

BULETIN *AgroBio*



ISSN 0853-9022

Vol. 1, No. 2, 1997

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

| | |
|--|----|
| Peranan Penelitian Biosistemika untuk Program Pengendalian Hama dan Pengembangan Penelitian Biomolekuler Sri Suharni Siwi, Agus Iqbal, Diani Damayanti, & Trisnaningsih | 1 |
| Penyakit Hawar Pelepah Daun Padi (<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn): Permasalahan dan Prospek Pengendaliannya di Indonesia Haeni Purwanti, M. Kosim Kardin, Anggiani Nasution, & Sutoyo | 9 |
| Pemuliaan Kedelai untuk Toleran Naungan dan Tumpangsari Asadi, Darman M. Arsyad, Hafni Zahara, & Darmijati | 15 |
| Perbaikan Teknik Budi Daya Tanaman Kedelai Novianti Sunarlim | 21 |
| Metode Kuantifikasi Peubah Biometrik Tanaman Pangan Sutoro | 33 |
| Perbaikan Varietas Kacang Tanah Sri Astuti Rais | 40 |



Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Penerbit

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan,
(Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian,
Departemen Pertanian)

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: borif@indo.net.id & rifcb@indo.net.id

Telepon: (0251) 33-8820, 33-7975

Faksimile: (0251) 33-8820

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung Jawab

Djoko S. Damardjati
Kepala Balai Penelitian
Bioteknologi Tanaman Pangan

Redaktur Teknis

Suwarno
M. Herman
Ida H. Somantri
Lukman Gunarto
Ika Mariska
Agus Iqbal

Redaktur Pelaksana

Husni Kasim
Ida N. Orbani

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak manapun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu: (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.



Penyakit Hawar Pelepah Daun Padi (*Rhizoctonia solani* Kuhn): Permasalahan dan Prospek Pengendaliannya di Indonesia

H. Purwanti¹⁾, M.K. Kardin²⁾, A. Nasution³⁾, dan Sutoyo⁴⁾

¹⁾ Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Hias, Jakarta

³⁾ Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi

⁴⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Ungaran

ABSTRACT

Sheath Blight Disease of Rice (*Rhizoctonia solani* Kuhn): Problems and Prospects of Various Disease Control Measures in Indonesia. H. Purwanti, M.K. Kardin, A. Nasution, and Sutoyo. Sheath blight caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn is one of the most important diseases of rice in Indonesia. Damage increases due to the wide spread cultivation of modern high yielding rice varieties which are susceptible to the pathogen and the adoption of new technologies such as close spacing and high application of nitrogen fertilizer, which are suitable for the development of the disease. So far, no resistant rice variety is available. Biological control using antagonistic microbes has been explored, although still at green house and limited field experiments. Sanitation and proper use of nitrogen fertilizer are recommended to minimize damage by sheath blight disease. Several fungicides are effective to control the pathogen, but due to the environment concerns and low economic value of rice, chemical control should be used as the last resort. In the future, cultivation of transgenic plants inserted with chitinase gene(s) might help to improve disease management of sheath blight of rice.

Key words: Sheath blight, rice, control.

Penyakit hawar pelepah daun (HPD) yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn merupakan salah satu penyakit utama pada padi baik padi gogo maupun padi sawah di seluruh dunia. Di Jepang penyakit ini ditemukan pada tahun 1900 oleh Shirai, di Srilanka pada tahun 1932 oleh Park dan Bertus, di Cina oleh Wei tahun 1934 dan di USA ditemukan oleh Ryker dan Gooch tahun 1938 (Atkins, 1974; Mew dan Rosales, 1984; Ou, 1972).

Kehilangan hasil oleh penyakit HPD dapat mencapai 1-35% tergantung varietas dan pemupukan N (IRRI, 1976, 1977; Kannaiyan dan Prasad, 1977a, 1977b; Kim dan Kim, 1986; Syam *et al.*, 1985; Amir dan Kardin, 1991; Ou, 1972; Viswanathan dan Narayanasamy, 1990). Penurunan hasil varietas yang rentan seperti IRI 487-372-1 sekitar 7,5-22,7% tanpa dipupuk N tetapi

bila dipupuk 100 kg N/ha maka penurunan hasil bisa mencapai 8,6-23,7%. Pada varietas yang agak tahan seperti IR26 penurunan hasilnya sekitar 0,4-8,8% bila tanpa dipupuk N tetapi bila dipupuk 100 kg N/ha maka penurunan hasil bisa mencapai 2,5-13,2% (Ou dan Bandung, 1976).

