Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol.V, No. 1 : 1-9 (1999) Artikel (*Article*)

# PROSPEK PENGENDALIAN TERPADU PENYAKIT LODOH PADA PESEMAIAN TANAMAN KEHUTANAN

## *Prospect of Integrated Management of Damping-off on Forest Tree Seedlings*

ACHMAD[1)]

## ABSTRACT

*Damping-off is one of diseases that decreases seedling quantity of most of forest trees. Up till now, control of damping-off by using fungicides is widely applied. However, excessive usage of fungicides is harmful for human being, animal, as well as environment.*

*Integrated management is prospective to be applied in managing damping-off on forest-tree seedlings. This prospect is shown by several choices of techniques to handle the disease other than chemical handling by using fungicides, as mentioned in this paper. However, efforts to make the prospect to be achieved are still needed. Focused and well-planned research must be done to combine compatible techniques to support integrated management of damping-off on forest-tree seedlings.*

## PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) dicanangkan pembangunannya sejak tahun 1984. Tujuan pembagunan HTI adalah (i) menunjang pertumbuhan industri perkayuan dengan penyediaan bahan baku yang diperlukan secara mantap dan berkesinambungan, (ii) menunjang ekspor kayu olahan di samping memenuhi kebutuhan kayu di dalam negeri, (iii) meningkatkan potensi kayu pada kawasan hutan produksi, terutama pada areal yang kurang/ tidak produktif, dan (iv) memperluas lapangan kerja dan kesempatan berusaha (Mangundikoro, 1984).

Pembangunan HTI yang berimplikasi dengan penanaman pohon sejenis pada skala luas, menuntut tersedianya bibit berkualitas tinggi dalam jumlah yang cukup. Serangan patogen lodoh dapat merupakan salah satu penyebab utama berkurangnya jumlah semai yang disediakan. Berkurangnya jumlah semai dapat menimbulkan gangguan tidak hanya dalam bentuk finansial melainkan juga dalam bentuk gangguan program. Oleh karena itu penyakit ini perlu dikendalikan semaksimal mungkin.

Fungisida, yang efeknya cepat teramati dan mudah pelaksanaannya, merupakan cara pengendalian penyakit yang banyak diterapkan. Meskipun demikian diketahui bahwa pengaruh residu bahan kimia pemberantas organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu kini

---

[1)] Staf pengajar dan peneliti pada Lab. Patologi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

langkah penanggulangan terpadu terhadap OPT digencarkan. Pengendalian OPT terpadu sangat mendukung tercapainya pengendalian OPT di lapangan secara efektif, efisien, dan aman. Efektif, yaitu tepat sasaran dan dengan kemampuan pengendalian yang tinggi; efisien, yaitu layak baik ditinjau dari sisi ekonomi maupun waktu; aman, yaitu tidak membahayakan bagi manusia, ternak, maupun lingkungan. Prospek pengendalian terpadu penyakit lodoh pada semai tanaman kehutanan dipaparkan dalam tulisan ini didasarkan pada penggunaan metode-metode pengendalian selain metode kimiawi yang telah diteliti atau direkomendasikan.

## PENYAKIT LODOH PADA PESEMAIAN TANAMAN KEHUTANAN

Lodoh (*damping-off*) merupakan terminologi bagi setiap penyakit yang berakibat busuknya semai atau tajuk muda yang masih sukulen secara cepat. Penyakit ini disebabkan oleh sejumlah fungi penghuni tanah yang merupakan parasit fakultatif tanpa disertai kekhususan dengan inangnya (Hartley, 1921). Hifa patogen menyebar melalui tanah, dan infeksi terjadi melalui penetrasi secara langsung pada epidermis yang masih lemah yang melindungi jaringan sukulen inang (Boyce, 1961).

