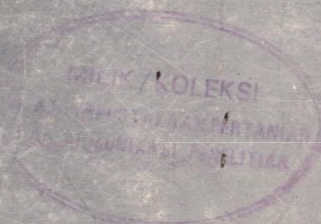


**STRATEGI PENANGGULANGAN
PENYAKIT LAYU PSEUDOMONAS
PADA TANAMAN INDUSTRI
KASUS PADA TANAMAN JAHE**



Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama

Dr. Ir. Djiman Sitepu

633,825-23
SIT
s

**BALAI PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN INDUSTRI
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
DEPARTEMEN PERTANIAN**

BOGÓR, 12 OKTOBER 1991

**STRATEGI PENANGGULANGAN
PENYAKIT LAYU PSEUDOMONAS
PADA TANAMAN INDUSTRI
KASUS PADA TANAMAN JAHE**



Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama

Dr. Ir. Djiman Sitepu

**BALAI PENELITIAN TANAMAN REMPAH DAN OBAT
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN INDUSTRI
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
DEPARTEMEN PERTANIAN**

BOGOR, 12 OKTOBER 1991



RIWAYAT HIDUP

Djiman Sitepu, lahir tanggal 26 September 1936 di Buluhnaman, kab. Karo Sum. Utara, anak tertua dari lima bersaudara; ayah Ng. Sitepu dan ibu S. Meliala; menikah dengan B. Sidabutar SH, pada 19 Juni 1963; dikaruniai 4 orang anak : dr. Ryanto K. Sitepu (26), Dra. Ied V. R. Sitepu (24), Sahala G. Sitepu (23) dan Irnayuli R. Sitepu (20). Pendidikan SR tahun 1946 di Munte/Kabanjahe, SMP tahun 1951 di Kabanjahe, SMA bag. B tahun 1954 di Medan. Sarjana Pertanian dari IPB Bogor tahun 1969, PhD Ilmu Penyakit Tanaman tahun 1984 dari Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide, Australia.

Bekerja sebagai tenaga bulanan pada LPTS-IL (Lembaga Penelitian Tanaman Serat dan Industri Lain) 1964-1969, PNS tahun 1970 pada LPTI (Lembaga Penelitian Tanaman Industri) yang kemudian menjadi Puslitbangtri (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri).

Mengikuti "Plant Protection Course", 3 bulan pada tahun 1976 di Wageningen, Belanda dan "Plant Pathology" selama 12 bulan, 1972/1973 di Adelaide, Australia.

Sejak 1970 menjadi staf peneliti pada Bagian Hama dan Penyakit LPTI di Bogor, Ketua Kelompok Peneliti Hama dan Penyakit (1984-1988), Ketua Kelompok Peneliti Penyakit (1988-sekarang) pada BALITTRO (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat). Anggota Komisi Pestisida (1974-1980), anggota Perlindungan Tanaman Deptan (1987-sekarang), anggota Komisi Pembinaan Tenaga Badan Litbang Pertanian (1988-sekarang), anggota Tim Teknis Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (1986-sekarang, sejak 1989 menjadi Ketua Tim Teknis), anggota Dewan Redaksi Pemberitaan LPTI, 1985-1988, anggota Dewan Redaksi Industrial Crops Research Journal sejak 1989, anggota Dewan Redaksi Journal of Crop Science (1991).

Jabatan fungsional Ahli Peneliti Utama sejak 1 Mei 1989, bidang Penyakit Tanaman. Jumlah karya tulis ilmiah yang ditulis sendiri dan bersama peneliti lain termasuk makalah, review, pelepasan empat varietas lebih dari 100 buah. Keanggotaan profesi ilmiah, anggota / pengurus PFI (Perhimpunan Fitopatologi Indonesia), 1969-sekarang, anggota / pengurus HPTI (Himpunan Perlindungan Tumbuhan Indonesia) 1986-sekarang, anggota APS (Australian Plant Pathology Society), anggota pengurus POKJA (Kelompok Kerja) Tumbuhan Obat Indonesia, anggota/ketua komisariat PERHIPBA (Perhimpunan Peneliti Bahan Obat Alami) sejak 1986.

Hadirin yang saya muliakan,

Dengan rendah hati saya mengajak hadirin untuk mengucapkan puji syukur yang setinggi-tingginya kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, sebab hanya dengan berkat dan pengasihannya kita telah berada dengan selamat dalam ruangan yang megah ini untuk upacara pengukuhan saya dalam Jabatan Ahli Peneliti Utama pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Republik Indonesia.

Sehubungan dengan itu perkenankanlah saya membacakan pidato pengukuhan yang berjudul:

Strategi Penanggulangan Penyakit Layu Pseudomonas pada Tanaman Industri Kasus pada Tanaman Jahe

Isinya terdiri atas (1) Pendahuluan, (2) Beberapa penyakit penting tanaman industri, (3) Potensi *Pseudomonas solanacearum* sebagai kendala produksi, (4) Arti ekonomi penyakit layu, (5) Status pengendalian penyakit, (6) Peluang pengendalian penyakit dengan kultur jaringan, varietas resisten dan musuh hayati, dan (7) Kesimpulan.

PENDAHULUAN

Hadirin yang saya muliakan,

Tanaman industri yang lebih dikenal dengan tanaman perkebunan rakyat, menempati posisi sangat penting dan strategis dalam perekonomian bangsa Indonesia. Arti ekonominya langsung kepada petani sebagai pendapatan dan kepada negara sebagai devisa, dengan kata lain komoditas tanaman industri merupakan komoditas perdagangan yang luas aspeknya. Sebut saja misalnya tanaman cengkeh, lada, kelapa, tembakau, kayu manis, pala, panili, jambu mente, temu-temuan termasuk jahe, minyak atsiri termasuk nilam, jarak dan masih banyak lagi.

Cara petani membudidayakan tanaman industri sangat bervariasi mengikuti pola-pola usahatani pekarangan, galangan, ladang, perkebunan kecil, dll.

Salah satu kendala yang dapat menyebabkan kegagalan usahatani tanaman industri adalah penyakit yang disebabkan oleh berbagai jenis patogen dari golongan bakteri, jamur, ganggang, nematoda, virus dan mikoplasma/sejenisnya. Dari golongan bakteri, khususnya species *Pseudomonas* yang umum menyebabkan penyakit layu, *Pseudomonas solanacearum* menduduki urutan atas dalam masalah yang ditimbulkannya, baik karena tumbuhan inangnya yang besar jumlahnya, karena patogenisitasnya tinggi, maupun karena sifat penularannya yang penuh rahasia.

Mengacu pada isi Tabel 1 saja, 6 - 7 dari 11 tanaman itu diserang penyakit layu *Pseudomonas*. Hal itu sekaligus menjelaskan, betapa berbahayanya penyakit layu dalam budidaya tanaman-tanaman industri.

Tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), salah satu dari golongan tanaman obat tradisional temu-temuan, mempunyai arti ekonomi yang sangat penting bagi banyak petani di Indonesia. Nilai ekonomi tanaman ini adalah rimpangnya yang bermanfaat untuk berbagai kebutuhan manusia, antara lain : jamu, minuman, makanan dan berbagai bahan industri minyak atsiri. Komoditas jahe menempati posisi yang baik sebagai mata dagang ekspor dan kebutuhan dalam negeri.

Pertimbangan di atas dan kesesuaian pertumbuhannya yang luas terhadap iklim dan jenis tanah, telah turut mendorong pengembangan tanaman jahe secara pesat dalam beberapa tahun terakhir ini.

Beberapa propinsi yang telah berhasil mengembangkan dan menjadikan jahe, khususnya Jahe Besar, komoditas perdagangan yang menguntungkan adalah Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur disamping propinsi lain yang sedang mengembangkannya.

Tanaman jahe yang diusahakan petani di beberapa daerah seperti yang disebut di atas, setiap tahun mengalami serangan penyakit, terutama penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Pseudomonas solanacearum*. Kerugian yang ditimbulkan penyakit ini sangat besar, karena dapat menggagalkan panen dan/atau rimpangnya bermutu rendah. Karena itu, penyakit ini merupakan kendala produksi yang selalu menghantui petani selama pra dan bahkan pasca panen.

