



EKOLOGI PATOGEN:

PERSPEKTIF DAN PENERAPANNYA DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT



Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama
Bidang Ilmu Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Suhardi, M. S.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Bogor, 2005

EKOLOGI PATOGEN: PERSPEKTIF DAN PENERAPANNYA DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT

**Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama
Bidang Ilmu Penyakit Tumbuhan**

Dr. Ir. Suhardi, M.S.

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian
Bogor, 2005**

RIWAYAT HIDUP

Suhardi dilahirkan di Sumpyuh, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah pada tanggal 21 Juni 1947, anak keempat dari 5 bersaudara pasangan Bapak Kartomiharjo dan Ibu Siti Masiroh (alm). Ia menikah dengan Dra. Hj. Sri Susmiati tahun 1974 dan telah dikaruniai dua putra/i Akhmad Herry Kusuma, S.T. dan Diana Puspitasari, S.si. dan seorang cucu Alif Oryza Kusuma.

Pendidikan Sekolah Dasar (dahulu Sekolah Rakyat) diselesaikan di Sumpyuh pada tahun 1960, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di Gombang pada tahun 1962, sedangkan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di Kebumen pada tahun 1965. Dari tahun 1965 mengikuti pendidikan S_1 di Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Semula memilih minat pada bidang studi Ilmu Tanah sampai 3 semester, kemudian beralih ke bidang studi Fitopatologi (Ilmu Penyakit Tumbuhan) sampai selesai tahun 1973.

Setelah menyelesaikan pendidikan pada bulan September 1973, diterima sebagai staf peneliti di Bagian Hama dan Penyakit Lembaga Penelitian Hortikultura (LPH). Pada awal kariernya sebagai peneliti, melakukan kegiatan penelitian nematoda parasit pada tanaman sayuran (kentang dan tomat) dan buah-buahan (jeruk dan pisang). Mulai tahun 1977 melakukan penelitian penyakit yang disebabkan oleh jamur sampai sekarang. Aspek epidemiologi penyakit merupakan bidang kajian yang diminati, terutama penyakit bawaan udara (*air-borne*).

Setelah bekerja selama hampir 8 tahun, yaitu pada tahun 1980 mendapat kesempatan mengikuti pendidikan S_2 di Institut Pertanian Bogor, dan diselesaikan pada tahun 1982. Pada tahun 1983 ditunjuk sebagai Kepala Sub Balai Penelitian Hortikultura Segunung hingga tahun 1989. Pada tahun 1990, mengikuti program S_3 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan selesai pada tahun 1995. Tugas akhir, baik pada saat mengikuti program pendidikan S_2 maupun S_3 , adalah pada bidang studi Penyakit Tumbuhan pada sayuran.

Pada awal tahun 1996 kembali aktif sebagai peneliti di Balai Penelitian Tanaman Hias di Segunung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, sampai sekarang. Karena Balai Penelitian Tanaman Hias mempunyai mandat penelitian dan pengembangan tanaman hias, maka yang menjadi objek penelitian sekarang ialah penyakit embun tepung (*Oidium* spp.) dan bercak hitam (*Marssonina rosae*) pada mawar serta penyakit karat putih (*Puccinia horiana*) pada krisan.

Jabatan fungsional dalam bidang Ilmu Penyakit Tumbuhan dititi dari jenjang paling bawah yaitu Asisten Peneliti pada tahun 1977, Ajun Peneliti pada tahun 1982, Peneliti Muda pada tahun 1985, Peneliti Madya pada tahun 1987, Ahli Peneliti Muda pada tahun 1991, Ahli Peneliti Madya pada tahun 1996, dan Ahli Peneliti Utama pada tahun 1998.

Selama kariernya sebagai peneliti telah menulis lebih kurang 90 karya ilmiah yang sudah diterbitkan di dalam jurnal maupun dalam prosiding. Kegiatan ilmiah lainnya ialah aktif dalam Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI), Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI), Forum Florikultura Indonesia (FFI), membimbing mahasiswa S_2 dan S_3 dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan Universitas Brawijaya Malang serta mahasiswa-mahasiswa S_1 Universitas Islam Nusantara Bandung dan Universitas Ibnu Chaldun Jakarta.

Pemasyarakatan ilmu dilakukan melalui perannya dalam pelatihan Sekolah Lapangan-Pengendalian Hama Terpadu (SL-PHT) Sayuran sebagai instruktur, kegiatan pelatihan pemberdayaan petugas dan penyusunan panduan metode pengamatan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) hortikultura yang diadakan oleh Direktorat Perlindungan Hortikultura, serta peran aktifnya dalam penyusunan OPT Karantina Tumbuhan.

Pernah duduk sebagai anggota Dewan Redaksi Bulletin Penelitian Hortikultura antara tahun 1985-1995 dan Jurnal Bioteknologi Pertanian antara tahun 1998-2000. Ketua Dewan Redaksi Kongres Perhimpunan Fitopatologi Indonesia XVII dan Seminar Ilmiah

Nasional (Bandung 6-8 Agustus 2003) dan Seminar Nasional Florikultura (Bogor 4-5 Agustus 2004). Jabatan yang sekarang masih diembannya ialah anggota P₂JP Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura; Kordinator Program dan Ketua Tim Teknis, Ketua Panitia Evaluasi Karya Ilmiah (PEKI), serta Anggota Tim Perbenihan Balai Penelitian Tanaman Hias.

Assalaamu' alaikum warohmatullaahi wabarokaatuh.

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua

Hadirin yang saya hormati,

Marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah swt., karena dengan perkenanNya kita dapat berkumpul di tempat ini, hari Rabu tanggal 9 Maret 2005 dalam rangka pembacaan Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama diri saya pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

Namun lebih dari itu orasi ilmiah ini dimaksudkan untuk menyampaikan wawasan bidang ilmu yang saya tekuni selama menjalankan tugas. Sebagai Ahli Peneliti Utama (APU) bidang Penyakit Tumbuhan di Pusat Penelitian dan pengembangan Hortikultura isi orasi ilmiah akan saya batasi pada aspek ekobiologi penyakit pada tanaman hortikultura yang disebabkan oleh jamur. Penyebab penyakit lainnya pada tumbuhan selain hortikultura hanya akan disinggung sepintas untuk menunjukkan begitu luasnya cakupan ilmu penyakit tumbuhan.

Pada kesempatan yang baik ini, perkenankanlah saya menyampaikan Orasi Ilmiah dengan judul:

EKOLOGI PATOGEN: PERSPEKTIF DAN PENERAPANNYA DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT

Isi orasi pengukuhan terdiri atas lima Bab, dengan sistematika sebagai berikut:

- I. PENDAHULUAN
- II. EKOLOGI PATOGEN
- III. PENGENDALIAN PENYAKIT
- IV. ARAH KEBIJAKAN DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT
- V. KESIMPULAN

I. PENDAHULUAN

Hadirin yang saya hormati

Salah satu aspek dalam Ilmu Penyakit Tumbuhan ialah ekobiologi patogen. Ekobiologi menyangkut pengaruh lingkungan terhadap tingkah laku patogen pada setiap tahap perkembangannya dan ini perlu diketahui untuk menentukan metode pengendalian penyakit yang efektif dan efisien serta sedikit mungkin menimbulkan kerusakan lingkungan. Ekobiologi merupakan dasar dari epidemiologi, sedangkan epidemiologi merupakan strategi pengendalian penyakit.

Patogen adalah penyebab primer dari penyakit. Penyakit terdiri dari serangkaian proses fisiologi yang merugikan tumbuhan yang disebabkan oleh rangsangan terus menerus oleh penyebab primer. Sedangkan epidemiologi berbicara tentang penyakit dalam populasi.

Cakupan ilmu yang terkait dengan penyakit tumbuhan sangat luas. Identifikasi suatu penyebab penyakit (*etiology*) sudah merupakan suatu langkah dalam studi penyakit dan merupakan titik awal untuk menentukan langkah-langkah selanjutnya. Kalau terjadi epidemi penyakit "baru" pada sesuatu komoditas pertanian penting dan telah menimbulkan kerusakan yang cukup berarti atau diduga akan menimbulkan masalah yang lebih besar, maka langkah pertama yang harus dilakukan oleh seorang peneliti ialah menentukan organisme penyebabnya. Kalau terdapat acuan metode pengendaliannya di luar negeri tempat penyakit tersebut pernah menimbulkan kerugian yang besar dan telah banyak diteliti, maka langkah-langkah yang diperlukan harus segera diambil oleh pemerintah dan masyarakat petani agar penyakit tidak meluas ke lain daerah dan menimbulkan kerugian yang lebih besar. Contoh yang aktual adalah kejadian nematoda sista kuning (NSK) pada kentang yang muncul secara tiba-tiba di Jawa Timur (Mulyadi *et al.*, 2003), namun masih terbatas penyebarannya di Indonesia (Daryanto, 2003).

Aspek-aspek ekobiologi patogen tumbuhan dimanfaatkan dalam epidemiologi penyakit serta strategi pengendaliannya. Pengaruh lingkungan terhadap siklus penyakit merupakan ruang lingkup

bahasan yang akan dikemukakan dalam tulisan ini, terutama penyakit-penyakit yang disebabkan oleh jamur patogenik pada tanaman hortikultura khususnya dan tanaman pertanian pada umumnya.

II. EKOBIOLOGI PATOGEN

Hadirin yang saya hormati

Patogen lahir, tumbuh, istirahat, dan mati sebagaimana makhluk hidup lain mengalaminya. Biologi patogen mencakup seluruh fase dalam siklus hidupnya. Kelahiran suatu patogen ialah dengan terbentuknya organ perkembangbiakan (spora, sel bakteri, atau pertikel virus).

Setiap tahap dari kelahiran patogen sampai kematiannya dipengaruhi oleh faktor-faktor luar, sehingga pengetahuan yang memadai tentang ekobiologi patogen sangat diperlukan untuk merancang strategi pengendalian penyakit. Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap biologi patogen dapat dikelompokkan menjadi faktor abiotik dan biotik.

Faktor lingkungan abiotik di antaranya ialah unsur-unsur cuaca seperti hujan (frekuensi dan intensitas hujan), kebasahan daun (*leaf wetness*), kelembapan udara, suhu, angin dan cahaya matahari. Bila patogen hidup di tanah maka kimia (pH tanah) dan fisika tanah (tekstur dan struktur) dapat berpengaruh terhadap biologi patogen dan intensitas penyakit yang ditimbulkannya. Sementara faktor biotik yang berpengaruh terhadap patogen ialah tumbuhan (inang dan bukan inang, derajat resistensi), mikroorganisme lain (vektor, antagonis dan simbiosis), dan manusia.

Perkembangan penyakit selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan juga dipengaruhi oleh sifat pertumbuhan patogen yang bersangkutan. Faktor lingkungan secara serentak berpengaruh terhadap tumbuhan dan patogen.

Segitiga penyakit (*disease triangle*) yang semula merupakan

konsepsi dasar fitopatologi menjadi tetrahedron penyakit (*disease tetrahedron*) (Zadoks & Schein, 1979). Tetrahedron penyakit menunjukkan 4 elemen yang berinteraksi dengan manusia sebagai elemen yang keempat.

Pengaruh Faktor Lingkungan

A. Faktor lingkungan abiotik

1. Hujan:

Air hujan merupakan media pemencaran yang efektif bagi spora yang dibentuk di dalam tubuh buah tempat spora terbenam dalam bahan yang lengket (*mucilaginous matrix*). Spora jamur seperti *Colletotrichum* spp., dibentuk dalam tubuh buah (*acervulus*), yaitu bangunan seperti gunung akibat desakan pertumbuhan jamur di bawah epidermis, sedangkan massa spora terbenam dalam bahan perekat yang terdiri atas senyawa polisakarida, protein, enzim hidrolase dan invertase (Nicholson & Moraes, 1980), serta zat penghambat perkecambahan spora gloeosporone atau dihydroxy-5-hydroxy-5 (8-penthy-2-oxamyl-acetyl-2 (3H)-furanone (Lax *et al.*, 1985).

Air sebagai media pemencaran spora patogen dikemukakan oleh Gregory *et al.* (1959), Gregory (1968), Waller (1972), Ingold (1978), Fitzell & Peak (1984), Chawda & Rajasab (1992), Suhardi (1996a) dan lain-lain. Peran air yang pertama ialah menjadikan substansi pengikat spora mengembang dan yang kedua memencarkan spora bersama dengan air yang memercik atau air yang mengalir ke bawah dan jatuh ke tanah. Di atas tanah pemencaran spora terutama melalui aliran air permukaan atau percikan air yang menimpa permukaan tanah yang mengandung spora patogen.

Menurut Fitt *et al.* (1989), efektivitas pemencaran oleh air dipengaruhi oleh ukuran tetesan dan kecepatan jatuh serta ketebalan cairan di permukaan tumbuhan inang. Tetesan air dengan diameter 300-700 mm pada umumnya membawa spora, namun yang paling efektif ialah yang berdiameter >1000 mm. Tetesan air dengan diameter <100 mm menguap dengan cepat kecuali bila kelembapan relatif udara 100%. Reynold *et al.* (1989) melaporkan bahwa jumlah total percikan, jumlah percikan yang membawa spora, dan jauh percikan selalu meningkat dengan meningkatnya jarak jatuhnya.

Sifat permukaan tempat tetesan air jatuh juga berpengaruh terhadap efisiensi pemencaran spora yang telah lepas dari tubuh buahnya. Yang *et al.* (1990a; 1990b; Yang & TeBeest. 1992) melaporkan bahwa mulsa plastik meningkatkan efisiensi pemencaran spora *Colletotrichum coccodes* pada tanaman arben dibanding mulsa jerami dan tanaman yang ditumbuhi gulma.

Ukuran dan ketinggian jatuh tetesan air mempunyai pengaruh yang nyata terhadap jumlah dan jauh percikan serta persentase percikan yang membawa spora (Reynold *et al.*, 1989; Yang *et al.*, 1992). Hujan yang berlangsung lama disertai angin kencang merupakan kondisi yang cocok untuk terjadinya epidemi antraknos (Fitt *et al.*, 1989; Suhardi, 1996a).

2. Lama permukaan daun basah (pdb, *leaf wetness period*, *dew period*)

Lama pdb sangat berperan dalam perkecambahan spora dan proses infeksi patogen pada umumnya, kecuali berbagai spesies embun tepung yang justru tertekan pertumbuhannya oleh adanya air di permukaan daun. Semakin lama pdb semakin besar kemungkinannya terjadi infeksi (Nutman & Roberts.,1960; McRae & Auld., 1988; Dillard,1989; Wilson *et al.*, 1990; Chakraborty *et al.*, 1990; Winarto & Suhardi., 1997). Paling tidak diperlukan 5-6 jam pdb agar timbul gejala penyakit.

3. Kelembapan udara

Hampir semua jamur patogenik memerlukan kelembapan relatif (rh) yang tinggi selama proses pembentukan spora dan selama proses patogenesis (Holliday, 1980). Spora *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab antraknos pada buah mangga, kakao, karet dibentuk saat rh >95% (Fitzell & Peak, 1984; Purwantara 1988b). Menurut Wastie (1972), jumlah spora *C. gloeosporioides* yang berkecambah pada kelembapan 99% lebih kurang separoh dibanding pada kelembapan 100%, dan pada kelembapan 97% perkecambahan tak berarti.