Serangan patogen umumnya sudah mulai tampak pada minggu pertama setelah benih berkecambah hingga semai berumur empat atau lima minggu. Gejala umum serangan patogen ini adalah membusuknya hipokotil tepat di atas permukaan tanah atau bagian akar, yang berakibat semai layu dan mudah rebah, kemudian diikuti matinya semai (Hodge dan Luchle, 1959).

Kisaran inang fungi penyebab penyakit lodoh sangat luas. Hampir semua jenis konifer yang telah dibudidayakan bersifat rentan terhadap penyakit ini, juga beberapa jenis pohon kayu keras. Meskipun demikian tingkat kerentanannya sangat bervariasi dengan lokasi yang berbeda, tergantung pada kondisi tanah dan iklim serta jenis fungi patogen yang menyerang (Boyce, 1961). Serangan patogen ini pada penyediaan semai pinus di berbagai pesemaian di Indonesia dapat mencapai 40-60 % (Sudjud, 1978). Patogen juga menyerang jenis-jenis pesemaian tanaman kehutanan lainnya, seperti akasia dan eukaliptus.

Serangan patogen lodoh dapat terjadi pada tiga fase pertumbuhan inang, yaitu :

1. Serangan terjadi pada benih yang baru ditanam dan belum berkecambah sehingga benih menjadi busuk, disebut lodoh benih (*germination-loss*) (Hartley, 1921).
2. Serangan terjadi pada benih yang sudah berkecambah tetapi belum sempat muncul ke permukaan tanah, sehingga kecambah mati di dalam tanah, disebut lodoh dalam tanah (*pre-emergence damping-off*) (Wright, 1944).
3. Serangan yang terjadi pada benih yang telah berkecambah dan telah muncul di permukaan tanah disebut lodoh batang (*post-emergence damping-off*), umumnya terjadi pada semai berumur antara satu hingga empat minggu (Wright, 1944). Serangan pada fase ini sangat banyak menimbulkan kematian semai. Boyce (1961) membedakan serangan pada fase ini ke dalam lodoh pangkal batang (*soil-infection type*) jika invasi patogen terjadi pada akar atau pada hipokotil dekat permukaan tanah,

dan lodoh tajuk (*top-infection type* atau *top damping-off*) jika patogen menyerang kotiledon atau hipokotil bagian atas.

Pada lodoh pangkal batang, patogen dengan cepat menyebar dalam jaringan inang, terutama dalam akar, sehingga semai menjadi layu atau rebah sebelum layu. Kerebahan semai sebelum layu bukan disebabkan oleh terhentinya suplai air melainkan akibat membusuknya hipokotil tepat di atas permukaan tanah ketika jaringan di atasnya masih segar. Lodoh tajuk tidak lazim ditemui, tetapi dapat sangat merusak terutama pada pesemaian yang padat setelah suatu periode cuaca berawan dan hujan (Boyce, 1961).

Fungi patogen lodoh merupakan fungi yang hidup secara saprofitik pada permukaan bagian atas tanah, yang bila kondisi lingkungannya menguntungkan dapat menjadi patogen yang sangat virulen. Beberapa jenis fungi yang diketahui merupakan patogen lodoh antara lain *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, dan *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Botrytis cinerea*, *Cylindrocarpon* sp., *Sclerotium* sp., dan *Pestalozia* sp. (Boyce, 1961).

## KOMPONEN PENGENDALIAN TERPADU PENYAKIT LODOH

Pengendalian terpadu didefinisikan sebagai manajemen sistem, di dalam konteks yang berhubungan dengan lingkungan dan populasi dinamik spesies organisme pengganggu tanaman (OPT), dengan memanfaatkan semua teknik dan metode yang cocok untuk menjaga populasi OPT tetap berada di bawah ambang ekonomi (FAO *dalam* Zadoks dan Schein, 1979).

