

14
ISBN : 979-608-013-3

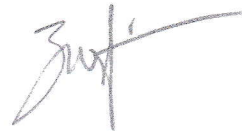
Prosiding Pertemuan Teknis

*Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman
Karet untuk Mempertahankan Potensi
Produksi Mendukung Industri Per karetan
Indonesia Tahun 2020*

Palembang, 6-7 Oktober 2004



**PUSAT PENELITIAN KARET
BALAI PENELITIAN SEMBAWA
2004**



ISBN : 979-608-013-3

Prosiding Pertemuan Teknis

*Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman
Karet untuk Mempertahankan Potensi
Produksi Mendukung Industri Per karetan
Indonesia Tahun 2020*

Palembang, 6-7 Oktober 2004



**PUSAT PENELITIAN KARET
BALAI PENELITIAN SEMBAWA
2004**

ISBN : 979-608-013-3

Prosiding Pertemuan Teknis

*Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman
Karet untuk Mempertahankan Potensi
Produksi Mendukung Industri Per karetan
Indonesia Tahun 2020*

Palembang, 6-7 Oktober 2004

Penanggung Jawab:
Khaidir Amypalupy

Editor :
Aron Situmorang
Arief Budiman
Heru Suryaningtyas
Thomas
Mudji Lasminingsih
Anang Gunawan

Redaksi Pelaksana:
Widnyani Setiawan
Pihrin Nungcik
Zainal Aripin

Penerbit :
BALAI PENELITIAN SEMBAWA
Jalan Raya Palembang – Sekayu Km 29
Kotak Pos 1127 Palembang 30001
Sumatera Selatan
Telp. (0711)361793 Faks. (0711)312182
E-mail : irri-sbw@mdp.net.id

Dibiayai oleh :
BAGIAN PROYEK PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN KARET SEMBAWA
Tahun Anggaran 2004

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
HASIL PERUMUSAN PERTEMUAN TEKNIS.....	vi
SUSUNAN PANITIA.....	x

PEMBUKAAN

◆ Laporan Direktur Pusat Penelitian Karet.....	xi
◆ Sambutan Kepala Badan Litbang Pertanian.....	xv
◆ Sambutan Gubernur Provinsi Sumatera Selatan.....	xviii

MAKALAH UTAMA

Sidang I

◆ <i>Alih Teknologi dan Kebijakan Pengendalian Penyakit di Perkebunan Karet Indonesia/Riyaldi.....</i>	1-10
◆ <i>Strategi Pengelolaan Penyakit Penting Tanaman Karet di Indonesia pada Masa Mendatang/Meity Suradji Sinaga.....</i>	11-20
◆ <i>Manajemen Pengendalian Penyakit Penting dalam Upaya Mengamankan Target Produksi Karet Nasional Tahun 2020/ Soekirman Pawirosoemardjo</i>	21-45
◆ <i>Pemilihan Klon Karet Berdasarkan Kondisi Agroklimat/ Thomas, Aron Situmorang, dan Mudji Lasminingsih</i>	46-60
◆ Diskusi Sidang I.....	61-65

Sidang II

◆ <i>Status dan Manajemen Pengendalian Penyakit Akar Putih di Perkebunan Karet/Aron Situmorang</i>	66-86
◆ <i>Status dan Pengendalian Penyakit Kering Alur sadap Tanaman Karet/Siswanto, Sumarmadji, dan Aron Situmorang</i>	87-96
◆ <i>Status dan Manajemen Pengendalian Penyakit Gugur Daun Corynespora di Perkebunan Karet/Aron Situmorang, Meity Suradji Sinaga, Rusmila Suseno, Sri Hendrastuti Hidayat, Siswanto, Asril Darussamin</i>	97-118

..... iii	◆	<i>Status Penyakit Lapuk Cabang dan Batang Fusarium pada Tanaman Karet Hevea di Daerah Sentra Sumatera Bagian Selatan dan Kalimantan Selatan/Arief Budiman, Heru Suryaningtyas</i>	119-133
..... iv	◆	Diskusi Sidang II	134-140
..... vi		Sidang III	
.....x	◆	<i>Status Penyakit Karet dan Pengendaliannya di PTP Nusantara VII (Persero) Sumbagsel/Christian Priyo P</i>	141-152
..... xi	◆	<i>Pengendalian Penyakit Jamur Akar Putih untuk mempertahankan Populasi Tanaman dan Peningkatan Produksi di PT. Brahma Binabakti Jambi/Nanang Suhandi</i>	153-155
..... xv	◆	Diskusi Sidang III	156-159
..... xviii			

MAKALAH PENUNJANG

1-10	◆	<i>Diversifikasi Horizontal dan Penempatan Klon Sebagai Upaya Pengendalian Beberapa Penyakit Karet/Mudji Lasminingsih, Aron Situmorang dan Thomas</i>	160-176
11-20	◆	<i>Peranan Pemberian Pupuk dalam Pengendalian Penyakit Karet/ Umi Hidayati, Aron Situmorang dan Thomas</i>	177-188
21-45	◆	<i>Analisis RAPD sebagai Penanda Sifat Ketahanan Tanaman Karet terhadap Penyakit Gugur Daun Corynespora/Hananto, Meity Suradji Sinaga dan Soekirman Pawirosoemardjo</i>	189-199
46-60	◆	<i>Uji Kerentanan Daun Karet terhadap Infeksi Corynespora cassiicola/ Nurhayati, Aron Situmorang, Zainal Ridho Djafar dan Suparman</i>	200-206
61-65	◆	<i>Penyakit yang disebabkan Fusarium pada Tanaman Budidaya Potensi dan Kemungkinan Pengendalian Hayatinya/A. Muslim dan Arief Budiman</i>	207-222
66-86	◆	<i>Status Penyakit Akar pada Tanaman Karet dan Pengendaliannya di PT. Goodyear Sumatra Plantations Sumatera Utara/PT. Goodyear</i>	223-231
87-96	◆	<i>Informasi Perkembangan dan Pengendalian Penyakit Karet di PTPN II Sumatera Utara/Marindo Nasution</i>	232-236