Sampai sekarang, belum ada cara yang benar-benar efektif yang dapat dilakukan oleh petani untuk menyembuhkan tanaman jahe yang sudah diserang penyakit ini, walaupun sebenarnya sudah ada anjuran yang praktis dengan peluang cukup besar yakni dengan upaya pencegahan, rotasi tanaman, sanitasi dan bibit sehat. Namun salah satu atau semua cara itu sering diabaikan

oleh para petani dan pengusaha jahe. Ada petunjuk kuat, bahwa penyakit layu bakteri jahe semakin meningkat tiap tahun, baik areal maupun intensitas serangannya, seakan-akan mengikuti perkembangan budidaya jahe yang meningkat dan makin intensif.

Keberhasilan penerapan suatu sistem dalam pengendalian penyakit layu perlu didukung oleh penyempurnaan paket teknologi yang sudah ada, pemahaman disertai tindakan yang konsekuen dan konsisten serta penyuluhan yang jelas kepada petani.

Penentuan kasus penyakit layu bakteri pada jahe untuk bahan pidato pengukuhan saya dalam jabatan Ahli Peneliti Utama, adalah atas dasar aspeknya yang cukup luas, khususnya terhadap petani dan pengusaha serta masyarakat pada umumnya; walaupun masih ada penyakit tanaman industri yang lain, yang lebih dikenal masyarakat karena masalah yang pernah menjadi pengalaman dan kepentingan langsung masyarakat petani. Aspek yang dimaksud antara lain :

- (1) Tanaman jahe yang sudah menyatu dengan budaya tradisional rakyat di pedesaan makin meningkat peranannya dalam membantu pemeliharaan kesehatan dan kesejahteraan keluarga.
- (2) Perhatian petani dan pengusaha jahe terhadap kendala penyakit masih terbatas pada pertimbangan kerugian yang ditimbulkannya, artinya belum mencapai kesadaran bahwa masalah itu sebenarnya tidak terlepas dari keseluruhan sistem bercocok tanam. Hal ini tentu juga berlaku bagi tanaman lain.
- (3) Penyakit layu bakteri ini mudah menular tanpa disadari atau disengaja, karena sifat bakterinya. Sekali tanah dicemari, sulit kalau tidak mustahil untuk dibersihkan kembali.
- (4) Keberhasilan menanggulangi penyakit ini, secara tidak langsung mempunyai keuntungan lain, karena bakteri yang satu ini, yang terdiri atas beberapa "race", banyak sekali inangnya, termasuk banyak macam gulma.
- (5) Terbuka peluang untuk menanggulangi penyakit dengan bioteknologi kultur jaringan yang sudah mulai dirintis oleh Puslitbangtri bersama Balitro di Bogor.
- (6) Meningkatkan peran para peneliti, petani, pengusaha dan peminat yang terkait, secara bersama dan berkesinambungan dalam bobot dan mutu pengendalian penyakit tanaman jahe.



- (7) Dengan mengangkat kasus dan masalah ini, diharapkan penelitian dan pengembangannya meningkat termasuk juga semua tanaman obat tradisional yang ribuan jenisnya di tanah air untuk kepentingan semua lapisan masyarakat, yang telah turun temurun sejak nenek moyang kita merasakan manfaatnya.

BEBERAPA PENYAKIT PENTING TANAMAN INDUSTRI

Tanaman industri yang jenisnya banyak dan sebarannya luas meliputi seluruh nusantara, sebagian terbesar diusahakan oleh petani atau pekebun. Bukan rahasia bahwa petani berada dalam posisi lemah terhadap penanggulangan penyakit, padahal penyakit sering merupakan kendala pokok produksi yang menentukan berhasil atau tidaknya usaha tani mereka. Dalam Tabel 1, diuraikan 11 tanaman industri dengan nama-nama penyakit serta patogennya yang pada umumnya sudah dikenal oleh banyak anggota masyarakat. Contoh tanaman yang pernah mengalami serangan penyakit, sehingga mengundang perhatian masyarakat karena kerugian besar petani yang diakibatkannya antara lain : penyakit cengkeh (BPKC, CDC, GDC), penyakit lada (BPB, kerdil, kuning), penyakit kelapa (busuk pucuk, gugur buah muda, layu natuna), penyakit tembakau (kerupuk, lanas, buncak akar), penyakit nilam (layu bakteri, budok, buncak akar), penyakit pala (gugur buah muda) dan penyakit jambu mente (layu bakteri). Dengan tidak menyebutkan tanaman industri lain, tidaklah berarti yang lain itu tidak ada masalah penyakitnya.

Perkembangan pengendalian masing-masing penyakit menunjukkan bahwa paket teknologi pengendalian yang direkomendasikan kepada petani masih banyak yang belum memuaskan hasilnya. Sebagian karena masalah non-teknis di lapang, di samping banyak paket yang dinilai terlalu sulit dan mahal biayanya bagi petani.

Jelas bahwa dalam kesempatan yang baik ini tidak akan cukup waktu untuk memaparkan semua penyakit dan permasalahannya, namun adalah saat yang sangat strategis melalui forum yang terhormat ini untuk mengumandangkan gendang perang terhadap penyakit-penyakit tanaman industri yang aspek terbesarnya akan diperoleh oleh petani di seluruh nusantara. Penyakit layu bakteri pada jahe tidak saja menarik tetapi juga relevan dengan sasaran pembangunan nasional, yakni melalui pemacuan pengembangan tanaman obat tradisional dalam berbagai bentuk usaha tani dan agroindustri dapat diwujudkan harapan untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat khususnya di pedesaan.

POTENSI *PSEUDOMONAS SOLANACEARUM* SEBAGAI KENDALA PRODUKSI JAHE

Hadirin yang saya muliakan

Tanaman jahe adalah salah satu dari tanaman inang utama *Pseudomonas solanacearum* disamping tomat, kentang, tembakau, dan pisang (Hayward, 1983). Machmud (1985) melaporkan kerugian besar yang ditimbulkan oleh serangan *P. solanacearum* di Indonesia pada tanaman-tanaman ketela pohon, kacang tanah, jahe, pisang dan cengkeh. Disamping itu, khusus pada lingkup tanaman industri, hasil penelitian terakhir mencatat bahwa tidak kurang dari tujuh tanaman lagi yang cukup potensial sebagai tanaman inang bakteri ini yaitu tembakau, nilam, pala, jambu mente, kapolaga, terong KB dan jarak. Tumbuhan inang bakteri ini yang pernah dilaporkan tidak kurang dari 200 species tumbuhan dalam 33 familia, terutama Solanaceae (Sinha, 1985).

Indonesia yang termasuk dalam kawasan wilayah beriklim tropik basah, memiliki aneka ragam vegetasi yang menyebar di seluruh kepulauan, merupakan kondisi yang sesuai bagi *P. solanacearum* sebagai patogen, sehingga daya serangnya (patogenisitasnya) sulit diramalkan, kadang-kadang melonjak disamping bersifat endemik.

Disamping faktor jumlah tumbuhan inang dan lingkungan hidup yang mendukung *P. solanacearum*, faktor "race" yang memungkinkan sifat dominan terhadap tumbuhan inang tertentu memberi peluang kemampuan bakteri ini untuk menimbulkan penyakit luas dan berbahaya di lapang. Penggolongan "race" *P. solanacearum* yang didasarkan pada asal-usul dan inang, ada tiga, yaitu (1) isolat-isolat yang menyerang solanaceae dan tumbuhan lain, (2) "race" isolat-isolat yang menyerang pisang, dan (3) isolat yang inang utamanya kentang (Buddenhagen dan Kelman, dalam Hayward, 1985b).

