

## KETAHANAN JAMUR TERHADAP FUNGISIDA DI INDONESIA

### *RESISTANCE OF FUNGI AGAINST FUNGICIDES IN INDONESIA*

**Christanti Sumardiyono**

*Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

*E-mail: csumardiyono@yahoo.com*

#### **ABSTRACT**

*Plant diseases control with fungicides had been practised for decades in Indonesia. The orientation of consumers to have high quality agriculture product caused the intensif use of pesticides including fungicides. Systemic fungicides were used as therapeutic agents for disease control. Intensively used and sublethal dose of systemic fungicides induced fungi to be resistant.*

*The purpose of this article was to describe the occurrence of developing fungicides resistance strains. Several publications reported that there were some fungicides which induced resistant strain i. e. benomyl and its metabolites, metalaxyl and simoksaniyl. It was assumed that the resistant strain occurred due to the genetic of pathogens, mode of action of fungicides and method of application. Resistance to contact or nonsystemic fungicides was rare compared with systemic one. The single site action of systemic fungicides caused mutation of fungus to be resistant. This phenomena did not occur against contact fungicides with multisite actions. Among systemic fungicides, benomyl resistant strains were more frequently reported than the others.*

*To avoid those problems the authors strongly suggested to use Integrated Pest Management in plant disease control. Reduced frequency of fungicides applications, using recommended dose and mixture of contact and systemic fungicides are several tactics to delay resistance. Risk assessment and monitoring of fungicides resistance at molecular level is also suggested.*

*Key words: fungicides, Indonesia, resistance*

#### **INTISARI**

Pengendalian penyakit secara kimia dengan fungisida telah lama dilakukan di Indonesia. Cara ini masih selalu dilakukan karena praktis dan dapat memenuhi tuntutan konsumen akan produk yang mulus dan berkualitas tinggi. Hal ini menyebabkan pemakaian fungisida kontak maupun sistemik terus meningkat. Ulasan ini bertujuan untuk membahas terjadinya ketahanan jamur terhadap fungisida.

Beberapa peneliti telah melaporkan beberapa strain jamur telah tahan terhadap benomil dan metabolitnya. Di banyak negara telah dilaporkan bahwa pemakaian fungisida sistemik yang intensif telah menimbulkan strain jamur tahan. Sebaliknya kemunculan strain tahan terhadap fungisida kontak jarang ditemukan, karena cara kerja fungisida kontak yang tidak spesifik pada tubuh jamur. Fungisida sistemik mempunyai cara kerja yang spesifik sehingga mudah menimbulkan strain tahan. Ketahanan jamur terhadap fungisida benomil dan yang sekelompok paling banyak dilaporkan. Telah dilaporkan juga adanya jamur tahan terhadap metalaksil dan simoksaniil.

Besarnya risiko timbulnya strain jamur tahan terhadap fungisida dipengaruhi oleh faktor genetis patogen, jenis fungisida dan kekerapan serta lamanya aplikasi. Aplikasi fungisida sistemik berselang-seling dengan fungisida kontak atau penggunaan fungisida campuran antara kontak dan sistemik akan menurunkan risiko timbulnya jamur tahan. Perhitungan risiko (*risk assesment*) perlu dilakukan dengan pemantauan ketahanan jamur terhadap fungisida yang berkelanjutan. Pemantauan yang lebih pasti perlu dilakukan dengan cara molekuler. Prinsip Pengendalian Hama dan Penyakit secara Terpadu (PHT), perlu diintensifkan.

Kata kunci: fungisida, Indonesia, jamur tahan

#### **PENGANTAR**

Salah satu faktor penghambat penting dalam budidaya tanaman adalah penyakit, yang sebagian besar disebabkan oleh jamur. Pengendalian kimia menggunakan fungisida merupakan salah satu cara yang sampai saat ini masih banyak dilakukan. Beberapa faktor yang menyebabkan fungisida masih dipakai secara luas antara lain adalah: belum tersedianya varietas tahan penyakit, permintaan konsumen akan produk pertanian dengan kualitas tinggi dan mulus, intensitas penyakit yang tinggi pada beberapa komoditas pertanian unggulan, dan ketertarikan masyarakat terhadap varietas introduksi yang umumnya rentan terhadap penyakit.

