepah padi diamati tiap minggu, dimulai sejak dua minggu sesudah tanam. Data menunjukkan bahwa pada kedua musim, sumber inokulum berpengaruh sangat nyata terhadap perkembangan hawar pelepah padi. Dibanding dengan cek, semua bentuk sumber inokulum meningkatkan perkembangan hawar pelepah padi. Keberadaan hawar pelepah paling tinggi terdapat pada plot yang diberi sumber inokulum jerami segar sakit. Ini berarti bahwa jerami segar sakit efektif berperan sebagai sumber inokulum awal. Bentuk lain yang dapat berperan efektif sebagai sumber inokulum awal adalah kompos jerami sakit dan rumput segar sakit. Sementara sklerotium bukan merupakan sumber inokulum awal yang penting dalam ekosistem tropika seperti di Indonesia. Informasi seperti ini memiliki relevansi tinggi sebagai dasar pengendalian hawar pelepah padi di tropika, karena praktek pembenaman jerami segar sebelum lahan ditanami padi umum dilakukan.

Kata kunci : *R. solani*, sklerotium, sumber inokulum awal, hawar pelepah padi.

## PENDAHULUAN

Usaha pengendalian penyakit padi *Rhizoctonia solani* Kühn mengalami kesulitan karena patogen memiliki inang yang sangat beragam dan mampu bertahan lama dalam bentuk sklerotium (Ou, 1985). Di daerah subtropika seperti di Jepang, sklerotium diketahui memiliki peran sebagai alat bertahan dan sebagai sumber inokulum awal ( $X_0$ ) pertanaman berikutnya (Kozaka, 1970; Hashiba & Mogi, 1975; Hashiba, 1982). Hal ini dapat difahami, karena pada musim dingin (*winter*), di ekosistem subtropika tidak ada bentuk lain patogen ini selain sklerotium yang mampu bertahan hidup. Pada musim berikutnya, sklerotium muncul ke permukaan tanah sebagai akibat pengolahan tanah dan siap menjadi sumber inokulum awal pertanaman musim tersebut. Di daerah tropika, bentuk lain selain sklerotium selalu tersedia, sehingga peran sklerotium sebagai sumber inokulum awal pertanaman berikutnya diduga tidak dominan. Kejelasan peran sklerotium sebagai sumber inokulum awal akan sangat membantu pemanfaatan teknologi alternatif pengendalian penyakit hawar pelepah padi. Alternatif pengendalian yang diharapkan adalah yang mampu menekan intensitas penyakit, dan tidak mengakibatkan pengaruh sampingan yang merugikan. Untuk ini usaha pengendalian harus berorientasi pada penekanan efektivitas inokulum awal ( $X_0$ ) dan penekanan laju perkembangan ( $r$ ) (Zadoks & Schein, 1979), sehingga informasi tentang sumber inokulum awal penyakit hawar pelepah di ekosistem tropika perlu dievaluasi.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tergantung pada tipe tanah dan tanaman yang ditanam sebelumnya, sklerotium *R. solani* mudah ditemukan dalam tanah (Suparyono *et al.*, 1997). Data juga menunjukkan bahwa sklerotium dibentuk baik pada saat tanaman sakit masih hidup maupun selama tanaman sakit mengalami proses dekomposisi. Diduga kebiasaan petani membiarkan jerami ada di lahan persawahan membantu meningkatkan periode ketersediaan sumber inokulum

penyakit hawar pelepah padi. Pengelolaan jerami yang baik diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap usaha pengendalian hawar pelepah padi melalui strategi yang akrab lingkungan. Sebagai sumber inokulum awal, sklerotium, sisa-sisa tanaman, gulma sakit (baik yang ada di lahan persawahan maupun yang di selokan air) atau jerami sakit yang belum terdekomposisi sempurna, perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari peran sklerotium dan bentuk lain (sisa-sisa tanaman sakit, jerami sakit, dll.) *R. solani* dalam perkembangan hawar pelepah padi.

## BAHAN DAN METODE

**Petak percobaan dan varietas padi.** Percobaan lapangan dilakukan di Instalasi Kebun Percobaan Sukamandi, Balai Penelitian Tanaman Padi (Balitpa), pada MK 1996 dan MH 1996/1997. Penanaman dilakukan pada 24 Juni dan 25 Oktober 1996, berturut-turut untuk pertanaman MK dan MH. Pemeliharaan dilakukan berdasar pada pedoman dasar bercocok tanam padi (Anon., 1987). Selama dua musim tanam, dua varietas padi, IR64 dan Cisadane, ditanam pada petak berukuran 2x2 m. Di samping karena merupakan varietas populer, IR64 dipilih untuk mewakili varietas padi umur genjah, sedang Cisadane mewakili umur dalam.