7-118	◆	DAFTAR HADIR PESERTA PERTEMUAN TEKNIS	237-242
-------	---	---	---------

PENYAKIT YANG DISEBABKAN FUSARIUM PADA TANAMAN BUDIDAYA POTENSI DAN KEMUNGKINAN PENGENDALIAN HAYATINYA

A. Muslim¹
Arief Budiman²

SUMMARY

The genus *Fusarium* is one of the most economically important genera of fungi and includes many pathogenic species which cause a wide range of plant diseases. The fungus can be soilborne, airborne, or carried in plant residue, and can be recovered from any part of plants. *Fusarium oxysporum* is one of the most variable species within the genus. The majority of the isolates causing vascular wilts are specific strains that infect only a small number of host plants and have been differentiated from each other using the sub specific term formae specialis (f.sp.). For example, strain causing Fusarium wilt of tomato, spinach, and sweet potato are *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, *F. oxysporum* f. sp. *Spinaciae*; *F. oxysporum* Schlecht f.sp. batatas (Wr.) Snyder et Hans, respectively. It also causing Fusarium crown and root rot of tomato (*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*). Recently, *Fusarium* sp. was found causing wood-decay and bark necrotic on Hevea rubber.

A variety of beneficial microorganisms such as Nonpathogenic *F. oxysporum*, *Penicillium oxalicum*, *P. funiculosum*, *P. purpurogenum*, *Aspergillus nidulans*, *A. orchraceus*, *Trichoderma harzianum*, *T. hamatum*, *Gliocladium viren*, *Pythium oligandrum*, nonpatogenik *Binucleate Rhizoctonia*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Burkholderia cepacia*, *Bacillus subtilis* have been demonstrated their potential as biocontrol agents against various Fusarium diseases. The mechanism induced by the biocontrol agents are induced resistance by increasing hydrolyzed enzyme such as chitinase, β -1,3 glucanase, and β -1,4 glucosidase activity and the production and release of fungi toxic materials which lead to reducing the inoculums potential of pathogen in plant, the competition in the rhizosphere and infection sites, renewed or prolonged cambial activity that led to the formation of additional secondary xylem, induced the formation of structural barrier that protected the inner root tissue from FORL invasion and prevented pathogen spread.

Kata kunci : *Fusarium*, biocontrol

¹ Universitas Sriwijaya Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Program Pasca Sarjana
² Balai Penelitian Sembawa Pusat Penelitian Karet

PENDAHULUAN

Genus *Fusarium* merupakan salah satu golongan cendawan yang sangat penting dan merugikan tanaman. Golongan ini mempunyai banyak spesies bersifat patogen dengan inang yang sangat luas (Nelson *et al.* 1981). Beberapa spesies bersifat sangat beracun (Marasas *et al.*, 1984), dan sejumlah spesies dapat menyebabkan infeksi pada manusia dan hewan (Rebell, 1981). Disamping itu banyak juga dijumpai hidup sebagai saprofit di dalam tanah (Nelson *et al.*, 1981).

Genus *Fusarium* mempunyai distribusi yang sangat luas yang mewakili hampir setiap bagian iklim pertanian di dunia (Burgess, 1981). Beberapa spesies dijumpai pada kondisi geografi yang umum dan beberapa lainnya muncul pada daerah tropika dan subtropika, atau pada daerah dingin sampai iklim "temperate hangat".

Sebagian besar spesies *Fusarium* bersifat sebagai cendawan tanah, membentuk khlamidospora, hifa pada residu tanaman dan bahan-bahan organik (Burgess, 1981). Beberapa spesies memproduksi konidia tular udara (airborne disease) dan umumnya mengkolonisasi batang, daun, dan bagian tanaman lainnya (Burgess, 1981). Sehingga kegiatan pertanian seperti pengolahan tanah secara konservatif seperti pembenaman residu tanaman yang sudah terinfeksi akan meningkatkan inokulum *Fusarium* dalam tanah.

Pada tanaman tomat ada dua penyakit yang disebabkan *Fusarium* yang sangat unik perbedaannya yaitu layu *Fusarium* (*Fusarium wilt*) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) dan penyakit busuk leher dan busuk akar *Fusarium* (*Fusarium crown and root rot*) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL), kedua penyakit ini merupakan penyakit yang sangat penting pada tanaman tomat. Penyakit layu *Fusarium* menyebabkan kerusakan yang cukup tinggi di Indonesia dengan intensitas serangan 1,7 % di Jawa Barat (Lembang dan Pacet) dan 10,25% di Jawa Timur (Malang) (Semangun, 2000). Sementara penyakit busuk leher dan busuk akar *Fusarium* menyebabkan kehilangan hasil sampai 33% dan 44% di daerah Hokkaido dan Kochi, Japan (Ogura dan Ban, 1971, Sato dan Araki, 1974). Pada tanaman bayam, layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae* (FOS) merupakan penyakit yang sangat penting dan merusak tanaman bayam (Correll *et al.*, 1994). Pada tanaman ubi jalar, penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *F. oxysporum* Schlecht f.sp. *batatas* (Wr.) Snyder et Hans (FOB), menyebabkan kerusakan yang sangat berarti terhadap tanaman ubi jalar (Semangun 1993).

Sementara itu, pada tanaman karet, *Fusarium* sp. dilaporkan dapat menyebabkan penyakit lapuk cabang, lapuk batang, nekrosis kulit pada tanaman karet yang ditemukan pertama kali pada tahun 1982 (Soepena, 1982; Suwanto *et al.*, 1983; Soepena, 1995) dan sampai saat ini penyakit ini ditemukan hampir di seluruh sentra karet di Sumatera Selatan, Jambi, Lampung, Bengkulu dan Kalimantan Selatan. Klon yang diduga rentan antara lain GT 1, RRIM 600, PR 300, RRIC 100 dan TM 6. Penyakit dapat menyerang biji/benih, kebun entres, bahan tanaman polibeg, tanaman belum menghasilkan (TBM) dan tanaman menghasilkan (TM). Rata-rata serangan rendah sampai sedang, dan di beberapa tempat dapat menyebabkan kematian tanaman.

