

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa tercurah ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karuniaNya makalah dengan judul "Pengaruh Beberapa Faktor Lingkungan terhadap Kehidupan *Phytophthora* di Dalam Tanah" dapat terselesaikan. Makalah ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai faktor-faktor lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan *Phytophthora* dalam tanah, sehingga dapat dijadikan acuan dalam manipulasi lingkungan untuk mengendalikan jamur patogen tersebut.

Penyusun berharap bahwa makalah ini dapat bermanfaat baik untuk dunia keilmuan maupun untuk kegiatan praktek dan aplikasi di lapangan. Namun demikian, penyusun menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan makalah ini baik isi maupun bahasannya, sehingga saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan makalah ini sangat penyusun harapkan.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini.

Bandung, Desember 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	1
<i>Phytophthora</i> dan Penyakit yang Ditimbulkannya	2
Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan <i>Phytophthora</i>	3
A.Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Daya Tahan Hidup <i>Phytophthora</i>	4
B.Pengaruh Interaksi <i>Phytophthora</i> dengan Mikroorganisme Lain.....	6
C.Pengaruh Bahan Organik dari Beberapa Jenis Gulma terhadap Perkembangan <i>Phytophthora</i>	8
D.Pengaruh Tanah Suppressive terhadap Perkecambahan Sporangia <i>Phytophthora</i>	9
E.Pengaruh Eksudat Akar terhadap Perkecambahan Klamidospora <i>Phytophthora</i>	11
PENUTUP	12
DAFTAR PUSTAKA	13

**PENGARUH BEBERAPA FAKTOR LINGKUNGAN
TERHADAP KEHIDUPAN *Phytophthora* DI DALAM TANAH**

MAKALAH

Disusun Oleh :

**Sri Hartati, SP., MSi.
NIP 132 316 906**



**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

2007

PENDAHULUAN

Phytophthora sp. tergolong famili Phythiaceae merupakan patogen tular tanah (*soil borne*), yang terdiri dari beberapa spesies penyebab penyakit penting pada berbagai macam tanaman mulai dari tanaman semusim sampai tanaman tahunan seperti tomat, kentang, strawberry, pepaya, lada, pinus dan sebagainya. Beberapa spesies *Phytophthora* penyebab penyakit penting diantaranya adalah *P. palmivora*, *P. parasitica*, *P. capsici*, *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. radiata*, *P. infestans* dan lain-lain.

Penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *Phytophthora* menjadi penting pada daerah tropik karena kondisi hujan yang mendukung penyebaran dan perkembangan sporangia dan zoospora (Ann, 1994). Dalam pertumbuhan, sporulasi dan infeksi, *Phytophthora* banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya adalah kelembaban tanah, tersedianya bahan organik, pH tanah dan keberadaan mikroorganisme lain.

Kelangsungan hidup suatu patogen dapat meningkat apabila selain hidup sebagai parasit tanaman, juga mempunyai kemampuan hidup tanpa tanaman inang misalnya dengan membentuk struktur dorman atau propagul istirahat dan hidup saprofitik. Kemampuan hidup *Phytophthora* tanpa tanaman inang, beraneka ragam. Semua struktur *Phytophthora* kecuali klamidospora dan oospora akan mati pada kondisi kering. Sporangia, zoospora atau miselium hanya dapat bertahan dalam tanah yang lembab.

Pengetahuan tentang ekologi atau faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan *Phytophthora*, sangat dibutuhkan dalam pengendalian patogen tersebut.

Phytophthora dan Penyakit yang Ditimbulkannya

Phytophthora adalah anggota Oomycetes yang disebut juga sebagai jamur lendir air (*water mold*), merupakan peralihan antara jamur air ke jamur darat. Genus *Phytophthora* termasuk dalam famili Pythiaceae, yang mempunyai ciri-ciri adanya sporangium pada hifa somatik atau pada sporangiofor, yang pertumbuhannya tidak terbatas (*sympodial*) (Agrios, 1997).