Hadirin yang saya muliakan,

Hampir di setiap negara produsen jahe, *P. solanacearum* menjadi penyebab penyakit utama, sehingga perhatian banyak diberikan pada penyakit ini. Dengan mempelajari laporan dari beberapa negara, Hayward (1985b), mengemukakan bahwa *P. solanacearum* sebenarnya makin berkembang mengingat beberapa tanaman inang baru yang ditemukan, seperti "mulberry" (*Morus alba*) di Cina, "winged been" (*Psophocarpus tetragonolobus*) di Malaysia dan "custard apple" (*Annona* spp.) di Australia. Di Indonesia tanaman nilam, pala dan kapolaga barulah pada beberapa tahun terakhir ini serangan *P.*

Tabel 1. Beberapa tanaman industri, penyakit dan patogen penting

Tanaman Industri	Penyakit	Patogen
1. Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	1.1. bakteri pembuluh kayu cengkeh (BPKC).	<i>Pseudomonas syzygii</i>
	1.2. cacar daun cengkeh (CDC)	<i>Phyllosticta syzygium</i>
	1.3. gugur daun cengkeh (GDC)	"belum jelas"
2. Lada (<i>Piper nigrum</i>)	2.1. busuk pangkal batang (BPB)	<i>Phytophthora capsici</i>
	2.2. kuning	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>Radopholus similis</i>
	2.3. keriting	MLO
3. Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	3.1. busuk pucuk	<i>Phytophthora palmivora</i>
	3.2. gugur buah muda	<i>Phytophthora palmivora</i>
	3.3. layu natuna/ sejenis	<i>Pseudomonas</i> sp. (?)
4. Tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i>)	4.1. kerupuk	virus (TLCV)
	4.2. mosaik	virus (TMV)
	4.3. busuk kaki	<i>Phytophthora nicotianae</i>
	4.4. layu bakteri	<i>P. solanacearum</i>
	4.5. busuk akar	<i>Meloidogyne incognita</i>
5. Kapas (<i>Gossypium hirsutum</i>)	5.1. bercak daun	<i>Xanthomonas malvacearum</i>
6. Pala (<i>Myristica fragrans</i>)	6.1. gugur buah	<i>Coryneum myristica.</i> , <i>Colletotricum gloeosporioides</i>
7. Vanili (<i>Vanilla planifolia</i>)	7.1. busuk batang	<i>Fusarium oxysporum</i>
8. Terong KB. (<i>Solanum khasianum</i>)	8.1. layu bakteri	<i>P. solanacearum</i>
9. Nilam (<i>Pogostemon cablin</i>)	9.1. layu bakteri	<i>P. solanacearum</i>
	9.2. buncak akar	<i>Meloidogyne incognita</i>
	9.3. budok	virus (?)
10. Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	10.1. layu bakteri	<i>P. solanacearum</i>
	10.2. busuk rimpang	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>Rhizoctonia solani</i>
11. Jambu mente (<i>Anacardium occidentale</i>)	11.1. layu bakteri	<i>P. solanacearum</i>

solanacearum terangkut ke permukaan, yang sebelumnya tidak pernah dilaporkan sebagai kendala. Hal ini merupakan sesuatu yang cukup mengganggu dan perlu ditanggulangi.

Potensi *P. solanacearum* dalam merusak dan bahkan menggagalkan usahatani jahe di Indonesia tidak terlepas dari aspek berikut yang telah berlangsung secara luas dan berulang tiap tahun :

- (1) Bakteri (*P. solanacearum*) penyakit layu jahe telah ada di hampir semua daerah penanaman jahe, khususnya daerah sentra produksi seperti propinsi Sumatera Utara, Bengkulu dan pulau Jawa.
- (2) Bakteri ini berkembang dan bertahan dalam rimpang, sehingga berpeluang besar menyebar ke daerah baru melalui bibit yang terinfeksi.
- (3) Bakteri dapat bertahan dalam jangka waktu lama di dalam tanah dengan atau tanpa tumbuhan inang, sehingga tanaman jahe yang ditanam pada lahan itu dapat diserangnya.
- (4) Para penanam jahe yang terbesar adalah petani, yang masih lemah dalam penerapan teknologi pengendalian penyakit, apalagi penyakit layu bakteri yang sulit dikendalikan.

Walaupun belum ada data kerugian dalam perhitungan nilai uang yang disebabkan oleh penyakit layu bakteri dalam usaha tani jahe, namun taksiran seberapa besar kerugian yang diderita petani dapat digambarkan oleh kenyataan, bahwa serangan penyakit beruntun dapat mulai muncul sejak tanaman jahe berumur 2.5 bulan sampai jahe dipanen pada umur 9 bulan, tergantung keadaan setempat.

ARTI EKONOMI PENYAKIT

Hadirin yang saya muliakan

Arti ekonomi yang dimaksud adalah nilai kerugian yang disebabkan oleh serangan penyakit layu terhadap pertanaman di lapang dan terhadap hasil rimpang, misalnya di dalam gudang. Namun sebenarnya tidaklah cukup hanya dinilai dari aspek kehilangan hasil tetapi juga dari aspek lain yang terkait. Oleh

karena sasaran utama penyakit layu jahe ini adalah rimpang jahe dan nilai ekonomi jahe ada pada rimpang, maka ada dua aspek kerugian yang dialami di lapang:

- (1) Kehilangan hasil karena tanaman sebelum masa panen sudah diserang rimpangnya akan menjadi busuk dan tanaman akan mati. Waktu munculnya serangan mempunyai arti juga, sebab bila rimpang yang sudah dewasa diserang dan batangnya layu, masih ada nilai ekonominya, sebab sampai pada batas waktu tertentu belum seluruh rimpang menjadi busuk. Tetapi bila serangan itu terjadi pada waktu rimpang belum tua (umur tanaman 2.5 - 7 bulan), maka terjadi pembusukan total oleh penyakit. Petani di beberapa tempat yang masih menganut sistem usaha tani tradisional di Sumatera Utara misalnya, bahkan lebih cepat mengambil kesimpulan. Bila tanaman jahe yang masih berumur 2-4 bulan dalam satu kebun diserang penyakit layu 5-10 % dari jumlah seluruh tanaman, maka kebun itu akan ditinggalkan dan dicari kebun lain untuk ditanami jahe lagi. Hal itu dilakukan, karena berdasarkan pengalaman, sejak saat itu tanaman akan dengan cepat mengalami serangan penyakit, sehingga setelah 6-7 bulan serangan dapat meliputi sebagian besar tanaman jahe dalam kebun itu.
- (2) Terjadinya serangan penyakit layu menimbulkan penimbunan inokulum *P. solanacearum* dalam tanah dan penularan yang lebih cepat akan dapat terjadi pada musim penanaman berikut. Disamping itu, rimpang yang dipanen dari kebun yang terserang penyakit, kemungkinan besar telah dicemari oleh *P. solanacearum* dan bila rimpang itu dijadikan bibit, terjadilah penularan penyakit secara berantai dari tahun ke tahun. Karena *P. solanacearum* yang sudah sempat mencemari tanah, tidak mungkin dihilangkan sama sekali, maka ada biaya tambahan dalam budidaya jahe dibanding kalau kebun masih bebas dari penyakit layu itu.

Uraian di atas barulah menjelaskan nilai kerugian ekonomi secara relatif yang dialami petani jahe bila tanaman mereka mendapat serangan penyakit dan menimbulkan serangkaian akibat lain pada peluang kerja dan mata pencaharian mulai dari petani, pedagang, pengangkut hasil sampai pengrajin industri rumah tangga. Aspek yang luas ini akan dapat ditekan dengan mengatasi masalah penyakit layu.

Perhitungan, berapa sebenarnya jumlah kerugian usaha tani yang dialami petani tiap tahun karena serangan penyakit layu saja, belum pernah diketahui secara pasti. Namun sebagai gambaran, seorang petani yang memerlukan bibit 1,5 - 2,0 ton/ha untuk usahatani jahe tua, bernilai antara Rp 0,9 - 1,2 juta, atau

4 - 5 ton bibit atau Rp 2,4 - 3,0 juta untuk produksi jahe muda dan apabila tidak ada gangguan pertanaman seluas satu ha itu berturut-turut dapat memberi hasil panen antara 10- 20 dan 25 -40 ton rimpang segar. Sebaliknya, andaikata ada serangan penyakit dengan rata-rata antara 15 - 25 % tiap kali panen, maka dari sekitar lebih 10 000 ha luas pertanaman jahe, perhitungan secara kasar menunjukkan jumlah kehilangan rimpang dapat melebihi 50.000 ton tiap tahun. Atas dasar itu, maka nilai kerugian petani dan negara tidak kurang dari Rp 30 milyar/tahun.