Di Indonesia penyakit HPD ini telah lama dilaporkan sebagai salah satu penyakit penting pada padi, dan menjadi sangat penting sejak kultivar padi unggul yang berdaya hasil tinggi diintroduksi. Kerugian diperkirakan berfluktuasi karena tergantung pada beberapa faktor seperti kelembaban udara yang tinggi di daerah pertanaman padi (iklim mikro), jarak tanam yang rapat, pemupukan nitrogen yang berat, serta varietas unggul yang ditanam (Suroto, 1992).

RHIZOCTONIA SOLANI KUHN

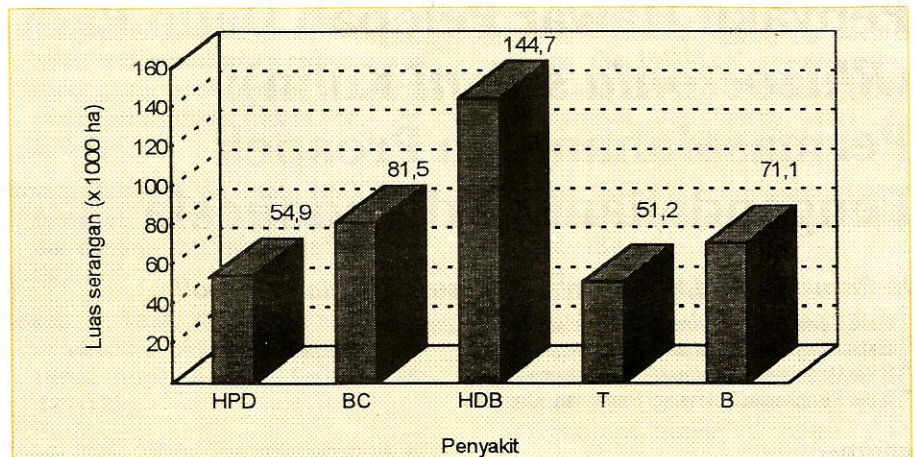
Penyakit HPD padi yang disebabkan oleh *R. solani* atau *Corticium sasakii* (Shirai) Matsumoto, pada stadia kawin disebut *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk sangat umum ditemukan pada pertanaman padi di seluruh dunia (Atkins, 1974; Mew dan Rosales, 1984; Ou, 1972). Isolat-isolat *R. solani* sangat beragam baik dari segi morfologi, fisiologi maupun patogenisitasnya. Ogoshi mengelompokkan *R. solani* ke dalam 10 anastomosis grup (AG) (Sneh *et al.*, 1991). Sekarang sudah ditemukan lima AG *R. solani* di Indonesia. *R. solani* AG-1 ditemukan menginfeksi padi, kacang-kacangan, sorgum, sayuran, gulma, dan tanah. *R. solani* AG-2 menginfeksi padi, kacang-kacangan, terigu, dan gulma. *R. solani* AG-3 menginfeksi kentang. *R. solani* AG-4 menginfeksi padi, kacang-kacangan, jagung, sorgum, sayuran, terigu, kentang, gulma, dan tanah. Sedangkan *R. solani* AG-5 hanya ditemukan pada kacang-kacangan (Yamaguchi *et al.*, 1988). Pada tahun 1988 *R. solani* AG-7 yang tidak patogenik pada padi dilaporkan pertama kali ditemukan pada Azolla (Mochayat, 1988). Pada tahun 1990 *R. solani* AG-7 dan AG-E dilaporkan pertama kali ditemukan pada kedelai (Naito dan Takaya, 1990; Naito *et al.*, 1993). *R. solani* Kuhn yang ada di Indonesia dibanding *R. solani* Kuhn yang ada di Jepang bila termasuk dalam anastomosis grup yang sama ternyata memerlukan suhu yang sama pula untuk pertumbuhan miselia, yaitu antara 22-33°C (Kardin *et al.*, 1988). Pemberian pupuk N yang semakin tinggi mengakibatkan patogenisitas *R. solani* meningkat (Sutoyo, 1988).

PERKEMBANGAN PENYAKIT HPD PADI 1986-1993

Dalam periode 1986-1993, luas serangan HPD mencapai 54.912 ha (Gambar 1). Kerusakan yang disebabkan HPD mencapai puncaknya pada tahun 1988 dengan luas serangan 13.225 ha. Kerusakan tertinggi terjadi di Lampung, Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Barat (Gambar 2). Perkembangan penyakit HPD berfluktuasi dari bulan ke bulan. Populasi HPD tertinggi pada bulan Februari, sedangkan populasi terendah adalah bulan November. Kerusakan pada musim hujan lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau (Gambar 3) (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1992, 1993).