Spesies dari *Phytophthora* dapat menyebabkan bermacam-macam penyakit pada berbagai macam tanaman dengan tingkat pertumbuhan yang berbeda-beda. Tanaman yang dapat diserang mulai dari kecambah tanaman sayuran semusim, tanaman hias sampai tanaman kehutanan.

Sebagian besar spesies *Phytophthora* menyebabkan busuk akar, *damping off* pada perkecambahan dan busuk batang umbi dan corm seperti yang disebabkan oleh *Pythium* sp. Spesies lain menyebabkan busuk buah dan beberapa menyebabkan hawar pada daun, ranting muda dan buah.

Beberapa spesies hanya menyerang satu atau dua spesies tanaman, dengan gejala yang sama atau berbeda. *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. cinnamomi*, *P. citrophthora*, *P. fragariae*, *P. palmivora* dan *P. syringae* menyebabkan busuk akar, busuk pangkal batang, hawar ranting, busuk buah pada tanaman hias, tanaman buah-buahan dan tanaman kehutanan (Agrios, 1997). Beberapa spesies lain seperti *P. capsici*, *P. cryptogea*, *P. megasperma* dan *P. parasitica*, menyebabkan akar, batang dan buah menjadi busuk.

Menurut Agrios (1997), kerusakan yang ditimbulkan oleh *Phytophthora* pada akar dan batang, terjadi pada kondisi tanah yang lembab pada suhu antara 15 dan 23°C dimana pada kondisi ini pertumbuhan tanaman menjadi baik dan rentan.

Tanaman tahunan dan kecambah yang terserang kemungkinan akan mati dalam beberapa hari, minggu atau bulan, sedangkan pada tanaman tua proses kematian dapat berlangsung lambat atau cepat, tergantung pada populasi jamur di dalam tanah dan kondisi lingkungan. Gejala yang terlihat pada tanaman tua adalah berkurangnya jumlah daun, daun menguning dan *dieback* pada ranting dan cabang.

Semua tanaman yang diserang oleh *Phytophthora* menunjukkan kematian akar-akar yang kecil dan adanya nekrotik berupa lesio berwarna coklat pada akar-akar yang tua (besar). Pada tanaman muda atau tanaman tua yang sukulen, sistem perakaran menjadi hancur, diikuti oleh kematian tanaman (Agrios, 1997).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan *Phytophthora*

Kehidupan *Phytophthora* di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik biotik maupun abiotik. Daya tahan hidup, sporulasi, kemampuan kolonisasi pada tanaman (kemampuan parasitik), kemampuan bertahan hidup secara saprofitik, kemampuan bersaing dengan organisme lain, kemampuan perkecambahan sporangia dan perkecambahan klamidospora merupakan bagian kehidupan *Phytophthora* yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik maupun abiotik tersebut.

Beberapa faktor lingkungan abiotik dan biotik yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan *Phytophthora*, diantaranya adalah kelembaban tanah/kandungan air tanah, pH tanah, bahan organik, struktur dan tekstur tanah dan adanya interaksi dengan mikroorganisme lain.

A. Pengaruh Kelembaban Tanah terhadap Daya Tahan Hidup *Phytophthora*

Kandungan air tanah merupakan aspek lingkungan dalam tanah yang penting, yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan daya tahan hidup patogen dalam tanah. Perubahan kadar air tanah menyebabkan perubahan terhadap fisik dan kimia tanah serta perubahan organisme di dalam tanah (Hadi *et al.*, 1974).

Sporulasi *Phytophthora* sangat dipengaruhi oleh kandungan air tanah. Air tanah yang berlebihan akan mengurangi kadar oksigen dalam tanah sehingga dapat menghambat sporulasi *Phytophthora* (Mitchell dan Zentmyer, 1971 dalam Manohara *et al.*, 1989). Sebaliknya, keadaan tanah yang kering akan mempengaruhi kelangsungan hidup *Phytophthora* yang sifat hidupnya diantara air dan darat. Jamur yang memiliki sifat hidup seperti ini, peka terhadap semua komponen yang mempengaruhi potensial air seperti kelembaban tanah (Gisi, 1983 dalam Manohara *et al.*, 1989).