STATUS PENGENDALIAN PENYAKIT LAYU

Hadirin yang saya muliakan

Seperti telah dijelaskan di atas, belum ada cara yang cukup menguntungkan dan memuaskan di tingkat petani untuk memberi perasaan aman dari ancaman penyakit ini. Sampai sekarang, cara pengendalian yang konvensional, masih merupakan pilihan yang terbaik bilamana dalam pelaksanaannya dilakukan secara terpadu, baik keterpaduan dalam komponen pengendalian maupun keterpaduan antar unsur pelaksanaan. Cara konvensional yang dimaksud di sini adalah dengan (1) teknik bercocok tanam, (2) sanitasi, (3) karantina dan (4) pestisida.

Penampilan penyakit di lapang dan sebagian besar faktor-faktor epidemiologi *P. solanacearum* pada dasarnya sudah diketahui dan atas latar belakang itu, dasar-dasar strategi pengendalian di atas direkomendasikan secara luas.

1. Teknik Bercocok Tanam

Jahe, pada umumnya merupakan tanaman semusim yang ditanam pada musim penghujan, dapat tumbuh baik sampai pada ketinggian 1 000 m dpl, berproduksi terbaik pada tanah gembur dan cukup air paling sedikit 6 bulan pada awal pertumbuhan. Sayangnya, *P. solanacearum* juga berkembang pada kondisi itu. Di daerah pertanian yang lebih rendah dari 800 dpl, serangan *P. solanacearum* terhadap jahe dan beberapa tanaman lain yang rentan lebih berat daripada kalau ditanam di atas 1 000 m dpl. misalnya. Memang ada tanaman, seperti kentang misalnya dan beberapa tanaman inang yang dibudidayakan pada ketinggian 1 540 m dpl tidak diserang *P. solanacearum* (Zehr, dalam Hayward, 1985).

Pola pekarangan yang merupakan bagian dari sistem usahatani yang sudah membudaya di Indonesia sebenarnya mempunyai aspek pengendalian terhadap penyakit (Sitepu *et al.*, 1991), termasuk pula penyakit layu *Pseudomonas*. Penyakit GDC di kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara misalnya, yang telah mematikan banyak tanaman cengkeh, pohon-pohon cengkeh sehat justru terdapat di pekarangan petani di desa-desa kabupaten itu seperti desa Sonder yang dikelilingi kebun cengkeh terserang GDC.

Karena *P. solanacearum* mempunyai inang yang cukup banyak maka pemilihan tanaman yang tidak rentan sebagai tanaman pengganti pada suatu sistem rotasi dapat mengurangi serangan penyakit. Sistem rotasi yang dilaporkan cukup berhasil dalam menekan layu bakteri kentang adalah dengan tanaman penyelang jagung dan/ atau padi (Kranz *et al.*, 1977; Hayward, 1985a). Demikian pula hasil pertanaman dengan sistem rotasi antara jahe dan mentimun, buncis dan "strawberry" ternyata cukup berhasil mengurangi penyakit layu di Queensland, Australia (Pegg *et al.*, 1974).

Dengan mengadakan penanaman jahe bergiliran dengan tanaman yang bukan inang *P. solanacearum*, paling tidak dengan selang 3 - 4 tahun pada lahan yang sudah terkontaminasi bakteri penyakit layu, maka serangan penyakit dapat ditekan serendah mungkin, karena hal itu cukup efektif untuk menekan populasi /inokulum bakteri dalam tanah.

Pada musim kemarau, ternyata penyakit layu jahe kurang berkembang, walaupun dilakukan pengairan secukupnya (irigasi atau siram) secara teratur. Hal ini dialami di Jawa Tengah pada pertanaman jahe musim kemarau 1991 (Anonim, 1991 b).

Upaya lain yang perlu dilakukan adalah pengolahan tanah yang baik sehingga lahan bebas dari gulma, berdrainase baik dan tanahnya gembur. Sebab banyak jenis gulma merupakan inang dari bakteri ini serta tanaman jahe pada tempat-tempat yang sering tergenang air mengalami kemungkinan lebih besar diserang penyakit layu.

Di samping itu, pemeliharaan tanaman selama pertumbuhan, termasuk pemupukan yang tepat dan benar, beraspek positif terhadap pencegahan penyakit layu.

2. Sanitasi

Dalam pengertian luas, sanitasi dan usaha mekanis lainnya adalah bagian dari kultur teknis, namun dalam kasus penyakit ini, karena aspeknya sangat

positif terhadap penanggulangan penyakit layu, upaya sanitasi diuraikan secara khusus.

Tindakan sanitasi untuk menghindari dan memberantas penyakit meliputi hal-hal berikut:

- (a) Dalam kebun. Tanaman yang menunjukkan gejala layu dicabut bersama akarnya dan dimasukkan ke dalam kantong plastik agar tidak bertaburan pada waktu membuangnya di tempat khusus. Cara ini cukup efektif, lebih-lebih bila penyakit itu berasal dari bibit.
- (b) Penanganan bibit. Jahe yang diperbanyak dengan rimpang, membutuhkan jumlah bibit cukup besar, 1.5 - 2.0 ton/ha, tergantung mutu rimpang dan tujuan produksi jahe tua atau jahe muda. Bibit sebanyak itu mudah terkontaminasi sejak di lapang sebelum panen, sampai selama proses pasca panen. *Pseudomonas solanacearum* adalah patogen tular tanah (soil borne pathogen), sehingga disamping rimpang, tanah merupakan mediumnya yang cocok. Diperlukan perlakuan sanitasi khusus agar bibit yang digunakan bebas dari *P. solanacearum*. Banyak contoh masalah penyakit ini timbul di suatu daerah karena rimpang yang digunakan untuk bibit sudah mengandung bakteri tanpa disadari petani. Oleh karena itu pengadaan bibit jahe yang sehat merupakan upaya awal yang penting dari penanggulangan penyakit layu.
- (c) Kondisi alat kemas yang digunakan berulang-ulang untuk mengangkut atau mengirim bibit, haruslah terlebih dahulu dibersihkan dengan cara yang dianjurkan dan dijaga tetap dalam keadaan bersih.

Pengalaman menunjukkan, bahwa upaya-upaya di atas sering kurang mendapat perhatian antara lain karena membutuhkan tenaga kerja tambahan, yang bagi kebanyakan petani jahe, apalagi yang menganut sistem tradisional, dianggap merupakan beban berat.

3. Karantina Pertanian

Banyak bukti menjelaskan, bahwa penularan dan penyebaran penyakit yang terbesar terjadi melalui bahan tanaman dan tanah yang mengandung patogen seperti *P. solanacearum*. Sebenarnya hal itu dapat dihindari secara efektif dengan melaksanakan peraturan karantina pertanian yang berlaku (Sitepu dan Purakusumah, 1986).



Antara karantina dan penyakit tanaman terjalin satu rangkaian kepentingan yang saling mengikat, sehingga haruslah ada yang menguasai ilmu penyakit tumbuhan diantara petugas karantina tumbuhan, sebaliknya seorang ahli penyakit tumbuhan tidak boleh melupakan aspek karantina dalam melaksanakan misi tugas sehari-hari. Peraturan karantina adalah hukumnya lalu lintas tumbuhan, artinya hanya tumbuhan yang sudah melalui pemeriksaan pos karantina setempat yang dapat dianggap bebas dari penyakit tertentu. Kawasan karantina pertanian mencakup seluruh kepulauan nusantara, sehingga hukumnya berlaku terhadap pengawasan dalam pengeluaran dari dan pemasukan tumbuhan ke suatu pulau misalnya. Terhadap lalu lintas tanaman ke dan dari luar negeri, karantina tanaman Indonesia bekerja sama dengan karantina pertanian negara lain dalam kawasan regional atau internasional.