Berdasarkan hal-hal tersebut cara pengendalian penyakit yang lebih menjamin keberhasilan panen adalah penggunaan fungisida. Beberapa komoditas pertanian unggulan, khususnya hortikultura sangat rentan terhadap penyakit sehingga risiko kegagalan panen sangat mengkhawatirkan petani. Oleh karena itu, pemakaian fungisida masih merupakan pilihan utama untuk pengendalian penyakit pada cabai, tomat, buncis, sawi, bawang merah dan komoditas hortikultura lainnya.

Fungisida yang populer digunakan di Indonesia antara lain adalah Manzate-200 (mankozebe), Benlate (benomil), Benlate T-20 (benomil+tiram), Daconil (klorotalonil), dan Dithane M-45 (mankozebe) (Wirjosoeharjo,

1987). Fungisida Ridomil (metalaksil) telah lama digunakan untuk mengendalikan penyakit bulai pada jagung (Yonnes, *et al.*, 1987). Topsin-M (metil tiofanat) telah diuji efikasinya untuk pengendalian penyakit blendok pada jeruk (Sumardiyono *et al.*, 1995a). Fungisida-fungisida tersebut, di samping jenis yang lain, saat ini masih merupakan fungisida yang direkomendasikan (Anonim, 2008). Beberapa fungisida sistemik yang berbahan aktif benomil dan metil tiofanat, telah diteliti dalam uji efikasi dan memberikan efektivitas yang cukup untuk menekan intensitas penyakit (Sumardiyono & Rachmat, 1981; Sumardiyono & Mojo, 1986; Sumardiyono *et al.*, 1995b). Propineb bahan aktif dari Antracol dan Petrostar, telah diuji efikasinya untuk pengendalian penyakit antraknos pada cabai (Sumardiyono *et al.*, 1996). Fungisida benomil telah diuji kemampuannya dalam menekan penyakit embun tepung pada *Acacia mangium*. Penyemprotan tiap dua minggu, sampai dengan delapan minggu dengan kepekatan 1g/l mampu mengurangi kerusakan hingga 81,6% (Anggraeni, 2001). Berdasarkan hal-hal tersebut di atas diketahui bahwa fungisida kontak dan sistemik telah cukup lama dipakai di Indonesia. Fungisida-fungisida tersebut masih diperlukan untuk pengendalian penyakit tanaman untuk waktu yang akan datang.

#### CARA KERJA (*MODE OF ACTION*) FUNGISIDA

Berdasarkan cara kerjanya dalam tanaman, fungisida dibagi menjadi fungisida kontak (nonsistemik) dan sistemik, yang mempunyai mekanisme kerja yang berbeda. Fungisida kontak disebut juga protektan melindungi tanaman dari serangan patogen pada tempat aplikasi (permukaan tanaman). Fungisida jenis ini tidak dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Fungisida kontak berbahan aktif tembaga (Cu) seperti Cupravit, bekerja dengan cara denaturasi protein yang menyebabkan kematian sel jamur. Fungisida ditiokarbamat, misalnya mankozeb, bekerja sebagai agen pengkhelat unsur yang dibutuhkan oleh jamur sehingga terjadi penghambatan pertumbuhan (Cremllyn, 1978). Di samping itu fungisida ditiokarbamat dalam tanaman diubah menjadi metabolitnya yaitu isotiosianat yang menginaktivasi enzim karena mengikat gugus SH pada asam amino dalam sel jamur. Fungisida Daconil (klorotalonil) yang mempunyai pengaruh fungistatik juga bekerja pada gugus SH dari enzim (Corbett *et al.*, 1984; Agrios, 1997). Mekanisme kerja yang demikian disebut *multisites action* atau bekerja pada banyak tempat dari tubuh jamur, atau bekerja secara nonspesifik. Sebaliknya fungisida sistemik bekerja sampai jauh dari tempat aplikasi dan dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Fungisida ini terserap oleh jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Fungisida sistemik bekerja

bersama dengan proses metabolisme tanaman (Crowdy, 1977; Wain & Carter, 1977). Fungisida sistemik hanya bekerja pada satu tempat dari bagian sel jamur sehingga disebut mempunyai cara kerja *single site action* atau spesifik. Misalnya, Oxathiin yang menghambat suksinat dehidrogenase yang penting dalam proses respirasi di dalam mitokondria. Benzimidazole berpengaruh pada pembelahan inti dengan mengikat mikrotubulus sehingga benang gelendong tidak terorganisir. Antibiotika polioksin dan kitazin menghambat sintesis khitin patogen (Agrios, 1997).