Berbagai teknik telah dikembangkan dalam pengendalian penyakit tanaman hingga saat ini. Oka (1993) mengemukakan beberapa teknik tersebut, yaitu pengendalian secara budidaya (kultur teknik), fisik, hayati, penggunaan varietas tahan, eradikasi, eksklusi, proteksi dan terapi secara kimiawi, dan perundang-undangan. Zadoks dan Schein (1979) mengemukakan enam metode pengendalian penyakit, dan tiap metode tersebut mereka rinci lebih lanjut. Keenam metode tersebut adalah: menghindari patogen, eksklusi patogen, eradikasi patogen, perlindungan tanaman, pengembangan inang tahan, dan terapi terhadap tanaman sakit. Pengendalian terpadu mengkombinasikan teknik-teknik pengendalian tersebut. Dalam memadukan teknik-teknik yang ada, kecocokan (kompatibilitas) dan saling berpengaruh positif (sinergisme) antar teknik pengendalian menjadi pertimbangan.

Untuk kasus penyakit lodoh, Hartley (1921) mengemukakan bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh sejumlah fungi penghuni tanah yang merupakan parasit fakultatif tanpa disertai kekhususan dengan inangnya. Pernyataan tersebut mengisyaratkan bahwa patogen lodoh adalah fungi setempat (*in situ*) di lokasi pengelolaan semai. Oleh karena itu teknik-teknik pengendalian yang sebaiknya dipertimbangkan untuk dipadukan adalah teknik-teknik selain eradikasi, eksklusi terutama melalui karantina, ataupun perundang-udangan, karena teknik-teknik tersebut kurang tepat diterapkan terhadap patogen *in situ*.

Penggunaan bahan kimia tidak dihilangkan sama sekali dalam penerapan pengendalian terpadu, melainkan ditekan seminimal mungkin. Pengendalian secara kimiawi tetap dilakukan bila tidak ada penggantinya. Oleh karena itu dalam pengembangan teknik pengendalian terpadu terhadap penyakit lodoh yang diutamakan adalah mencari teknik-teknik pengendalian pengganti teknik pengendalian kimiawi, atau setidaknya mengurangi penggunaan bahan kimia untuk pengendalian selama tahap pesemaian tanaman kehutanan. Terhadap penyakit lodoh, pengendalian secara fisik, hayati, kultur teknik, dan penggunaan inang tahan, merupakan komponen-komponen pengendalian yang dapat dimanfaatkan. Komponen-komponen tersebut dirinci lebih lanjut dalam tindakan perawatan benih, penyiapan media pengecambahan dan atau media pesemaian, penanganan dan pemeliharaan kecambah dan semai, serta perolehan inang yang tahan penyakit lodoh, sebagaiman dibahas dalam subbab-subbab berikut. Tahap lanjut yang diperlukan adalah pemaduan teknik-teknik pengendalian yang kompatibel untuk diaplikasikan, sehingga dicapai pengendalian terpadu yang efektif, efisien, dan aman.

## Perawatan Benih

Lazimnya perawatan benih dilakukan dengan perlakuan menggunakan fungisida. Neergaard (1977) mengemukakan teknik-teknik lainnya yang dapat diteliti lebih lanjut untuk diterapkan pada benih tanaman kehutanan. Teknik tersebut antara lain: perendaman benih dalam air panas pada suhu tertentu selama waktu tertentu, perendaman benih dalam air dalam kondisi anaerobik, penjemuran benih di bawah terik sinar matahari selama 1 jam setelah sebelumnya direndam dalam air selama 4-5 jam di tempat yang teduh, atau pengaliran uap panas dengan suhu tertentu selama waktu tertentu ke lot benih.

Perlakuan benih menggunakan filtrat biakan fungi mikoriza dilaporkan oleh Park (1970). Perendaman benih *Pinus resinosa* selama 12 jam dalam filtrat biakan *Lactarius* sp. mampu melindungi benih tersebut dari serangan patogen lodoh *Pythium irregulare* dan *Rhizoctonia praticola*, sehingga benih yang berkecambah mencapai 93%, sedang bila benih direndam dalam air steril, perkecambahannya hanya 7%.