**Perlakuan dan Rancangan Percobaan.** Penelitian dilakukan dalam 2x3x7 faktorial, yang diatur dalam tatanan perlakuan acak terpisah (*split-split plot design*) dengan tiga ulangan. Petak utama adalah dua varietas padi (IR64 dan Cisadane), anak petak adalah cara tanam (tanam pindah 20x20 cm, tanam pindah 10x40 cm, dan sebar langsung dalam barisan). Sedang anak-anak petak adalah 6 bentuk sumber inokulum *R. solani* (sklerotium, sklerotium+miselium dalam media gabah sekam, jerami sakit segar, kompos jerami sakit, gulma sakit segar, dan kompos gulma sakit). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 37 jenis dari 13 suku gulma yang berasosiasi

dengan ekosistem padi rentan terhadap patogen *R. solani* dan jelas dapat berfungsi sebagai sumber inokulum (Kardin *et al.*, 1977). Cek adalah petak-petak tanpa inokulum tambahan.

**Pengamatan hawar pelepah.** Keberadaan penyakit (*disease incidence*) diamati tiap minggu, dimulai dua minggu setelah tanam. Pengamatan dilakukan terhadap semua individu rumpun dalam plot. Pada saat pengamatan, rumpun sakit ditandai dengan ajir untuk menghindari penghitungan ganda pada pengamatan berikutnya. Keberadaan penyakit dihitung sebagai rasio antara rumpun sakit terhadap semua rumpun dalam petak, dinyatakan dalam persen.

**Manajemen dan analisis data.** Sebelum diolah, data keberadaan penyakit ditransformasi ke  $(x+1)^{\frac{1}{2}}$ ,  $x$  = keberadaan hawar pelepah (%). Pengaruh perlakuan dievaluasi dengan analisis sidik ragam (ANOVA). Pengaruh faktor utama dan pengaruh interaksi antarfaktor dihitung. Perbedaan antarperlakuan dievaluasi pada tingkat kepercayaan P0,01 atau P0,05.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyakit hawar pelepah berkembang lebih baik pada MK96 dibanding dengan MH96/97. Pada MK96, gejala hawar pelepah sudah timbul sejak dua minggu sesudah tanam. Penyakit terus berkembang dan perkembangan ini sejalan dengan perlakuan yang ada. Sedang pada MH96/97 hawar pelepah berkembang lebih lambat dan lebih lamban. Pada musim tersebut, penyakit baru ditemukan empat minggu sesudah tanam.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa varietas padi berpengaruh nyata terhadap perkembangan hawar pelepah padi pada MH96/97 pada stadia anakan dan pada MK96 saat stadia tumbuh primordia, masak susu, dan masak. Pada MK96 sistem tanam berpengaruh nyata terhadap hawar pelepah saat stadia anakan dan pada MH96/97 saat stadia primordia, masak susu, dan masak. Sedang bentuk inokulum patogen *R. solani* berpengaruh sangat nyata terhadap hawar pelepah pada kedua musim selama musim tanam. Interaksi antarfaktor menunjukkan pengaruh yang tidak konsisten (Tabel 1).

Tabel 1. ANOVA keberadaan hawar pelepah padi pada plot-plot yang tanahnya dicampur dengan beberapa bentuk inokulum sebagai sumber inokulum awal, Sukamandi MT 1996/1997

Sumber variasi	df	Anakan		Primordia		Masak susu		Masak	
		MK	MH	MK	MH	MK	MH	MK	MH
Ulangan	2	**	ns	**	ns	**	ns	**	ns
Varietas	1	ns	**	**	ns	**	ns	**	ns
Error a	2	...	...	...	...	...	...	...	...
Sistim tanam	2	**	**	ns	**	ns	**	ns	**
Var*Sistan	2	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Error b	8	...	...	...	...	...	...	...	...
Inokulum	6	**	**	**	**	**	**	**	**
Var*inok	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sistan*inok	12	ns	**	ns	**	ns	**	ns	**
V <sub>r</sub> *Sist*inok	12	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Error c	75	...	...	...	...	...	...	...	...
Total	125								
R <sup>2</sup>		0,81	0,65	0,81	0,65	0,80	0,74	0,77	,067
CV		22,27	19,46	20,36	30,84	21,71	35,91	22,73	32,41