Spora *Alternaria porri* pada bawang terbentuk dalam kisaran kelembapan tinggi, dan meningkat dengan meningkatnya kelembapan (Sastrahidayat, 1989; Evert & Lacy, 1990). Pada kelembapan yang rendah viabilitas spora cepat menurun atau bahkan mati. Viabilitas spora di udara pada umumnya pendek terutama

dalam atmosfer dengan kelembapan relatif (rh) rendah.

4. Suhu

Sama seperti peran pengaruh kelembapan, suhu berpengaruh besar pada proses pembentukan spora, perkecambahan, infeksi, dan perkembangan penyakit (Price, 1970; Sutton & Shane, 1983; Astuti & Suhardi, 1986).

Perkecambahan spora *P. infestans* penyebab penyakit hawar daun pada kentang dan tomat sangat tergantung pada suhu. Pada suhu di bawah 18 C spora berkecambah tidak langsung dengan membentuk spora kembara (*zoospore*); sementara di atas 20 C spora berkecambah langsung dengan membentuk buluh kecambah (Suhardi, 1982). Di pegunungan perkecambahan tak langsung terjadi pada bulan-bulan dengan suhu rata-rata < 20 C dan banyak hujan. Pada bulan-bulan tersebut jumlah spora yang dihasilkan lebih banyak dibanding pada bulan-bulan lainnya (Suhardi, 1983).

5. Angin

Angin merupakan agens pemencaran spora banyak jamur patogenik, terutama spora jamur yang dibentuk di atas permukaan daun seperti embun bulu (*downy mildew*), embung tepung (*powdery mildew*), bercak daun (*leaf spot*), serta karat (*rust*). Angin merupakan agens pembawa yang efektif karena ukuran spora patogen yang relatif kecil dan ringan. Namun efektivitas angin sebagai agens pembawa pemencaran spora dibatasi oleh sifat spora yang tidak tahan terhadap kelembapan rendah dan sinar UV yaitu untuk kelompok spora yang dibentuk di atas tubuh buahnya dan yang mempunyai dinding sel tipis serta hialin.

Spora penyebab penyakit karat pada umumnya lebih tahan terhadap kelembapan rendah dan sinar UV karena memiliki dinding relatif agak tebal, gelap dan berduri. Zadoks & Schein (1979) menerangkan mekanisme pemencaran spora karat daun gandum dari Texas menuju Canada dengan perantaraan angin yang bertiup dari selatan ke utara.

6. Cahaya matahari

Sinar matahari, terutama sinar ultra violet (UV) berpengaruh terhadap viabilitas spora jamur. Purwantara (1988a) melaporkan spora

C. gloeosporioides yang telah terpisah dari tubuh buahnya lebih cepat mati dibanding mereka yang masih terdapat dalam tubuh buahnya, baik karena sinar matahari langsung maupun sinar UV. Penyinaran matahari langsung selama 5 jam mematikan spora lepas, namun bila masih di dalam tubuh buahnya akan mati setelah 7 jam penyinaran. Di bawah sinar UV (254 nm) spora lepas akan mati setelah 0,3 jam penyinaran, sedangkan yang masih di dalam tubuh buahnya akan mati setelah terkena sinar UV selama 2,6 jam. Sementara itu spora yang telah berkecambah akan mati setelah penyinaran matahari langsung selama 2 jam.

B. Faktor lingkungan biotik

1. Tumbuhan inang dan bukan tumbuhan inang

Setiap spesies tumbuhan merupakan inang hanya dari sedikit mikroorganisme yang jumlahnya sangat banyak (Heath, 1981). Spora yang jatuh ke permukaan tumbuhan bukan inang akan mati, sebaliknya spora yang jatuh ke tumbuhan inang akan terus berkembang apabila lingkungan menguntungkan.

2. Tingkat resistensi tumbuhan

Tumbuhan inang mempunyai respons berbeda terhadap patogen, dari imun sampai sangat rentan. Tumbuhan imun sama dengan tumbuhan bukan inang. Tumbuhan toleran merupakan respons tumbuhan yang dapat menerima kehadiran penyakit namun tetap berproduksi wajar (*acceptable*) (Mussel, 1981).

3. Asosiasi patogen dengan organisme lain

Patogen, baik yang menginfeksi bagian di atas permukaan tanah maupun bagian di dalam tanah, selalu berhubungan dengan organisme lain sebagai simbiosis, antagonis, atau bentuk hubungan lainnya. Di antara mikroorganisme yang hidup di permukaan daun (*phytoplane*) terdapat mikroorganisme antagonis yang dapat menghambat pekecambahan spora patogen. Di antara antagonis yang hidup secara epifit pada daun mawar ialah *Xanthomonas maltophilia* yang dapat menghambat pertumbuhan penyakit embun tepung dan bercak hitam (Winarto, 1998a; 1998b; Suhardi *et al.*, 2002).

Demikian pula di permukaan akar terdapat banyak spesies mikroorganisme yang di antaranya adalah kelompok bakteri pseudomonas. Hsu *et al.* (1992) melaporkan bahwa di permukaan perakaran tomat terdapat 10^3 - 10^4 sel bakteri pseudomonas per g akar basah. Populasi bakteri akan meningkat bila tanah diberi amonium sulfat, tepung tulang, dan sebagainya.

4. Manusia

Manusia (petani) mempunyai peran sangat penting dalam mempengaruhi epidemiologi penyakit, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Tindakan kultur teknik seperti pola tanam, pengolahan tanah, pemupukan, pengairan dan tindakan lainnya dapat berpengaruh positif atau negatif terhadap perkembangan penyakit. Jones *et al.* (1985) melaporkan bahwa jumlah bercak daun krisan meningkat dengan meningkatnya dosis pemupukan nitrogen dan fosfat.

C. Beberapa aspek biologi patogen

1. Tipe perkembangan penyakit

Ada dua tipe perkembangan penyakit penting terutama yang disebabkan oleh jamur, yaitu yang mempunyai tipe perkembangan cepat dan lambat. Patogen yang mempunyai tipe perkembangan cepat karena menghasilkan sejumlah besar spora berulang-ulang (*polycyclic*). Tipe perkembangan penyakit yang kedua ialah penyakit yang perkembangannya lambat, dan baru menyebarkan spora apabila tumbuhan inang sudah mati (*monocyclic*).

2. Variabilitas virulensi

Patogen yang menyerang populasi tumbuhan dengan tingkat keragaman genetik rendah cenderung memunculkan ras fisiologi, strain, atau patovar baru yang kompatibel dengan konstitusi genetik tumbuhan yang bersangkutan.

P. infestans merupakan patogen dengan keragaman virulensi yang tinggi. Di Jawa Barat isolat *P. infestans* asal kentang terdiri atas tidak kurang dari 9 ras fisiologis (Suhardi, 1982). Sementara itu populasi *Colletotrichum lindemuthianum* penyebab antraknos buncis di Jawa Barat terdiri atas ras a dan ras g (Suhardi, 1980b).

Patogen yang perkembangannya lambat dengan siklus tunggal (*monocyclic*) selama periode tanam pada umumnya mempunyai variabilitas yang kecil. *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* merupakan satu contoh yang di Jawa hanya terdapat satu ras fisiologi yaitu ras 1 (Suhardi & Bustaman, 1979). Walaupun demikian dalam populasi ras 1 tersebut terdapat dua galur yang memiliki virulensi berbeda (Suhardi, 1980c).

Variabilitas patogen yang resisten terhadap bahan kimia untuk pengendalian penyakit yang ditimbulkannya juga banyak dijumpai dalam praktek, terutama semenjak fungisida sistemik digunakan terus-menerus mendorong timbulnya resistensi patogen yang bersangkutan. Pada tahun 1970-an muncul strain patogen buah-buahan yang resisten terhadap benzimidazole di antaranya *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint, penyebab penyakit kudis pada apel (Wicks, 1974; Wicks, 1976), *Penicillium expansum* Thom., penyebab busuk kelabu pada pir (Wicks, 1977), dan *Monilia fructicola*, penyebab busuk cokelat pada pir (Szkolnik & Gilpatrick, 1977).

Davidse *et al.* (1981) melaporkan bahwa telah terjadi resistensi *P. infestans* terhadap fungisida metalaksil, baik di laboratorium maupun di lapangan. Isolat resisten tetap resisten paling tidak selama 4 bulan, walaupun patogen telah dibiakkan dan ditransfer setiap minggu pada umbi kentang. Isolat resisten juga resisten terhadap fungisida sejenis yang mempunyai cara kerja yang sama. Sekarang ini metalaksil dicampur dengan bahan aktif lain yang mempunyai mekanisme kerja berbeda untuk pengendalian *P. infestans* pada kentang dan tomat (Anon., 1999).

Kasus resistensi tidak saja terhadap bahan aktif benzimidazole, yang menghambat proses mitosis sel, tetapi juga terhadap bahan aktif lain yang mengganggu sintesis lemak (seperti triadimefon, fenarimol, bitertanol dsb), mengganggu sintesis protein (kasugamisin/streptomisin, blastisidin dsb), mengganggu sintesis asam nukleat (ethirimol/demithirimol, metalaksil dsb), dan lain-lainnya (Sijpesteijn, 1982).

Kecepatan munculnya populasi patogen yang resisten terhadap fungisida tergantung di antaranya oleh patogen yang bersangkutan, tekanan seleksi fungisida, dan lingkungan tempat interaksi tersebut berlangsung. Menurut laporan Northover & Matteoni (1986), *Botrytis*

cinerea Pers. menjadi resisten terhadap benomil setelah aplikasi 7 kali di lapangan; sedangkan terhadap iprodion setelah 10 kali aplikasi atau lebih dan terhadap vinclozolin setelah aplikasi 4 tahun.

3. Infeksi laten

Infeksi laten (*latent infection*) merupakan fenomena penting pada penyakit tumbuhan. Daun dan buah muda merupakan stadium yang paling rentan terhadap infeksi oleh jamur, walaupun gejala penyakit baru terlihat setelah bagian tersebut mencapai derajat ketuaan tertentu.

Winarto & Suhardi (1997) melaporkan bahwa tunas stadium-1 tanaman mawar (tunas dengan 0-1 daun telah membuka) paling rentan terhadap infeksi *Marssonina rosae*, namun gejala bercak hitam baru tampak setelah daun membuka sempurna. Pada krisan daun tengah dan pucuk lebih rentan terhadap *Pseudomonas cichorii* dibanding daun-daun bawah (Jones *et al.*, 1985). Ada anggapan yang kurang tepat bahwa tanda ketuaan daun adalah adanya bercak-bercak di seluruh permukaannya, padahal sesungguhnya justru adanya serangan patogen memacu proses penuaan daun; adanya infeksi mendorong timbulnya etilen dan menimbulkan penguningan daun.

Pada buah-buahan sering terlihat, baik pada buah impor maupun buah produk dalam negeri, yang semula mulus saat dibeli setelah beberapa hari menjadi berbercak-bercak dan bahkan busuk di permukaannya. Proses-proses fisiologi buah sesudah panen, selama transportasi, sortasi, pengepakan, penyimpanan, dan penyajian terus berlangsung. Busuk buah cabai biasanya kita jumpai pada buah yang sudah tua (berwarna merah), namun menurut laporan Astuti & Suhardi (1986) buah cabai muda justru lebih rentan terhadap antraknos dibanding buah yang sudah tua.

4. Kelangsungan hidup patogen

Di dalam tanah viabilitas spora pada umumnya tidak lama walaupun berserikat dengan jaringan tumbuhan (TeBeest, 1982; Eastburn & Gubler 1990; Suhardi, 1995). Menurut Blakesman & Hornby (1966) spora mengalami lisis di bawah tekanan pengaruh bakteri dan actinomycetes antagonis

Beberapa bentuk spora spesies patogen dapat berfungsi untuk mempertahankan hidup di luar tumbuhan inangnya. Ciri tubuh dengan fungsi pertahanan ialah mempunyai dinding yang tebal dan kuat misalnya sklerotium dan klamidospora. Menurut Patterson (1991), klamidospora *Alternaria solani* Sor. dapat bertahan hidup selama 12 bulan dan merupakan inokulum primer yang menimbulkan penyakit busuk leher maupun penyakit bercak daun tomat.

Patogen dapat melangsungkan hidupnya pada tumbuhan lain dan menimbulkan penyakit yang sama dengan tumbuhan inang utama atau dalam bentuk miselium menempel pada gulma tanpa menimbulkan luka sama sekali (Raid & Pennypacker, 1989; Suhardi, 1995; 1997).

III. PENGENDALIAN PENYAKIT

Hadirin yang saya hormati

A. Aspek-Aspek Dalam Pengendalian Penyakit

Pendekatan metode pengendalian penyakit tumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Penyebab penyakit, potensi kehilangan hasil, nilai komersial komoditas, ketersediaan teknologi, dan dana yang tersedia merupakan faktor-faktor yang menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan apakah penyakit perlu dikendalikan atau tidak dan metode pengendalian apa yang akan digunakan. Namun yang pasti ialah bahwa metode pengendalian penyakit yang dilakukan diharapkan akan mampu menyelamatkan kehilangan hasil yang mungkin terjadi akibat suatu penyakit. Biaya pengendalian yang dikeluarkan, baik sarana dan tenaga, seharusnya tidak lebih besar dari nilai ekonomi dari produk yang dapat diselamatkan, baik di tingkat petani perorangan, masyarakat tani, konsumen maupun pengambil kebijakan.

1. Penyebab penyakit tumbuhan adalah patogen yang umumnya merupakan mikro organisme, termasuk di dalamnya ialah jamur, bakteri, virus, spiroplasma, fitoplasma, mikoplasma dan *reketsia-like organism*. Sementara nematoda yang ukuran tubuhnya relatif lebih

besar sering dimasukkan dalam kelompok patogen karena gejala yang ditimbulkannya mirip gejala yang ditimbulkan oleh beberapa kelompok jamur atau bakteri. Sepanjang hidupnya, mulai biji berkecambah sampai panen, suatu jenis tumbuhan dikolonisasi oleh beberapa organisme secara bersamaan waktunya, tumpang tindih atau berurutan sesuai dengan sifat parasitismenya, apakah lebih cocok pada stadia awal pertumbuhan atau pada akhir pertumbuhan tanaman; apakah lebih cocok menyerang daun, batang, akar, atau buahnya. Bahkan beberapa jenis patogen pada buah-buahan dan sayuran berkembang hanya apabila sudah dipanen dan buah atau sayuran tersebut telah mencapai tingkat kemasakan fisiologi tertentu.

Identifikasi penyebab penyakit atau diagnosis merupakan tahapan awal yang perlu dilakukan dalam pengendalian penyakit. Penyakit utama pada tanaman pada umumnya sudah dikenal oleh petugas lapangan dan petani walaupun dengan nama yang dapat berbeda-beda. Bercak ungu (*purple blotch*) pada bawang merah yang disebabkan oleh *Alternaria porri* (Ellis) Ciff. disebut penyakit *trotol* di Kabupaten Brebes (Basuki & Koster, 1990).