#### KETAHAHAN TERHADAP FUNGISIDA

Organisme, termasuk jamur patogen, mempunyai sifat untuk mempertahankan diri pada keadaan yang buruk, termasuk paparan pestisida. Penyesuaian diri tersebut menimbulkan strain tahan terhadap pestisida. Penyebab timbulnya strain tahan adalah pemakaian yang berulang-ulang dengan dosis subletal dari fungisida sistemik. Fungisida yang sering digunakan menjadi tekanan seleksi bagi populasi patogen (Dekker & Georgopoulos, 1982). Faktor-faktor penyebab timbulnya ketahanan terhadap jamur adalah: daur hidup patogen yang pendek, produksi spora melimpah, kemudahan perubahan sifat genetik patogen, pertanaman monokultur, dan aplikasi fungisida yang sudah cukup lama (Slawson, 1999). Berdasarkan kedua cara kerja yang berbeda seperti tersebut di atas terdapat perbedaan dalam hal timbulnya ketahanan terhadap fungisida kontak dan sistemik. Struktur sel memegang peranan penting dalam mekanisme kerja fungisida. Untuk dapat menghambat perkembangan jamur atau membunuh jamur, fungisida kontak maupun sistemik harus dapat menembus dinding sel dan membran sel jamur, masuk ke dalam sitoplasma dan merusak sel tersebut. Struktur membran sel adalah protein, lemak (ergosterol) dan air. Ketahanan terhadap fungisida juga dipengaruhi oleh kekuatan membran sel.

#### KETAHAHAN TERHADAP FUNGISIDA KONTAK

Menurut sejarahnya fungisida kontak lebih dahulu dipakai dibandingkan dengan fungisida sistemik, sehingga paparan fungisida kontak pada jamur telah lebih lama terjadi dibandingkan dengan fungisida sistemik. Beberapa hasil penelitian laboratorium menunjukkan adanya adaptasi jamur *Sclerotium rolfsii* terhadap mankozeb dan fentin asetat (Anilkumar, 1976). Penelitian di rumah kaca di Colorado menunjukkan adanya strain *Botrytis* yang toleran terhadap mankozeb (Gillman & James, 1980). Bubur Bordeaux telah dipakai sejak tahun 1952 dalam pengendalian penyakit blas di Jepang, namun sampai dengan tahun 1982 belum ditemukan strain yang tahan. Sebaliknya pemakaian dengan antibiotik kasugamisin pada periode yang sama telah menimbulkan strain tahan (Uesugi,

1984). Penggunaan fungisida berbahan aktif tembaga telah dilakukan untuk pengendalian penyakit cacar teh sejak tahun 1950-an dan belum ditemukan strain *Exobasidium vexans* yang tahan. Namun, *Phytophthora palmivora* yang diperlakukan dengan fungisida Al-fosetil dan metalaksil menjadi lebih tahan terhadap fungisida dibandingkan dengan yang diperlakukan dengan fungisida tembaga, mankozeb atau campurannya (Sumardiyono, 1994). Walau pun secara teori timbulnya strain jamur tahan terhadap fungisida kontak relatif lebih lambat, fenomena ini perlu diwaspadai mengingat kemungkinan tersebut tetap ada.

### KETAHANAN TERHADAP FUNGISIDA SISTEMIK

Fungisida sistemik mempunyai *mode of action* yang spesifik. Telah sejak lama dilaporkan bahwa benomil dan metil tiofanat yang merupakan satu kelompok benzimidazol, menduduki peringkat tertinggi bagi timbulnya strain tahan (Dekker, 1977). Beberapa laporan menunjukkan adanya strain baru yang timbul dan tahan terhadap fungisida sistemik. Strain *Sclerotinia homeocarpa* penyebab penyakit dollar spot pada *bentgrass* dilaporkan tahan terhadap benomil, metil tiofanat, dan propikonazol. Saat itu, perlakuan dengan fungisida fluazinam yang bersifat kontak tidak menimbulkan strain tahan (Burpee, 1997). Pengendalian penyakit Sigatoka pada pisang di Guadeloupe menggunakan benomil telah memicu timbulnya strain *Colletotrichum musae* penyebab penyakit antraknos yang tahan terhadap fungisida thiabendazol (de Ballaire, 1997), selain menumpuknya residu pada buah pisang. *C. musae* adalah penyebab penyakit antraknos pada pisang. Bila pada saat aplikasi fungisida juga terdapat patogen tersebut, maka paparan ini memicu *C. musae* untuk membentuk strain tahan. Penggunaan benomil dan triadimefon telah menimbulkan strain jamur *Sphaerotheca fuliginea* tahan terhadap kedua fungisida tersebut (McGrath, 1996). Penggunaan iprodione selama tiga tahun untuk pengendalian *Alternaria alternata* p.v. *citri* di Israel dan Florida telah menimbulkan strain jamur tahan iprodion (Solel *et al.*, 1995).