Achmad (1999) merangkum hasil penelitian tentang kemampuan fungi mikoriza menghasilkan antibiotik, baik dalam biakan murni maupun dalam bentuk asosiasinya dengan perakaran inang. Jenis fungi yang menghasilkan antibiotik tersebut antara lain *Lactarius deliciosus*, *Lactarius cerealis* var. *piceina*, *Lactaria laccata*, dan *Boletus* (*Suillus*) *luteus*. Antibiotik tersebut yang diduga berperan menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen lodoh.

Selain dari fungi mikoriza, filtrat yang mengandung antibiotik juga dapat diperoleh dari biakan fungi antagonis, seperti dari *Trichoderma* sp., karena hasil studi antagonisme *in vitro* yang dilakukan Achmad (1997) menunjukkan terbentuknya zona penghambatan yang merupakan indikasi awal terlibatnya antibiotik dalam antagonisme tersebut. Penelitian masih diperlukan untuk memperoleh filtrat biakan yang efektif untuk perawatan benih, termasuk metode yang ekonomis bagi perolehan filtrat untuk skala lapangan.

## Media Pengecambahan dan atau Pesemaian

Sebagaimana pada perawatan benih, bahan kimia untuk pengendalian patogen, termasuk patogen lodoh, juga digunakan dalam penyiapan media pengecambahan ataupun media semai. Boyce (1961) mengemukakan bahwa fumigasi bedeng pesemaian dengan metil bromida merupakan salah satu cara pengendalian secara kimia yang telah dilakukan. Fumigasi tersebut disamping menekan lodoh juga menyebabkan semai tumbuh lebih tegar dan gulma dapat ditekan. Perlakuan tanah pesemaian dengan bubuk aluminium sulfat atau besi sulfat memberikan hasil baik dalam menekan serangan lodoh pada pesemaian konifer. Selain pengendalian secara kimia, dapat dilakukan pengendalian secara fisik atau secara hayati melalui perlakuan media tanam.

Untuk pengendalian secara fisik, sterilisasi tanah merupakan upaya yang lazim diterapkan untuk menekan penyakit lodoh. Meskipun demikian cara tersebut sangat tidak praktis bila diterapkan dalam skala besar. Pada pesemaian yang menggunakan tanah berat, pencampuran dengan pasir pada perbandingan tertentu dilaporkan dapat memban-tu menekan serangan lodoh. Upaya fisik yang lain adalah dengan menjaga tanah pesemaian agar tidak terlalu lembab, dan diusahakan semai mendapat cahaya dengan intensitas yang cukup (Boyce, 1961).

Upaya penjemuran media pesemaian *Acacia mangium* yang terdiri atas cam-puran tanah dan pasir (2:1 v/v) setebal 4 cm di atas lantai beton bebas naungan dan ditutup plastik hitam selama 8 jam (2 hari) telah dilakukan oleh Herawan (1987). Hasil-nya menunjukkan bahwa penjemuran yang mengakibatkan naiknya suhu tanah hingga 42.5°C tersebut mampu menurunkan serangan lodoh benih dan lodoh dalam tanah dari 20.66% pada media tanpa penjemuran menjadi 2.00%, sedang lodoh batang turun dari 20.67% menjadi 2.00%. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Rumdono (1988) menunjukkan penjemuran media pesemaian dengan ketebalan 8 cm selama 8 jam (2 hari) sama efektifnya dengan sterilisasi tanah dalam otoklaf pada suhu 120°C dengan tekanan 1 kg/cm$^2$ selama 15 menit untuk menekan penyakit lodoh pada *A. mangium.*

Sudjud (1978) melaporkan bahwa penjemuran tanah pesemaian, pencampuran dengan pasir, dan pengaturan frekuensi penyiraman pesemaian memberikan kondisi yang kurang menguntungkan bagi patogen sehingga serangan lodoh terhadap *P. merkusii* tidak seberat pada pesemaian tanpa perlakuan.