Keuntungan dari penerapan peraturan dan potensi karantina pertanian dihubungkan dengan pengendalian penyakit tanaman di Indonesia antara lain:

- Indonesia, negara yang terdiri atas ribuan pulau besar dan kecil telah diciptakan memiliki keuntungan geografis. Karena itu perlu diperhitungkan aspek bahaya penyakit dalam pengembangan wilayah pertanian.
- Beberapa daerah atau pulau masih bebas dari penyakit tanaman tertentu. Bahan tanaman dan/ atau tanah yang dibawa dari satu tempat ke tempat lain, secara resmi semuanya harus melalui pos karantina tumbuhan, sehingga pemeriksaan dapat dilakukan.
- Melalui monitoring tahunan, karantina pertanian sudah mempunyai daftar patogen berdasarkan wilayah penyebaran terbaru, sehingga memudahkan petugas karantina pertanian untuk melaksanakan tugas dengan efektif dan efisien.
- Berdasarkan peraturan karantina pertanian, dapat diberlakukan suatu larangan terhadap pemasukan atau pengeluaran sejenis tumbuhan yang berindikasi dengan suatu patogen yang diawasi ketat di suatu daerah.
- Karantina pertanian sudah mempunyai sarana di pos-pos penting : pelabuhan udara, laut, titik temu lalu lintas darat, dll.

Hadirin yang saya muliakan

Contoh menarik yang sudah terlambat untuk disesali adalah penyakit cengkeh ganas BPKC yang titik awalnya ada di Sumatera Barat, suatu propinsi

yang sudah menanam cengkeh sejak lama. Pada waktu itu, sudah disinyalir bahwa penyakit dapat berjangkit dan meluas ke pertanaman cengkeh di luar Sumatera Barat apabila tidak dilakukan larangan membawa bibit ke luar propinsi itu (Waller and Sitepu, 1975). Upaya itu tidak berhasil dilaksanakan, baik karena masyarakat tidak tertarik hatinya terhadap bahaya penyakit, maupun karena godaan harga cengkeh yang tinggi pada waktu itu. Kesadaran kemudian timbul, yakni sesudah penyakit BPKC meliputi kawasan luas di pulau Sumatera, beberapa daerah di pulau Jawa dan propinsi Kalimantan Selatan (Anonymous, 1991a).

Pentingnya pelaksanaan peraturan karantina pertanian secara ketat dalam lalu lintas bahan tanaman dari satu daerah ke daerah lain, haruslah dilihat dari kepentingan bersama, karena itu keikutsertaan semua anggota masyarakat akan banyak mencegah tersebarnya macam-macam penyakit tanaman melalui jalur lalu lintas di darat, laut dan udara.

Penyakit layu pada jahe sekarang mengancam hampir semua pertanaman jahe di Indonesia, khususnya di Sumatera dan Jawa, terutama karena para petani jahe tidak menyadari, bahwa bibit yang ditanam sudah tercemar atau mengandung bakteri itu sejak di tempat-tempat asalnya.

Hal yang terjadi pada jahe dan cengkeh seperti disebut di atas merupakan contoh dari sekian banyak kasus yang dialami dalam menangani penyakit tanaman di Indonesia.

Sesungguhnya, upaya pengendalian penyakit dengan karantina tumbuhan tidak berdiri sendiri, tetapi berkaitan erat dengan pihak lain, seperti perlengkapan fasilitas di tiap pelabuhan/bandar udara yang menunjang pos-pos karantina, dinas-dinas terkait dan anggota masyarakat selaku pelaksana peraturan yang baik. Oleh karena itu pengendalian penyakit melalui jalur karantina, walaupun sangat kompleks operasionalnya, tetap strategis sehingga perlu makin ditingkatkan peranannya.

4. Penggunaan Pestisida

Pestisida untuk memberantas *P. solanacearum* masih berorientasi pada antibiotik dan penggunaannyapun sangat terbatas. Dalam praktek, khasiatnya terhadap penyakit layu jahe kecil sekali antara lain karena penggunaannya lebih

berorientasi pada aspek pencegahan daripada aspek kuratif. Khasiat terbatas penggunaan antibiotika dapat diharapkan pada perlakuan rimpang yang dijadikan bibit, khususnya pada waktu mempersiapkannya menjelang penanaman dengan maksud bibit mendapat perlindungan dari infeksi bakteri.

Pemberantasan dengan pestisida cukup bermanfaat, walaupun tidak secara langsung adalah penggunaan pestisida untuk memberantas hama, nematoda dan gulma yang berasosiasi dengan terjadinya infeksi dan penularan *P. solanacearum*. Beberapa diantaranya adalah lalat *Mimegrella coeleifrons*, *Eumerus* sp. serta *Meloidogyne* sp. dan *Radopholus similis*. yang menyerang rimpang. Bagaimanapun, para petani yang lemah dalam modal usaha, tidak menggunakan pestisida menurut kebutuhan termasuk perlakuan terhadap bibit.

Dalam skala percobaan, vepam yang diaplikasikan pada tanah sebelum bibit jahe ditanam dan yang dikombinasi dengan perlakuan formalin dan agrimycin terhadap bibit (Esther, *et al.*, 1985), tidak menjamin tanaman aman sampai dipanen pada umur 9 bulan.

Hasil ini menjelaskan bahwa upaya pengendalian *P. solanacearum* dengan bahan kimia baik yang digunakan melalui tanah maupun yang langsung pada tanaman tidak cukup efektif. Perlakuan terhadap bibit, seperti disebut di atas, dalam skala besar disamping tidak ekonomis juga sulit dilaksanakan oleh petani.

PELUANG PENGENDALIAN PENYAKIT

Dengan Kultur Jaringan, Varietas Resisten dan Biologis

1. Kultur Jaringan

Hadirin yang saya muliakan

Bioteknologi kultur jaringan di bidang pertanian membawa manfaat untuk (1) perbanyak tanaman secara massal, (2) bahan tanaman yang diperoleh bebas dari patogen melalui kultur meristem, (3) melestarikan plasma nutfah, (4) memproduksi senyawa sekunder antara lain untuk industri obat dan kosmetika, dan (5) perbaikan tanaman melalui metode keragaman somaklonal, hibridisasi somatik, pembuahan *in vitro* dan tranformasi gen, organela dan khromosom (Mariska *et al.* 1989; Darwis *et al.*, 1989).

Sesuai dengan tujuan dan pertimbangan di atas, maka Puslitbang Tanaman Industri menetapkan strategi pemanfaatan bioteknologi dalam arti lebih praktis, yakni kultur jaringan yang meliputi berbagai kegiatan seperti kultur organ, kultur jaringan, kultur sel dan kultur protoplas. Puslitbang Tanaman Industri menempatkan prioritas kultur organ dan jaringan untuk memecahkan permasalahan benih dalam skala besar, homogen, bermutu tinggi, dan pelestarian plasma nutfah.

Terhadap beberapa tanaman industri yang bernilai ekonomi tinggi diantaranya jahe, yang memerlukan bibit rimpang yang cukup tinggi jumlahnya, pemanfaatan kultur jaringan memberi peluang yang cukup cerah pada waktu yang akan datang. Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari kultur jaringan jahe meliputi :

- (1) Bahan tanaman yang sehat, bebas dari penyakit dan berkualitas tinggi.
- (2) Biaya pengadaan benih dan transpornya lebih rendah dibanding biaya benih yang berasal dari rimpang.
- (3) Dapat disediakan dalam waktu yang relatif singkat.
- (4) Produksi bibit dapat diatur dan dikerjakan setiap waktu tanpa ketergantungan pada musim.

Bioteknologi kultur jaringan Puslitbang Tanaman Industri telah mulai melakukan penelitian perbanyakan mikro jahe, untuk memperoleh teknik yang relatif sederhana dan murah, sehingga dapat digunakan secara komersial. Eksplan tunas yang ditanam pada medium cair stabil yang mengandung unsur hara dan zat pengatur tumbuh dapat membentuk tunas-tunas baru yang cukup banyak jumlahnya. Pada media yang sama beberapa waktu kemudian dapat terbentuk akar. Jadi, masalah penyakit layu yang berasal dari rimpang karena tercemar *P. solanacearum*, diharapkan dapat dikurangi dengan penggunaan bahan tanaman yang sehat.

Hasil ini masih pada tahap awal dari pemanfaatan bioteknologi kultur jaringan dalam penanggulangan masalah penyakit, namun telah memberi petunjuk yang positif walaupun masih beberapa tahap pengembangan dan pengujian lanjutan yang masih harus ditempuh.

2. Varietas Resisten

Hadirin yang saya muliakan

Di Indonesia belum ada upaya yang secara langsung mengarahkan penelitian pengembangan varietas jahe terhadap keuntungan resistensi, namun ada petunjuk bahwa dari 3 klon jahe, Jahe Putih Besar lebih rentan dibanding Jahe Putih Kecil (Emprit) dan Jahe Merah Kecil.