Pengaruh kelembaban tanah terhadap kehidupan *Phytophthora* telah diteliti pada spesies *P. palmivora*. Dari hasil penelitian Manohara *et al.* (1989) menunjukkan bahwa *P. palmivora* pada tanah podsolik Bangka dengan kelembaban tanah 60% kapasitas lapang dapat bertahan hidup sampai 20 minggu. Kemampuan bertahan hidup tersebut menurun pada kelembaban lebih kecil atau lebih besar dari 60% kapasitas lapang. Sedangkan pada tanah latosol Bogor, ketahanan hidup *P. palmivora* semakin lama dengan semakin tingginya kelembaban tanah.

Perbedaan kemampuan daya tahan hidup *P. palmivora* pada kedua jenis tanah tersebut diduga karena perbedaan rasio C/N pada kedua jenis tanah tersebut. Sebagaimana diketahui bahwa sumber karbon dan nitrogen dalam tanah sebagai

hasil dekomposisi berbagai bahan organik dapat merupakan substrat bagi mikroorganisme di dalam tanah untuk mempertahankan hidupnya.

Selain perbedaan rasio C/N, perbedaan kandungan air pada kedua jenis tanah (Bangka dan Bogor), juga diduga berpengaruh terhadap perbedaan kemampuan daya tahan hidup *P. palmivora*. Pada kelembaban tanah yang sama, tanah Bogor mengikat air lebih sedikit dibandingkan tanah Bangka. Keadaan tanah yang terlalu kering menyebabkan nutrisi dalam tanah tidak tersedia untuk menunjang kehidupan *P. palmivora*.

Kelembaban tanah juga mempengaruhi kemampuan kolonisasi *P. palmivora*. Kemampuan *P. palmivora* mengkolonisasi tanaman, merupakan bagian penting dalam proses infeksi patogen. Hasil pengujian kemampuan kolonisasi propagul *P. palmivora* menunjukkan bahwa pada kelembaban tanah 40% kapasitas lapang, kemampuan kolonisasi *P. palmivora* dalam tanah Bangka lebih tinggi daripada tanah Bogor, tetapi pada kelembaban tanah yang lebih tinggi kemampuan kolonisasi *P. palmivora* dalam tanah Bogor lebih baik daripada pada tanah Bangka. Kemampuan kolonisasi tersebut menurun sejalan dengan bertambahnya waktu (Manohara *et al.*, 1989).

Pengaruh kelembaban tanah terhadap kemampuan kolonisasi *Phytophthora* berhubungan dengan daya tahan hidup propagul *Phytophthora*. Dalam kondisi kering, zoospora akan mati, sehingga populasi yang ada tidak mampu mengkolonisasi substrat yang tersedia.

Apabila ditinjau dari segi bagian tanaman yang terkolonisasi, ternyata *P. palmivora* mempunyai kemampuan mengkolonisasi akar lebih tinggi dibandingkan batang dan daun. Hal tersebut sejalan dengan keadaan di lapang

yaitu *P. palmivora* lebih banyak menyerang bagian akar dibanding dengan bagian lainnya. Hasil pengujian yang dilakukan oleh Manohara *et al.* (1989) menunjukkan bahwa kemampuan terbaik *P. palmivora* mengkolonisasi bagian tanaman, terjadi pada kelembaban 100% kapasitas lapang.

Selain kemampuan parasitiknya, *P. palmivora* juga memiliki kemampuan bertahan hidup secara saprob. Kemampuan bertahan hidup secara saprob dipengaruhi oleh kelembaban tanah. Semakin tinggi kelembaban tanah maka akan semakin lama daya tahan hidupnya sebagai saprob. Kemampuan hidup saprofitik *P. palmivora* dalam tanah Bogor dengan kelembaban 100% kapasitas lapang mencapai 13 minggu, sedang pada tanah Bangka hanya mencapai 11 minggu (Manohara *et al.*, 1989).