Dalam kaitannya dengan pengendalian secara hayati, Zadoks dan Schein (1979) mengemukakan bahwa metode pengendalian tersebut sering dibahas bersamaan dengan pengendalian yang lebih bersifat kultur teknik, seperti rotasi, pemanfaatan tanaman pupuk hijau, dan metode lain yang langsung atau tidak langsung mempengaruhi tingkat populasi patogen, dan sering dilakukan melalui pemberian kondisi yang menguntungkan bagi jazad mikro pesaing patogen. Dalam definisi yang lebih khusus, pengendalian hayati melibatkan penggunaan secara langsung interaksi negatif - berupa patogenesis, kompetisi, antibiosis, atau antagonisme - untuk mengatur populasi patogen.

Infestasi media pesemaian dengan agen antagonis merupakan upaya secara hayati yang dapat dilakukan untuk mengendalikan penyakit lodoh. *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. merupakan fungi antagonis yang telah dilaporkan mampu menghambat patogen lodoh (Boyce, 1961; Baker dan Cook, 1974). Sudjud (1983) melaporkan bahwa fungi antagonis *Trichoderma* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp., *Pythium* sp. dan *Rhizoctonia* sp. yang merupakan patogen lodoh pada pinus.

Achmad (1997) mempelajari antagonisme *in vitro* fungi antagonis *T. harzianum* dan *T. pseudokoningi* terhadap fungi patogen lodoh pada pinus, yaitu *Rhizoctonia solani* dan *Fusarium oxysporum.* Kedua fungi antagonis mampu menghambat pertumbuhan masing-masing jenis patogen. Zona penghambatan terbentuk pada antagonisme antara *T.*

*harzianum* dengan kedua fungi patogen, baik pada medium PDA maupun MEA. Pada antagonisme dengan *T. pseudokoningii*, terbentuknya zona penghambatan dipenga-ruhi oleh medium yang digunakan, yaitu zona hanya terbentuk pada medium MEA.

Hernawan (1997) telah menguji kemampuan isolat *T. harzianum* yang sama dengan yang digunakan Achmad (1997) sebagai pelindung hayati terhadap *F. oxysporum* dan *R. solani* melalui percobaan secara *in vivo* pada semai pinus umur 2 minggu. Hasil-nya menunjukkan bahwa pada semai umur 2 minggu, pesentase semai mati akibat serang-an *F. oxysporum* dan *R. solani* serta kombinasi kedua jenis patogen berturut-turut sebesar 77.7%, 94.4%, dan 100.0% dapat ditekan berturut-turut menjadi 30.6%, 36.1%, dan 38.8% oleh infestasi *T. harzianum*. Kedua hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa kemampuan penghambatan secara *in vitro T. harzianum* terhadap kedua jenis patogen lodoh diikuti kemampuan perlindungan hayati fungi antagonis tersebut melalui pengujian secara *in vivo*.

Untuk penerapan penggunaan agen antagonis tersebut, perlu diteliti lebih lanjut perbanyakan massal inokulum yang ekonomomis untuk skala lapangan beserta teknik aplikasinya. Perlu pula dilakukan penelitian untuk memperoleh isolat agen antagonis unggulan selain yang telah dilaporkan.

**Penanganan dan Pemeliharaan Kecambah dan Semai**

Setidaknya terdapat dua cara yang dapat diterapkan dalam menangani kecambah tanaman kehutanan. Cara yang pertama adalah pengecambahan benih dilakukan pada bak pengecambahan yang kemudian kecambah diseleksi dan dipindah ke wadah semai. Cara yang ke dua adalah pengecambahan dilakukan langsung pada wadah semai guna menghe-mat biaya tenaga kerja untuk pemindahan kecambah dari bak pengecambahan ke wadah semai. Terhadap kedua cara ini, aspek kultur teknik yang berdampak pengendalian terha-dap penyakit lodoh dapat dilakukan.