Dalam perdagangan, mutu jahe antara lain didasarkan pada kandungan serat, rasa dan bentuk, karena itu di antara 3 klon tersebut sebenarnya terbuka peluang untuk memanfaatkan keunggulan yang dimiliki salah satu klon, khususnya sifat toleran terhadap penyakit layu. Disamping cara dengan bioteknologi yang disebut di atas.

Secara umum Schmiediche (1985) memberi asumsi, bahwa resistensi tanaman terhadap *P. solanacearum* lebih berorientasi pada aspek *host-pathogen-environment*. Hal ini berlaku pula bagi penyakit layu jahe yang dalam praktek menunjukkan tingkat intensitas serangan berbeda antara tempat-tempat yang memiliki kondisi lingkungan berbeda.

Selama ini, penanganan terhadap penyakit layu bakteri pada jahe, masih bertitik berat pada upaya teknik bercocok tanam, sanitasi, karantina dan pestisida, namun perkembangan yang pesat terhadap budidaya jahe pada tahun-tahun terakhir ini perlu pula diikuti dengan penelitian varietas resisten jahe terhadap *P. solanacearum*.

Secara tidak langsung ada juga peluang yang cukup prospektif dihubungkan dengan mekanisme infeksi *P. solanacearum* pada jahe. Ada petunjuk bahwa infeksi awal bakteri ini lebih banyak melalui bagian-bagian tanaman yang lunak dan jaringan yang terbuka atau terluka. Yang terakhir ini bisa terjadi oleh nematoda, serangga/hama yang menyerang rimpang, bahkan oleh gangguan fisik tanah. Karena itu, penelitian untuk menemukan tanaman yang resisten terhadap faktor-faktor tersebut di atas tetap beraspek positif dalam menunjang pengendalian penyakit layu secara terpadu, selain penelitian menemukan varietas yang unggul produksi dan bersifat resisten terhadap *P. solanacearum*. Peluang lain terletak pada azas manfaat iklim di Indonesia yaitu meneliti varietas jahe yang toleran terhadap kondisi musim kemarau yang kebutuhan airnya cukup dari irigasi atau air tanah. Hasil penelitian di Jawa Tengah menunjukkan, bahwa serangan penyakit layu jahe selama musim kemarau lebih rendah daripada serangan selama musim hujan.

Penelitian varietas terhadap *P. solanacearum* menuntut suatu kerja sama yang erat antara negara-negara penanam jahe, mengingat daya adaptasi sesuatu varietas jahe terhadap lingkungan setempat yang pada gilirannya dapat dimanfaatkan untuk keuntungan mencegah serangan penyakit layu. Kerja sama antar disiplin ilmu juga masih sangat perlu ditingkatkan.

3. Musuh Hayati

Hadirin yang saya muliakan

Penanggulangan penyakit tanaman dengan cara mengendalikan patogen secara biologis, khusus musuh hayati *P. solanacearum* mempunyai peluang, karena adanya organisme antagonis, parasit dan keuntungan dari manipulasi lingkungan (Cook and Baker, 1983). Sampai sekarang pemanfaatan musuh hayati untuk mengatasi *P. solanacearum* di lapang belum berarti dalam pengendalian penyakit layu jahe. Sebagian besar masih dalam taraf percobaan hasil-hasil penelitian yang sudah diperoleh di laboratorium.

Teng (1990) secara umum mempunyai kesan dan mengemukakan, bahwa pengendalian penyakit tanaman secara hayati termasuk dalam hal ini penyakit layu pada jahe, masih dalam tingkat sangat awal, bila dibandingkan dengan apa yang sudah dicapai pada hasil PHT hama-hama tanaman. Namun demikian, tidak berarti prospeknya kecil karena banyak hasil penelitian di laboratorium telah memberi petunjuk manfaat musuh hayati *P. solanacearum* yang berpeluang menjadi komponen penting dalam penanggulangan secara terpadu penyakit layu bakteri jahe, walaupun aplikasi belum dalam waktu dekat. Supriadi dan Eden-Green (1990) telah berhasil mengisolasi dan memurnikan isolat *Pseudomonas* sp. yang non-patogenik yang *in vitro* berantagonis dengan species *Pseudomonas* penyebab penyakit bakteri pembuluh kayu cengkeh.

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat telah melakukan penelitian yang mendasar terhadap *Pseudomonas* sp. sejak mulai merajalelanya penyakit layu *Pseudomonas* atau penyakit BPKC dengan latar belakang pentingnya arti pengendaliannya pada banyak tanaman industri. Supriadi *et al.* (1989) pada Seminar Ilmiah PFI, pernah melontarkan gagasan suatu koleksi nasional kultur bakteri penyakit tumbuhan, yang merupakan suatu kebutuhan di masa akan datang. Metodologi untuk itu sudah dipelajari dan manfaatnya besar untuk menyimpan kultur-kultur bakteri dalam keadaan yang aman sehingga dapat dijadikan sebagai kultur standar dan obyek penelitian lebih lanjut.

Beberapa macam mikro organisme dalam tanah, termasuk *Pseudomonas* spp. yang tidak patogenik, yakni yang berasosiasi dengan bahan organik di sekitar perakaran tanaman, dapat berfungsi sebagai "pelindung" tanaman jahe terhadap infeksi dan pengontrol populasi *P. solanacearum* dalam tanah.

Penelitian yang perlu diintensifkan guna memanfaatkan musuh hayati *P. solanacearum*, antara lain adalah :

- Interaksi mikroorganisme dalam tanah, khususnya sekitar akar tanaman jahe, di laboratorium dan di lapang.
- Aspek interaksi, apakah musuh hayati berfungsi sebagai (1) antagonis, kompetisi nutrisi, ruang, (2) antibiosis oleh antibiotik yang diproduksi, (3) parasitisme atau (4) modifikasi resisten jahe terhadap *P. solanacearum*.
- Peranan *P. solanacearum* yang tidak virulen dalam mendesak *P. solanacearum* yang virulen dalam jaringan tanaman dan di luarnya.
- Memperbanyak musuh hayati secara artifisial dan massal untuk dimanfaatkan pada pertanaman di lapang.
- Pemanfaatan *Pseudomonas* spp. yang patogenik pada tanaman lain tapi tidak pada jahe sebagai bahan "pelindung" terhadap *P. solanacearum*.

Pemanfaatan bioteknologi kultur jaringan, varietas resisten dan musuh hayati terhadap pengendalian penyakit layu bakteri pada jahe adalah merupakan suatu tantangan, namun pada hakekatnya sangat strategis dan berpeluang besar pada masa mendatang yang tidak terlalu jauh.

Pertimbangan yang sangat perlu dalam menyusun strategi pengendalian penyakit layu *Pseudomonas* ialah suatu kerja sama antara instansi terkait. Misalnya, serangan penyakit ini di lapang tidak pilih bulu pada salah satu tanaman saja, tetapi pada semua tanaman inang. Karena itu, pendekatan hendaknya holistik dan terpadu atas dasar kepentingan di lapang, artinya tidak ada pemisahan antara kepentingan tanaman-tanaman tertentu saja.

KESIMPULAN

Hadirin yang saya muliakan

Berikut ini, adalah beberapa kesimpulan dari uraian di atas :

1. Penyakit layu yang menjadi kendala produksi utama pada jahe belum dapat ditanggulangi dengan tuntas sehingga tetap menjadi masalah bahkan meningkat tiap tahun.
2. Penularan terbesar penyakit layu terjadi melalui bibit rimpang yang telah mengandung *P. solanacearum*, kemudian berkembang dan dapat bertahan dalam rimpang dan/ atau tanah. Ternyata hal ini masih kurang mendapat perhatian para penanam jahe.
3. Untuk meningkatkan keberhasilan penanggulangan penyakit layu bakteri, maka selain usaha bercocok tanam, sanitasi dan karantina perlu dimanfaatkan bioteknologi kultur jaringan yang telah mulai dirintis dan menawarkan peluang untuk masa yang akan datang. Teknologi ini sekaligus akan menjawab masalah besarnya biaya pengadaan bibit. Demikian pula halnya dengan pemanfaatan varietas resisten dan musuh hayati *P. solanacearum*.
4. Untuk meraih peluang manfaat itu, maka diperlukan tenaga peneliti yang menguasai cabang ilmu-ilmu yang mendasari bidang-bidang itu disertai fasilitas yang cukup.
5. Penanggulangan penyakit layu pada jahe memerlukan koordinasi yang jelas disertai keterpaduan gerak antara petani, penangkar bibit, peneliti dan penyuluh, mengingat usaha tani jahe terbesar ada pada petani (perkebunan rakyat).