Kekeliruan dalam diagnosis penyebab penyakit sering terjadi karena gejala penyakit yang sama dapat disebabkan oleh dua kelompok mikroorganisme yang sangat berbeda. Penyakit layu pada tanaman pisang, bagi kebanyakan orang, tidak berbeda antara yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *cubense* (E. F. Sm.) dengan yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (*Pseudomonas solanacearum* (E.F.Sm.) E.F. Sm). Kelompok jamur *Cercospora* spp., *Alternaria* spp., dan *Septoria* spp., menimbulkan gejala bercak serupa di daun. Sementara gejala defisiensi unsur hara N, Fe, Mg, atau Mn pada tumbuhan mirip gejala serangan virus tertentu.

Prosedur baku untuk diagnosis penyakit, yaitu *Postulat Koch*, tidak selamanya dapat diikuti secara lengkap karena beberapa patogen tidak dapat dibiakkan dalam media buatan (parasit obligat), atau dapat ditumbuhkan namun tidak dapat membentuk spora untuk studi morfologinya. Namun dengan kemajuan teknologi molekuler dewasa ini, identifikasi dapat dilakukan untuk membedakan antar-spesies bahkan aras sub-spesies (Micales *et al.*, 1986). *Tilletia indica* Mitra (*Neovossia indica* (Mitra) Munkur dapat dibedakan dengan *T.*

barclayana (Bref.) Sacc. & Syd. penyebab gosong pada bulir gandum dengan teknik analisis isozim (Bonde *et al.*, 1989).

2. Potensi kehilangan hasil produk tanaman oleh patogen, baik kuantitatif maupun kualitatif, merupakan salah satu aspek dalam kajian pengendalian penyakit tanaman. Data kuantitatif kehilangan hasil sangat sedikit dan jarang akurat, apalagi bila kehilangan hasil disangkutpautkan dengan nilai ekonomi dan status komoditas yang bersangkutan. Kehilangan hasil 25% umbi kentang oleh serangan *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, penyebab penyakit hawar daun, tidak sama nilai dan dampak sosialnya dengan kehilangan hasil 25% padi oleh serangan *Pyricularia oryzae* Cav. penyebab penyakit blas.

Kehilangan hasil produk pertanian, baik kuantitatif maupun kualitatif, sangat dirasakan oleh setiap petani yang pertanamannya rusak oleh penyakit. Pengetahuan tentang aspek kehilangan hasil secara tepat dari pihak-pihak terkait merupakan suatu keharusan untuk dapat mengembangkan program perlindungan tanaman yang rasional dan ekonomis, apakah pengendalian menggunakan fungisida, kultivar tahan, teknik budidaya, atau cara terintegrasi. Nilai kehilangan hasil produk pertanian karena adanya penyakit harus dapat diperkirakan sehingga dapat dibandingkan dengan biaya pengendaliannya (James, 1983).

Secara kuantitatif data kehilangan hasil produk pertanian relatif mudah dihitung pada skala percobaan, dengan cara membandingkan hasil di petak-petak dengan tingkat kerusakan berbeda-beda sehingga diketahui korelasi antara intensitas kerusakan dengan produksi per satuan luas; atau membandingkan hasil petak berbagai kultivar yang penyakitnya dikendalikan dengan petak tanpa pengendalian, sehingga diketahui potensi kehilangan hasil untuk setiap kultivar. Sebagai contoh besarnya potensi kehilangan hasil bawang merah oleh serangan *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. penyebab antraknos, dapat mencapai 24-100% (Suhardi, 1995), sedangkan pada bawang bombay dapat mencapai 50-100% apabila tidak ada usaha pencegahan dan atau pengendaliannya (Ebenebe, 1980).

Penyakit pascapanen pada komoditas hortikultura sampai sekarang belum mendapat perhatian yang cukup. Di Amerika Serikat diperkirakan lebih kurang 24% buah dan sayuran yang dipanen

terbuang percuma karena penyakit (Wilson *et al.*, 1994). Angka tersebut biasanya didasarkan pada satu tahap dalam sistem penanganan pascapanen. Tidak seorang pun pernah menghitung kehilangan hasil secara akumulatif pada buah-buahan dan sayuran selama panen, penanganan segar, penyimpanan, pengangkutan, penjualan di supermarket/pasar, dan penyajian di rumah. Di negara yang sedang berkembang, yang fasilitas penanganan pascapanennya sangat minim dan tuntutan mutu yang masih rendah, diduga kehilangan mencapai 50%.

3. Stadia panen dan periode bebas penyakit menentukan besarnya kehilangan hasil komoditas bersangkutan. Sebagai contoh produksi buncis yang terinfeksi oleh bercak daun (*Isariopsis griseola* Sacc.) tak terpengaruh apabila dipanen muda, namun bobot biji menurun sampai 33% apabila dipanen sebagai biji (Suhardi, 1980a). Dalam kasus hawar daun kentang (*P. infestans*), 50-100% hasil akan hilang apabila selama 2 bulan pertama setelah tanam di 75% anak daun terdapat sekurang-kurangnya satu bercak; apabila serangan berat terjadi 3 bulan setelah tanam lebih kurang 20% hasil akan hilang; namun apabila 75% dari anak-anak daun tidak terserang sampai 2 minggu sebelum panen hasil yang hilang hanya 5% (Roberts & Boothroyd, 1972).

Secara tidak langsung kehilangan hasil dapat dirasakan oleh masyarakat yang terkait dengan produk yang bersangkutan. Apabila menyangkut komoditas pertanian sebagai makanan pokok masyarakat di suatu negara, penyakit dapat menyebabkan kelangkaan pangan, kelaparan, dan urbanisasi atau migrasi penduduk untuk mencari kehidupan yang lebih baik, seperti yang pernah terjadi di Irlandia saat terjadi epidemi penyakit hawar daun kentang pada tahun 1884-1886.

4. Nilai komersial komoditas merupakan salah satu pertimbangan apakah pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan atau tidak dan bagaimana caranya. Untuk komoditas hortikultura sering terjadi harga begitu tinggi pada saat persediaan produk terbatas, namun saat produk melimpah harga jatuh sangat rendah. Pada saat harga produk pertanian rendah, pengendalian penyakit tidak dilakukan atau dilakukan sekadarnya untuk menekan biaya serendah mungkin. Karena harga produk sangat murah, tanaman sering dibiarkan saja

dan panen pun sering tidak dilakukan karena biaya panen tidak sebanding dengan nilai jual hasil panen. Sebaliknya pada saat harga produk begitu tinggi, pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif dan segala usaha pengendalian hama dan penyakit dilakukan untuk menyelamatkan hasil, dan kadang-kadang tanpa memperhatikan residu pestisida yang digunakan yang mungkin berbahaya bagi konsumen.

Pada tanaman hias yang sangat mengutamakan nilai estetika produk, nilai komersialnya merosot tajam apabila terdapat sedikit kerusakan di bagian yang diperagakan, baik disebabkan oleh penyakit atau oleh sebab lain. Oleh karena itu hama dan penyakit sering dikendalikan secara sangat intensif, dengan harapan tidak terjadi kerusakan sama sekali (*zero tolerance*). Tanaman hias langka koleksi para hobiis memerlukan perhatian ekstra untuk mencegah timbulnya penyakit. Efek samping dari adanya kerusakan pada produk tanaman hias adalah dipacunya pembentukan gas etilen yang akan mempercepat menguningnya bagian tanaman yang terserang, seperti infeksi jamur *Marssonina rosae* (Lib.) Lind. pada mawar memperpendek umur daun (rontok sebelum waktunya) yang pada akhirnya menurunkan kualitas bunga baik ukuran maupun lama kesegarannya.

5. Ketersediaan dana untuk pengendalian hama dan penyakit dan biaya operasional lainnya memang sering menjadi kendala pada petani hortikultura umumnya. Bagi petani kecil (< 0,2 ha) dengan posisi tawar yang sangat rendah, memperoleh kredit lunak dengan suku bunga rendah dari lembaga perbankan merupakan sebuah impian. Demikian juga tidak selalu terdapat koperasi tani yang menyediakan modal atau sarana pertanian dengan mudah, termasuk untuk pembelian pestisida (Basuki & Koster, 1990).

6. Teknologi pengendalian penyakit. Penelitian aspek penyakit dan teknologi pengendaliannya biasanya baru dilakukan manakala suatu penyakit telah menjadi masalah serius dan menimbulkan kerusakan yang berarti. Teknologi pengendalian suatu penyakit, terutama penyakit baru pada komoditas pertanian penting, kadang kala tidak tersedia dan petani tidak siap menghadapi masalah tersebut, demikian juga pemerintah. Langkah yang bisa dilakukan segera dalam mengatasi masalah tersebut ialah mengadopsi

pengetahuan dan teknologi luar negeri, sambil mengembangkan teknologi yang sesuai dengan lingkungan sosial dan budaya setempat.

Pestisida merupakan sarana produksi penting yang belum dapat ditinggalkan dalam budidaya komoditas hortikultura. Sampai saat ini penggunaannya dianggap masih berlebihan sehingga mengakibatkan hilangnya kesempatan bagi petani untuk menangkap peluang imbalan ekonomi yang lebih tinggi (Adiyoga & Soetrisno, 1997). Menurut Nurmalinda *et al.* (1994), biaya pembelian pestisida mencapai 34% dari total biaya produksi budidaya tumpang sari bawang merah-cabai.

Selain pestisida semakin mahal, penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak bijaksana akan mencemari lingkungan sekitarnya dan meninggalkan residu pada produk yang dihasilkan. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) memberikan dampak positif bagi petani ditinjau dari segi penghematan biaya produksi tanaman, mutu produk, dan kelestarian lingkungan. Pada budidaya sistem tumpang sari bawang merah-cabai PHT dapat menurunkan residu fungisida sampai di bawah ambang batas yang membahayakan, baik pada bawang merah maupun cabai (Setiawati & Suwandi, 1998; Setiawati, 2000).

B. Teknologi Pengendalian Penyakit

Seperti telah disebut di muka bahwa ekobiologi patogen adalah dasar dari epidemiologi, sedangkan epidemiologi dapat merupakan strategi pengendalian penyakit. Pada dasarnya hanya terdapat 4 cara pengendalian penyakit, yaitu eksklusi, eradikasi, proteksi, dan resistensi (Fry, 1982). Eksklusi adalah metode untuk mencegah masuknya patogen ke suatu wilayah (negara, pulau, wilayah dalam satu pulau, petak pertanaman, atau sebuah unit rumah kaca); eradikasi adalah metode pemusnahan patogen dari tapak hidupnya; proteksi adalah metode pengendalian penyakit dengan cara melindungi tanaman dari infeksi patogen; serta resistensi adalah metode pengendalian penyakit dengan cara menanam kultivar resisten terhadap penyakit.

Tidak ada satu metode pun yang paling baik dan dapat digunakan untuk memecahkan masalah penyakit secara tuntas. Setiap metode pengendalian memiliki keterbatasan dan kelemahan yang perlu dipertimbangkan dengan cermat. Kultur teknik dapat berpengaruh positif atau negatif terhadap insidensi dan keparahan penyakit dan perlu dipertimbangkan dalam budidaya tanaman.

Budidaya tanaman sehat merupakan cara pengendalian hama dan penyakit yang sangat efektif, murah, dan aman. Pada hakekatnya budidaya tanaman sehat merupakan integrasi cara-cara yang dapat menurunkan populasi awal patogen ($x_0 = \text{initial population}$) atau menghambat laju perkembangannya ($r = \text{infection rate}$). Sebagai sebuah strategi, epidemiologi akan menetapkan langkah apa yang mestinya harus dilakukan untuk meminimalkan kerugian yang diderita oleh petani.

Lingkungan yang mempengaruhi patogen dan penyakit yang ditimbulkan ada yang tidak dapat diatur, namun dapat diprakirakan, seperti lingkungan makro. Sementara lingkungan mikro dan meso di antara tajuk tanaman dan di dalam tanah dapat dikendalikan dengan cara-cara kultur teknik yang pada gilirannya mempengaruhi tanaman dan semua stadium dalam perkembangan penyakit.

Van der Plank (1963) adalah ahli penyakit tumbuhan pertama yang mengusulkan suatu formula yang menggambarkan hubungan antara populasi awal patogen (x_0), laju pertumbuhan penyakit (r) dan populasi penyakit (x) dalam rentang waktu tertentu (t):

$$x_t = x_0 e^{rt}$$

Dalam pengendalian satu jenis penyakit pada satu macam tumbuhan inang, pertimbangan pengambilan keputusan yang ditempuh tidak begitu kompleks. Misalnya prosedur pengendalian penyakit hawar daun (*P. infestans*) pada kentang dengan penggunaan bibit sehat (x_0), pengaturan waktu tanam (Suhardi, 1983), kultivar tahan (Mooi *et al.*, 1980; Suhardi, 1984), dan penggunaan fungisida (Anon., 1999).

Penggunaan bibit sehat merupakan langkah awal yang sangat baik, walaupun sumber inokulum terdapat di mana-mana sepanjang tahun. Bibit sehat dapat diperoleh melalui impor maupun diproduksi

di dalam negeri. Ada satu keuntungan apabila bibit dibuat di dalam negeri karena di daerah tropika tidak terjadi infeksi patogen tersebut pada umbi (Sato, 1979; Suhardi, 1982).

Peramalan penyakit

Peramalan (*forecasting*) penyakit atas dasar prinsip-prinsip yang benar dapat membantu efektivitas dan efisiensi perlakuan pengendalian. Peramalan ledakan penyakit hawar daun (*late blight* atau *leaf blight*) pada kentang telah dikembangkan di negara maju di mana kentang merupakan makan pokok (Zadoks & Schein, 1979). Ada dua sistem pendekatan peramalan. Sistem pertama didasarkan atas curah hujan harian dan suhu maksimum-minimum. Awal serangan diramalkan terjadi 7-14 hari setelah kejadian pertama dari 10 hari berturut-turut hari baik untuk hawar daun (*blight-favourable days = bfd*) saat suhu rata-rata harian selama 5 hari di bawah 25,5°C dan total curah hujan selama 10 hari terakhir 30 mm. Hari-hari pada saat suhu minimum di bawah 7,2°C merupakan kondisi yang tidak cocok bagi penyakit. Sistem lain ialah berdasarkan kelembapan relatif (rh) dan suhu sebagai nilai keparahan (*severity value = sv*); nilai tersebut menunjukkan hubungan spesifik antara lamanya periode rh 90% dan suhu rata-rata selama periode tersebut. Kemunculan penyakit pertama terjadi 7-14 dari setelah 18-20 hari *sv* semenjak tanaman tumbuh.

Di daerah dataran tinggi Indonesia di mana kentang dibudidayakan aplikasi fungisida berdasarkan model tersebut di atas agaknya perlu diadopsi, atau diadopsi dengan modifikasi mengingat ada korelasi yang kuat antara insidensi dan perkembangan penyakit hawar daun dengan cuaca (Suardi, 1983). Modifikasi diperlukan dengan pertimbangan teknis dan sosiologis mengingat luas lahan usaha tani yang sempit (kecuali beberapa orang dengan luas usaha tani > 5 ha), tidak menanam serempak, pengetahuan petani yang terbatas, dan ketersediaan inokulum sepanjang tahun (dari tanaman kentang dan tomat).