B. Pengaruh Interaksi *Phytophthora* dengan Mikroorganisme Lain

Keberadaan mikroorganisme lain di tanah umumnya berpengaruh terhadap perkecambahan klamidospora *Phytophthora*. Mikroorganisme tanah dapat berperan sebagai antagonis terhadap *Phytophthora*, dengan kemampuan kompetisinya terhadap nutrisi yang terbatas, atau dengan kemampuan antibiosisnya yang bersifat toksik terhadap klamidospora. Dari beberapa penelitian telah dibuktikan terjadinya penekanan terhadap perkecambahan klamidospora *Phytophthora* dengan adanya mikroorganisme tanah. Penekanan perkecambahan klamidospora *P. cinnamomi* lebih terlihat disebabkan karena kompetisi nutrisi daripada karena senyawa fungitoksik (Hadi *et al.*, 1974).

Interaksi *Phytophthora* dengan mikroorganisme lain telah diteliti oleh Dandurand dan Menge (1993) dengan melihat pengaruh kolonisasi *Fusarium*

solani terhadap pertumbuhan akar tanaman jeruk dan kerapatan populasi *P. parasitica*.

Terjadinya kolonisasi *F. solani* pada akar tanaman jeruk menyebabkan menurunnya populasi *P. parasitica*. Penurunan berat akar dan panjang akar tanaman jeruk yang dikolonisasi oleh *F. solani*, rupanya menjadi penyebab turunnya populasi *P. parasitica*. Adanya ujung akar adalah penting terhadap kerapatan dan naiknya populasi *Phytophthora*, karena infeksi oleh zoospora biasanya terjadi tepat dibelakang ujung akar dalam daerah elongasi atau perpanjangan akar. Dandurand dan Menge (1993) menghipotesiskan bahwa kolonisasi akar oleh mikroorganisme pengkoloni akar seperti *F. solani*, dapat secara efektif menurunkan tempat-tempat yang tersedia untuk infeksi *P. parasitica* dan kemudian mempengaruhi kerapatannya dalam rhizosphere. Hal ini dibuktikan dari hasil percobaannya, dimana akar yang dikolonisasi oleh *F. solani* menunjukkan zoospora yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan pada akar yang tidak dikolonisasi.

Berbeda dengan *F. solani*, keberadaan mikroorganisme seperti *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus carbonarius*, *A. Terreusw*, *Penicillium steckii* dan *Pseudomonas putida* tidak merubah panjang dan jumlah akar tembakau dan juga tidak menurunkan infeksi akar oleh *P. parasitica* var. *Nicotianae* dan kerapatan populasinya (Dandurand dan Menge. 1993).

C. Pengaruh Bahan Organik dari Beberapa Jenis Gulma terhadap Perkembangan *Phytophthora*

Pengaruh bahan organik serasah jagung dan padi telah diketahui dapat menekan perkembangan *P. capsici*, bila ditanamkan di dalam tanah (Kasim dan Prayitno, 1991 dalam Hasanah *et al.*, 1992). Penggunaan bahan organik dari beberapa jenis gulma sangat mungkin dilakukan, mengingat substrat hasil dari dekomposisi gulma tersebut.

Gulma yang ditanamkan ke dalam tanah mengalami pelapukan yang dapat menyediakan sumber bahan organik tanah. Dalam proses pelapukan ini, peranan mikroorganisme tanah sangat penting. Menurut Supardi (1983) dalam Hasanah *et al.* (1992), bahan organik mengandung sejumlah zat tumbuh dan vitamin yang pada waktu tertentu dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan mikroba tertentu.