### RISIKO TIMBULNYA KETAHANAN JAMUR TERHADAP FUNGISIDA

Risiko timbulnya ketahanan terhadap fungisida baik kontak maupun sistemik berbeda. Fungisida golongan benzimidazol, dikarboksimid, fenilamid mempunyai risiko tinggi. Golongan fungisida karboksanilid fosforotiolat, anilinopirimidin, fenilpirol, dan stobilurin berisiko medium, sedangkan golongan tembaga, ditiokarbamat, penghambat melanin, dan belerang berisiko rendah. Berkaitan dengan hal tersebut risiko timbulnya strain tahan juga berbeda untuk tiap patogen. *Ustilago*, *Pyrenophora*,

karat sereal, dan hawar upih daun padi berisiko rendah. *Septoria* pada gandum dan *Rhynchosporium* berisiko medium. Penyebab penyakit kudis pada apel (*Venturia anaequalis*), Sigatoka pada pisang (*Mycosphaerella musicola*), *Botrytis*, busuk daun pada kentang, *Penicillium* pada jeruk dan blas pada padi mempunyai risiko tinggi (Hollomon, 2002). Hasil penelitian di Yogyakarta menunjukkan adanya strain jamur yang tahan terhadap beberapa fungisida secara *in vitro* dan di rumah kaca. Penggunaan metalaksil secara intensif untuk pengendalian penyakit bulai pada jagung telah menimbulkan strain *Peronosclerospora maydis* yang tahan. Penggunaan fungisida metalaksil secara berulang-ulang pada *P. palmivora* akan menimbulkan strain jamur yang tahan (Sumardiyono *et al.*, 1995b). Penggunaan iprodion dan karbendazim secara tunggal tidak mampu untuk mengendalikan penyakit blas pada padi, sedangkan bila kedua fungisida tersebut dicampur dengan perbandingan 0,4 kg/ha + 0,1 l/ha, dapat meningkatkan kemampuan pengendalian (Prihatiningsih & Djatmiko, 2001). Kemungkinan hal ini terjadi karena telah terdapat strain jamur tahan terhadap karbendazim maupun iprodion.

Mekanisme timbulnya strain tahan terhadap sejumlah fungisida adalah penurunan permeabilitas sel patogen untuk menyerap senyawa kimia, detoksifikasi senyawa kimia oleh sel patogen, penurunan perubahan menjadi metabolit yang lebih toksik, penurunan afinitas pada sel patogen, pembelokan (*by passing*) urutan reaksi dalam proses metabolisme, produksi enzim pengganti yang telah dihambat oleh perlakuan dengan senyawa kimia (Agrios, 1997).

### MENGURANGI TIMBULNYA STRAIN JAMUR TAHAN

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa kemungkinan timbulnya strain tahan akan lebih besar pada pemakaian fungisida sistemik dibandingkan dengan fungisida kontak. Bila timbul strain tahan kegagalan budidaya tanaman menjadi sangat besar dan memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tinggi untuk mendapatkan fungisida baru yang mampu mengendalikan strain tahan tersebut. Dosis yang tinggi, selain meracuni tanaman, juga secara ekonomis tidak menguntungkan.

Fungisida campuran antara kontak dan sistemik dilaporkan dapat menekan perkembangan penyakit lebih baik dibandingkan dengan fungisida tunggal. Campuran fungisida sistemik benzotiazol dengan mankozeb dengan perbandingan 1% dan 48% dengan kepekatan 5g/l menekan penyakit antraknos pada cabai 90-96% (Hersanti *et al.*, 2001). Pada saat ini telah direkomendasikan beberapa fungisida sistemik yang dicampur dengan mankozeb untuk pengendalian berbagai macam patogen. Bion-M adalah campuran antara asibenzolar-s-metil dengan manko-