Sekarang ini, fungisida kimia seperti benomil, metam sodium, atau kaptan digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan *Fusarium* sp. tetapi dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan bahaya penggunaan pestisida kimia terhadap lingkungan menyebabkan perlunya pengelolaan penyakit tanaman yang efektif dan juga aman bagi lingkungan. Pengendalian hayati merupakan jawaban yang tepat mengatasi masalah penyakit tanaman ini. Dalam makalah ini akan dibahas tentang penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat, bayam, ubi jalar, dan karet dan bagaimana potensi pengendalian hayati terhadap penyakit tersebut.

Penyakit Busuk/Layu *Fusarium*

1. Gejala

Gejala serangan yang ditimbulkan penyakit layu *Fusarium* seperti busuk leher akar dan busuk akar pada tanaman tomat mempunyai perbedaan yang spesifik walaupun sedikit ada persamaan yaitu sama-sama menimbulkan gejala layu pada bagian atas tanaman.

Penyakit layu *Fusarium*, gejala pertama ditandai dengan memucatnya tulang-tulang daun, terutama daun-daun sebelah atas, kemudian diikuti dengan merunduknya tangkai, dan akhirnya tanaman menjadi layu secara keseluruhan. Kadang-kadang kelayuan didahului menguningnya daun terutama dimulai daun bagian bawah. Tanaman menjadi kerdil dan merana tumbuhnya. Jika tanaman yang sakit dipotong dekat pangkal batang akan terlihat suatu cincin cokelat dari berkas pembuluh. Pada tanaman yang masih sangat muda penyakit dapat menyebabkan matinya tanaman secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan atau matinya jaringan pengangkut atau kanker yang menggelang (Semangun, 2000).

Penyakit busuk leher dan busuk akar pada tanaman di rumah kaca, gejalanya ditandai dengan layu mendadak hanya sebelum buah pertama siap untuk dipetik khususnya pada saat siang hari. Tanaman yang terinfeksi mungkin menjadi segar kembali pada saat malam hari atau pada cuaca mendung atau pada saat beban buah dikurangi dengan pemetikan. Selanjutnya dalam beberapa minggu tanaman menjadi mati (Jarvis and Shoemaker, 1978). Di lapangan, Sonoda (1976) mengamati bahwa tanaman yang mengalami layu yang cepat mengakibatkan kematian lebih dini. Tanaman dengan kelayuan yang lambat tetap hidup sampai akhir masa panen dan memproduksi pertumbuhan baru setelah sebagian besar buah dipetik. Pada serangan berat tanaman dewasa dapat dijumpai warna cokelat pada jaringan kortek akar tepat dipermukaan tanah. Perubahan warna cokelat kemerah-merahan pada jaringan pembuluh berkembang ke atas batang setinggi 5-10 cm, dan biasanya tidak lebih dari 25 cm. Terjadi busuk akar yang parah dan hilangnya perkembangan akar baru, dan terdapat banyak bercak cokelat keabu-abuan pada akar lateral. Muncul akar adventif pada bagian atas batang yang terserang. mengecilnya puncak batang, kelayuan pertama terjadi pada daun bagian atas, dilanjutkan dengan daun yang lebih bawah, dengan perubahan kuning emas dari ujung daun, dan biasanya daun terus mati. Buah dari tanaman yang terserang lembek dan warnanya tidak mengkilap.

Gejala penyakit layu *Fusarium* pada tanaman bayam adalah daun yang lebih tua mengalami layu dan menjadi klorotik. Biasanya jaringan pembuluh tanaman yang terinfeksi berwarna gelap dan ujung akar tunggang mengalami nekrotik. Layu *Fusarium* juga dapat mematikan tanaman yang sudah dewasa yang ditumbuhkan untuk produksi benih, penyakit ini juga dapat menyebabkan *damping-off* (Correll et al., 1994). Sementara gejala penyakit layu *Fusarium* pada tanaman ubi jalar adalah ditandai dengan layunya bagian atas permukaan tanah, sementara pada berkas-berkas pembuluh bagian bawah tanah rusak dan berwarna ungu (Semangun, 1993).

Serangan *Fusarium* sp., pada tanaman karet sangat bervariasi yang dibagi dua kategori serangan. Serangan ringan ditandai dengan ranting yang masih berwarna hijau, namun permukaan kulitnya dipenuhi oleh *nekrosa* yang berwarna cokelat terang atau busuk yang berwarna kehitaman. Daun pada ranting bergejala biasanya kering atau mati. Sedangkan yang dikategorikan serangan berat bila kulit batang (epidermis) pecah-pecah, mengalmiya lateks yang berwarna kehitaman atau patahnya cabang utama atau pohon yang terserang. Ranting yang terserang perlu diperhatikan, karena diduga dari ranting-ranting ini, *Fusarium* sp.