Pengaruh bahan organik dari gulma terhadap perkembangan *P. capsici* pada tanaman lada telah diteliti oleh Hasanah *et al.* (1992). Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan yang diberi jenis gulma petungan (*Setaria palmivolia*), badotan (*S. Hirta*), wedusan (*Agerotum conyzoides*), serta campuran gulma, dapat menekan perkembangan *P. capsici* dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan jenis gulma tersebut kurang disenangi oleh *P. capsici*, sehingga perkembangannya terhambat. Menurut Kasim dan Prayitno (1991) dalam Hasanah *et al.* (1992), petungan dan wedusan merupakan gulma yang resisten terhadap *P. capsici*, karena adanya senyawa-senyawa organik yang bersifat menghambat perkembangan *P. capsici*. Kemungkinan lain yang menyebabkan rendahnya tingkat serangan *P. capsici* pada akar tanaman lada yang diberi perlakuan dengan gulma adalah adanya mikroorganisme antagonis yang

berkembang dengan baik dan mempunyai daya saing yang kuat. Keberadaan mikroorganisme antagonis ini distimulasi oleh sejumlah zat tumbuh dan vitamin yang dihasilkan dari proses perombakan atau pelapukan bahan organik gulma. Pada penggunaan gulma petungan sebagai bahan organik, didapatkan sejumlah mikroorganisme antagonis diantaranya adalah *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Scojilariopsis*, *Gliocladium*, *Verticillium*, *Actinomyces*, *Penicillium*, *Spicaria*, *Rhizopus* dan *Paecilomyces* (Hasanah *et al.*, 1992). Keberadaan mikroorganisme ini, berpengaruh terhadap pembentukan sporangia *P. capsici*.

D. Pengaruh Tanah Suppressive terhadap Perkecambahan Sporangia *Phytophthora*

Pengendalian terhadap patogen tular tanah dengan menggunakan bahan kimia, lebih sulit daripada terhadap patogen tular udara. Oleh karena itu, pengendalian dengan metode lain telah ditekankan sejak 20 tahun yang lalu. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah adalah penggunaan prinsip-prinsip tanah suppressive.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendeteksi keberhasilan aplikasi prinsip tanah suppressive. Hasilnya dilaporkan bahwa tanah suppressive dapat menekan *Fusarium oxysporum f.sp cubense* (Chuang, 1986 dalam Ann, 1994), *F. oxysporum f.sp raphani* (Hwang *et al.*, 1988 dalam Ann, 1994), *Phytophthora capsici* (Lu dan Chuang, 1989 dalam Ann, 1994) dan *P. cinnamomi* (Ko dan Shiroma, 1989 dalam Ann, 1994).

Penelitian aplikasi tanah suppressive untuk melihat pengaruhnya terhadap perkecambahan sporangia *P. parasitica*, *P. palmivora* dan *P. capsici* dilakukan oleh Ann (1994). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penghambatan

perkecambahan sporangia *P. parasitica*, *P. palmivora* dan *P. capsici* terjadi pada tanah suppressive. Di Taiwan, terjadinya penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora* berhubungan dengan penyebaran tanah kondusif pada daerah tersebut.

Dari hasil penelitian Ann (1994), diketahui bahwa penekanan *Phytophthora* pada tanah suppressive tidak berhubungan erat dengan tekstur tanah, warna tanah, atau vegetasi yang ada, sebab tanah suppressive dideteksi pada contoh tanah dari kombinasi tipe tanah dan vegetasi yang berbeda.

Terdapat hubungan antara pH tanah dengan perkecambahan sporangia dari ketiga spesies *Phytophthora*. Beberapa contoh tanah menekan ketiga spesies *Phytophthora* pada pH kurang dari 5.0, hanya beberapa contoh tanah yang menekan pada pH di atas 7.0. Adanya hubungan antara pH tanah dan perkecambahan sporangia ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Ko dan Ho (1983) dalam Ann (1992) untuk *P. cinnamomi*.

Mekanisme penghambatan dari tanah suppressive dengan pH rendah berbeda dengan pada pH tinggi. Perlakuan pemanasan pada tanah suppressive dengan pH rendah menyebabkan penekanan perkecambahan sporangia. Hal ini menunjukkan bahwa faktor penghambatannya adalah faktor abiotik. Sedangkan tanah suppressive dengan pH tinggi, tanah menjadi kondusif setelah diberi perlakuan pemanasan. Penekanan perkecambahan sporangia yang terjadi pada kondisi tanah ini menunjukkan adanya faktor biotik yang bekerja dalam proses penghambatan tersebut (Ann, 1994).