\* = secara statistik berbeda nyata (P0,05)

\*\* = secara statistik berbeda sangat nyata (P0,01)

ns = secara statistik tidak berbeda nyata

Anakan, primordia, masak susu, dan masak = stadia tumbuh tanaman padi

MK = musim kemarau, MH = musim hujan

Kecuali pada MK96 pada stadia tumbuh anakan, keberadaan hawar pelepah selalu nyata lebih tinggi pada pertanaman padi sebar langsung. Keberadaan hawar pelepah rendah pada pertanaman hasil tanam pindah (*transplanting*) baik yang dengan jarak tanam tegel (20x20 cm) maupun yang dalam barisan (10x40 cm) (Tabel 2). Fenomena ini menunjukkan bahwa pertanaman padi sebar langsung, walau dibentuk dalam barisan menciptakan kondisi yang cocok untuk perkembangan hawar pelepah. Di samping menyebabkan kondisi suhu dan kelembapan yang cocok untuk perkembangan *R. solani* (Kim *et al.*, 1985) pertanaman sebar langsung menyebabkan penyebaran horizontal (*horizontal spread*) berlangsung dengan mudah dan cepat, sebagai akibat jarak antarindividu yang rapat (Hashiba, 1984).

Bentuk sumber inokulum sangat nyata meningkatkan keberadaan hawar pelepah padi sepanjang musim, baik pada MK96 maupun pada MH96/97 (Tabel 3). Pada stadia tumbuh anakan pada MK96, keberadaan hawar pelepah tertinggi tercatat pada pertanaman yang memperoleh tambahan sumber inokulum jerami sakit segar, diikuti oleh kompos jerami dan bentuk inokulum lain. Ini menunjukkan bahwa sebagai sumber inokulum awal, patogen yang ada pada jerami baik yang masih segar maupun yang sudah mengalami dekomposisi, lebih efektif dibanding patogen itu sendiri (baik dalam bentuk sklerotium maupun sklerotium+miselium). Sedang pada MH96/97, inokulum dalam bentuk jerami menyebabkan keberadaan hawar pelepah

tertinggi kedua sesudah perlakuan kompos rumput sakit. Di sini terlihat kembali bahwa jerami sakit segar efektif sebagai sumber inokulum awal. Walau demikian, dibanding dengan cek tanpa tambahan inokulum, sklerotium dan sklerotium + miselium nyata meningkatkan perkembangan hawar pelepah sepanjang musim. Ini berarti bahwa di ekosistem tropika, sklerotium dan sklerotium + miselium dapat berfungsi sebagai sumber inokulum awal, walau tidak seefektif peran yang dimiliki oleh jerami sakit segar dan kompos jerami sakit.

Interaksi yang nyata antara bentuk sumber inokulum awal dengan sistem tanam yang terjadi pada MH1996/1997 menunjukkan bahwa berbagai bentuk inokulum dapat berfungsi efektif sebagai sumber inokulum awal ( $X_0$ ) terutama pada pertanaman sebar langsung dalam barisan (Tabel 4). Sistem tanam lain yang nyata menentukan efektivitas sumber inokulum hawar pelepah adalah tanam pindah dengan jarak 10x40 cm. Kedua sistem tanam ini memiliki ciri khas kerapatan. Sistem tanam semacam ini dapat menciptakan kondisi yang pengap (panas dan lembap) dalam kanopi, sehingga kondusif untuk perkembangan hawar pelepah. Di samping kondisi tersebut, jarak antarindividu yang rapat mempermudah dan mempercepat penyebaran horizontal patogen *R. solani*. Data ini menunjukkan bahwa efektivitas sumber inokulum tergantung pada sistem tanam yang diadopsi petani. Sistem tanam rapat dapat meningkatkan peran sumber inokulum dan sebaliknya pertanaman berjarak menurunkan.