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya muliakan

Sebelum mengakhiri pidato pengukuhan saya ini, perkenankanlah saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memungkinkan terlaksananya upacara pengukuhan ini di hadapan hadirin yang mulia.

Melalui kesempatan yang berbahagia ini, saya menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Presiden Republik Indonesia serta Bapak Menteri Pertanian Departemen Pertanian, Bapak Ketua Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bapak/Ibu Anggota Panitia Penilai Jabatan Peneliti pada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Departemen Pertanian, atas kepercayaan yang demikian besar diberikan kepada saya untuk memangku jabatan Ahli Peneliti Utama.

Selanjutnya ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Kepala Badan Litbang Pertanian serta Bapak Kepala Puslitbangtri, Bapak Kepala Balitro, atas dorongan, kesempatan, bantuan dan fasilitas yang diberikan kepada saya selama ini.

Ucapan terima kasih saya pula kepada semua rekan peneliti seprofesi di Puslitbangtri, khususnya kepada Kelompok Peneliti Penyakit yang telah berjasa demikian besar dan penuh ketabahan memberi pertolongan kepada saya.

Kepada semua anggota panitia yang telah bekerja dengan tabah dan tidak mengenal lelah sehingga upacara ini dapat terlaksana dengan baik, saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Kepada semua guru dan pembimbing saya yang telah berjasa dalam meyakinkan, mendidik dan mengarahkan saya selama masa pendidikan dan sesudahnya, saya ucapkan banyak terima kasih.

Kepada semua hadirin yang telah rela hadir dalam upacara ini saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tulus.

Dan kepada semua anggota keluarga, khususnya ayah dan ibu yang telah membesarkan dan menyekolahkan saya, serta isteri dan anak-anak saya yang telah turut memberi dorongan sebagai tanda cinta kasih yang sejati.

Terima kasih. Semoga Tuhan menyertai kita selalu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1991a. Status penyakit bakteri pembuluh kayu cengkeh (BPKC) dan pengendaliannya. Lap. Penel. ARMP 1990/1991, Balitro, Badan Litbang Pertanian : 13 hal.
- Anonymous. 1991b. Perakitan teknologi tepatguna tanaman temu-temuan menunjang intensifikasi tanaman obat. Lap. Penel. ARMP 1990/1991, Balitro, Badan Litbang Pertanian : 17 hal.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The APS, St. Paul, Minnesota, USA : 444 pp.
- Darwis, S.N, P. Wahid, D. Sitepu dan M. Hasanah. 1989. Strategi penelitian bioteknologi tanaman industri. *Dalam Perkembangan Penelitian Bioteknologi Kultur Jaringan Tanaman Rempah dan Obat*. Edisi Khusus LITTRO vol. V (2) : 1 - 7.
- Esther, M.A., D. Sitepu, I. Mariska dan D. Manohara. 1985. Pengaruh perlakuan tanah dan bibit jahe terhadap serangan *Pseudomonas solanacearum*. Pertemuan Ilmiah Nasional II Fitoterapi dan Fitofarmasi. Bandung : 10 hal.
- Hayward, A.C. 1983. *Pseudomonas* : The non-fluorescent Pseudomonads. In Plant Bacterial Diseases. A diagnostic Guide. Edited by P.C. Fahy and G.J. Persley: 107 - 140.
- Hayward, A.C. 1985a. Prospect for the integrated control of bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). Dept. Microbiology, Univ. Queensland.
- Hayward, A.C. 1985b. Bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* in Asia and Australia : An Overview. In Bacterial Wilt Disease in Asia and The South Pacific. Proceedings, International Workshop, Los Banos, Philippines. Edited by G.J. Persley : 15 - 24.
- Kranz, J., H. Schmuttere and W. Koch. 1977. Diseases, Pests and Weeds in Tropical Crops. John Willey & Sons
- Machmud, M. 1985. Bacterial Wilt in Indonesia. In Bacterial Wilt Disease in Asia and The South Pacific. Proceedings, International Workshop, Los Banos, Philippines. Edited by G.J. Persley : 30 - 34.
- Mariska, I., D. Sukmadjaja, E. Gati. 1989. Perkembangan penelitian bioteknologi kultur jaringan tanaman rempah dan obat. Edisi Khusus LITTRO vol. V (2) : 8 - 17.

- Pegg, K.G., M.L. Moffett and L.C. Colbran. 1974. Diseases of Ginger in Queensland. Queensland Agric. Journ. Vol. 100 (11) : 611 - 618.
- Pierik, R.L.M. 1987. *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nyhoff Publishers. Wageningen, Netherlands.
- Schmiediche, P. 1985. Breeding potatoes for resistance to bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. In Bacterial Wilt Diseases in Asia and The South Pacific. Proceedings, International Workshop, Los Banos, Philippines. Edited by G.J. Persley. 105 - 111.
- Sinha, S.K. 1985. Bacterial wilt in India. In Bacterial Wilt Diseases in Asia and The South Pacific. Proceedings, International Workshop. Los Banos, Philippines. Edited by G.J. Persley : 28 - 29.
- Sitepu, D. dan H. Purakusumah. 1985, The mode of dissemination of pathogens in small holding crops in Indonesia. Proceedings, Reg. Conf. Plant Quav. Asean Planti, Malaysia.
- Sitepu, D., M. Januati dan S. Rosita. 1991. The contribution of medicinal plants of TOGA in pekarangan lands. Seminar The Pekarangan Land Development, Bali.
- Supriadi, E.R. Boa dan D. Sitepu. 1989. Koleksi nasional kultur bakteri penyakit tumbuhan, suatu kebutuhan di masa akan datang. Prosiding. Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI, Denpasar : 320 - 323.
- Supriadi and S.J. Eden-Green. 1989. Isolation and host specificity of bacteriophages to the Sumatra disease bacterium. Ind. Journ. Crop Scie. 4: 9 - 14.
- Teng, P.S. 1990. Role of Plant Pathology in IPM. Phil. Phyt. Soc., 21st Ann. Meeting. Bacolod City : 9 pp.
- Waller, J.M., and D. Sitepu. 1975. Sumatra disease of clove in Indonesia PANS, vol. 21 no. 2 : 141 - 147.

PUBLIKASI ILMIAH

1. Sitepu, D. 1976. Penyakit tanaman jambu mente. *Pemberitaan LPTI*, no. 23: 31 - 46.
2. Sitepu, D. 1983. Coconut Wilt in Natuna Islands. *Proceeding. Exotic Plant Quar. Pest and Proc. for. Intr. of Plant Material* : 81 - 85.
3. Sitepu, D. 1983. Penyakit cengkeh di Indonesia dan saran penanggulangannya. Seminar terbuka di Balitka, Manado.
4. Sitepu, D. 1985. Masalah, kebijaksanaan dan penanggulangan penyakit tanaman obat di Indonesia. *Prosiding. Seminar, Lokakarya Pembudidayaan Tanaman Obat dan Pameran Obat Tradisional*, Purwokerto : 128 - 136.
5. Sitepu, D. 1985. Pengendalian biologi penyakit tanaman. *Prosiding PFI*, Cibubur, Jakarta : 17 - 18.
6. Sitepu, D. 1986. Usaha pertanian tepatguna di dataran tinggi Toba. *Prosiding. Jubelium 125 thn. HKBP*, Bogor.
7. Sitepu, D. 1987. Perlindungan tanaman industri. *Buletin Balitka no. 2* : 54-70.
8. Sitepu, D. 1988. Penyakit kelapa yang belum jelas penyebabnya, dampak dan status. *Prosiding. Seminar Hama dan Penyakit Kelapa*, Balitka - UNDP/FAO, Manado : 106 - 115.
9. Sitepu, D. 1988. Isolasi dan perbanyakkan *Metarhizium*. *Prosiding. Seminar Hama dan Penyakit Kelapa*, Manado : 172 - 181.
10. Sitepu, D. 1984. Lettuce diseases caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Phytophthora porri* and their control. Thesis. Dept. of Plant Pathology, Waite Agric. Res. Institute, Univ. of Adeleide : 136 pp
11. Sitepu, D. 1969. Reaksi beberapa varietas unggul/harapan padi (*Oryza sativa* L.) terhadap "sheath blight". Skripsi, IPB : 27 hal.
12. Sitepu, D. 1969. Pengaruh media maupun pengaruh temperatur terhadap pertumbuhan mycelia dan produksi sclerotia *Rhizoctonia solanii* Kuhu. Skripsi, IPB : 27 hal.
13. Sitepu, D. 1968. Adpokat dan kemungkinannya di Indonesia. Skripsi, IPB: 49 hal.