akan menyebar ke arah bawah yang pada akhirnya akan mencapai cabang-cabang utama. Penyebaran diduga dibantu oleh serangga atau air hujan. Serangan pada bidang sadap, pada awalnya tampak seperti kebocoran lateks pada bidang sadap, kemudian akan mengering dan busuk. Kemudian pada kambium terdapat nekrosa yang berwarna hitam atau cokelat, yang seolah-olah menjalar ke bagian tajuk tanaman. Sering terjadi pembengkakan pada bidang sadap. Serangan lanjut dapat mengakibatkan patahnya cabang, tumbang atau patah ditengah (*patah pinggang*) di bagian panel sadap. Di lapangan terbukti bahwa bila cabang utama pohon yang terserang berat, daerah serangan dapat mencapai alur sadap dengan tanda adanya nekrosa pada alur sadap. Akibatnya lateks yang dihasilkan akan berwarna lebih gelap yang secara tidak langsung akan mempengaruhi kualitas lateks yang dihasilkan. Diduga warna gelap pada lateks merupakan pengaruh senyawa enzimatis yang dihasilkan pada waktu proses kerusakan berlangsung. Pengalaman lainnya menyebutkan bahwa adanya serangan akan merangsang tumbuhnya cabang baru di bagian bawah, daerah serangan cabang baru yang terbentuk dibagian atas tampak bergerombol, jumlahnya cukup banyak dan letaknya tidak beraturan. Hal ini mungkin akan dapat dijadikan suatu penanda gejala adanya serangan *Fusarium* sp. (Budiman, Suryaningtyas dan Pawirosoemardjo, 2002). Di Sri Lanka, penyakit tanaman karet, di tandai dengan gejala layunya daun, dan pada sistem perakarannya terdapat lesio cokelat kehitaman yang di okupasi oleh cendawan *Fusarium* sp. (Liyanage dan Dantanarayana, 1983)

2. Taksonomi

FOL, FORL, FOS, FOB dan *Fusarium* sp. pada tanaman karet sulit dibedakan morfologi dan karakteristik biakannya, tetapi dapat dibedakan dalam kebiasaannya berasosiasi dengan tanaman dan gejala yang disebabkan. Sato dan Araki (1974) menemukan bahwa FORL bersifat patogenik terhadap kultivar tomat yang resisten terhadap race 1 dan 2 dari FOL. *F. oxysporum* sangat bervariasi morfologi koloninya, memproduksi banyak miselia dengan warna putih sampai violet pucat. Sebagian besar isolat membentuk khlamidospora, biasa terdapat di tanah yang sudah diolah di daerah tropika dan "temperate". *F. oxysporum* merupakan spesies yang mewakili golongan patogen pada tanaman yang menyebabkan penyakit layu pada jaringan pembuluh, penyakit *damping-off* (Nelson *et al.*, 1981), dan busuk leher akar dan busuk akar (Ogura dan Ban, 1971). Spesies *F. oxysporum* sangat spesifik yang menginfeksi hanya sejumlah kecil inang dan dibedakan satu dengan yang lainnya

menggunakan terminologi *formae speciales* (*f.sp.*) seperti pada tomat, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; bayam, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Spinaciae*; ubijalar, *F. oxysporum* Schlecht f.sp. *batatas* (Wr.) Snyder et Hans, dan lain sebagainya (Summerell, 2003). Isolat yang menyebabkan penyakit layu biasanya mempunyai inang yang spesifik dan terdapat lebih dari 100 "*formae speciales*". Penyakit layu merupakan masalah utama pada banyak tanaman sayur-sayuran dan tanaman hias ataupun tanaman perkebunan (Nelson *et al.* 1981).

Penyakit busuk leher dan busuk akar *Fusarium* tanaman tomat hidup pada temperatur optimum sekitar 15°-18° C (Sato dan Araki, 1974). Sementara pada FOL menimbulkan penyakit layu *Fusarium* pada temperatur optimumnya 27°C (Walker, 1971). Patogen penyebab FORL hanya dapat diisolasi dari bagian tanaman yang dekat dengan lesio, tetapi FOL dapat diisolasi dari jaringan pucuk tanaman yang lebih tinggi pada tanaman yang mengalami kelayuan (Jarvis dan Shoemaker, 1978). Perbedaan lainnya adalah FORL lebih toleran terhadap Mycostatin dari FOL, and FORL mengandung sekitar 3 kali lipat lebih banyak C_{18:0} dan dua kali lebih banyak dari C_{18:1} fatty acid dari pada FOL. FOL mengandung C_{16:1} dua kali lebih banyak dari FORL (Madosingh dan Starratt, 1987).

Fusarium sp. pada tanaman karet termasuk baru ditemukan dan belum diketahui spesiesnya. Fungi ini termasuk fungi imperfekti dimana konidiumnya berbentuk bulan sabit (*fusiform*), dapat berupa konidia mikro, konidia makro dan khlamidospora, di mana kepekatannya tergantung habitat dan kondisi lingkungan (Ho & Varghese, dalam Salleh, 1989). Terbentuknya konidia mikro tidak terpengaruh dengan kondisi lingkungan, karena terbentuk di dalam jaringan yang terinfeksi, terdiri satu sel atau bersekat satu, tidak berwarna, bulat telur, dengan ukuran 3 x 6-15 µ. Konidia makro yang sering disebut *ciri penentu* genus *Fusarium*, berbentuk bulan sabit, bersekat 2 – 4, umumnya terdapat di permukaan jaringan terinfeksi dan muncul dari bentukan sporodokhia. Panjangnya dapat mencapai 30 µ dengan lebar 4 µ. Khlamidospora dapat terdiri atas satu atau dua sel, berbentuk bulat, dindingnya tebal dan bergerigi halus, dan hanya terbentuk di alam bebas. Sebagai cendawan patogenik, *Fusarium* dapat berkembang dengan baik di daerah yang lembab dan panas. Menurut Wellman (dalam Semangun, 1989), cendawan *Fusarium* sp. banyak terdapat di daerah iklim zone I (0-300 m dpl). Pada zone ini umumnya ditanami dengan antara lain tanaman perkebunan, seperti karet, kopi, kakao, kelapa dan kelapa sawit yang juga diketahui sebagai inang dari *Fusarium*. Selain tanaman tahunan, *Fusarium* sp. juga diketahui dapat menyerang

tanaman terong, jagung, ubi kayu, pepaya, nenas, padi, tembakau, cabai, pisang, kacang-kacangan, ketimun, tebu dan kencur yang mana di antara tanaman yang disebutkan sering ditanam bersama-sama karet *Hevea*. (Wibawa *et al*, 1996).