Tabel 2. Rata-rata keberadaan hawar pelepah padi pada plot-plot dengan sistem tanam berbeda, Sukamandi 1996/1997

Sistem tanam	Anakan		Primordia	Masak susu	Masak
	MK 96	MH 96/97	MH 96/97	MH 96/97	MH 96/97
Pindah, 20 x 20 cm	7,74 a	0,00 b	0,41 b	1,69 b	7,36 b
Pindah, 10 x 40 cm	8,45 a	0,00 b	0,12 b	3,48 b	10,36 b
Langsung (barisan)	3,98 b	0,74 a	2,60 a	9,57 a	14,57 a
LSD <sub>0.05</sub>	1,48	0,31	0,87	2,09	3,29

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, secara statistik tidak berbeda nyata

Tabel 3. Rata-rata keberadaan hawar pelepah pada petak-petak yang tanahnya dicampur dengan beberapa bentuk inokulum sebagai sumber inokulum awal, Sukamandi 1996/1997

Bentuk inokulum	Anakan		Primordia		Masak susu		Masak	
	MK96	MH96/97	MK96	MH96/97	MK96	MH96/97	MK96	MH96/97
Skle.	7,03 b	0,39 ab	9,77 bc	1,39 abc	11,67 bcd	5,28 ab	19,41 cd	9,78 b
Skle. + misel	6,23 b	0,00 b	8,64 bc	0,50 c	10,00 cd	3,67 bc	10,72 cd	9,11 b
Jer. Skt. sgr.	11,19 a	0,22 b	17,69 a	1,94 ab	21,84 a	8,72 a	24,75 a	16,83 a
Kps. Jer. skt.	7,29 b	0,11 b	11,28 b	0,33 c	14,19 b	2,28 bc	16,75 b	6,44 bc
Rpt. Skt. sgr.	6,81 b	0,83 a	9,79 bc	2,33 a	12,92 bc	9,80 a	14,42 bc	18,89 a
Kps. Rpt. skt.	5,57 b	0,17 b	7,48 c	0,67 bc	8,60 de	3,17 bc	9,27 de	10,56 b
Cek	2,93 c	0,00 b	4,01 d	0,11 c	5,47 e	1,50 c	6,27 e	3,72 c

Skle. = sklerotium, misel. = miselium, jer.skt.sgr. = jerami sakit segar, Kps.jer.skt. = kompos jerami sakit, Rpt.skt.sgr = rumput sakit segar, dan Kps.rpt.skt. = Kompos rumput sakit. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, secara statistik tidak berbeda nyata. Anakan, primordia, masak susu, dan masak = stadia tumbuh tanaman padi.

Tabel 4. Keberadaan hawar pelepah padi pada stadia tumbuh anakan, primordia, masak susu, dan masak pada pertanaman dengan sistem tanam berbeda yang diberi beberapa bentuk sumber inokulum awal, Sukamandi MH96/97

Sumber inokulum	Sistem tanam	Anakan	Primordia	Masak susu	Masak
Sklerotium	20 x 20 cm	0,00	1,67	1,17	5,17
	10 x 40 cm	0,00	0,00	2,67	6,83
	Sl(b)	1,16	4,00	12,00	17,33
Sklerotium + miselium	20 x 20 cm	0,00	0,33	1,17	5,83
	10 x 40 cm	0,00	0,00	4,33	13,00
	Sl(b)	0,00	0,83	5,00	8,50
Jerami sakit segar	20 x 20 cm	0,00	1,67	4,50	13,50
	10 x 40 cm	0,00	0,00	4,50	10,33
	Sl(b)	0,66	4,17	17,17	26,67
Kompos jerami sakit	20 x 20 cm	0,00	0,00	1,17	6,17
	10 x 40 cm	0,00	1,17	2,17	6,83
	Sl(b)	0,33	0,82	3,50	6,83
Rumput sakit segar	20 x 20 cm	0,00	0,67	1,17	10,83
	10 x 40 cm	0,00	0,17	6,17	17,00
	Sl(b)	2,50	6,17	21,50	28,83
Kompos rumput sakit	20 x 20 cm	0,00	0,00	1,17	8,33
	10 x 40 cm	0,00	0,17	2,83	18,83
	Sl(b)	0,50	1,83	5,50	9,50
Cek	20 x 20 cm	0,00	0,00	0,50	1,67
	10 x 40 cm	0,00	0,17	1,16	4,67
	Sl(b)	0,00	0,33	2,33	4,83

Sl(b) = sebar langsung dalam barisan.