Peramalan penyakit mempunyai tujuan utama untuk mengurangi penggunaan fungisida. Dalam rangka pengendalian penyakit antraknos (*C. gloeosporioides*) pada cabai telah dilaporkan oleh

Sastrahidayat *et al.* (1994), bahwa r (laju infeksi) ditentukan secara nyata oleh kelembapan relatif ($R^2 = 0,62$), namun rh merupakan faktor iklim yang tidak dapat dikendalikan sehingga untuk menurunkan r harus dengan metode lain yaitu dengan menggunakan fungisida atau kultivar cabai yang resisten. Menurut Suhardi (1996b), perkembangan penyakit antraknos pada bawang merah dipengaruhi oleh curah hujan (+) dan lama penyinaran (-). Bila curah hujan tinggi dan berkepanjangan maka intensitas serangan naik, dan bila lama penyinaran naik maka intensitas penyakit turun. Hujan berperan sebagai agens pemencaran patogen yang efektif, sementara spora patogen tidak tahan terhadap sinar matahari.

Program penyemprotan untuk mengendalikan penyakit dengan menggunakan fungisida dapat diperbaiki dengan melakukan pemantauan (*monitoring*) insidensi munculnya penyakit. Langkah tersebut bila disinergikan dengan pengalaman masa lalu akan meningkatkan efisiensi penyemprotan, misalnya dalam menentukan awal penyemprotan fungisida. Namun perkembangan penyakit selanjutnya yang ditentukan oleh keadaan iklim sangat berpengaruh terhadap efisiensi selanjutnya. Menurut Suhardi (1998), efektivitas dan efisiensi penentuan awal penyemprotan masih ditentukan oleh lingkungan dan kultivar. Pada musim hujan, ketiga penyakit pada bawang merah yaitu bercak ungu (*A. porri*), antraknos (*C. gloeosporioides*), dan layu (*F. oxysporum* f.sp. *cepae*) menyerang bersama-sama dan menimbulkan kerusakan simultan yang parah. Sedangkan pada musim kemarau yang muncul hanya bercak ungu dengan intensitas serangan rendah lebih kurang 50 hari sesudah tanam.

Penyemprotan fungisida berdasarkan pemantauan gejala dapat meningkatkan efisiensi yang signifikan. Suhardi *et al.* (1993) melaporkan bahwa penyemprotan fungisida mulai gejala muncul menghemat 83% biaya bila hari-hari berikutnya tidak kondusif bagi perkembangan penyakit. Menurut Suhardi & Hadisutrisno (1994), penundaan penyemprotan fungisida sampai penyakit muncul dapat meningkatkan efisiensi sampai 87% pada kultivar toleran (cv. Sumenep) dan 82% pada kultivar yang rentan (cv. Bima).

Menurut Polley (1983), terdapat 5 syarat utama yang harus dipenuhi sebelum dibuat suatu peramalan penyakit yang berguna

dan berhasil. Kelima syarat tersebut adalah: a) penyakit merupakan faktor pembatas produksi yang secara ekonomi signifikan, baik kualitas dan kuantitas; b) metode pengendalian harus tersedia dengan biaya yang secara ekonomis dapat diterima; c) penyakit bervariasi setiap musim baik saat gejala pertama muncul dan laju perkembangan selanjutnya; d) kriteria atau model yang digunakan dalam membuat suatu prediksi harus didasarkan pada penelitian yang benar di laboratorium dan di lapangan, dan diuji selama beberapa tahun untuk menetapkan ketepatannya dan kegunaannya di semua lokasi; dan e) petani harus mempunyai kapasitas, baik sumber daya manusia maupun peralatan, agar dapat secara luwes untuk mengambil keuntungan dari peringatan dini dan melakukan tindakan pengendalian secara tepat.

Hadirin yang saya hormati

Tingkat kesulitan pengendalian penyakit meningkat apabila dalam satu pertanaman terdapat lebih dari satu patogen, dan hal itu selalu terjadi. Pada kentang, pada waktu dan ruang yang sama, tidak hanya hawar daun, tetapi masih terdapat penyakit lainnya, seperti bakteri layu (*Pseudomonas solanacearum*), kudis (*Streptomyces scabies*), Potato Leaf Roll Virus (PRLV), Potato Virus X (PVX), Potato Virus Y (PVY), nematoda (*Meloidogyne* spp.), dan sekarang nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*), dan bahkan hama serangga (*Phthorimaea operculella*, *Liriomyza* spp., dsb.).

Pengelolaan tanaman (*crop management*) lebih berarti untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan setiap hama dan penyakit; yang meliputi pemilihan lahan, pemilihan bibit, penentuan waktu tanam, pemeliharaan tanaman, panen, dan prosesing. Pada setiap tahap pengelolaan tanaman, hama dan penyakit tertentu memiliki kesempatan menginfeksi tanaman sesuai dengan sifat biologisnya.

Dalam sistem usaha tani, tidak jarang petani menanam lebih dari satu komoditas pertanian pada waktu dan tempat yang sama. Di dataran tinggi terdapat sistem tumpang sari sayuran dengan komponen yang heterogen di antara petani. Sebagai contoh wortel sebagai komoditas utama, ditumpangsarikan dengan petsai dan

bawang daun. Pengolahan tanah dilakukan secara minimal; setelah lahan diolah kemudian dibuat guludan, biji wortel disebar merata kadang-kadang dicampur biji petsai atau bibit petsai ditanam sebelum wortel tumbuh. Di pinggir guludan ditanam bawang daun atau komoditas lainnya terutama untuk mencegah tanah guludan longsor saat hujan dan membawa serta biji-biji yang belum tumbuh.

Pengelolaan penyakit dalam sistem tumpang sari tampaknya lebih rumit dibanding sistem monokultur, karena komponennya paling tidak 3 komoditas. Pada setiap komoditas terdapat hama dan penyakitnya masing-masing. Pada wortel terdapat serangan nematoda *Meloidogyne* spp, *Alternaria radicina* (Meier.) Drechs. & Eddy dan *Cercospora carotae* (Pass.) Sohl., pada petsai terdapat serangan bengkok akar (*Plasmodiophora brassicae*), bercak daun (*Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltsh.), sedangkan pada bawang daun terdapat serangan ulat grayak (*Spodoptera exigua*), dan bercak ungu (*Alternaria porri*).

Namun dalam kenyataannya tidak serumit yang dibayangkan orang. Wortel yang merupakan tanaman pokok yang disebar paling awal akan dipanen paling akhir dengan tingkat serangan hama dan penyakit yang rendah. Hal ini disebabkan karena kultivar yang ditanam merupakan kultivar yang toleran terhadap hama dan penyakit. Bibit biasanya diperoleh dari petani lainnya atau membibitkan sendiri dengan cara seleksi pertanaman sebelumnya. Cara ini sudah dilakukan berulang-ulang puluhan tahun sehingga diperoleh kultivar yang merupakan *land race* setempat. Petsai yang dipanen umur 20 hari setelah tanam rata-rata dengan intensitas serangan penyakit rendah, karena di samping merupakan *land race* juga dipanen muda sehingga penyakit belum sempat berkembang. Demikian juga dengan bawang daun pada sistem tumpang sari ini biasanya tidak besar kerusakannya.

Pengaruh tanaman komponen tumpang sari terhadap intensitas serangan penyakit dapat positif atau negatif. Tumpang sari cabai-tomat-jagung meningkatkan intensitas serangan bercak daun *Cercospora* (*Cerospora capsici* Heald & Wolf.) dan busuk buah (*Colletotrichum* spp.) pada buah cabai (Suardi & Wasito, 1990), sebagai akibat meningkatnya kelembaban di antara tanaman cabai yang dikelilingi oleh tanaman yang lebih tinggi. Pengaruh lain dari

tanaman komponen tumpang sari dilaporkan oleh Marwoto & Rohana (1988) yang menjumpai bahwa *Tagetes patula* L. (tanaman hias) dan *Crotalaria* (orok-orok, sebagai pupuk hijau) mampu menekan intensitas serangan *Meloidogyne* spp. pada cabai, sementara tomat dan kubis meningkat serangannya.

Dalam skala usaha tani yang lebih luas dengan komponen komoditas yang lebih komersial adalah bawang merah yang ditumpanggilirkan dengan cabai, misalnya yang terjadi di pantura Jawa. Menurut Koster (1990), pola tanam bawang merah di Brebes (16.000 ha) ditentukan oleh ketersediaan air untuk penyiraman, kebiasaan petani, dan risiko berkenaan dengan permodalan. Di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, bawang merah ditanam setelah padi dengan pola tanam yang berbeda antara satu tempat dan tempat lain.

Selain itu kebijakan pemerintah daerah sangat diperlukan dalam pengaturan pola tanam. Dari sudut pandang pengendalian penyakit keharusan petani menanam padi sekali setahun setelah sayuran/palawija di daerah tersebut merupakan tindakan yang dapat menurunkan x_0 berbagai patogen seperti layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hanz.) Snyd. & Hans.), *A. porri*, nematoda parasitik yang ada di dalam tanah atau sisa-sisa tanaman bawang merah atau cabai. Adanya tanaman padi satu kali antara bulan Oktober sampai dengan Januari cukup memadai untuk mengurangi x_0 patogen bawang merah dan atau cabai yang bersifat bawaan tanah (*soil-borne*).

Waktu tanam merupakan strategi yang efektif untuk mengurangi x_0 dan r , yaitu apabila cuaca yang diperkirakan tidak kondusif bagi patogen berdasarkan pengalaman masa lalu. Menurut Grubben (1990), budidaya bawang merah dengan risiko terkecil ialah pada musim kemarau sepanjang masih terdapat cukup air untuk penyiraman.

Pada umumnya jamur patogenik tidak dapat berkembang optimal apabila tidak terdapat hujan dan kelembapan udara rendah. Di Jawa hal tersebut terjadi pada bulan kemarau, antara Maret s/d September saat paling baik untuk bertanam bawang merah. Menurut Suhardi (1993), pada awal musim kemarau pada saat frekuensi serta

intensitas hujan rendah tetapi rh dan suhu udara masih tinggi, *A. porri* pada bawang merah berkembang cepat. Sedangkan hujan lebat dan berlangsung sehari-hari merupakan kondisi lingkungan yang kondusif bagi perkembangan *Colletotrichum gloeosporioides*, sementara pada bulan saat tidak ada hujan sama sekali kedua penyakit dapat diabaikan.

Untungnya penyakit pada bawang merah dan cabai tidak sama, kecuali hama ulat bawang (*Spodoptera exigua*, *S. litura*) dan *Thrips tabaci* yang menyerang kedua komoditas tersebut. Sementara antraknos pada cabai dan bawang merah yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides* ternyata patogenisitasnya spesifik pada inang masing-masing (Suhardi, 1991a).

Pemeliharaan tanaman, termasuk pemupukan dan penyiraman merupakan langkah yang dapat mempengaruhi tingkat insidensi dan keparahan penyakit bawang merah maupun cabai. Menurut Suryaningsih & Asandhi (1992), pemupukan berimbang dapat digunakan untuk mengurangi serangan *A. porri*, sedangkan pemupukan N yang tinggi dan bersifat asam meningkatkan perkembangan layu Fusarium (*F. oxysporum* f.sp. *cepae*). Penyiraman kadang-kadang dilakukan bukan karena tanaman butuh air, tetapi untuk mencuci daun-daun yang kotor setelah hari hujan. Secara teoritis koloid tanah yang menempel di permukaan daun dapat membawa spora patogen yang telah jatuh ke tanah, dan tetap melekat apabila dibiarkan mengering.

Sampai saat ini pengendalian hama dan penyakit masih sepenuhnya mengandalkan penggunaan pestisida. Dalam aplikasinya petani sudah terbiasa melakukan pencampuran 2-5 macam pestisida sekali semprot (Soetiarso *et al.*, 1999).

Hadirin yang saya hormati

Pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme antagonis telah banyak dilaporkan (Soetanto & Termarshuizen, 2001; Djatnika *et al.*, 2003a; 2003b; Mulya, 1997; Hanudin & Marwoto, 2003). Akan tetapi laporan keberhasilan kebanyakan berasal dari percobaan skala laboratorium atau semi-lapangan. Fenomena ini dapat

disebabkan oleh beberapa hal, di antaranya hilangnya efikasi di bawah kondisi lapangan dan skala luas, atau kesulitan teknis dan legal menyangkut uji skala komersial.

Bacillus subtilis (Ehrenberg) Cohn merupakan bakteri epifit dan penghuni tanah yang banyak dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit. Pada buncis *B. subtilis* menghambat pembentukan pustul karat daun sebesar 95% apabila diberikan 2-12 jam sebelum infeksi *Uromyces phaseoli* (Reben.) Wint., namun apabila disemprotkan setelah terjadi infeksi tidak dapat menekan perkembangan penyakit (Baker *et al.*, 1983). Di lapangan efektivitas *B. subtilis* terhadap karat daun buncis lebih besar dibandingkan dengan penyemprotan mankozeb dengan interval 7 hari (Baker *et al.*, 1985).

Agens hayati seperti *B. subtilis* dapat disemprotkan, disiramkan ke atas permukaan tanah, atau dapat dicampurkan dengan bahan pelapis biji, tergantung dari patogen yang akan dikendalikan. Perlakuan biji kacang tanah dengan *B. subtilis* dapat meningkatkan perkecambahan biji, meningkatkan nodulasi *Rhizobium* sp., meningkatkan nutrisi tumbuhan, mengurangi serangan kanker akar yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* dan meningkatkan pertumbuhan akar (Turner & Backman, 1991). Merriman *et al.* (1974) melaporkan bahwa perlakuan biji dengan pellet yang mengandung *B. subtilis* dan *Streptomyces griseus* meningkatkan hasil wortel masing-masing 48% dan 15%, dan meningkatkan anakan dan hasil barli, oat, dan gandum.

Di atas permukaan daun juga terdapat mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian penyakit. Belanger *et al.* (1994) melaporkan bahwa *Sporotrix flocculosa* (Traquir) Shaw & Jarvis yang hidup sebagai epifit di permukaan daun mawar dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati penyakit embun tepung (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) dalam skala komersial. Sementara bakteri epifit *Pseudomonas maltophilia* telah dilaporkan efektif terhadap penyakit embun tepung pada mawar (Suhardi *et al.*, 2002).

Penerapan pengendalian penyakit dengan menggunakan agens hayati secara luas adalah penggunaan kompos yang diperkaya dengan mikroorganisme antagonis, terutama untuk pengendalian penyakit rebah kecambah (*damping-off*) pada tanaman pot atau

tanaman muda di pesemaian. Menurut Hoitink *et al.* (1991), agens hayati yang secara alami mengkolonisasi kompos setelah proses puncak pengkomposan ialah *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum* Harrison, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp., dan *Gliocladium virens* (Mill.) Giddens & Foster. Mikroorganisme tersebut dapat ditambahkan secara sengaja ke dalam kompos yang sudah jadi, sehingga kehadirannya dapat mencegah penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* spp., *Pythium* spp., dan *Phytophthora* spp.