PENGENDALIAN HAYATI PENYAKIT FUSARIUM

Berbagai macam mikroorganisme akar dan daerah rizosfer tanaman telah dilaporkan sebagai agensia potensial dalam pengendalian hayati penyakit yang disebabkan *Fusarium*. Spesifik non-patogenik *F. oxysporum* dan *F. solani* yang dikoleksi dari tanah supresif terhadap layu *Fusarium* merupakan antagonis yang paling efektif dan konsisten menekan serangan layu *Fusarium* tanaman tomat dengan persentase penekanan sebesar 50-80%. Mikroorganisme lain seperti *Gliocladium viren*, *Trichoderma hamatum*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Buhalderia cepacia* juga terbukti mempunyai kemampuan yang signifikan dalam mengendalikan layu *Fusarium* pada tanaman tomat dengan persentase penekan sebesar 30-65%, tetapi tingkat penekanannya tidak melebihi kemampuan non-patogenik *Fusarium*. Kombinasi bermacam isolat non-patogenik *Fusarium*, *Fusarium* dengan bakteri, dan *Fusarium* dengan cendawan lain juga mampu menekan serangan penyakit layu *Fusarium* tetapi tidak lebih baik dari aplikasi tunggal non-patogenik *Fusarium* (Larkin dan Fravel, 1998). Yamaguchi *et al*. (1992) juga melaporkan bahwa non-patogenik *F. oxysporum* MT0062 sangat efektif menekan serangan penyakit layu *Fusarium*. Aplikasi ganda non-patogenik *F. oxysporum* MT0062, sebelum dan pada waktu pemindahan tanaman di lapangan dapat memperlama efektifitas penekanan serangan penyakit lebih dari 60 hari setelah pemindahan tanaman. Louter dan Edginton (1990) melaporkan bahwa non-patogenik *F. oxysporum* dan *F. solani* mampu menurunkan serangan penyakit busuk leher akar dan busuk akar pada tanaman tomat mencapai 87%. Mekanisme pengendalian hayati nonpatogenik *F. oxysporum* terhadap penyakit layu *Fusarium* adalah kompetisi terhadap makanan, disamping itu 3 isolat nonpatogenik *F. oxysporum* yang diuji mampu menginduksi resistensi pada tanaman tomat dengan metoda "split-root tests" (Larkin dan Fravel, 1999) dan kompetisi terhadap tempat infeksi di akar (Mandee dan Baker, 1991). Ditambahkan oleh Fuchs *et al* (1997) nonpatogenik *F. oxysporum* menginduksi resistensi pada tanaman tomat melalui peningkatan aktivitas enzim chitinase, β -1,3-glucanase, dan β -1-4-glucosidase.

Katsube dan Akasaka (1997) memperlihatkan bahwa perlakuan tanaman bayam pada saat pembibitan dengan nonpatogenik *F. oxysporum* S3HO3 dan dilanjutkan pada saat transplanting sangat efektif dalam menekan serangan penyakit layu *Fusarium* dengan persentase perlindungan sebesar 96,3%.

Komada (1990) juga melaporkan bahwa aplikasi suspensi bud-sel nonpatogenik *F. oxysporum* pada bekas potongan kecambah/tunas ubi jalar juga sangat efektif dalam menekan serangan layu *Fusarium* baik untuk skala kecil maupun skala komersial, dan efektivitasnya sama dengan perlakuan fungisida berbahan aktif benomil. Dia juga mengamati bahwa perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah sangat terhambat jika terjadi kontak dengan jaringan batang, ini membuktikan bahwa mekanisme pengendalian hayati oleh nonpatogenik *F. oxysporum* ini terhadap layu *Fusarium* adalah produksi satu atau lebih bahan antibiotik atau zat anticendawan lainnya di dalam tanaman.

Formulasi nonpatogenik *Fusarium* sebagai tepung yang kering angin dari *bud cell Fusarium* yang dicampur dengan talk dan zeolit merupakan zat pembawa yang cocok untuk aplikasi pengendalian hayati, tetapi kemampuan hidup inokulum menurun dengan lamanya waktu penyimpanan tetapi cara ini efektif untuk penggunaan dalam waktu satuan bulan (Sneh, 1998).

De Cal *et al* (1995) meneliti dengan intensif kemampuan antagonis *Penicillium oxalicum*, *P. purpurogenum* dan *Aspergillus nidulans* terhadap penyakit layu *Fusarium* pada tomat, antagonis tersebut disamping dapat merusak hypha FOL secara *in vitro* dan menekan jumlah mikrokonidia di tanah, juga efektif menurunkan serangan penyakit layu *Fusarium* dari 25% -55%. De Cal *et al* (1997) membuktikan bahwa *P. oxalicum* mampu menginduksi resistensi penyakit layu *Fusarium* pada tomat dengan metoda inokulasi penyakit pada batang setelah tanaman diberi perlakuan *P. oxalicum* pada akar dan inokulasi antagonis dan patogen pada zona yang berbeda pada akar tanaman. Mekanisme pengendalian hayati *P. oxalicum* terhadap layu *Fusarium* adalah kolonisasi yang sangat rendah terhadap jaringan pembuluh, terbentuknya dan memperpanjang aktivitas kambium, dan terbentuknya pembuluh silem yang baru (de Cal *et al.* 2000).