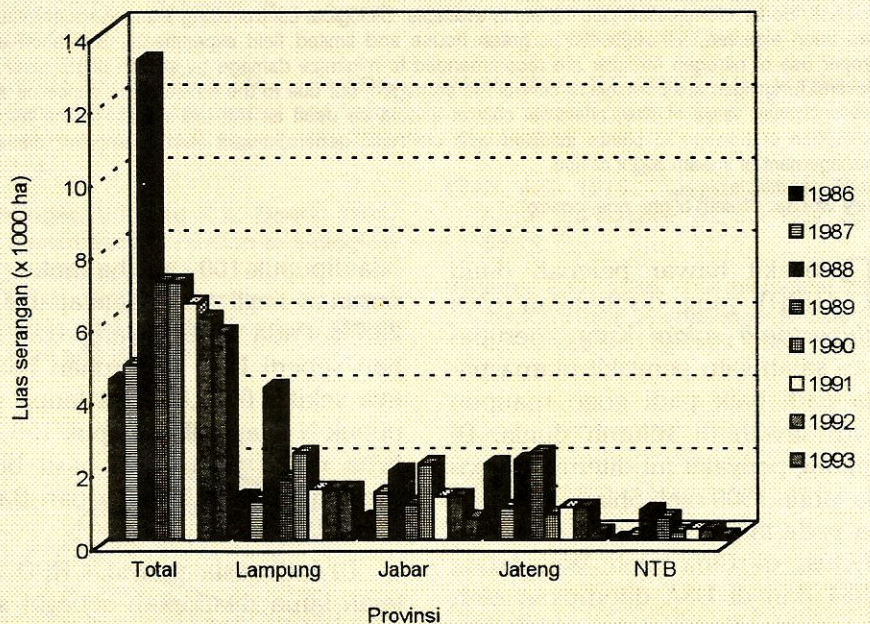
PENELITIAN PENYAKIT HPD PADI DI INDONESIA

Di Indonesia penyakit HPD pertama kali diteliti oleh Hadiwidjaja (1944) dan pada waktu itu HPD masih dianggap penyakit minor. Pada tahun 1966 penyakit HPD mulai mendapat perhatian setelah patogen tersebut menyerang IR5 secara luas di Jawa dan Sumatera Selatan (Oka dan Sitepu, 1970). Penelitian penyakit HPD di Indonesia mulai meningkat pada awal tahun 1970. Penelitian tersebut dilakukan oleh para peneliti di Balai Penelitian lingkup Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan maupun oleh para peneliti di Perguruan Tinggi. Tetapi kegiatan penelitian yang relatif kontinu hanya dilakukan oleh para peneliti di Balittan Bogor, baik melalui biaya APBN maupun bekerja sama dengan Japan International Collaboration Agency (JICA).



Gambar 1. Luas serangan penyakit utama padi selama delapan tahun (1986-1993) (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1993).

HPD = hawar pelepah daun, BC = bercak coklat, HDB = hawar daun bakteri, T = tungro, B = blas.



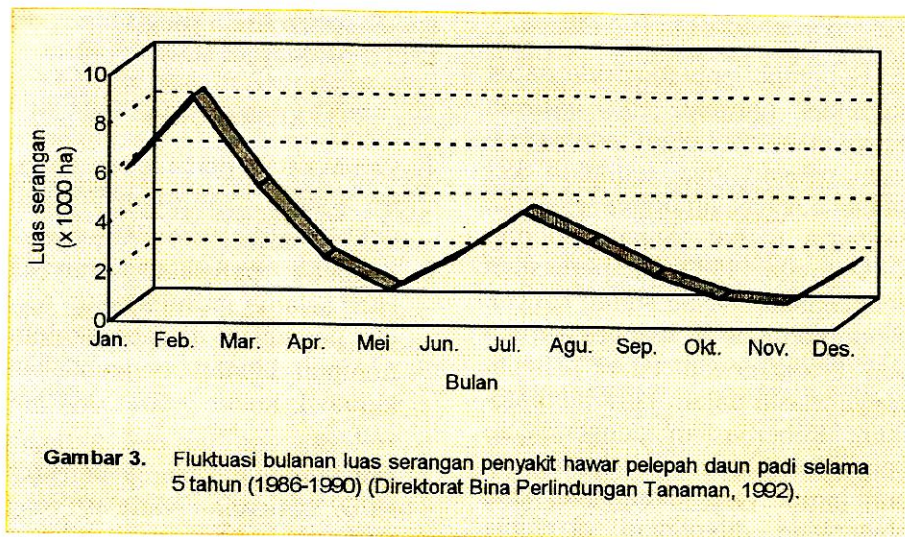
Gambar 2. Luas serangan penyakit hawar pelepah daun padi selama delapan tahun (1986-1993) (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1993).