Bila pengecambahan dikerjakan terpisah dari pesemaian, pemindahan segera ke-cambah yang sehat ke wadah semai dapat memperkecil peluang terserangnya kecambah oleh patogen lodoh selama ada pada bak pengecambahan. Pengecambahan sekaligus pesemaian langsung pada wadah semai yang terpisah memberi keuntungan melokalisir patogen lodoh sehingga tidak saling mengkontaminasi antar wadah tanam. Keuntungan yang sama juga diperoleh bagi kecambah yang telah dipindahkan dari bak pengecambahan ke wadah semai secara terpisah untuk tiap semai. Penyiraman sebaiknya juga diusahakan menggunakan cara yang tidak membantu tersebarnya patogen lodoh antar wadah semai. Cara penyiraman tersebut misalnya dengan pengkabutan, atau secara curah tetapi dengan ukuran butiran air sekecil mungkin untuk menghindari percikan media antar wadah semai.

Dari sisi kultur teknik, pencampuran tanah pada media pengecambah atau media semai dengan pasir atau kompos lazim dilakukan untuk mendapatkan media remah dan beraerasi baik. Untuk menekan serangan patogen lodoh, tindakan tersebut dipertahankan, dan dapat dilengkapi dengan sterilisasi media melalui penjemuran sebagaimana dikemuka-kan pada subbab sebelumnya, ataupun infestasi media dengan fungi antagonis.

Patogen lodoh mampu menyerang semai selama batangnya masih sukulen. Oleh karena itu periode umur rentan semai terhadap serangan patogen lodoh berbeda-beda antar jenis semai, tergantung dari kecepatan pertumbuhannya. Achmad dkk. (1999) melaporkan bahwa semai *P. merkusii* hingga berumur tujuh minggu masih dapat terserang patogen lodoh, dan baru bebas serangan setelah mencapai umur delapan minggu. Di lain pihak, semai *A. mangium* memiliki periode rentan patogen lodoh yang lebih pendek, yaitu hingga berumur 12 hari, sedang semai berumur 16 hari telah bebas dari serangan lodoh. Karena selama di pesemaian patogen lodoh masih dapat menyerang dan mematikan semai, penyulaman semai menjadi kegiatan yang selalu dilakukan di pesemaian. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah penggantian media semai, sebagain atau seluruhnya, sebelum semai baru ditanam untuk menghindari terserangnya semai baru tersebut oleh patogen lodoh yang sudah terdapat pada media tanam sebelumnya.

Pemberian pupuk dasar dan pupuk tambahan pada pesemaian tujuannya memenuhi kebutuhan nutrisi semai agar pertumbuhannya maksimal. Tindakan ini memberi efek ikutan berupa peningkatan ketahanan semai terhadap patogen lodoh, karena semai yang tumbuh cepat memungkinkan terhindar dari serangan patogen lodoh. Hal ini mendukung pendapat Agrios (1980) bahwa nutrisi dapat menjadi salah satu faktor yang mendukung terhindarnya inang dari serangan patogen.

Langkah-langkah penanganan dan pemeliharaan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan kimia untuk mengendalikan patogen lodoh di pesemaian.

**Perolehan Inang yang Tahan Serangan Patogen Lodoh**

Penggunaan inang tahan merupakan cara pengendalian penyakit yang mudah, murah, dan aman. Untuk memperoleh inang yang tahan penyakit lodoh, dalam hal ini benih dan semai tanaman kehutanan, diperlukan pohon-pohon plus sebagai sumber benih yang darinya dapat diperoleh inang tahan tersebut, serta terdapatnya kriteria yang tepat untuk menyeleksi ketahanan yang dikehendaki.

Achmad dkk. (1997) mempelajari mekanisme pertahanan semai *P. merkusii* terha-dap serangan patogen lodoh. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar lignin batang semai dan aktivitas enzim peroksidase berhubungan dengan ketahanan semai terhadap penyakit lodoh. Laju produksi lignin yang tinggi diharapkan diikuti oleh pengerasan batang semai secara cepat sehingga memperpendek periode rentan terhadap semai. Peroksidase merupakan salah satu enzim yang berperan dalam proses sintesis lignin dari monomernya. Oleh karena itu aktivitas peroksidase yang tinggi mendukung laju pembentukan lignin yang tinggi pula.