Marois *et al.* (1981) melaporkan bahwa gabungan 5 suspensi konidia antagonis yang terdiri dari 3 isolat *Trichoderma harzianum*, satu isolat *Aspergillus orchraceus* dan satu isolat *Penicillium funiculosum* sangat efektif dalam menekan insiden serangan penyakit busuk leher

akar dan busuk akar Fusarium dan juga menekan populasi penyakit dari 600 menjadi 200 propagul per gram tanah. Ditambahkan oleh Sivan *et al* (1987) aplikasi *T. harzianum* yang diaplikasikan dalam bentuk perlakuan benih dan kulit biji gandum/tanah gemuk sangat efektif dalam mengendalikan penyakit busuk leher akar dan busuk akar Fusarium di lapangan dengan infestasi patogen secara alami. Perlakuan secara biologi ini juga dapat meningkatkan hasil tomat sampai 26,2 % lebih tinggi dibanding kontrol. Cheriif dan Benhamou (1990) membuktikan bahwa produksi enzim khitinase ekstraselular oleh *Trichoderma* merupakan aktivitas utama kerusakan khitin pada dinding sel FORL. Benhamou *et al* (1997) melaporkan bahwa akar tanaman tomat yang diinokulasi dengan *Pythium oligandrum* sebelum inokulasi patogen sangat efektif mengendalikan penyakit busuk leher akar dan busuk akar, dengan membentuk struktur pertahanan yang melindungi jaringan akar bagian dalam sehingga menghambat penyebaran patogen. Disamping itu juga perlakuan tersebut menyebabkan akumulasi bahan-bahan fenolik yang menciptakan kondisi beracun bagi patogen FORL.

Phae *et al.* (1992) membuktikan bahwa *Bacillus subtilis* NB22 tidak hanya mempunyai efek kemampuan menekan yang kuat pada pertumbuhan FORL secara *in vitro* tapi juga sangat efektif dalam mengendalikan serangan busuk leher akar dan busuk akar Fusarium tanaman tomat yang disebabkan oleh FORL.

Penelitian terakhir membuktikan bahwa nonpatogenik binukleat *Rhizoctonia* (NBR) yang selama ini terkenal sangat efektif dalam mengendalikan penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia* sp. juga merupakan antagonis yang sangat efektif dalam melindungi tanaman tomat dari serangan layu Fusarium, busuk leher akar dan busuk akar serta layu Fusarium tanaman bayam (Muslim *et al* 2003a, 2003b). Selanjutnya dilaporkan bahwa NBR mampu menekan serangan layu Fusarium tanaman tomat 56% - 100%. NBR juga efektif menekan serangan layu Fusarium tanaman bayam dan kerusakan jaringan pembuluh sebesar 56%-100% dan 52%-100% berturut-turut. Sementara itu Muslim *et al.* (2003c) juga membuktikan bahwa NBR dapat menekan kerusakan akibat serangan busuk leher akar dan busuk akar Fusarium tanaman tomat pada jaringan pembuluh dan kerusakan pada akar sebesar 90-100% dan 73-89% pada penelitian menggunakan tanah di tingkat rumah kaca. Menariknya mereka juga mampu menekan kerusakan jaringan pembuluh pada penelitian di lapangan sebesar 70%. NBR juga terbukti ampuh dalam menekan serangan pada jaringan pembuluh pada sistem hidroponik dengan persentase penekanan sebesar 18-100%. Yang lebih menarik lagi aplikasi NBR mampu meningkatkan total hasil tomat yang dapat dijual sebesar 70% dan

total hasil secara keseluruhan sebanyak 73%. Penelitian kami ini juga membuktikan bahwa ekstrak batang tomat dan akar bayam yang diberi perlakuan NBR dengan signifikan menekan perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah. Hal ini diduga bahwa mekanisme pengendalian hayati NBR terhadap penyakit busuk leher akar dan busuk akar *Fusarium* tanaman tomat dan layu *Fusarium* tanaman bayam adalah induksi resistensi melalui produksi zat anticendawan di dalam batang atau akar, juga melalui kompetisi infeksi site pada akar yang dibuktikan dengan tingkat kolonisasi akar yang tinggi oleh NBR ini (Muslim *et al.* 2003b, 2003c).

Aplikasi *T. harzianum* yang dikombinasikan dengan methyl bromid menghasilkan pengendalian yang sangat efektif terhadap penyakit busuk leher dan busuk akar *Fusarium* pada tomat (Sivan *et al.*, 1987). Selanjutnya Duffy dan Defago (1997) melaporkan bahwa penambahan zinc dapat meningkatkan aktivitas pengendalian hayati dari *P. fluorescens* terhadap busuk leher dan busuk akar *Fusarium* pada tomat.

Sampai sekarang informasi penelitian tentang pengendalian hayati penyakit lapuk cabang, lapuk batang, nekrosis kulit pada tanaman karet *Hevea* belum diketahui, tetapi berdasarkan informasi diatas dimana sudah banyak sekali agensia antagonis yang terbukti efektif dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan *Fusarium* baik untuk diaplikasikan di tanah ataupun dioleskan di tempat luka bekas pemotongan. Mengingat serangan *Fusarium* pada tanaman karet tidak hanya di bagian akar tanaman tetapi juga di bagian cabang atau batang, sehingga jasad antagonis yang akan digunakan untuk mengendalikan penyakit ini sebaiknya berasal dari tempat bagian yang sakit tersebut. Dan hypovirulen non-patogenik *Fusarium* merupakan agensia antagonis yang potensial untuk mengendalikan serangan penyakit ini seperti yang telah dilakukan oleh Fulbright *et al.* (1983) bahwa nonpatogenik *Cryphonectria (Endothia) parasitica* yang diisolasi dari tempat kanker yang sudah sembuh pada tanaman *Chestnut (Castanea denitata)* yang banyak tumbuh di hutan-hutan di Amerika Serikat dan di Eropa sangat efektif dalam menekan serangan penyakit *Chestnut blight* bahkan dapat menghentikan perkembangan kanker pada batang.

Selain penggunaan mikroorganisme bermanfaat di atas, penggunaan tanaman resisten merupakan cara yang efektif dan efisien, terutama untuk tanaman tahunan seperti karet, dimana penggunaan tanaman resisten ini membuat populasi patogen tidak dapat berkembang karena inang tidak mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya.