Efektivitas beberapa bentuk *R. solani* sebagai sumber inokulum awal terlihat dari nilai laju infeksi (infection rate = r). Harga r tinggi terlihat pada stadia tumbuh anakan pada MK96, sedang pada MH96/97 harga r tinggi terlihat pada stadia tumbuh primordia (Tabel 5). Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa perkembangan hawar pelepah pada MH96/97 lebih lambat dibanding yang terjadi pada MK96. Pada kedua musim tanam, nilai r pada perlakuan jerami sakit segar, kompos jerami sakit, gulma sakit segar, dan kompos jerami sakit

lebih tinggi dari nilai r pada perlakuan sklerotium, sklerotium+miselium, dan cek tanpa tambahan inokulum. Ini menunjukkan bahwa patogen *R. solani* efektif sebagai sumber inokulum awal bila ia berada pada inangnya (jerami, gulma, ataupun jerami dan gulma yang sudah terdekomposisi). Fenomena ini diduga sangat berkaitan dengan ketersediaan nutrisi pada periode sebelum patogen menemukan inang dan kondisi yang cocok untuk mengadakan infeksi.

Tabel 5. Laju infeksi (*infection rate*) hawar pelepah padi pada pertanaman yang diberi beberapa bentuk *R. Solani* sebagai inokulum awal, Sukamandi 1996/1997

Bentuk inokulum	MK 96			MH 96/97	
	r1	r2	r3	r2	r3
Sklerotium	0,15	0,09	0,03	0,67	0,31
Sklerotium + miselium	0,15	0,09	0,03	0,10	0,45
Jerami sakit segar	0,24	0,12	0,06	0,76	0,33
Kompos jerami askit	0,21	0,12	0,09	0,96	0,52
Rumput sakit segar	0,18	0,15	0,06	0,72	0,33
Kompos rumput sakit	0,15	0,06	0,03	0,78	0,60
Cek	0,15	0,15	0,03	0,66	0,45

r1 = laju infeksi pada anakan ke fase primordia, r2= laju infeksi pada fase primordia ke fase masak susu, dan r3 = laju infeksi pada fase masak susu ke fase masak.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Data yang disajikan dalam publikasi ini merupakan sebagian hasil penelitian yang didanai oleh Proyek Riset Unggulan Terpadu (RUT) IV Kerjasama antara Kantor Menristek dengan Dewan Riset Nasional, Jakarta. Untuk itu maka ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Proyek RUT IV, atas dukungan dana untuk kegiatan penelitian tersebut. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sdr Suwarji dan Umin Sumarlin, atas kerja keras mereka membantu kegiatan di lapangan. Terakhir ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Penelitian Tanaman Padi atas izin untuk menerbitkan hasil penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hashiba, T. 1982. Sclerotial Morphogenesis in the Rice Sheath Fungus (*Rhizoctonia solani*). *Hokuriku Nat. Agric. Exp. Sta.* #24. 82pp.
- Hashiba, T. 1984. Estimating Method of Severity and Yield Loss by Rice Sheath Blight Disease. *Bull. Hokuriku Natl. Agric. Exp. Sta.* 26:115-164.
- Hashiba, T & S.Mogi. 1975. Developmental Changes in Sclerotia of Rice Sheath Blight Fungus. *Phytopathology* 65:159-162.
- Kardin, M.K., T. Kajiwara, & M. Muchsin. 1977. Weed Species Infected by *Rhizoctonia solani*. *Laporan kemajuan Penelitian Seri Hama Penyakit* #8. LP3. Bogor.
- Kim, C.K., D.S. Ra, & H.S. Min. 1985. Ecological Studies of Rice Sheath Blight Caused by *Rhizoctonia solani*: III Cultural Method and Disease Development. *Korean J. Pl. Prot.* 24(1):7-10.
- Kozaka, T. 1970. *Pellicularia* Sheath Blight of Rice Plants and Its Control. *Japan Agric. Res. Quart.* 5(1):12-16.
- Ou, S.H. 1985. *Rice diseases* (2nd ed.). Commonw. Mycol. Inst. 380 pp.
- Suparyono, I. Suwanto, H. Utami, & Sudir. 1997. Sclerotia of *Rhizoctonia solani*, Their Production on Infected Rice Plants and Their Population in Different Soil Types. *Indon. J. Plant Prot.* 3(2):100-105.
- Zadoks, J.C. & R.D. Schein. 1979. *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford Univ. Press. New York, Oxford. 427 pp.