Pengendalian penyakit pascapanen

Pengendalian penyakit pascapanen sangat kurang mendapat perhatian di Indonesia. Pada umumnya patogen pascapanen juga merupakan penyebab penyakit di lapangan yang berupa jamur dan bakteri.

Bila dilacak dari proses produksi maka pengendalian perlu dilakukan selama produk masih di lapangan (prapanen), pada saat panen, dan pascapanen. Pada umumnya patogen pascapanen memiliki sifat infeksi laten, yang menunjukkan gejala setelah buah mencapai kemasakan tertentu, namun infeksi juga dapat berlangsung selama sortasi, pengangkutan, pengepakan, dan di gudang.

Perlakuan prapanen terutama ditujukan untuk patogen yang mempunyai periode laten dalam siklus hidupnya. Hal ini disebabkan karena patogen dalam bentuknya yang awal (spora berkecambah dan telah membentuk apresorium) bertahan di bawah epidermis kulit buah. Di lapangan perlakuan yang dapat mengurangi penyakit pascapanen ialah perlakuan fungisida, pemberongsongan, sanitasi, eradikasi, dan kultur teknik. Perlakuan pascapanen meliputi pencucian, pengeringan (*curing*), sortasi, pengkelasan, perlakuan fungisida, dan biofungisida (Korsten *et al.*, 1997), pelilinan (Pusey *et al.*, 1986), penyimpanan dingin, modifikasi atmosfer (Wilson *et al.*, 1994), dan perlakuan panas (Barkai-Golan & Phillips, 1991). Mencegah timbulnya luka saat panen, sortasi, dan pengkelasan dapat mengurangi infeksi buah oleh patogen (Huang *et al.*, 1991).

IV. ARAH KEBIJAKAN DALAM PENGENDALIAN PENYAKIT

Hadirin yang saya hormati

Berbeda dengan pengendalian hama serangga yang berpedoman pada nilai ambang kendali untuk meningkatkan efisiensi penggunaan insektisida, pengendalian penyakit dengan fungisida lebih mempertimbangkan aspek lingkungan (cuaca) yang berpengaruh terhadap insidensi dan perkembangan penyakit. Penyemprotan fungisida yang dimulai pada saat penyakit sudah mencapai intensitas tertentu merupakan tindakan yang sudah terlambat (Semangun, 1993), kecuali digunakan fungisida sistemik yang sangat efektif. Sistem peramalan ledakan penyakit perlu dikembangkan berdasarkan atas penelitian ekobiologi patogen dalam periode waktu yang cukup lama, sehingga ditemukan model yang teruji di lapangan.

Pemantauan, yang merupakan salah satu langkah dalam penerapan PHT, tidak hanya perlu dilakukan oleh petani di lahan garapannya untuk menentukan tindakan yang diperlukan sesuai dengan pengalamannya, tetapi juga perlu dilakukan oleh petugas lapangan di wilayah kerjanya secara periodik, yang bertujuan untuk: a) menetapkan penyakit (patogen) yang paling penting yang dapat berubah-ubah setiap saat; b) mengetahui kondisi yang menentukan epidemi sehingga dapat dibuat model peringatan secara sederhana; c) menentukan kultivar yang paling mudah terserang dan yang paling tahan; dan d) mendeteksi perubahan virulensi patogen sehingga dapat disarankan kepada petani kultivar mana yang agaknya akan tetap tahan (Dixon, 1979).

Metode pengamatan, pelaporan serta analisis berkaitan dengan insidensi, intensitas hama dan penyakit agar terus dikembangkan tidak hanya untuk tumbuhan padi dan tanaman pangan lainnya, tetapi juga untuk komoditas hortikultura. Buku panduan pengamatan sederhana perlu disusun dan dikembangkan untuk pegangan petugas lapangan. Pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan keterampilan petugas dalam pengamatan dan pelaporan perlu diadakan secara rutin. Mutu laporan tentang adanya serangan penyakit sangat tergantung pada kecakapan dan pengalaman petugas serta pada

frekuensi kunjungan ke lapangan (Jenkins, 1978).

Analisis data hubungan intensitas penyakit dengan kondisi lingkungan, pola tanam, dan kultur teknik yang dilakukan sangat membantu dalam mengantisipasi ledakan penyakit. Pelaporan secara subjektif dari intensitas serangan yang meliputi skala normal, di atas atau di bawah normal kiranya masih dapat dipakai sepanjang dilakukan secara teratur dan berdasarkan keadaan yang sesungguhnya di lapangan. Berita tentang keadaan hama dan penyakit tumbuhan di suatu wilayah serta rekomendasi tindakan yang harus dilakukan oleh petani perlu diadakan melalui radio pemerintah daerah atau radio swasta.

Pemerintah pusat dan daerah, perkebunan, koperasi usaha tani, selayaknya mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam pengelolaan penyakit dibanding petani individual. Mereka dapat mengintegrasikan semua kemampuan sistem pengelolaan untuk semua komoditas di banyak usaha tani yang masing-masing mempunyai masalah berbeda, antara lain dalam masalah iklim, tanah, hama, penyakit, dan sebagainya.

Kemampuan lebih besar dari pemerintah adalah kemungkinan-kemungkinan sebagai berikut: a) investasi untuk mengembangkan metode pengendalian secara sistemik (*control system*); b) investasi peralatan dan mobilisasi umum yang dapat digunakan secara lebih baik; c) menyewa spesialis (konsultan) untuk mengoptimalkan metode pengendalian; dan d) tindakan regulasi yang berkaitan dengan perlindungan tumbuhan di dalam negeri.

Makin besar wewenangnya, baik pemerintah pusat/daerah, perkebunan, maupun kelompok usaha tani, lebih mudah menegakkan peraturan dan melaksanakannya. Langkah yang paling nyata dari wewenang tersebut ialah Peraturan Pemerintah (PP) nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tumbuhan yang menentukan pengendalian hama dan penyakit harus menganut prinsip keterpaduan (Pengelolaan Hama Terpadu = PHT) dan PP nomor 14 Tahun 2002 Tentang Karantina Tumbuhan untuk mencegah masuknya penyakit baru ke dalam wilayah RI.

Betapa pun lengkapnya peraturan pemerintah dan aturan pelaksanaannya, akhirnya terpulang kepada kita semua sebagai

pelaksana. Lalu lintas bahan tanaman begitu terbuka dalam perdagangan bebas yang memungkinkan masuknya OPT karantina ke dalam wilayah Republik Indonesia. Kasus nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) menjadi contoh yang jelas bahwa penyakit, baik yang disebabkan oleh nematoda, jamur, bakteri atau virus mudah lolos dan menjadi endemik di negara kita yang sangat luas wilayahnya.

V. KESIMPULAN

Hadirin yang saya hormati.

Dari uraian di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ekobiologi patogen memegang peran yang sangat strategis dalam pengendalian penyakit yang berwawasan lingkungan, baik penyakit prapanen maupun pascapanen.
2. Sepanjang hidup tanaman, mulai biji berkecambah sampai panen, suatu tanaman dikolonisasi oleh banyak organisme secara bersamaan waktunya atau berurutan sesuai dengan sifat parasitismenya, apakah lebih cocok pada stadia awal pertumbuhan atau pada akhir pertumbuhan tanaman; apakah lebih cocok menyerang daun, batang, akar, atau buahnya. Bahkan beberapa jenis patogen pada buah-buahan berkembang hanya apabila sudah dipetik dan telah mencapai tingkat kemasakan fisiologi tertentu.
3. Patogen, baik yang menginfeksi bagian di atas permukaan tanah maupun bagian di dalam tanah, selalu berhubungan dengan organisme lain sebagai simbiosis, antagonis, atau bentuk hubungan lainnya. Pemeliharaan tanaman selama proses produksi harus diusahakan agar semua agens antagonis tetap berfungsi secara alami.
4. Penyakit yang menyerang suatu komoditas adalah fenomena yang dinamis berdimensi ruang dan waktu.

Penyakit sebagaimana halnya komponen ekosistem akan berubah mana kala lingkungan berubah. Pemantauan dinamika populasi penyakit memegang peranan sangat penting dalam pengendaliannya.

5. Patogen tertentu yang tergolong parasit lemah (*weak parasite*) menginfeksi tanaman melalui luka atau pada saat kondisi tanaman lemah akibat kekurangan air atau unsur hara. Luka yang terjadi selama proses produksi dan pascapanen harus dibuat sekecil mungkin untuk mengurangi infeksi dan perkembangan penyakit.
6. Patogen tanaman mempunyai kemampuan besar untuk beradaptasi terhadap lingkungan, baik lingkungan biotik (tanaman resisten) maupun kimia (pertisida). Penggunaan kultivar tanaman yang resisten berganti-ganti dengan konstitusi genetik yang berbeda serta penggunaan fungisida yang mempunyai mekanisme berlainan setiap waktu tertentu membantu daya guna kultivar atau fungisida terhadap penyakit bertahan lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya hormati

Akhirnya puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena perkenanNya gelar fungsional penelitian tertinggi Ahli Peneliti Utama (APU) dapat saya raih, walaupun saya merasa belum berbuat banyak untuk bangsa ini.

Ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada mereka yang telah berjasa mengantar saya mencapai jenjang fungsional penelitian tertinggi APU bidang Ilmu Penyakit Tumbuhan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

1. Bapak saya, Kartomiharjo, yang telah dan selalu mendidik dan mendoakan agar saya menjadi orang yang berguna bagi bangsa dan negara, dan ibu saya (alm.) yang selama

hidupnya sangat sabar membimbing dalam jalan kebajikan.

2. Terima kasih pertama-tama saya ucapkan kepada Bapak Anwar Said, BSc Kepala Bagian Proteksi Tanaman di Lembaga Penelitian Hortikultura, yang memperkenalkan falsafah penelitian dalam praktek pada awal tugas saya sebagai staf peneliti. Kemudian kepada Dr. Ir. Hans Vermeulen ekspert Belanda di Proyek ATA 111 yang membimbing metode penelitian dengan segala aspeknya.
3. Terima kasih juga saya ucapkan kepada Bapak Drs. Surachmat Kusumo, Kepala Cabang Lembaga Penelitian Hortikultura (waktu itu) yang memberikan kesempatan kepada saya untuk melanjutkan studi S_2 di IPB Bogor. Kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Soetarmi Tjitrosomo, Bapak Ir. A. Hidir Sastraatmadja (alm.), Dr. Ir. Michael Abadi Zakaria (alm.), serta Prof. Dr.Ir. Amris Makmur saya mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan mereka sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan strata 2 tepat waktu dan memperoleh gelar M.S.
4. Kepada Kepala Badan Litbang Pertanian, Bapak Kepala Puslitbang Hortikultura, Dr. Ir Aziz Azirin Asandhi (Kepala Balai Penelitian Hortikultura waktu itu) saya mengucapkan banyak terima kasih, karena atas perkenan dan usaha mereka saya dapat mengikuti jenjang pendidikan strata 3 sampai memperoleh gelar Dr. di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Kepada Dr. Ir. G.J.H. Grubben serta Ir. G. van Vreden masing-masing sebagai Pemimpin Proyek ATA 395 dan kolaborator penelitian proteksi tanaman yang memberi kemudahan dalam memperoleh dana penelitian dan melakukan sebagian penelitian di Negeri Belanda saya mengucapkan banyak terima kasih.
5. Terima kasih saya ucapkan kepada Tim Pembimbing dalam studi S_3 yang terdiri atas: Prof.Dr.Ir. Haryono Semangun, Prof. Dr. Ir. Soetarmi Tjitrosomo, Dr. Ir. Hans Vermeulen, dan Prof. Dr. Ir. Bambang Hadisutrisno, serta Prof Dr. Ir. Tejo Yuwono Notohadinegoro, Prof. Dr.Ir.

Triharso (alm.), dan Prof. Dr.Ir. Tumari Jatileksono sebagai Panitia Penilai

6. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, serta Kepala Balai Penelitian Tanaman Hias yang telah memberikan fasilitas sehingga acara ini dapat terselenggara dengan baik.
7. Kepada Bapak-bapak Tim Penilai Badan Litbang Pertanian yang telah dengan seksama melakukan evaluasi naskah orasi dan Majelis Pengukuhan Ahli Peneliti Utama dan seluruh hadirin sehingga acara ini dapat berjalan dengan lancar.
8. Tidak kalah pentingnya, ucapan terima kasih saya sampaikan kepada yang tercinta istri dan anak-anak saya, yang dengan kesabaran, ketabahan, dan doanya selalu memberi semangat terutama saat-saat menjalani pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga,W. & T.A. Soetrisno. 1997. Keunggulan Komparatif dan Insentif ekonomi Usaha Tani Bawang Merah. *J. Hort.* 7 (1): 614-621.
- Anonim. 1999. *Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Komisi Pestisida, Deptan: 279 hal.
- Astuti,E.B & Suhardi. 1986. Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Kematangan Buah Terhadap Serangan Antraknos pada Lombok. *Bul. Penel. Hort.* 13 (1): 40-50.
- Baker, C.J., J.R. Stanley, C.A. Thomas, M. Sasser & J.S. MacFall. 1983. Inhibitory Effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and on Development of Rust Pustules on Bean Leaves. *Phytopathology* 73: 1148-1152.
- Baker, C.J., J.R. Stanley, & N. Mock. 1985. Biocontrol of Bean Rust

-
- by *Bacillus subtilis* Under Field Condition. *Plant Dis.* 69: 770-772.
- Barkai-Golan, R. & D.J. Phillips. 1991. Postharvest Heat Treatment of Fresh Fruits and Vegetables for Decay Control. *Plant Dis.* 75:1085-1089.
- Basuki, R.S. & W.G. Koster. 1990. Identification of Farmer's Problems as a Basis for Development of Appropriate Technology: A Case Study on Shallot Production Development. *Bul. Penel. Hort.* XVIII (2):3-12 (Ed. *Khusus*).
- Belanger, R.R., C. Labbe, & W.R. Jarvis. 1994. Commercial-Scale Control of Rose Powdery Mildew with a Fungal Antagonist. *Plant Dis.* 78:420-424.
- Blakesman, J.P. & D. Hornby. 1966. The Persistence of *Colletotrichum coccodes* and *Mycosphaerella liguicola* in Soil, with Special Reference to Sclerotia and Conidia. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 49: 227-240
- Bonde, M.R., G.L. Peterson, & T.T. Matsumoto. 1989. The Use of Isozymes to Identify Teliospores of *Tilletia indica*. *Phytopathology* 79: 596-599.
- Chakraborty, S., D. Ratcliff, & F.J. McKay. 1990. Effect of Leaf Surface Wetness on Disease Severity. *Plant Dis.* 74: 379-384.
- Chawda, H.T. & A.H. Rajasab. 1992. Epidemiological Investigation on Anthracnose and Purple Blotch of Onion (*Allium cepa* L.). *Onion Newsletter for the Tropics* no.4: 65-66.
- Daryanto. 2003. Status Penyebaran dan Kerugian Nematoda Sista Kuning pada Tanaman Kentang. *Makalah Lokakarya Nematoda Sista Kuning*, Yogyakarta, 11-12 Desember 2003: 8 hal.
- Davidse, L.C., D. Looyen, L.J. Turkensteen & D. van der Wal. 1981. Occurrence of Metalaxyl Resistant Strains of *Phytophthora infestans* in Dutch Potato Fields. *Neth. J. Pl. Path.* 87: 65-68.