PENGENDALIAN PENYAKIT HPD PADI

Penggunaan Varietas Tahan

Di Indonesia kerusakan yang diakibatkan oleh penyakit HPD padi pada mulanya relatif ringan sehingga kurang diperhatikan. Namun akibat adanya introduksi padi

unggul sejak tahun 1970 penyakit HPD mulai diperhitungkan (Oka dan Sitepu, 1970; Overseas Technical Cooperation Agency, 1973; Siwi dan Kartowinoto, 1989). Salah satu upaya untuk mengendalikan penyakit HPD adalah menanam varietas tahan yang sudah dilakukan sejak diintroduksikannya varietas



Gambar 3. Fluktuasi bulanan luas serangan penyakit hawar pelepah daun padi selama 5 tahun (1986-1990) (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1992).

maupun galur unggul. Dari laporan pengujian lapang di Sukamandi, menunjukkan bahwa IR28 mempunyai ketahanan rendah (Soepriaman *et al.*, 1977; Yamaguchi, 1980). Hasil pengujian lapang di Sumatera Barat menunjukkan bahwa IR28 dan PB5 mempunyai ketahanan rendah, Pelita I/1 sedang, dan Pelita I/2 tinggi (Hardjosumadi *et al.*, 1989). Sedangkan padi jenis lokal seperti Pulut Tulang, Pulut Hitam Rindah, dan Kaciek A Panjang terbukti cukup tahan (Dahlan, *et al.*, 1979). Menurut Kardin dan Wagiman (1978) dari 566 varietas dan galur yang diuji terhadap penyakit HPD, 12 varietas dengan skor 3, 1-5 atau MS (11-50% daun terinfeksi *R. solani*) dan yang lainnya dengan skor 5, 1-7 atau VS-S (>90% daun terinfeksi *R. solani*). Hasil pengujian 64 galur introduksi dari IRRI dan varietas lokal di Bogor, menunjukkan bahwa hanya ada dua varietas, yaitu Kuntul dan Bali Kambang yang bereaksi agak tahan, sisanya bereaksi rentan dan agak rentan (Kajiwaru dan Kardin, 1979). Kajiwaru (1989) melaporkan bahwa lebih dari seribu galur maupun varietas termasuk varietas lokal Indonesia yang diuji di lapang menunjukkan rentan terhadap penyakit

HPD. Hasil pengujian 567 varietas padi terhadap penyakit HPD menunjukkan bahwa ada 10 varietas tahan, 43 varietas agak tahan, 104 varietas mati, 138 varietas agak peka, dan sisanya peka (Lembaga Penelitian Pengembangan Pertanian, 1977). Varietas lokal yang agak tahan terhadap *R. solani* mempunyai anakan sedikit, umur panjang, kurang respon terhadap pupuk serta mempunyai tipe tanaman (*plant type*) yang tinggi.

Pengendalian Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan pestisida memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, oleh karena itu penggunaannya dilaksanakan sebagai alternatif terakhir. Pengendalian kimiawi dengan beberapa fungisida antara lain FMA (Iron Methanear-sonate) dan antibiotik Polyoxin dan Validamycin memberikan hasil yang baik (Yamaguchi, 1980). Di Indonesia fungisida yang disarankan untuk pengendalian penyakit HPD adalah Validasin, Iprodion, Flutolanil (Fijio dan Yabuta, 1993; Suryadi *et al.*, 1991), Mepronil (Amir, 1992), dan Mancoseb (Suryadi *et al.*, 1991). Herman *et al.* (1984) melaporkan bahwa pema-

kaian Validamycin, Rovral, dan Follicur dapat mengendalikan penyakit HPD dan dapat meningkatkan hasil gabah. Di Thailand, penggunaan Iprodion dengan konsentrasi 2 ppm bisa menghambat pertumbuhan miselia dari *R. solani* (Narong, 1985). Di Korea, dilaporkan bahwa masa durasi Validamycin kurang dari 3 hari, tetapi Monceron masa durasinya lebih dari 21 hari (Kim dan Kim, 1988). Jingtonmycin, Pencycuron, Carbendazim, Mepronil, dan Validamycin mempunyai efikasi yang sama terhadap hawar pelepah daun (Arunyanart, 1986).