PENUTUP

Genus *Fusarium* mempunyai distribusi yang sangat luas dan mewakili hampir setiap bagian iklim pertanian di dunia. Sebagian besar spesies *Fusarium* sebagai fungi tanah, dan terdapat sebagai Khlamidospor dan hifa pada residu tanaman dan bahan-bahan organik, tetapi beberapa spesies dapat sebagai konidia airborne dan umum mengkolonisasi batang, daun, dan bagian tanaman lainnya. Genus *Fusarium* merupakan salah satu golongan fungi yang sangat penting dan merugikan tanaman. Golongan ini mempunyai banyak spesies bersifat patogenik dengan inang yang sangat luas. *F. oxysporum* merupakan spesies yang mewakili golongan patogen tanaman yang menyebabkan penyakit layu dan mempunyai inang yang spesifik yang terdapat lebih dari 100 *formae speciales*. Diantaranya penyakit layu Fusarium (*Fusarium wilt*) yang disebabkan oleh FOL dan penyakit busuk leher dan busuk akar Fusarium (*Fusarium crown and root rot*) yang disebabkan oleh FORL, dimana kedua penyakit ini mempunyai perbedaan yang spesifik, penyakit layu Fusarium pada tanaman bayam dan ubi jalar yang masing-masing disebabkan oleh FOS dan FOB. Akhir-akhir ini, *Fusarium* sp., juga menyebabkan penyakit lapuk cabang, lapuk batang, nekrosis kulit pada tanaman karet, dimana spesies dari *Fusarium* ini belum diidentifikasi.

Berbagai mikroorganisme antagonis terbukti efektif dalam menekan serangan *Fusarium* seperti nonpatogenik *F. oxysporum*. Penekanan ini bekerja melalui mekanisme kompetisi terhadap tempat infeksi di akar atau melalui induksi resistensi dengan peningkatan aktivitas enzim chitinase, β -1,3-glucanase, dan β -1-4-glucosidas atau melalui produksi satu atau lebih bahan antibiotik atau zat antijamur lainnya.

Penicillium oxalicum, *P. funiculosum*, *P. purpurogenum*, *Aspergillus nidulans*, *A. ochraceus*, *Trichoderma harzianum*, *T. hamatum*, *Gliocladium viren*, *Pythium oligandrum*, nonpatogenik Binucleate *Rhizoctonia*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Burkholderia cepacia*, *Bacillus subtilis* merupakan agensia potensial dalam mengendalikan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman sayur-sayuran, pangan dan perkebunan. Mekanisme pengendalian hayati dari mikroorganisme bermanfaat ini melalui bermacam cara diantaranya terbentuknya dan memperpanjang aktivitas kambium, dan terbentuk silem. Bisa juga melalui pembentukan struktur pertahanan yang melindungi jaringan akar bagian dalam sehingga menghambat penyebaran patogen. Disamping itu juga perlakuan tersebut menyebabkan akumulasi bahan-bahan fenolik yang menciptakan kondisi beracun bagi patogen sehingga dapat menekan

perkembangan populasi patogen atau menghambat penyebaran patogen di jaringan pembuluh. Mengingat bermacam mikroorganisme antagonis terbukti efektif dalam menekan serangan *Fusarium* baik untuk skala rumah kaca atau skala komersial menunjukkan potensi penggunaan antagonis sebagai agensia pengendalian hayati penyakit yang disebabkan *Fusarium*. Tanaman resisten merupakan cara yang juga sangat efektif dan efisien dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan *Fusarium*.

PUSTAKA ACUAN

- Salleh, Baharuddin. 1989. Perkembangan mutakhir penelitian *Fusarium* di kawasan tropika. Pros. Kongres Nas. X dan Sem. Ilmiah PFI, Denpasar. 11-18
- Benhamou, N., Rey, P., Cherif, M., Hockenull, J. and Tirilly, Y. 1997. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reaction in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 87, 108-122.
- Budiman, A., Suryaningtyas, H. dan Pawirosoemardjo, S.. 2002. Incidence of *Fusarium* Wood Decay Disease and Its Effect on The Profitability of Rubber Bussiness. IRRDB Symposium, 22 – 26 October 2002, Medan. 14 p
- Burgess, L.W. 1981. General Ecology. in *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. (eds: Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Cook, R.J) The Pennsylvania State University Press, University Park and London
- Cherif, M. and Benhamou, N. 1990. Cytochemical aspects of chitin breakdown during the parasitic action of a *Trichoderma* sp. On *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 80: 1406-1414.
- Correll, J.C, Morelock T.E., Black, M.C., Koike, S.T., Brandenberger, L.P, Dainello, F.J. 1994. Economically important diseases of spinach. *Plant Dis.* 78:653-660
- Fuchs, J.G., Moenne-Loccoz, Y. and Defago, G. 1997. Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to *Fusarium* wilt in tomato. *Plant Dis.* 81, 492-496.
- De Cal. A., Pascual, S. and Melgarejo, P. 1995. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Plant Pathol.* 44, 909-917.

- De Cal, A., Pascual, S. and Melgarejo, P. 1997. Involvement of resistance induction by *Penicillium oxalicum* in the biocontrol of tomato wilt. *Plant Pathol.* 46, 72-79.
- De Cal, A., Garcia-Lepe, R. and Melgarejo, P. 2000. Induced resistance by *Penicillium oxalicum* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Histological studies of infected and induced tomato stems. *Phytopathology* 90, 260-268.
- Duffy, B.K. and Defago, G. 1997. Zinc improves biocontrol of *Fusarium* crown and root rot of tomato by *Pseudomonas fluorescens* and represses the production of pathogen metabolites inhibitory to bacterial antibiotic biosynthesis. *Phytopathology* 87, 1250-1257.
- Fulbright, D.W., Weidlich, W.H., Haufler, K.Z., Thomas, C.S., and Paul, C.P. 1983. Chesnut blight and recovering American chesnut trees in Michigan. *Ban. J. Bot.*, 61: 3146-3171.
- Jarvis, W.R. and Shoemaker, R.A. 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. *Phytopathology* 68, 1679-1680.
- Katsube, K. and Akasaka, Y. 1997. Control of *Fusarium* wilt of spinach by transplanting seedlings pretreated with non-pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 63, 389-394 (in Japanese with English summary).
- Komada, H. 1990. Biological control of *Fusarium* wilt in Japan (p.65-75) in *Biological Control of Soil-borne Plant Pathogen* eds by D. Hornby.
- Larkin, R.P. and Fravel, D.R. 1998. Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organisms for control of *Fusarium* wilt of tomato. *Plant Dis.* 82, 1022-1028.
- Larkin, R.P. and Fravel, D.R. 1999. Mechanisms of action and dose-response relationships governing biological control of *Fusarium* wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* sp. *Phytopathology* 89: 1152-1161.
- Liyanage, A. de S., and Dantanarayana, D. M. 1983. Association of *Fusarium solani* with Root lesions of rubber (*Hevea brasiliensis*) showing leaf wilt in Srilanka. Rubber Research Institute, Agalawatta, Sri Lanka. Notes and brief article, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 80(3):565-567
- Louter, J.H. and Edgington, L.V. 1990. Indication of cross-protection against *Fusarium* crown and root rot of tomato. *Can. J. Plant Pathol.* 12, 283-288.