Dari hasil tersebut, diharapkan semai yang mampu memproduksi lignin dengan laju yang tinggi atau yang memiliki aktivitas peroksidase yang meningkat cepat juga memiliki ketahanan yang tinggi terhadap serangan patogen lodoh. Ketahanan semai dalam hal ini dapat berkaitan dengan terhindarnya dari serangan lodoh karena semai tumbuh cepat sehingga periode rentan lodoh diperpendek, atau berkaitan dengan lebih kerasnya batang semai karena kadar ligninnya yang lebih tinggi sehingga menimbulkan efek pertahanan fisik terhadap penetrasi patogen. Lignifikasi merupakan mekanisme umum pertahanan inang terhadap penyakit. Untuk kasus pertahanan terhadap patogen lodoh, peran lignifikasi dalam ketahanan merupakan suatu hal yang wajar mengingat sifat patogen lodoh yang, sebagaimana dikemukakan Hartley (1921), merupakan fungi fakultatif penghuni tanah tanpa kekhususan dengan inangnya. Sifat patogen yang demikian mengisyaratkan bahwa mekanisme pertahanan yang berperan pada inang terhadap penyakit yang ditimbulkan patogen tersebut juga mekanisme pertahanan yang sifatnya umum tanpa kekhususan dengan patogennya.

Lot-lot benih atau populasi semai yang dihasilkan oleh pohon-pohon plus yang berbeda dapat diuji laju produksi ligninnya atau aktivitas peroksidasenya. Berdasarkan hasil pengujian tersebut ditentukan pohon-pohon plus yang mana yang dapat diandalkan sebagai sumber benih dan semai yang tinggi tingkat ketahanannya terhadap serangan patogen lodoh. Pemikiran perolehan inang tahan penyakit lodoh ini kiranya dapat diwujudkan melalui penelitian.

## KESIMPULAN

Pengendalian terpadu prospektif diterapkan terhadap penyakit lodoh pada pesemaian tanaman kehutanan. Prospek tersebut terlihat dari tersedianya banyak pilihan pengendalian selain pengendalian secara kimiawi.

Pengendalian dapat bersifat langsung menekan patogen lodoh melalui tindakan perawatan benih dan penyiapan media pengecambahan dan atau media semai. Pengendalian dapat pula bersifat tidak langsung, melainkan sebagai akibat ikutan dari tindakan kultur teknik dalam penanganan dan pemeliharaan kecambah dan semai, yang berakibat tertekannya patogen lodoh atau meningkatkan 'ketahanan' semai terhadap serangan patogen lodoh. Di samping itu dimungkinkan pula menyeleksi pohon plus yang mampu menghasilkan semai yang tinggi tingkat ketahanannya terhadap penyakit lodoh. Untuk mewujudkan prospek tersebut diperlukan dukungan kegiatan penelitian yang terencana dan terarah untuk memadukan teknik-teknik yang kompatibel dalam mendukung pengendalian terpadu. Diharapkan melalui langkah tersebut dapat dicapai pengendalian penyakit lodoh pada pesemaian tanaman kehutanan yang efektif, efisien, dan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad, 1999. Peran Mikoriza Sebagai Agen Hayati. Bahan Kuliah pada Workshop Mikoriza "Aplikasi Cendawan Mikoriza pada Tanaman Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan", diselenggarakan oleh Asosiasi Mikoriza Indonesia - PAU Bioteknologi IPB - Badan Litbang Dephutbun - The British Council. Bogor, 27 September - 2 Oktober.

Achmad, S. H., E.N. Herliyana, dan A. Setiawan, 1999. Patogenisitas *Rhizoctonia solani* pada Semai *Pinus merkusii* dan *Acacia mangium*. Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. V, No. 1.