Kultur Teknis

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan penyakit yang ideal adalah: (1) Penggunaan varietas/galur unggul yang pendek, anakan banyak, dan responsif terhadap pemupukan tinggi terutama pupuk N; (2) Waktu tanam yang lebih awal karena umur tanaman pendek; dan (3) Jarak tanam yang rapat (Atkins, 1974; IRRI, 1976; Kardin *et al.*, 1979; Kim dan Kim, 1987; Mew dan Rosales, 1984; Overseas Technical Cooperation Agency, 1973; Papavizas *et al.*, 1975; Siwi dan Kartowinoto, 1989; Suroto, 1992; Tsai, 1974; Yamaguchi *et al.*, 1988). Dengan semakin berkurangnya tenaga kerja di sektor pertanian maka adanya metode baru, yaitu penyebaran benih padi secara langsung tanpa persemaian akan menyebabkan tanaman rapat sehingga suhu dan kelembaban secara mikroklimat sangat ideal untuk berkembangnya patogen.

R. solani Kuhn mempunyai sebaran inang yang luas selain padi bahkan dapat bertahan pada gulma, karena itu sulit dikendalikan (Atkins, 1974; Kardin *et al.*, 1979; Overseas Technical Cooperation Agency, 1973). Selain miselia, sum-

ber inokulum patogen ini adalah sklerotia. Sklerotia bisa bertahan hidup dan tetap patogenik yang tergantung pada tempat bertahan misalnya jerami, tanah, dan inang lain, serta tergantung pada suhu, kelembaban, dan struktur sklerotia (Hashiba dan Yamaguchi, 1971; Hashiba *et al.*, 1972; Hashiba dan Mogi, 1973). Banyaknya sklerotia yang terbentuk tergantung pada pemupukan N tinggi dan ada tidaknya tanaman di lapang (Hashiba dan Yamaguchi, 1971; Hashiba *et al.*, 1972; Hashiba dan Mogi, 1973; Amir dan Kardin, 1991).

Pada lahan kering, tanaman yang terinfeksi pada penanaman kedua *R. solani* akan lebih parah dari penanaman pertama (Papavizas *et al.*, 1975). Pola tanam bergilir seperti padi-padi-palawija akan mempengaruhi perkembangan *R. solani*. Patogen *R. solani* dalam keadaan aerob dapat berkembang biak dengan baik pada keadaan lahan kering untuk pertanaman palawija (Nasution dan Amir, 1993; Purwanti, *et al.*, 1994; Sutoyo, 1991).

Dengan melihat permasalahan tersebut, maka salah satu upaya pengendalian yang telah dilakukan adalah dengan sanitasi, untuk itu Kardin *et al.*, (1979) melaporkan bahwa *R. solani* Kuhn mampu menginfeksi 40 spesies gulma yang berasal dari 14 famili dan bisa bertahan di jerami dalam waktu yang relatif lama. Oleh karena itu, setelah panen jerami harus dibakar supaya sklerotianya mati. Usaha lain untuk mencegah terserangnya penyakit HPD, yaitu dengan sistem pengaturan air. Menurut Suryadi *et al.*, (1986), selang waktu yang terbaik untuk menekan perkembangan penyakit HPD adalah 17 hari sekali sejak umur 21 hari sebar benih (hsb) sampai 72 hsb. Selain itu, perlu dilakukan pemberian pupuk yang berimbang, waktu tanam atau panen serentak (Suroto, 1992).

Pengendalian Hayati

Beberapa jenis fungisida dapat menekan penyakit HPD namun penggunaannya belum meluas, karena pengaruhnya terhadap kenaikan hasil masih belum jelas dan harganya mahal (Suparyono dan Kartaatmaja, 1989). Keberhasilan pengendalian hayati sudah banyak dilaporkan baik di Indonesia maupun di luar negeri, tetapi penelitiannya masih dalam taraf laboratorium. Keberhasilan pengendalian penyakit HPD dengan bakteri maupun jamur yang didapatkan dari phyloplane dilaporkan di India (Viswanathan dan Narayanasamy, 1990). Laporan lain dari India bahwa pengendalian penyakit HPD dengan jamur antagonis *Trichoderma longibrachiacum* dan *Gliocladium virens* yang dicampur dengan hijauan daun *Gliricidia maculata* dan *Azadirachta indica*, menunjukkan hasil yang lebih efektif dibandingkan dengan pengendalian hanya dengan jamur antagonis (Manibhushanrao dan Baby, 1991). Laporan dari Cina bahwa *Pseudomonas* spp. (BCA RH12542) dapat mengendalikan penyakit HPD di lapang dan hasilnya lebih efektif dibandingkan dengan fungisida Jinggaomycin (Wu *et al.*, 1994). IRRI melaporkan bahwa *Aspergillus terreus* Thom dapat mengendalikan penyakit HPD (Gogoi dan Roy, 1993). Selain itu, dari Jerman, Jepang, maupun Indonesia dilaporkan bahwa bakteri antagonis seperti *Pseudomonas* spp. maupun *Bacillus* spp. bisa mengendalikan penyakit HPD (Homma *et al.*, 1989; Rosales dan Mew, 1994; Sarker *et al.*, 1992; Wu *et al.*, 1994).