-
- Dillard, H.R. 1989. Effect of Temperature, Wetness Duration, and Inoculum Density on Infection and Lesion Development of *Colletotrichum coccodes* on Tomato Fruit. *Phytopathology* 79: 1063-1066.
- Dixon, G.R. 1978. Monitoring Vegetable Diseases. p. 71-78. In P.R.Scott & A. Bainbridge. *Plant Disease Epidemiology*. Blackwell Sc. Publ., Oxford etc.
- Djatnika, I., C. Hermanto, & Eliza. 2003a. Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Pisang dengan *Pseudomonas fluorescens* dan *Gliocladium* sp. *J. Hort.* 13 (3): 205-211.
- Djatnika, I., Sunyoto, & Eliza. 2003b. Peranan *Pseudomonas fluorescens* MR96 pada Penyakit Layu Fusarium Tanaman Pisang. *J. Hort.* 13 (3): 212-218.
- Ebenebe, E.C. 1980. Onion Twister Disease Caused by *Glomerella cingulata* in Northern Negeria. *Plant Dis.* 64: 1030-1032.
- Eastburn, D.M. & D.W. Gubler. 1990. Strawberry Anthracnose: Detection and Survival of *Colletotrichum acutatum* in Soil. *Plant Dis.* 74:161-168.
- Evert, K.L. & M.L Lacy. 1990. Influence of Dew Duration, Relative Humidity, and Leaf Senescence on Conidial Formation and Infection of Onion by *Alternaria porri*. *Phytopathology* 80:1203-1207.
- Fitt, B.D.L., H.A. McCartney, & P.J. Walklate. 1989. The Role of Rain in Dispersal of Pathogen Inoculum. *Annu. Rev. Phytopatol.* 27: 241-270.
- Fitzell, R.D. & C.M. Peak. 1984. The Epidemiology of Anthracnose Disease of Mango: Inoculum Sources, Spore production, and Dispersal. *Ann. Apl. Biol.* 104: 53-59.
- Fry, W.E. 1982. *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press, New York etc.: 378 hal.
- Grubben, G.J.H. 1990. Timing of Vegetable Production in Indonesia. *Bul. Penel. Hort.* XVIII (1): 43-53 (Ed. Khusus).

-
- Gregory, P.H., E.J. Gutri, & M.E. Bunce. 1959. Experiment on Splash Dispersal of Fungus Spores. *J. General. Microbiol.* 20: 328-354.
- Gregory, P.H. 1968. Interpreting Plant Disease Dispersal Gradient. *Annu. Rev. Phytopatol.* 6: 189-212.
- Hanudin & B. Marwoto. 2003. Pengendalian Penyakit Layu Bakteri dan Akar Gada pada Tanaman Tomat dan Caisin menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *J. Hort.* 13 (1): 58-66.
- Heath, M.C. 1981. Nonhost Resistance. p. 201-217. In R.C. Staples and G.H. Toenniessen. *Plant Disease Control: Resistance and Susceptibility*. A Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York etc.
- Hoitink, H.A. Y. Inbar & M.J. Boehm. 1991. Status of Compost-Amended Potting Mixes Naturally Suppressive to Soilborne Diseases of Floriculture Crops. *Plant Dis.* 75:869-873.
- Holliday, P. 1980. *Fungus Diseases of Tropical Crops*. Cambridge Univ. Press: 607 hal.
- Hsu, S.T., C.C. Chen, H.Y. Liu & K.C. Tzeng. 1992. Colonization of Roots and Control of Bacterial Wilt of Tomato by Fluorescent Pseudomonads. p. 305-311. In G.L. Hartman and A.C. Hayward (ed). *Bacterial Wilt*. ACIAR Proceeding no. 45: 381 hal.
- Huang, Y., B.J. Deverall, & S.C. Morris. 1991. Promotion of Infection of Orange Fruits by *Penicillium digitatum* with a strain of *Pseudomonas cepacia*. *Phytopathology* 81:615-618.
- Ingold, C.T. 1978. Dispersal of Microorganisms. p. 11-21. In P.R. Scott & A. Bainbridge. *Plant Disease Epidemiology*. Blackwell Sci. Publ., Oxford etc.
- James, W.C. 1983. Crop Loss Assessment. In CMI, *Plant Pathologist's Packet Book*. Commonwealth Agric. Bureaux, England.

-
- Jenkins, J.E.E. 1978. Monitoring Diseases in Crops. p. 45-54. In P.R. Scott & A. Bainbridge. *Plant Disease Epidemiology*. Blackwell Sci. Publ., Oxford etc.
- Jones, J.B., A.R. Chase, B.K. Harbough, & B.C. Raju. 1985. Effect of Leaf Wetness, Fertilizer Rate, Leaf Age, and Light Intensity Before Inoculation on Bacterial Spot of Chrysanthemum. *Plant Dis.* 69: 782-784.
- Korsten, L., E.E. De Villiers, F.C. Wehner & J.M. Kotze. 1997. Field Sprays of *Bacillus subtilis* and Fungicides for Control of Preharvest Fruit Diseases of Avocado in South Africa. *Plant Dis.* 81:455-459
- Koster, W.G. 1990. Exploratory Survey on Shallot in Rice-based Cropping System in Brebes. *Bul. Penel. Hort.* XVIII (1): 19-30 (Ed. Khusus).
- Lax, A.R., G.E. Templeton, & W.L. Meyer. 1985. Isolation, Purification and Biological Activity of Self Inhibitor for Conidia of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Phytopathology* 75: 386-390.
- Marwoto, B. & D. Rohana. 1988. Pengaruh Berbagai Tanaman Sayuran terhadap Produksi Cabai dan Serangan *Meloidogyne* spp dalam Sistem Tumpang Sari. *Bul. Penel. Hort.* XVI (1): 54-59.
- McRae, C.F. & B.A. Auld. 1988. The Influence of Environmental Factors on Anthracnose of *Xanthium spinosum*. *Phytopathology* 78: 1182-1186.
- Merriman, P.R., R.D. Price, J.F. Kallmogan, T. Piggott, & E.H. Ridge. 1974. Effect of Seed Inoculation with *Bacillus subtilis* and *Streptomyces griseus* on the Growth of Cereal and Carrots. *Aust. J. Agric. Res.* 25: 219-226.
- Mooi, J.C., H. Vermeulen & Suhardi. 1980. Recommendation for Future Screening of Potato Cultivars for Resistance to Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Indonesia. *Bul. Penel. Hort.* VIII (4): 19-25.

-
- Mulya, K. 1997. Penekanan Perkembangan Penyakit Layu Bakteri Tomat oleh *Pseudomonas fluorescens* PfG 32. *J. Hort.* 7 (2): 685-691.
- Mulyadi, B. Rahayu, B. Triman & Siwi Indarti. 2003. Identifikasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) pada Kentang di Batu, Jawa Timur. *J. Perlind. Tan. Ind.* 9 (1): 46-53.
- Mussell, H. 1981. Exploiting Disease Tolerance by Modifying Vulnerability. p. 273-284. In R.C. Staples and G.H. Toenniessen. *Plant Disease Control: Resistance and Susceptibility*. A Wiley-Interscience Publ., John Wiley & Sons, New York etc.
- Nicholson ,R.L. & W.C. Moraes. 1980. Survival of *Colletotrichum graminicola*: Importance of Spore Matrix. *Phytopathology* 70: 255-261.
- Northover, J & J.A. Matteoni. 1986. Resistance of *Botrytis cinerea* to Benomyl and Iprodion in Vineyards and Greenhouse After Exposure to the Fungicide Alone or Mixed with Captan. *Plant Dis. Repr.* 70: 398-402
- Nurmalinda, T.A. Sutrisno, A. Hidayat & Suwandi. 1994. Analisis Biaya dan Pendapatan Petani Bawang Merah pada Lahan Bekas Tanaman Tebu. *Bul. Pen. Hort.* XXVI (3): 61-66.
- Nutman, F.J. & B.M. Robert. 1960. Investigation on a Disease of *Coffea arabica* Caused by a form of *Colletotrichum coffeanum* Noach. II. Some Factors Affecting Germination and Infection and Their Relation to Disease Distribution. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 43.:643-659.
- Patterson, C.L. 1991. Importance of Chlamidospores as Primary Inoculum for *Alternaria solani* Incitant of Collar Rot and Early Blight on Tomato. *Plant Dis.* 75: 274-278.
- Polley, R.W. 1983. Disease Forecasting. p.122-129. In *Plant Pathologist's Pocketbook (2nd)*. CAB, England.

-
- Price, T.V. 1970. Epidemiology and Control of Powdery Mildew (*Sphaerotheca pannosa*) on Roses. *Ann. App. Biol.* 65: 231-248.
- Purwantara, A. 1988a. Pengaruh Penyinaran Matahari dan Ultra Violet 254 nm serta Temperature terhadap Viabilitas Spora *Colletotrichum gloeosporioides*. *Seminar Ilmiah PFI Komda Segunung*, 24 Agustus 1988: 100-111.
- Purwantara, A. 1988b. Perkecambahan spora *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Bercak Daun, Mati Pucuk dan Busuk Buah pada Kakao. *Seminar Ilmiah PFI Komda Segunung*, 24 Agustus 1988: 112-125.
- Pusey, P.L., C.L. Wilson, M.W. Hotchkiss, & J.L. Franklin. 1986. Compatibility of *Bacillus subtilis* for Postharvest Control of Peach Brown Rot with Commercial Fruit Waxes, Dicloran and Cold Storage Conditions. *Plant Dis.* 70:587-590.
- Raid, R.N. & S.P. Pennypacker. 1989. Weeds as Host of *Colletotrichum coccodes*. *Plant Dis.* 71: 643-646.
- Reynold, K.M., L. V. Madden, D.L. Richard, & M.A. Ellis. 1989. Splash Dispersal of *Phytophthora cactorum* from Infected Strawberry Fruit by Simulated Canopy Drip. *Phytopathology* 79: 425-432.
- Robert, D.A. & C.W. Boothroyd. 1972. *Fundamental of Plant Pathology*. W.H. Freeman and Co., San Sancisco etc.: 402 hal.
- Sastrahidajat, I.K. 1989. Epidemi Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri*) pada Bawang Putih. *J. Fitopatologi* 1 (1): 1-7.
- Sastrahidayat, I.R., A.L. Abadi, & S. Djauhari. 1994. Peramalan Penyakit Antraknos pada Tanaman Cabai Besar. In U. Kasumbogo *et al.* *Pros. Seminar Hasil Pendukung Pengendalian Hama Terpadu, Lembang*, 27-28 Januari 1944: 195-209.
- Sato, N. 1979. Effect of Soil Temperature on Field Infection of Potato Tubers by *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 69: 989-993.

-
- Semangun, H. 1993. Konsep dan Asas Dasar Pengelolaan Penyakit Tanaman Terpadu. *Pros. Kongres Nas. XII dan Seminar Ilmiah PFI*, Yogyakarta 6-8 September 1993: 1-25.
- Setiawati, W. & Suwandi. 1998. Penerapan Pengendalian Hama Utama pada Tanaman Bawang Merah dan Cabai Secara Terpadu. *Laporan Kerjasama Penelitian Balitsa-ARM*: 84 hal.
- Setiawati, W. 2000. Analisis Pengaruh Penerapan Pengendalian Hama Terpadu pada Komunitas Bawang Merah dan Cabai. *Laporan PAATP-Badan Litbang Pertanian*: 35 hal.
- Sijpestein, A.K. 1982. Mechanism of Action of Fungicides. p.32-45. In J. Dekker and S.G. Georgopoulos (ed.). *Fungicides Resistance in Crop Protection*. Center for Agr. Publ. &Doc., Wageningen
- Soetanto L. & A.J. Termarshuizen 2001. Potensi *Pseudomonas fluorescens* P60 Sebagai Agens Hayati Jamur-jamur Patogen Tular Tanah. *Pros. Kongres Nas. XVI & Seminar Ilmiah PFI*, Bogor 22-24 Agustus 2001: 183-186.
- Suhardi & M. Bustaman. 1979. Penelitian Pendahuluan Ras Fisiologis *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* L.). *Makalah Kongres Nas. V & Seminar Ilmiah PFI*, Malang: 5 hal.
- Suhardi. 1980a. Taksiran Kehilangan Hasil Buncis oleh Penyakit-Penyakit Daun. *Bul. Penel. Hort.* VIII (6): 15-18.
- Suhardi. 1980b. Cendawan Penyebab Penyakit Tanaman Buncis di Jawa Barat. *Hortikultura* 18: 401-409.
- Suhardi. 1980c. Virulensi Dua Galur Ras 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hans. pada Tanamaan Tomat. *Bul. Penel. Hort.* VIII (6): 9-13.
- Suhardi. 1982. Beberapa Aspek Ekobiologi *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary dan Respons Tanaman Kentang terhadapnya. *Tesis*, Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor

-
- Suhardi. 1983. Dinamika Populasi Penyakit Busuk Daun *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary pada Tanaman Kentang di Kebun Percobaan Segunung. *Bul. Penel. Hort.* X (1): 36-44.
- Suhardi. 1984. Status Resistensi Beberapa Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap *Phytophthora infestans*. *Bul. Penel. Hort.* XV (1): 24-28.
- Suhardi & A. Wasito. 1990. Pengaruh Interval Penyemprotan Fungisida dan Sistem Tanam terhadap Insidensi *Cercospora capsici* Heald&Wolf dan Busuk Buah Cabai (*Capsicum annum* L.). *Bul. Penel. Hort.* XIX (3): 87-93.
- Suhardi. 1991a. Cross Inoculation of *Colletotrichum gloeosporioides* on Hot Pepper (*Capsicum annum* L.) and Shallot (*Allium ascalonicum* L.). *Bul. Penel. Hort.* XX (1):80-82 (Ed. Khusus).
- Suhardi. 1993. Pengaruh Waktu Tanam dan Interval Penyemprotan Fungisida terhadap Intensitas Serangan *Alternaria porri* dan *Colletotrichum gloeosporioides* pada Bawang Merah. *Bul. Penel. Hort.* XXVI (1): 138-147.
- Suhardi, T. Koestoni & Agus Thomas. 1993. Pengujian Teknologi PHT pada Bawang Merah Berdasarkan Nilai Ambang Kendali dan Modifikasi Tipe Nozel Alat Semprot. *Bul. Penel. Hort.* XXVI (4): 100-107.
- Suhardi & B. Hadisutrisno. 1994. Efisiensi Penggunaan Fungisida pada Varietas Bawang Merah yang Toleran terhadap Penyakit. *Pros. Seminar Hasil Penelitian Pendukung PHT, Lembang, 27-28 Januari 1994*: 373-384.
- Suhardi. 1995. Kajian Antraknos pada Bawang Merah: Khususnya Tentang Pengaruh Lingkungan Terhadap Perkembangan Penyakit. *Disertasi UGM, Yogyakarta*: 165 hal.
- Suhardi. 1996a. Pengaruh Fungisida terhadap Pemencaran dan Perkembangan Antraknose pada bawang Merah. *J. Hort.* 6 (1): 40-48.