- Madosingh, C. and Starratt, A.N. 1987. Comparison of antibiotic tolerance, lipids and respiration in the tomato pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. J. Environ. Sci. Health B22, 731-749.
- Marasas, W.F.O., Nelson, P.E., and Toussoun, T.A. 1984. Toxigenic *Fusarium* species. The Pennsylvania State University Press.
- Marois, J.J., Mitchell, D.J. and Sonoda, R.M. 1981. Biological control of *Fusarium* crown rot of tomato under field condition. Phytopathology 71, 1257-1260.
- Muslim, A., Horinouchi, H. and Hyakumachi, M. 2003a. Biological Control of *Fusarium* Wilt of Tomato with Hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* in Greenhouse Conditions. Mycoscience 44: 77-84.
- Muslim, A., Horinouchi, H. and Hyakumachi, M. 2003b. Suppression of *Fusarium* wilt of Spinach with Hypovirulent Binucleate *Rhizoctonia*. Journal of General Plant Pathology 69: 143-150.
- Muslim, A., Horinouchi, H., and Hyakumachi, M. 2003c. Control of *Fusarium* crown and root rot of tomato with hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* in soil and rock wool systems. Plant Disease (87):739-747
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Cook, R.J. 1981. *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. The Pennsylvania State University Press, University Park and London.
- Ogawa, K. and Komada, H. 1984. Biological control of *Fusarium* wilt of sweet potato by non-pathogenic *Fusarium oxysporum*. Ann. Phytopath. Soc. Jpn 50, 1-9.
- Ogura, H. and Ban, M., 1971. *Fusarium oxysporum* caused tomato wilt-disease. II. Existence of *F. oxysporum* causes tomato wilt disease attended with root rot. Res. Rep. of Kochi University, Agric. Sci. 20:71-77.
- Phae, CG., Shoda, M., Kita, N., Nakano, M. and Ushiyama, K. 1992. Biological control of crown and root rot and bacterial wilt of tomato by *Bacillus subtilis* NB22. Ann. Phytopath. Soc. Japan 58: 329-339.
- Rebell, G. 1981. *Fusarium* infections in human and veterinary medicine in *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. (eds: Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Cook, R.J) The Pennsylvania State University Press, University Park and London

- Sato, R., and Araki, T. 1974. On the tomato root-rot disease occurred under vinyl-house conditions in southern Hokkaido. *Ann. Rep. Soc. Plant Protect. N. Jpn.* 25:5-13.
- Semangun, H. 1989. Ekologi patogen tropika dan pemanfaatannya dalam pengendalian penyakit tumbuhan. *Pros. Kongres Nas. X dan Sem. Ilmiah PFI, Denpasar.* 1-7
- Semangun, H. 1993. *Penyakit-Penyakit Tanaman pangan di Indonesia.* Gadjah Mada University Press.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit tanaman Hortikultura di Indonesia.* Gadjah Mada University Press.
- Sivan, A., Ucko, O. and Chet, I. 1987. Biological control of *Fusarium* crown rot of tomato by *Trichoderma harzianum* under field condition. *Plant Dis.* 71, 587-592.
- Sneh, B. 1998. Use of non-pathogenic or hypovirulent fungal strains to protect plants against closely related fungal pathogens. *Biotechnology Advances* 16, 1-32.
- Sonoda, R.M. (1976). The occurrence of *Fusarium* root rot of tomatoes in South Florida. *Plant Dis. Reporter* 60, 271-274.
- Soepena, H. 1982. Bark necrosis on *Hevea* rubber and its control in North Sumatra. *Internat. Conf. Plant Protec. Tropics.* Kualalumpur, March 1982
- Soepena. 1995. Penyakit Bark Necrotic pada tanaman karet. Kumpulan makalah. Lokakarya Pengendalian Penyakit Penting Tanaman Karet. *PUSLIT Karet:20-33:73*
- Summerell, B.A., Salleh, B. and Leslie, J.F. 2003. A Utilitarian approach to *Fusarium* identification. *Plant Disease*, 87: 117-128.
- Suwarto, Siahaan, A. E. dan Soepena, H. 1983. Kasus penyakit Bark necrosis pada tanaman karet klon GYT 577. *BPP-Sungei Putih, Medan*
- Walker, J.C. (1971). *Fusarium* wilt of tomato. Monograph 6. Am. Phytopathological Society, Minneapolis.
- Wibawa, G., Thomas, Tambunan, D.M., Rosyid, J. and Gunawan, A. 1996. Study of the component interactions in *Hevea* based intercropping system. Paper presented on the IRRDB meeting at Beruwala, Sri Lanka. 24 pp

Yamaguchi, K., Sano, T., Arita, M. and Takahashi, M. 1992. Biocontrol of Fusarium wilt of tomato and Verticillium wilt of eggplant by non-pathogenic *Fusarium oxysporum* MT0062. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 58, 188-194.