Akhir-akhir ini beberapa peneliti mulai memanfaatkan tanaman transgenik yang mengandung gen kitinase yang berasal dari mikro organisme antagonis dan ini merupakan salah satu alternatif pengenda-

lian *R. solani* Kuhn yang sedang diteliti (Rosales dan Mew, 1994).

KESIMPULAN

1. Peningkatan penanaman varietas unggul, akan menyebabkan penyakit HPD meningkat.
2. Kegiatan penelitian penyakit HDP selama ini mencakup teknis pengujian di laboratorium maupun lapang, pengendalian kimiawi, kultur teknis, dan hayati.
3. Untuk menanggulangi penyakit HPD, pencarian varietas yang tahan akan tetap menjadi komponen utama dalam menanggulangi penyakit HPD secara terpadu.

KEPUSTAKAAN

- Amir, M. dan M.K. Kardin. 1991. Pengendalian penyakit jamur, hal. 825-844. Dalam E. Soenarjo *et al.* (Eds.). Padi Buku III. Puslitbangtan, Bogor.
- Amir, M. 1992. Pengujian efikasi fungisida Mepronil dan fungisida Fluktolanil terhadap penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani* Kuhn) pada padi, 23 hal. Dalam Pengendalian penyakit hawar pelepah *Rhizoctonia solani* pada tanaman padi. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, Jakarta, 23 Januari 1992.
- Arunyanart, P., A. Surin, W. Rojanahasanudin, R. Dhitikiattipong, and S. Disthapon. 1986. Chemical control of sheath blight (ShB). IRRN 11: 2 (April 1986). p. 20.
- Atkins and John G. 1974. Rice diseases of the Americas. A Review of Literature. ARS, USDA, Washington D.C. Agricultural Handbook No. 448. pp. 47-49.
- Dahlan, Sjahridal, D. Rangkuti, dan Y. Arifin. 1979. Pengujian ketahanan 12 varietas padi terhadap penyakit busuk pelepah. Kongres Nasional V PFI, Malang, Januari 1979. 11 hal.

- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman.** 1992. Pengendalian penyakit hawar pelepah *Rhizoctonia solani* pada tanaman padi. Jatisari. 55 hal.
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman.** 1993. Evaluasi kerusakan tanaman padi karena organisme pengganggu. Jakarta.
- Fijio, A. and K. Yabuta.** 1993. Development of a systemic fungicide Fluktolanil. J. Pestic. Sci. 18(2): 569-577.
- Gogoi, R. and A.K. Roy.** 1993. Effect of foliar spraying of *Aspergillus terreus* Thom. on sheath blight (ShB) and plant characteristics. IRRI 18(3): 31-32.
- Hadiwidjaja, T.** 1944. Notes on the infestation of diseases on the "field experiment for research on pest and diseases of rice" 1/60/2604/5 and 6 BPHT (unpublished).
- Hardjosumadi, S., U.G. Kartasasmita, dan A. Kurnia.** 1989. Laporan Tahunan Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor 1986/87-1987/88. Balitran Bogor. p. 42.
- Hashiba, T. and T. Yamaguchi.** 1971. Effect of temperature and humidity on the germination of sclerotium of *Pellicularia sasakii* (Shirai) S. Ito. Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku 19: 6-10.
- Hashiba, T., T. Yamaguchi, and S. Mogi.** 1972. Biological and ecological studies on the sclerotium of *Pellicularia sasakii* (Shirai) S. Ito. I Floating on the water surface of sclerotium. Ann. Phytopath. Soc. Japan 38 (5): 414-425.
- Hashiba, T. and S. Mogi.** 1973. The number and germination ability of sclerotia of *Pellicularia sasakii* (Shirai) S. Ito in no cultivating paddy fields. Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku 21: 6-8.
- Herman, M., Wagiman, and T. Yamaguchi.** 1984. Chemical control of rice sheath blight in Indonesia. Contr. Centr. Res. Inst. Crop Bogor 72. 11 p.
- Homma, Y., Z. Sato, F. Hirayama, K. Konno, H. Shirahama, and T. Suzui.** 1989. Production of antibiotics by *Pseudomonas cepacia* as an agent for biological control of soil-borne plant pathology. Soil Biol. Biochem. 21 (5): 723-728.
- IRRI.** 1976. Annual report for 1975. Los Banos, Philippines. p. 208-209.
- IRRI.** 1977. Annual report for 1973. Los Banos, Philippines. p. 118-120.
- Kajiwara, T. and M.K. Kardin.** 1979. A method of seedling inoculation for the screening of resistant variety to rice sheath blight, p. 9-16. In M.A. Rifai (Ed.). Masalah dan Pengendalian Penyakit Tanaman Pertanian Indonesia. PFI Bogor.
- Kajiwara, T.** 1989. Research activities in plant pathology under the Japan-Indonesia joint agriculture research project during a twenty year period, p. 4-7. In D.M. Tantera and S. Naito (Eds.). Proceeding Seminar on Progress in Plant Pathology during the Twenty Years of Japan-Indonesia Joint Research Program and Strategies for the Future Research. AARD, CRIFC, BORIF, and JICA, Bogor 22 Nov. 1989.
- Kannaiyan, S. and N.N. Prasad.** 1977a. Antibiotics for control of sheath blight of rice. IRRN 21: 1 (February 1977). p. 6.
- Kannaiyan, S. and N.N. Prasad.** 1977b. Fungicidal control of sheath blight of rice. IRRN 2: 1 (February 1977). p. 6.
- Kardin, M.K. dan Wagiman.** 1978. Reaksi beberapa varietas dan galur padi terhadap penyakit busuk pelepah daun (*Rhizoctonia solani* Kuhn), p. 108-124. Dalam Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama Penyakit No. 17 LP3 Bogor.
- Kardin, M.K., T. Kajiwara, and M. Muchsin.** 1979. Weed species infected by *Rhizoctonia solani*, p.1-8 Dalam M.A. Rifai. (Ed.). Masalah dan Pengendalian Penyakit Tanaman Pertanian Indonesia. PFI Bogor.
- Kardin, M.K., M. Oniki, A. Ogoshi, and R. Sakai.** 1988. Effect of air temperature on mycelial growth rate of *Rhizoctonia solani* Kuhn from Indonesia and Japan. PP 8(1): 23-24.
- Kim, C.H. and C.K. Kim.** 1987. Density and viability of sclerotia of rice sheath blight pathogen overwinter in field. Korean J. Plant Prot. 26(2): 99-106.
- Kim, C.H. and C.K. Kim.** 1988. Evaluation for duration of fungicidal effect in rice sheath blight. Agriculture Science Institute RDA, Suwon, Korea. Res. Rept. RDA 30(1): 1-4.
- Lembaga Penelitian Pengembangan Pertanian.** 1977. Penyakit tanaman padi. Laporan Tahunan LP3 1976/77. LP3 Bogor. p. 84-89.
- Manibhushanrao, K. and U.I. Baby.** 1991. Managing rice sheath blight (ShB) using fungal antagonists and organic amendmend. IRRN 16: 6 (December 1991). p. 19.
- Mew, T.S. and A.M. Rosales.** 1984. Relationship of soil micro organisms to rice sheath blight development in integrated and dryland rice culture, p. 147-158. In FFTC Book Series no. 26. Soilborne crop disease in Asia. IRRI, Philippines.
- Mochayat, I.A.** 1988. Kerentanan empat spesies *Azolla* terhadap *Rhizoctonia solani* dan patogenisitas *R. solani* terhadap empat kultivar padi. Tesis Universitas Nasional, Biologi, Jakarta.
- Naito, S. and S. Takaya.** 1990. Present status of soybean disease research at BORIF. p. 35-41. In Proceeding Progress in Plant Pathology during the Twenty Years of Japan-Indonesia Joint Research Program and Strategies for the Future Research. Bogor 22 Nov. 1989. BORIF and JICA.
- Naito, S., D. Mohamad, A. Nasution, and H. Purwanti.** 1993. Soilborne disease and ecology of pathogens on soybean roots in Indonesia. JARQ. 26(4): 247-253.
- Narong S.** 1985. Efficacy for Iprodion and Copper Oxychloride to suppress mycelial growth of *R. solani*. Fac. of Agric. Dept. of Plant Pathology Res. Report 1985. Kasetsart Univ. Bangkok Thailand. p. 18.
- Nasution, A. dan M. Amir.** 1993. Pengaruh pola tanam dan perlakuan jerami terhadap intensitas penyakit