Achmad, S. H., S. Harran, E.G. Sa'id, B. Satiawihardja, dan K. Kardin, 1977. Biochemical Defense of Pinus merkusii Seedlings Againts Damping-off Pathogens. Proc. of the 6$^{th}$ Internat. Workshop of BIO-REFOR, Brisbane, Australia.

Achmad. 1997. Mekanisme Serangan Patogen dan Ketahanan Inang serta Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh pada *Pinus merkusii*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Agrios, G.N., 1980. Escapes from Disease, hlm.18-37. *Dalam* J.G. Horsfall dan E.B. Cowling (*peny.*) Plant Disease an Advanced Treatise, vol V: How Plant Defend Themselves. Academic Press, New York - NY.

Boyce, J. S., 1961. Forest Pathology. McGraw-Hill Co., Inc., New York. 368 hlm.

Baker, K.F. and R.J. Cook., 1974. Biological control of Plant Pathogens. WH Freeman & Co., San Francisco. 433 hlm.

Hartley, C., 1921. Damping-off in forest nursery. Bull. no. 34, pp. 1-90. Bureau of Plant Industry, Washington.

Herawan. 1987. Pengaruh Lama Penjemuran Tanah terhadap Timbulnya Penyakit Lodoh (*"damping-off"*) pada *Acacia mangium* Willd. Skripsi sarjana. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda. 53 hlm.

Hernawan, H., 1997. Kemampuan *Trichoderma* sp. Sebagai Pelindung Hayati Terhadap Patogen lodoh (*Rhizoctonia* sp. dan *Fusarium* sp.) pada Semai *Pinus merkusii* yang Berumur Dua Minggu dan Empat Minggu. Skripsi Sarjana. Jurusan Manajemen Hutan Fahutan IPB, Bogor. 42 hlm.

Mangundikoro, A., 1984. Rencana Pembangunan Timber Estates, hlm. 43-77. *Dalam* S. Widarmana, B. Tambunan, I.M. Padlinurjaji, dan F.G. Sarajar (*peny.*), Kini Menanam Esok Memanen. Prosiding Lokakarya Pembangunan Timber Estates, 29-31 Maret 1984. Fakultas Kehutanan IPB -Departemen Kehutanan, Bogor.

Neergaard, P., 1977. Seed Pathology. The Macmillan Press Ltd., London. 839 p.

Oka, I.N., 1993. Pengantar Epidemiologi Penyakit Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.92 hlm.

Park, J.Y., 1970. Antifungal effect of an ectotrophic mycorrhizal fungus, *Lactarius* sp., associated with basswood seedlings. Can. J. Microbiol., 16:798.

Rumdono, U., 1988. Pengaruh Lama Penjemuran Tanah Dengan Berbagai Ketebalan terhadap Perkembangan Penyakit Lodoh ("damping-off") pada *Acacia mangium* Willd. Skripsi sarjana. Fakultas Kehutanan Univ. Mulawarman, Samarinda. 47 hlm.

Sudjud, D.A., 1978. Pengaruh Penyiraman, Penambahan Pasir dan Sterilisasi Medium Kecambah Terhadap Timbulnya "Damping-off" pada *Pinus merkusii* di Cikole, KPH Bandung Utara. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor. 12 hlm.

Sudjud, D.A., 1983. Tinjauan Antagonisme Antara *Trichoderma* sp. dengan *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. dan *Fusarium* sp. Dalam Rangka Usaha Pengendalian/-Penekanan Secara Biologis terhadap Kerugian Akibat "Damping-off". Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.

Suharti, Mieke., 1973. Penyebab dan Pengaruh Lingkungan terhadap Timbulnya Penyakit "Damping-off" pada pesemaian *Pinus merkusii* Jungh et de Vries. Lembaga Penelitian Hutan, Bogor. 36 hlm.

Zadoks, J.C. dan R.D. Schein, 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford Univ. Press, New York - Oxford. 427 p.