zeb 1/48 WP; Ridomilgold MZ 4/64 WP adalah campuran antara mefenoksam dengan mankozeb; Curzate 8/64 WP adalah campuran antara simoksamil dengan mankozeb. Simoksamil secara tunggal cenderung menimbulkan strain *Colletotrichum capsici* tahan secara *in vitro*, sedangkan campurannya dengan mankozeb tidak (Paramita, 2007). Untuk mengurangi risiko timbulnya ketahanan terhadap fungisida atau antibiotika perlu pengukuran risiko (*risk assesment*). Risiko tersebut berhubungan erat dengan faktor genetik patogen, sifat fungisida, faktor lingkungan, cara aplikasi, dan kultur teknis. *Risk assesment* dilakukan dengan pemantauan ketahanan terhadap fungisida yang terus menerus terhadap berbagai jenis patogen. Pemantauan yang bersifat lebih pasti disarankan dengan cara molekuler. Prinsip PHT (Pengendalian Hama Terpadu) perlu diintensifkan dalam pengelolaan penyakit tumbuhan. Disarankan juga penggunaan fungisida sistemik dan kontak selang-seling selama musim tanam, atau menggunakan fungisida campuran antara kontak dan sistemik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. *Plant Pathology*. 4<sup>th</sup> ed. Acad. Press, San Diego, California, 635 p.
- Anggraeni, I. 2001. Upaya Penyembuhan Penyakit Embun Tepung pada Bibit *Acacia mangium* dengan Benomil. *Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Bogor, 22-24 Agustus 2001.
- Anilkumar, T.B. 1976. *Adaptation of Sclerotium rolfsii to Fungicides (Abstr.) Fungicides Resistance in Plant Pathogens*. Annotated Bibliographies No. M14 Plant Series, CAB International 1987.
- Anonim. 2002. *Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Ditjen. Bina Sarana Pertanian, Departemen Pertanian. 375 p.
- Burr, T.J., J.L. Norelli, C.L. Reid, L.K. Capron, L.S. Nelson, H.S. Aldiwingkle, & W.F. Wilcox. 1993. Streptomycin-Resistant Bacteria Associated with Fire Blight Infection. *Plant Disease* 77: 63-66.
- Corbett, J.R., K. Wright, & A.C. Baillie. 1984. *The Biochemical Mode of Action of Pesticides*. Acad. Press, London. 382 p.
- Cremllyn, R. 1978. *Pesticides*. John Wiley & Sons, Brisbane. 240 p.
- Crowdy, S.H. 1977. Translocation, p. 176-189. In R.W. Marsh (ed.), *Systemic Fungicides* 2<sup>nd</sup> ed. Longman, London and New York.
- Davidse, L.C. 1982. Benzimidazole Compounds: Selectivity and Resistance, p. 60-70. In J. Dekker & S.G. Georgopoulos (eds.), *Resistance in Crop Protection*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Dekker, J. 1977. Resistance, p. 336-344. In R.W. Marsh (ed.), *Systemic Fungicides* 2<sup>nd</sup> ed. Longman, London and New York.
- Dekker, J. & S.G. Georgopoulos. 1982. *Fungicide Resistance in Crop Protection*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 265 p.
- Feri, K., Antarjo, Hermawan, Yulianingsih, Soraya, & S. Apep. 2001. Efikasi Streptomisin Sulfat dalam Menekan Pertumbuhan Bakteri *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Kedelai. *Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Bogor, 22-24 Agustus 2001.
- Gillman, L.S. & R.L. James. 1980. *Fungisidal Tolerance of Botrytis within Colorado Greenhouse Fungicides Resistance in Plant Pathogens*. Annotated Bibliographies No. M14 Plant Serie, CAB International 1987, p. 10. (Abstr.)
- Hersanti, F. Ling & I. Zulkarnaen. 2001. Pengujian Kemampuan Campuran Senyawa Benzotriadiazole 1%-Mankozebe 48% dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Cabai Merah terhadap Penyakit Antraknos. *Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Bogor, 22-24 Agustus 2001
- Hollomon, D. 2002. Fungicides, p. 336-344. In J.M. Waller, J.M. Lenne & S.J. Waller (eds.), *Plant Pathologist's Pocketbook* 3<sup>rd</sup> ed. CABI Publishing, Wallingford.
- McGrath, M.T. Increased Resistance to Triadimefon and Benomyl in *Sphaerotheca fuliginea* Population Following Fungicide Usage over One Season. *Plant Disease* 80: 633-639.
- Nurhayati, E. 1984. *Pengujian Beberapa Fungisida terhadap Penyakit Karat Daun (Hemileia vastatrix B. et Br.) pada Kopi Arabusta*. Tesis S1. Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Ogle, H.J. 1997. Disease Management: Chemical, p. 373-389. In J.F. Brown & H.J. Ogle. (eds.), *Plant Pathogens and Plant Diseases*, APPS, Armidale.
- Paramita, N.R. 2007. *Uji Kemampuan Fungisida Campuran Simoksamil dengan Mankozebe 8/64 WP untuk Pengendalian Colletotrichum sp. pada Cabai Merah*. Skripsi Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Prihatiningsih, N. & H. Djatmiko. 2001. Eksistensi Jamur Patogen dan Filoplan pada Tanaman Padi Akibat Perlakuan Fungisida serta Pengaruhnya terhadap Penyelamatan Produksi. *Kongres Nasional XVI dan The Role of Registration in the Management of Fungicides Resistance Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*, Bogor, 22-24 Agustus 2001.
- Shepherd, T. 1994. The Microchemistry of Plant/Microorganism Interaction, p. 39-62. In J.P. Blakeman & B. Williamson (eds.), *Ecology of Plant Pathogens*. CAB International, Wallingford.