-
- Suhardi. 1996b. Pengaruh Waktu Tanam dan Perlakuan Fungisida terhadap Intensitas Serangan Antraknose pada Bawang Merah. *J. Hort.* 6 (2): 172-179.
- Suhardi. 1997. Inang Pengganti dari *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Antraknos pada Bawang Merah. *Pros. Kongres Nas. XIV & Seminar Ilmiah*, Palembang, 27-29 Oktober 1997: 491-493.
- Suhardi. 1998. Pengaruh Penyemprotan Awal Fungisida terhadap lintensitas Penyakit pada Baberapa Varietas Bawang Merah. *J. Hort.* 8 (1): 1021-1030.
- Suhardi, T.R. Omoy, & B. Winarto. 2002. Keefektifan *Xanthomonas maltophilia*, Fungisida, dan Tipe Cerat terhadap Penyakit Embun Tepung pada Tanaman Mawar di Rumah Plastik. *J. Hort.* 12(1):50-54.
- Soetiarso, T.A., Purwanto, & A. Hidayat. 1999. Identifikasi Usahatani Tumpang Gilir Bawang merah dan Cabai Merah Guna Menunjang Pengendalian Hama Terpadu di Brebes. *J. Hort.* 8(4): 1312-1329.
- Suryaningsih, E. & A.A. Asandhi. 1992. Pengaruh Pemupukan Sistem Berimbang terhadap Serangan Penyakit Cendawan pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) cv. Bima. *Bul. Penel. Hort.* XXIV (2): 19-26.
- Sutton, T.B. & W.W. Shane. 1983. Epidemiology of the Perfect Stage of *Glomerella cingulata* on Apple. *Phytopathology*73: 1179-1183.
- Szkolnik, M. & J.D. Gilpatrick. 1977. Tolerance of *Monilia fructicola* to Benomyl in Western New York State Orchards. *Plant Dis. Repr.* 61: 654-656.
- TeBeest, D.O. 1982. Survival of *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene* in Rice Irrigation Water and Soil. *Plant Dis.* 66: 469-472.
- Turner, J.T. & P.A. Backman. 1991. Factors Relating to Peanut Yield Increases after Seed Trement with *Bacillus subtilis*. *Plant Dis.* 75: 347-353.

-
- Wastie, R.L. 1972. Secondary Leaf Fall of *Hevea brasiliensis*: Factor Affecting the Production, Germination and Viability of *Colletotrichum gloeosporioides*. *Ann. Appl. Biol.* 72:273-282.
- Waller, J.M. 1972. Water-borne Spore Dispersal in Coffee Berry Disease and its Relation to Control. *Ann. Appl. Biol.* 71: 1-18.
- Van der Plank, J.E. 1963. *Plant Diseases: Epidemic and Control*. Academic Press, N.Y.& London : 349 pp.
- Wicks, T. 1974. Tolerance of the Apple Scab Fungus to Benzimidazole Fungicides. *Plant Dis. Repr.* 59: 886-889.
- Wicks, T. 1976. Persistence of Benomyl Tolerance in *Venturia inaequalis*. *Plant Dis. Repr.* 60: 818-819.
- Wicks, T. 1977. Tolerance to Benzimidazole Fungicide in Blue Mold (*Penicillium expansum*) on Pears. *Plant Dis. Repr.* 61: 447-449.
- Wilson, L.L., L. V. Madden & M.A. Ellis. 1990. Influence of Temperature and Wetness Duration on Infection of Imature and Mature Strawberry Fruit by *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80: 111-116.
- Wilson, C.L., A.E. Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevens, J.Y. Lu, V. Khan, & J. Arul 1994. Potential of Induced Resistance to Control Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. *Plant Dis.* 78:837-844.
- Winarto, B. & Suhardi. 1997. Pengaruh Tingkat Pertumbuhan dan Periode Lembab terhadap Serangan *Diplocarpon rosae* pada Mawar. *J. Hort.* 7 (3): 795-801
- Winarto, B. 1998a. Pengaruh Konsentrasi dan Interval Aplikasi Bakteri Atagonis terhadap Penyakit Embun Tepung pada Tanaman Mawar. *J. Hort.* 8 (3): 1184-1190.
- Winarto, B. 1998b. Pengaruh Kombinasi Bakteri Antagonis, Konsentrasi dan Interval Aplikasinya terhadap Bercak Hitam (*Diplocarpon rosae* Wolf.). *Risalah Seminar Nas. Tan. Hias*: 159-171.

-
- Yang, X., L. L. Wilson, L. V. Madden & M.A. Ellis. 1990a. Rain Splash on *Colletotrichum acutatum* from Infected Strawberry Fruit. *Phytopathology* 80: 590-595.
- Yang, X., L. L. Wilson, L. V. Madden & M.A. Ellis 1990b. Effect of Topography and Rain Intensity on Splash Dispersal of *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80: 1115-1120.
- Yang, X., L. V. Madden, D.L. Richard, L. L. Wilson, & M.A. Ellis 1992. Splash Dispersal of *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* from Strawberry Fruit by Single Drop Impactions. *Phytopathology* 82: 332-340.
- Yang, X.B. & D.O. TeBeest. 1992. Rain Dispersal of *Colletotrichum gloeosporioides* in Simulated Rice Field Condition. *Phytopathology* 82: 1219-1222.
- Zadoks, J. C. & R.D. Schein. 1979. *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford Univ. Press, New York etc. : 427 pp.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	: Dr.Ir. Suhardi, MS
NIP	: 080 027 117
Pangkat/Golongan	: Pembina Utama Madya/IVd
Tempat /Tanggal Lahir	: Banyumas, 21 Juni 1947
Jenis kelamin	: Laki-laki
Status	: Kawin
Agama	: Islam
Pekerjaan	: Peneliti di Balai Penelitian Tanaman Hias
Alamat Kantor	: Desa Ciherang, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Kotak Pos 8, Pacet, Cianjur 43253, Telp: 0263-512607;
Alamat Rumah	: Kompleks Perumahan Segunung no. 21, Rt/Rw: 002/I, Desa Ciherang, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, Telp.: 0263-512616

B. Riwayat Pendidikan:

Sekolah Rakyat	: 1954-1960
SMP Negeri Gombong	: 1960-1962
SMA Negeri Kebumen	: 1962-1965
S ₁ , Fak. Pertanian UGM	: 1965-1973
S ₂ , IPB, Bogor	: 1979-1982
S ₃ , UGM, Yogyakarta	: 1990-1995

C. Riwayat Pekerjaan

1. Kepangkatan

- Calon Pegawai : TMT.1-02-1975
- Penata Muda/IIIa : TMT.1-06-1976
- Penata Muda TK I/IIIb : TMT.1-04-1979
- Penata/IIIC : TMT.1-04-1983
- Penata TK I/IIId : TMT.1-04-1987
- Pembina/IVa : TMT.1-10-1989
- Pembina TK/IVb : TMT.1-10-1992
- Pembina Utama Muda/IVc : TMT.6-02-1995
- Pembina Utama Madya/IVd : TMT.1-10-1998

2. Jabatan Fungsional

- Asisten Peneliti : TMT.1-12-1976
- Ajun Peneliti Muda : TMT.1-03-1982
- Peneliti Muda : TMT.1-03-1985
- Peneliti Madya : TMT.1-12-1987
- Ahli Peneliti Muda : TMT.1-11-1991
- Ahli Peneliti Madya : TMT.1-10-1996
- Ahli Peneliti Utama : TMT.1-12-1998

3. Jabatan Struktural: Kepala Sub Balai Penelitian Hortikultura: 1983-1989.

4. Keikutsertaan Dalam Kegiatan Ilmiah:

- | | | |
|----|--|-------------|
| i | Dewan Redaksi Buletin Penelitian Hortikultura | : 1983-1993 |
| ii | Lokakarya Fungicide Resistance in Crop Protection (Kuala Lumpur) | : 1984 |
-

iii	Lokakarya Scintific Writing	: 1984
iv	Lokakarya Seed Pathology (Bangkok)	: 1987
v	Symposium Crops Pathogens & Nematods (SEAMEO-BIOTROP)	: 1987
vi	Seminar Himpunan Perlindungan Tumbuhan Indonesia	: 1988
vii	Kongres Nasional dan Seminar PFI	: 1975, 1976, 1979, 1983, 1985, 1989, 1993, 1997, 1999, 2001, 2003
viii	Seminar Nas. Hasil Pen. Pendukung PHT-SDT/SDR (Lembang)	: 1993
ix	Seminar Nas. Hasil Pen. Pendukung PHT (Lembang)	: 1994
x	Seminar Nasional Komoditas Sayuran	: 1995
xi	Dewan Redaksi Jurnal Bioteknologi Pertanian	: 1996-1999
xii	Kongres dan Seminar PERHORTI	: 2001
xiii	Workshop Forum Florikultura Indonesia	: 2001, 1999, 2000, 2002, 2003

D. Karya Tulis Ilmiah

1. Suhardi, W. Sumartojo, dan B. Saroyo. 1976. Chemical control of *Alternaria* leaf spot on chinese cabbage. (Bul. Penel. Hort. IV no.5: 39-44).
2. Suhardi, M. Bustaman., B. Saroyo, H. Vermeulen, and W. Sumartojo. 1976. Chemical control of *Phytophthora infestans* on tomato in Indonesia. (Bul. Penel. Hort. IV no.5: 45-54).
3. Suhardi, E. Suryaningsih Affandi, and H. Vermeulen. 1976. First report on the incidence of clubroot in Indonesia. (Bul. Penel. Hort. IV no. 5: 19-24).
4. Suhardi dan B. Saroyo. 1980. Pemberantasan kimiawi terhadap penyakit daun *Cercospora* pada cabai merah, *Capsicum annum* L. (Bul. Penel. Hort. VIII no. 11: 1-10).
5. Suhardi. 1976. Pengujian fungisida terhadap *Phytophthora infestans* pada tanaman tomat. (Bul. Penel. Hort. IV no. 4: 13-22).
6. Mooi, J.C., H. Vermeulen, and Suhardi. 1976. Recommendation for future screening of potato cultivar for resistance to late blight. (Bul. Penel. Hort. VIII no.4: 19-25).
7. Suhardi, D. Rohana, L. Hutagalung. 1980. Resistensi tomat Ohio Mr-9 terhadap layu *Fusarium* pada tanah mengandung nematoda. (Bul. Penel. Hort. VIII no. 5: 19-27).
8. Suhardi. 1980. Studi perbandingan kepekaan dua galur *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder, & Hans. terhadap Benomyl 50WP. (Bul. Penel. Hort. VIII no.5: 29-35).
9. Suhardi. 1980. Virulensi dua galur ras 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder, & Hans.) pada tanaman tomat. (Bul. Penel. Hort. VII no. 6: 9-13).

-
10. **Suhardi.** 1980. Studi Perbandingan Kepekaan dua galur *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hans terhadap Benomyl 50 WP. (Bul. Penel. Hort. VIII no. 5:29-35).
 11. **Suhardi.** 1980. Taksiran kehilangan hasil buncis oleh penyakit-penyakit daun. (Bul. Penel. Hort. VIII no. 6: 15-18).
 12. **Suhardi.** 1980. Hama dan penyakit tanaman sayuran di daerah transmigrasi Lampung. (Hortikultura 10: 289-291).
 13. **Suhardi.** 1980. Penyebaran penyakit pada tanaman Cruciferae di Jawa Barat. (Hortikultura 13: hal. 308-314).
 14. **Suhardi.** 1980. Cendawan penyebab penyakit tanaman buncis di Jawa Barat. (Hortikultura 13: 401-409).
 15. **Suhardi, E. Sutarya, M. Bustaman.** 1982. Penggunaan Benomyl untuk memberantas penyakit layu *Fusarium* pada tomat. (Bul. Penel. Hort. IX no. 2: 31-42).
 16. **Suhardi.** 1983. Dinamika populasi penyakit busuk daun *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry pada tanaman kentang di Kebun Percobaan Segunung. (Bul. Penel. Hort. X no. 1:36-44).
 17. **Suryaningsih E. dan Suhardi.** 1993. Pengaruh penggunaan fungisida untuk mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici* dan *C. gloeosporioides*) pada cabai. (Bul. Penel. Hort. XXV no. 1: 37-45).
 18. **Suhardi.** 1985. Beberapa aspek ekobiologi penyakit kudis (*Streptomyces scabies*) pada tanaman kentang I. Pengaruh pH dan kelembapan tanah serta *Meloidogyne* sp. terhadap tingkat serangan. (Bul. Penel. Hort. XIII no. 1: 51-60).
 19. **Suhardi.** 1986. Pengujian resistensi varietas tomat terhadap *Phytophthora infestans* dan penyakit-penyakit lain. (Bul. Penel. Hort. XIII no. 2: 1-12).

-
20. Rochetin, I. S., **Suhardi**, dan Darsam. 1985. Efektivitas beberapa fungisida terhadap bercak daun bersudut (*Isariopsis griseola*) pada tanaman buncis. (Prosiding Kongres Nas. dan Seminar Ilmiah PFI, Jakarta: 98-99).
 21. Faozie, A., **Suhardi**, dan Darsam. 1985. Resistensi varietas buncis terhadap bercak daun bersudut dan karat. (Prosiding Kongres Nas. dan Seminar Ilmiah PFI, Jakarta: 99-101).
 22. Herwiyanto, E. **Suhardi**, dan Darsam. 1985. Pengaruh fungisida sistemik dan kerapatan inokulum *Plasmiodiophora brassicae* Wor. terhadap produksi kubis. (Prosiding Kongres Nas. dan Seminar Ilmiah PFI, Jakarta: 102-104).
 23. Siswadi I., **Suhardi**, dan Darsam. 1985. Uji ketahanan varietas buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) terhadap *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.) Bel. & Cav. (Prosiding Kongres Nas. dan Seminar Ilmiah PFI, Jakarta: 104-105).
 24. Astuti, E.B. dan **Suhardi**. 1986. Pengaruh suhu penyimpanan dan kematangan buah terhadap serangan antraknosa pada lombok. (Bul. Penel. Hort. VIII no. 1: hal. 40-50).
 25. **Suhardi**. 1987. Status resistensi beberapa varietas kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap *Phytophthora infestans*. (Bul. Penel. Hort. XV no. 1: 24-27).
 26. **Suhardi**, O.S. Gunawan, dan E. Suryaningsih. 1989. Beberapa penyakit pada kentang dan cara pengendaliannya. (Kentang, Bab X: 85-92)
 27. **Suhardi**. 1989. Antraknosa pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) I. Taksiran kehilangan hasil. (Prosiding Kongres Nas. X dan Seminar Ilmiah PFI, Denpasar: 14-16 November 1989)
 28. **Suhardi** dan A. Wasito. 1990. Pengaruh interval penyemprotan fungisida dan sistem tanam terhadap *Cercospora capsici* dan busuk buah cabai *Capsicum annum* L. (Bul. Penel. Hort. XIX no. 3: 87-93).