- hawar pelepah padi. Laporan Tahunan. 16 hal.
- Oka, I.N. and D. Sitepu. 1970.** Preliminary studies on sheath blight *Rhizoctonia* spp. of rice. First Phytopathological Society Meeting 3-5-1970 at "Pagilaran" Tea Estate Pekalongan Central Java. 6 p.
- Ou, S.H. 1972.** Rice disease. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. p. 256-268.
- Ou, S.H. and J.M. Bandong. 1976.** Yield losses due to sheath blight of rice. IRRN 1: 1 (October 1976). p. 14.
- Overseas Technical Cooperation Agency. 1973.** Progress report of Japan-Indonesia joint food crop research program. (March 1971-June 1973). OTCA Tokyo, Japan. p. 9.
- Papavizas, G.C., P.B. Adams, R.D. Lumsden, J.A. Lewis, R.L. Dow, W.A. Ayers, and J.G. Kantzes. 1975.** Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. *Phytopathology* 65: 871-877.
- Purwanti, H., A. Diratmaja, and A. Nasution. 1994.** Pengaruh pola tanam bergilir padi kacang-kacangan dan perlakuan jerami pada sawah irigasi terhadap jamur tanah. Laporan Tahunan. 14 hal.
- Rosales, A.M. and T.W. Mew. 1994.** Beneficial bacteria of rice seeds, 8 p. *In* Planning Workshop on Clean Seed for Pest Management. 27 June-2 July 1994. Chiangrai, Thailand.
- Sarkas. 1994.** Antagonism *in vitro* of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* and *Phyium* spp. IRRN 67(1): 1-5.
- Sarker, D.K., N.R. Sharma, and A.K.M. Shahjahan. 1992.** Antagonistic soil bacteria for biological control of rice sheath blight (ShB) disease. IRRN 17:6 (December 1992). p. 22.
- Semangun H. 1991.** Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. UGM Press. p. 239-241.
- Siwi, B.H. dan S. Kartowinoto. 1989.** Plasma nutfah padi, hal. 321-334. *Dalam* Padi Buku II. Puslitbangtan, Bogor.
- Sneh, B., L. Burpee, and A. Ogoshi. 1991.** Identification of *Rhizoctonia* species. APS Press.
- Soepriaman, J., L.T. Palmer, and S. Kartaatmaja 1977.** Upland rice diseases: Present situation and future research needs, p. 707-715. *Dalam* M. Ismunadji *et al.* (Red.). Peranan Hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan Pertanian.
- Suparyono and S. Kartaatmaja. 1989.** Plant pathology research program at SURIF. *In* Proceeding of Seminar Progress in Plant Pathology during the Twenty Years of Japan-Indonesia Joint Research Program and Strategies for the Future Research. Bogor 22 Nov. 1989. BORIF and JICA.
- Suroto. 1992.** Penyakit penting pada tanaman padi dan pengendaliannya, 24 hal. *Dalam* Pengendalian penyakit hawar pelepah *Rhizoctonia solani* pada tanaman padi. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Jakarta.
- Suryadi, Y., Triny S.K., dan S. Kartaatmaja. 1986.** Pengaruh waktu pengairan terhadap perkembangan penyakit "soilborne" *Rhizoctonia solani* Kuhn dan *Helminthosporium sigmoideum* var. *irregulare* pada padi var. PB36. *Dalam* Visualisasi dan Seminar Penelitian Tanaman Pangan, Sukamandi 16-18 Januari 1986, Abstrak.
- Suryadi, Y., K.S. Triny, and A.A. Dradjat. 1991.** Control of blast and sheath blight of rice with fungicides. *Buletin Pert. Fak. Pert. Univ. Islam Sumut Medan.* p. 13-17.
- Sutoyo. 1988.** Pengaruh tingkat konsentrasi urea terhadap patogenitas jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn pada tanaman padi. Tesis UGM Fak. Pertanian. Yogyakarta.
- Sutoyo. 1991.** Pengaruh pola tanam dan perlakuan mulsa terhadap persentase tanaman padi yang terserang *Rhizoctonia solani*. Laporan Tahunan. 7 hal.
- Syam, M., D.M. Arifin, Supriyanto, dan Hardono. 1985.** Laporan tahunan 1982/83 penelitian tanaman pangan. Puslibangtan, Bogor. p. 1-64.
- Tsai, W.S. 1974.** Assessment of yield losses due to rice sheath blight at different inoculation stages. *J. of Taiwan Agric. Res.* 23(3): 188-194.
- Viswanathan, R. and P. Narayanasmmy. 1990.** Potential antagonist to rice sheath rot (ShR) pathogen. IRRN 15: 2 (April 1990). p. 26.
- Wu, S., L. Birun, H. Shaolina, X. Xinming, and Z. Liexian. 1994.** Studies on the use of bacteria for biological control of rice sheath blight. The Collaborative network of IRRI-GAAS, conducted at GAAS, Guangdong, China. 7 p.
- Yamaguchi, T. 1980.** Main diseases of rice plant and their control, p. 126-140. *In* Plant Protection in Japan. 1980. Tokyo 1980. Association of Agricultural Relations in Asia.
- Yamaguchi, T., M.K. Kardin, Wagiman, and D.M. Tantera. 1988.** Hyphal anastomosis group of *Rhizoctonia solani* Kuhn in Indonesia. PP 4(1): 26-27.