- Slawson, D. D. 1998. The Role of Registration in the Management of Fungicide Resistance, p. 281-290. In H. Lyr, P.E. Russell, H.W. Dehne, & H.D. Sisler (eds.), *Modern Fungicides and Antifungal Compounds II*, Intercept Andover.
- Solel, Z., L.W. Timmer, & M. Kimchi. 1995. Iprodione Resistance of *Alternaria alternata* pv. *citri* from Mineola Tangelo in Israel and Florida. *Plant Disease* 80: 291-293.
- Sumardiyono, C., A. Wibowo, & Suryanti. 1995a. *Uji Efikasi Fungisida Topsin-M 70 WP terhadap Penyakit Diplodia natalensis pada Tanaman Jeruk*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Sumardiyono, C., T. Martoredjo, & S. Hartono. 1996. *Pengujian Lapangan Efikasi Fungisida Petrostar 70 WP terhadap Penyakit Antraknose Colletotrichum capsici dan Gloeosporium piperatum pada Tanaman Cabai*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Sumardiyono, C. 1994. *Ketahanan Jamur Phytophthora palmivora pada Kakao terhadap Fungisida*. Makalah Seminar Regional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komda Jateng dan DIY di Purwokerto, 2 Juli 1994.
- Sumardiyono, C. & E.B. Rachmat. 1981. *Uji Efikasi Benlate T-20 terhadap Penyakit-Penyakit yang Terbawa Benih Padi*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Sumardiyono, C. & H.S. Mojo. 1986. *Pengujian Efektivitas Fungisida Masalgin 50 WP terhadap Penyakit Antraknose Buah (Colletotrichum capsici) dan Penyakit Bercak Daun (Cercospora capsici) pada Cabai*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM (tidak diterbitkan).
- Sumardiyono, C., N. Pusposendjojo, & S. Trisnowati. 1995. Ketahanan Beberapa Jamur Patogen terhadap Fungisida. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 1: 51-55.
- Uesugi, Y. 1982. *Pyricularia oryzae* of Rice. p. 207-218. In J. Dekker & S.G. Georgepoulos (eds.), *Fungicide Resistance in Crop Protection*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Wain, R.L. & G.A. Carter. 1977. Nomenclature and Definition, p. 1-5. In R.W. Mars (ed.), *Systemic Fungicides* 2<sup>nd</sup> ed. Longman Group Ltd, London.
- Wirjosoehardjo, S. 1987. Peranan Pestisida dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia. Makalah Simposium Nasional Pengelolaan Pestisida Pertanian di Indonesia di Yogyakarta 8-10, September 1987.
- Waller. 2001. *Plant Pathologist's Pocketbook* 3<sup>rd</sup> ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. 516 p.
- Yonnes, S., E. Sumantri & A. Warida. 1987. Pengaruh Ridomil 35 SD dalam Pengendalian Penyakit Bulai (*Peronosclerospora maydis*) (Rac.) Shaw pada Berapa Varietas Jagung. *Seminar dan Kongres Nasional PFI IX* di Surabaya, 24-26 November 1987.