-
29. **Suhardi** dan A.H. Permadi. 1990. Evaluasi resistensi kultivar cabai (*Capsicum* spp.) terhadap antraknosa (*Colletotrichum* spp.) dan bercak daun *Cercospora* (*Cercospora capsici* Heald & Wolf). (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 1: 94-101).
 30. **Suhardi** dan E. Suryaningsih. 1990. Pengaruh Interval Penyemprotan Fungisida terhadap Serangan Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Tumbuhan Bawang Merah. (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 1: 140-145).
 31. Suryaningsih, E. dan **Suhardi**. 1990. Skrining fungisida terhadap Penyakit Bercak Daun (*Alternaria solani* Ell. and Mart.) Jones & Grout pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) kultivar Intan di Dataran Rendah. (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 1: 154-162).
 32. Suryaningsih, E. dan **Suhardi**. 1990. Skrining fungisida terhadap penyakit bercak ungu *Alternaria porri* (Ellis) Cif. dan otomatis (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum*). (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 2: 105-112).
 33. **Suhardi** dan E. Suryaningsih. 1990. Skrining fungisida terhadap penyakit-penyakit penting pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 2: 123-129).
 34. **Suhardi** dan E. Suryaningsih. 1990. Pengaruh interval penyemprotan fungisida terhadap serangan antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.). (Bul. Penel. Hort. XVIII no. 1: 140-145).
 35. **Suhardi**. 1991. Penyebaran dan studi etiologi penyakit antraknosa pada tanaman bawang merah. (Bul. Penel. Hort. XX no. 1: 86-93).
 36. **Suhardi**. 1991. Cross inoculation of *Colletotrichum gloeosporioides* on hot pepper *Capsicum annum* and shallot *Allium asclonicum* L. (Bul. Penel. Hort. XX no. 1: 80-82).

-
37. **Suhardi**. 1991. Resistance of pepper (*Capsicum* spp.) against *Colletotrichum gloeosporioides* at the seedling stage. (Bul. Penel. Hort. XX no. 1: 83-85).
 38. Hanudin and **Suhardi**. 1991. Screening resistance of various tomato lines against bacterial wilt using disease nursery establishing methods. (Bul. Penel. Hort. XXI no. 2: 39 – 43).
 39. Sofiari, E., E. Suryaningsih dan **Suhardi**. 1992. Seleksi tetua untuk sifat tahan busuk buah antraknosa (*Colletotrichum* spp.) pada cabai merah. (Bul. Penel. Hort. XXII no. 3: 14-19).
 40. Wasito, A dan **Suhardi**. 1992. Pengaruh pupuk OST (Organic Soil Treatment) terhadap serangan penyakit daun *Cercospora apii* dan *Septoria apii graveolentis* serta hasil tanaman seledri. (Bul. Penel. Hort. XXIII no. 2: 121-126).
 41. Handayati, W. dan **Suhardi**. 1992. Saat aplikasi fungisida pada pengendalian *Cercospora apii* pada tanaman seledri. (Bul. Penel. Hort. XIII no. 1: 63-69).
 42. Marwoto, B. dan **Suhardi**. 1993. Pengaruh naungan terhadap kehilangan hasil oleh penyakit pada paprika. (Bul. Penel. Hort. XXIII no. 1: 7-17).
 43. **Suhardi**, T. Koestoni dan Agus Thomas. 1993. Pengujian Teknologi PHT pada Bawang Merah Berdasarkan Nilai Ambang Kendali dan Modifikasi Tipe Nozel Alat Semprot. Bul. Penel. Hort. XXVI (4): 100-107.
 44. **Suhardi**. 1993. Pengaruh waktu tanam dan interval penyemprotan fungisida terhadap intensitas serangan *Alternaria porri* dan *Colletotrichum gloeosporioides* pada bawang merah. (Bul. Penel. Hort. XXVI no. 1: 138-147)
 45. Suryaningsih E. dan **Suhardi**. 1993. Pengaruh Penggunaan Fungisida untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici* dan *C. gloeosporioides*) pada Cabai. (Bul. Penel. Hort. XXV no. 1: 37-43)

-
46. **Suhardi**, A. Wasito dan Hanudin.1994. Pengendalian Bercak Daun Cercospora (BDC-Sigatoka) secara kimiawi dan sanitasi pada pisang. *In* A. Muharam *et al.* Pisang Sebagai Komoditas Andalan; Prospek dan Kendalanya. Prosiding Seminar, 5 November: 44-48.
 47. **Suhardi** dan B. Hadisutrisno. 1994. Efisiensi penggunaan fungisida pada kultivar bawang merah yang toleran terhadap penyakit. Pros. Seminar Hasil Penelitian Pendukung PHT, Lembang, 27-28 Januari 1994: 373-384
 48. Suryaningsih E. dan **Suhardi**. 1994. Efisiensi penggunaan fungisida kontak-sistemik untuk pengendalian penyakit busuk daun (*Phytophthora infestans*) pada tanaman kentang. (Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pendukung PHT, Lembang: 337-345).
 49. **Suhardi** dan B. Hadisutrisno. 1994. Efisiensi penggunaan fungisida pada kultivar bawang merah yang toleran terhadap penyakit. (Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pendukung PHT, Lembang: 373-384).
 50. **Suhardi**, Tonny Koestoni dan Agus Thomas. 1994. Pengujian teknologi pengendalian hama dan penyakit terpadu pada bawang merah berdasarkan nilai ambang kendali dan modifikasi nozel alat semprot. (Bul. Penel. Hort. XXVI no. 4: 100-107).
 51. Handayati, W., A. Wasito, dan **Suhardi**.1994. Uji Resistensi varietas terhadap BDC dan monitoring serangannya sepanjang tahun (I. Uji resistensi varietas pisang terhadap bercak daun Cercospora, BDC). Seminar Hortikultura, Jakarta: 5 hal (tidak diterbitkan)
 52. Handayati, W. dan **Suhardi**. 1994. Uji Resistensi varietas terhadap BDC dan monitoring serangannya sepanjang tahun (II. Monitoring Bercak Daun Cercospora (BDC) pada tanaman pisang). Seminar Hortikultura, Jakarta: 5 hal (tidak diterbitkan)

-
53. **Suhardi**. 1996. Pengaruh waktu tanam dan perlakuan fungisida terhadap intensitas serangan antraknosa pada bawang merah. (J. Hort. 6 no. 2: 172-180).
 54. **Suhardi**. 1996. Pengaruh fungisida terhadap pemencaran dan perkembangan antraknosa pada bawang merah. J. Hort. 6 (1): 40-48.
 55. **Suhardi**. 1996. Pengaruh waktu tanam dan perlakuan fungisida terhadap intensitas serangan antraknosa pada bawang merah. J. Hort. 6 (2): 172-179.
 56. Omoy, T.R., Tonny K. Moekasan dan **Suhardi**. 1996. Efisiensi beberapa tipe cerat alat semprot untuk pengendalian hama dan penyakit pada bawang merah. (Prosiding Seminar Ilmiah Komoditas Sayuran, Lembang 24 Oktober: 365-372)
 57. Omoy, T.R. dan **Suhardi**. 1996. Efisiensi beberapa tipe cerat alat semprot pada budidaya kentang. (Prosiding Seminar Ilmiah Komoditas Sayuran, Lembang 24 Oktober: 426-433)
 58. **Suhardi**. 1996. Ambang Kerusakan Penyakit Sayuran; Mungkinkah diterapkan?. (Prosiding Seminar Ilmiah Komoditas Sayuran, Lembang 24 Oktober: 479-483).
 59. Winarto, B. dan **Suhardi**. 1997. Efisiensi penggunaan fungisida dalam pengendalian bercak hitam pada mawar Queen Elizabeth. (J. Hort. 7 no. 3: 802-807).
 60. Winarto, B. dan **Suhardi**. 1997. Pengaruh tingkat pertubuhan dan periode lembab terhadap serangan *Diplocarpon rosae* pada mawar. (J. Hort. 7 (3): hal. 795-801)
 61. **Suhardi**. 1997. Uji resistensi *Allium* spp. terhadap *Alternaria porri*. (Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah PFI, Palembang: 316-319).

-
62. **Suhardi**. 1997. Inang pengganti *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab antraknosa pada bawang merah. (Prosiding Kongres Nas. XIV dan Seminar Ilmiah PFI, Palembang: 491-493).
 63. **Suhardi**. 1997. Penyakit Anggrek dan Pengendaliannya. hal. 46-52. In Syaefullah *et al.* ANGGREK. Buku Komoditas No. 3, Balai Penelitian Tumbuhan Hias, Jakarta.
 64. Winarto, B., **Suhardi**, dan Hanudin. 1998. Pengendalian hayati *Diplocarpon rosae* pada mawar dengan mikroorganisme epifit. (J. Hort. 7 no. 4: 919-926).
 65. **Suhardi**. 1998. Pengaruh penyemprotan awal fungisida terhadap intensitas penyakit pada beberapa varietas bawang merah. (J. Hort. 8 no. 1: 1021-1030).
 66. **Suhardi**, A. Wasito, dan Hanudin. 1998. Pengendalian penyakit pada asparagus secara kultur teknis dan kimiawi. (J. Hort. 7 no. 4: 886-891).
 67. **Suhardi**, S. Putrasamedja, A. H. Permadi, dan A. Syaepullah 1999. Resistensi klon-klon bawang merah terhadap penyakit berck ungu dan antraknosa. (Prosiding Kongres Nas. XV dan Seminar Ilmiah PFI, Purwokerto: 306-310)
 68. Hanudin, **Suhardi**, W. Handayati. 1999. Inventarisasi penyakit dan kemangkusan zat kimia terhadap patogen tanaman anggrek. (Prosiding Kongres Nas. XV dan Seminar Ilmiah PFI, Purwokerto: 322-327).
 69. Tata R. Omoy, D. Sihombing dan **Suhardi**. 1999. CVM dan CVB pada tumbuhan krisan penyakit virus tular kutu daun dan pengendalian vektornya. (Prosiding Kongres Nas. XV dan Seminar Ilmiah PFI, Purwokerto: 472-476).
 70. Wahyu Handayati, **Suhardi**, D. Sihombing, R. Mulyana dan Asep Syaefullah 1999. Pengendalian penyakit Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*) dengan sanitasi dan kimiawi. (Prosiding Kongres Nas. XV dan Seminar Ilmiah PFI, Purwokerto: 761-767).

-
71. Hanudin, B. Winarto, **Suhardi**, dan B. Marwoto. 2000. Inventarisasi patogen pada Tanaman Melati. (Prosiding Kongres Nas. XVI dan Seminar Ilmiah PFI, Bogor: 286-289).
 72. **Suhardi**, Tata Rasta Omoy, dan Budi Winarto. 2002. Keefektifan *Xanthomonas maltophilia* fungisida dan tipe cerat terhadap penyakit embun tepung pada tanaman mawar di rumah plastik. (J. Hort. 12 no.1: 50-54).
 73. **Suhardi** dan Budi Winarto. 2002. Resistensi varietas mawar (*Rosa hybrida*) terhadap penyakit bercak hitam. (J. Hort. 12 no.1: 55-63).
 74. **Suhardi**, Budi Winarto, dan Asep Saepullah. 2002. Telaah resistensi varietas mawar terhadap embun tepung. (J. Hort. 12 no.2: 102-109).
 75. **Suhardi**, Budi Winarto, Asep Saepullah dan Darliah. 2002. Ketahanan varietas mawar taman terhadap penyakit becak hitam. (J. Fitopat. Ind. 6 no.1: 35-38).

Pemasyarakatan ilmu

76. **Suhardi**. Penyakit busuk daun pada tanaman kentang. Lokakarya Sayuran, Lembang 24-29 Agustus 1981.
77. **Suhardi**. Penyakit akar berumbi (*Plasmiodiophora brassicae* Wor.) pada tanaman Cruciferae: Cara penyebaran, penafsiran berat serangan dan pengendalian. Seminar Internal, 15 Juni 1983.
78. **Suhardi**. Diagnosis penyakit yang disebabkan oleh jamur. Pelatihan Karantina Tumbuhan, 4-9 Desember 1983.
79. **Suhardi**. Penyakit Tumbuhan. Latihan Teknisi dan Perancangan Kebun Percobaan, Cisarua 7-14 Maret 1985
80. **Suhardi**. Bacterial and fungal diseases of lowland vegetables in Indonesia. Kursus Sayuran Dataran Rendah. Universitas Brawidjaja, Malang: 6-10 Oktober 1986.
81. **Suhardi**. Efektivitas fungisida sistemik terhadap penyakit-penyakit jamur pada tanaman hortikultura. Seminar

Penggunaan Fungisida Sistemik dan Pengendalian Penyakit Tumbuhan, Jakarta 8 Oktober 1986.

82. **Suhardi.** Identifikasi Jamur parasitik pada benih hortikultura. Latihan Teknologi Benih, Segunung 13 Juli-11 Agustus 1987.
83. **Suhardi.** Pengambilan contoh untuk pengujian kesehatan benih. Latihan Teknologi Benih, Segunung 13 Juli-11 Agustus 1987.
84. **Suhardi.** Metode deteksi jamur patogenik pada partai benih import. Latihan Teknologi Benih, Segunung 13 Juli-11 Agustus 1987.
85. **Suhardi.** Pengujian kesehatan benih hasil kultur jaringan I. Jamur kontaminan dalam media. Latihan Pemanfaatan Kultur Jaringan untuk Pengadaan Bibit Kentang Bebas Penyakit, Lembang 11 Juni – 10 Juli 1987.
86. **Suhardi.** Deteksi penyakit pada umbi bibit kentang. II. Jamur parasitik. Latihan Pemanfaatan Kultur Jaringan untuk Pengadaan Bibit Kentang Bebas Penyakit, Lembang 11 Juni – 10 Juli 1987.
87. **Suhardi.** Pengantar Mikologi Tumbuhan. Latihan Proteksi Tumbuhan Hortikultura, Segunung, 11 Januari- 10 Februari 1988.
88. **Suhardi.** Pengendalian penyakit tanaman hortikultura. Horticulture Short Course, UNLAM, Bandar Lampung 24 Juli-12 Agustus 1989.
89. **Suhardi.** Pengelolaan penyakit pada komoditas hortikultura untuk ekspor. Latihan Metode Penelitian Produksi Hortikultura untuk Ekspor, Lembang 19 Juni-18 Juli 1989.
90. **Suhardi.** Permasalahan penyakit tanaman hortikultura dan teknologi pengendalian. Makalah disampaikan di depan Komisi Perlindungan Tanaman, Lembang 18-20 Juli 1989.

-
91. **Suhardi.** Pengendalian OPT pada Tanaman Sikas. Gelar Teknologi Pengendalian OPT Hortikultura, Cisarua 17-18 Juni 2003.
 92. **Suhardi.** Pengendalian Penyakit Pascapanen. Gelar Teknologi Pengendalian OPT Hortikultura, Cisarua 17-18 Juni 2003.