E. Pengaruh Eksudat Akar terhadap Perkecambahan Klamidospora *Phytophthora*

Eksudat akar tanaman terdiri dari asam amino, karbohidrat, vitamin, nukleotida dan enzim (Rovira, 1970). Oleh karena itu, eksudat akar merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah. Eksudat akar dipengaruhi oleh kondisi kandungan air tanah. Pada kondisi kadar air tanah yang rendah akan menyebabkan kurangnya gerak eksudat akar untuk menjauhi permukaan akar. Pengurangan gerak ini dapat mengurangi pula kemungkinan eksudat sampai pada propagul mikroorganisme yang lebih jauh letaknya dari permukaan inang, serta mungkin dapat menahan proses eksudasi selanjutnya dari inang.

Perkecambahan klamidospora *Phytophthora* sangat dipengaruhi oleh eksudat akar. Klamidospora *P. cinnamomi* berkecambah cepat dalam tanah sekeliling akar (rhizosphere) tanaman inang dan bukan tanaman inang. Jadi, perkecambahan klamidospora dalam rhizosphere relatif tidak spesifik. Jika terdapat tanaman inangnya, perkecambahan dari struktur istirahat ini dapat mengakibatkan infeksi dan mengekalkan patogen. Sedangkan perkecambahan klamidospora dalam tanah dengan eksudat dari tanaman bukan inangnya, dapat menyebabkan pertumbuhan saprofitik dan pembentukan spora istirahat baru (Hadi *et al.*, 1974).

PENUTUP

Phytophthora merupakan jamur tanah, yang mampu bertahan lama di dalam tanah. *Phytophthora* dapat menimbulkan berbagai penyakit pada berbagai tanaman, terutama pada bagian perakaran.

Kemampuan hidup dan perkembangan *Phytophthora* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan baik biotik maupun abiotik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan *Phytophthora* diantaranya adalah kelembaban tanah, pH tanah, bahan organik dalam tanah, eksudat akar, dan mikroorganisme lain di dalam tanah.

Pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan *Phytophthora* dapat mempengaruhi proses patogenesa patogen tersebut, sehingga pengetahuan mengenai faktor-faktor tersebut dapat digunakan dalam pengendalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1997. Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press, New York.
- Ann, P.J. 1994. Survey of Soil Suppressive to Three Species of *Phytophthora* in Taiwan. Soil Biol. Biochem. Vol. 26(9): 1239-1248.
- Bruehl, G.W. 1987. Soilborne Plant Pathogens. Mcmillan Publishing Company, New York.
- Dandurand, L.M. and J.A. Menge. 1993. Influence of *Fusarium solani* on Citrus Root Growth and Population Dynamics of *Phytophthora parasitica* and *Phytophthora citrophthora*. The American Phytopathological Society. Vol. 83 (7): 767-771.
- Erwin, D.C. and O.K. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Hadi, S., R. Suseno dan J. Sutakaria. 1974. Patogen Tanaman dalam Tanah dan Perkembangan Penyakit. Institut Pertanian Bogor.
- Hasanah, Andarias M.M., Noneng D., Suranto dan Kamsiyono. 1992. Pengaruh Bahan Organik dari Beberapa Jenis Gulma terhadap Serangan *Phytophthora* pada Tanaman Lada. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri. Vol. XVIII (1-2): 45-48. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Kasim, R. dan Prayitno. 1980. Penelitian *Phytophthora* Lada Asal Lampung dan Bangka. Pemberitaan Lembaga Penelitian Tanaman Industri. No. 37: 72-79.
- Manohara, D., SS. Tjitrosoma, S. Hadi, G. Soepardi, S. Solehudin dan M. Machmud. 1989. Daya Tahan Hidup *Phytophthora palmivora* (Butler) pada Beberapa Tingkat Kelengasan Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Rovira, A.D. 1970. Plant Root Exudates and Their Influence Upon Soil Microorganisms. In F.B. Kenneth and William C.S. Ed. Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens Prelude to Biological Control. University of California Press, Los Angeles and London.
- Semangun, H. 1991. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.