14. Sitepu, D. 1969. Pemilihan varietas kapok (*Ceiba pentandra* Gaertn) yang sesuai menentukan produksi yang maksimum. Prosiding. Kom. Teknik Perkeb. II, Yogyakarta.
15. Sitepu, D. 1974. Pemikiran-pemikiran mengenai penanggulangan penyakit busuk pangkal batang pada lada. LPTI. Bogor.
16. Sitepu, D. 1977. Pengantar Proteksi Tanaman. LPTI. Bogor: 17 hal.
17. Sitepu, D. 1978. Penyakit Tanaman Kelapa. LPTI. Bogor: 21 hal.
18. Sitepu, D. 1978. Penyakit tanaman cengkeh di Indonesia. LPTI: 24 hal.
19. Sitepu, D. Pengendalian penyakit lada di pembibitan. LPTI : 19 hal
20. Sitepu, D. 1986. Peranan proteksi tanaman dalam pengembangan tanaman rempah dan obat. Karya Tulis untuk ujian tingkat III : 24 hal.
21. Sitepu, D. 1985. Research on pepper in Indonesia. TCDC. Programme on Exchange Visit of Ext. Workers and Leading Pepper Farmers Dirt. Gen. of Estate : 11 pp.
22. Sitepu, D. and M. Bumbieris. 1972. Pathogenicity of two Pythiaceous fungi to apple seedlings. Australia Plant Pathology Soc. News Letter, vol. I (4) : 28.
23. Sitepu, D. and H.R. Wallace. 1974. Diagnosis on retarded growth in an apple orchard. Australia Journ. Expl. Agric. and Anim. Husb. vol. 14 : 57 - 84.
24. Sitepu, D., R.V.J. Sudhono, Hadad E.A. 1976. Inventarisasi hama dan penyakit tanaman kelapa rakyat di Sumatera Utara. LPTI : 44 hal
25. Sitepu, D. dan M. Oesman. 1977. Masalah penyakit jahe di Kuningan. Balai Penelitian Tanaman Industri Lampung : 9 hal
26. Sitepu, D., Nildar H., R.V.J. Sudhono, Hadad E.A. 1978. Penelitian faktor-faktor penyakit gejala daun kuning pada kelapa di Sulawesi Selatan. LPTI, Bogor : 70 hal.
27. Sitepu, D., N. Hasnam, Hadad E.A, A. Rachmat. 1979. Hasil pengamatan penyakit kelapa di daerah prop. Riau. LPTI : 51 hal
28. Sitepu, D. 1991. Metodologi penelitian hama dan penyakit atsiri. Pelatihan Metodologi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Atsiri : 17 hal
29. Sitepu, D., R.V.J. Sudhono dan E. Nurwenda. 1979. Penyakit tanaman jambu mede dan serai wangi serta gulma yang terdapat pada pertanaman serai wangi. Pemberitaan LPTI No. 34 : 13 - 28.

30. Sitepu, D., R. Kasim dan Hadad E.A. 1979. Penanggulangan penyakit cacar daun cengkeh dengan pestisida di Pekalongan, Lampung. Pemberitaan LPTI No. 35 : 1 - 14.
31. Sitepu, D. dan Prayitno. 1979. Uji resistensi varietas lada terhadap *Phytophthora palmivora* in vitro. Pemberitaan LPTI No. 35 : 15 - 21.
32. Sitepu, D. and M. Bumbieris. 1981. Stem rot of lettuce caused by a low temperature *Phytophthora porri* in South Australia. Australian Plant Pathology, 10 : 59 - 60.
33. Sitepu, D. and H.R. Wallace. 1983. Sclerotinia rot, an important disease in vegetable growing areas, Northern Adelaide Plain (abstract). Proceedings of Austr. Workshop on Sclerotinia diseases and their control.
34. Sitepu, D. and H.R. Wallace. 1984. Biological control of *Sclerotinia sclerotium* in lettuce by *Fusarium lateritium*. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 24 : 272 - 276.
35. Sitepu, D., E. Djauhari, H. Moko. 1985. Latihan Teknisi dan perancang penelitian di kebun percobaan. Balittro : 13 hal
36. Sitepu, D. dan Susilowati. 1985. Penyakit keriting tembakau. Makalah. Lokakarya Peningkatan produksi dan kualitas tembakau Virginia di Bojonegoro. Balittas, Malang.
37. Sitepu, D. and H. Purakusumah. 1985. The mode of dissemination of pathogens in smallholding crops in Indonesia. Proceeding, Reg. Conf. Plant Quar. Asean Planti, K. Lumpur : 217 - 221
38. Sitepu, D. dan A. Lolong. 1985. Pengelolaan penyakit stem bleeding kelapa. Prosiding. Seminar Proteksi tanaman kelapa. Bogor : 147 - 155
39. Sitepu, D. dan Hasnam. 1986. Pedoman pembinaan dan pengawasan mutu benih tanaman kapas. Ditjenbun, Balittro : 32 hal.
40. Sitepu, D. dan P. Wahid. 1986. Pengembangan tanaman rempah dan obat menunjang kebijaksanaan nasional komoditi pertanian untuk meningkatkan penerimaan dan penghematan devisa. Lokakarya. PERAGI
41. Sitepu, D. dan R. Kasim. Penyakit-penyakit tanaman lada (*Piper nigrum* L) di Natar, Substa. Lampung. Pemberitaan. LPTI, no. 22 : 72 - 80
42. Sitepu, D., R. Kasim dan D. Manohara. 1986. Penanggulangan penyakit busuk pangkal batang lada. Ed. Khusus Balittro Vol. 2 (1) : 12 -19

43. Sitepu, D., D. Manohara, Mesak T., Karden M., Decyanto S. 1986. Pedoman pengenalan dan pengendalian hama dan penyakit lada. Ditjenbun, Jakarta. Balitro : 29 hal
44. Sitepu, D., D. Manohara, Mesak T., Karden M., M. Rivai, Yuni H. dan Retno D. 1986. Pedoman pengenalan dan pengendalian hama dan penyakit panili. Ditjenbun, Jakarta. Balitro : 15 hal
45. Sitepu, D., A. Abdullah, P. Wahid, Hobir, Mamat S. (Penyunting). 1986. Studi Sosial Ekonomi dan Lingkungan di Prop. NTB dan NTT. Buku I (155 hal), Buku II : Peta.
46. Sitepu, D. and P. Wahid. 1987. Yellows disease of pepper and its control in Bangka. Prosiding. Symposium on Crops Pathogen and Nematodes, Biotrop.
47. Sitepu, D. dan D. Manohara. 1985. Perkembangan penyakit *Phytophthora* lada di Bangka. Prosiding, Cara Penelitian Peny. Tumb. Dlm. Pengendalian secara Terpadu. PFI, 29 - 31 Okt. 1985 : 127 - 128.
48. Sitepu, D., Sadullah M., R.S. Rivai, T. Sibarani, A. Djauhari, Syaifullah, H. Ngadimin. 1987. Laporan studi sosial ekonomi dan lingkungan di Pulau-pulau pantai Barat P. Sumatera. Buku II : Pulau Nias. Kantor Menteri Muda UPTK, Jakarta : 155 hal
49. Sitepu, D. dan A. Asman. 1988. Status penyakit gugur daun cengkeh dan strategi pengendaliannya. Kumpulan Makalah Seminar Bulanan Th. 1988. Balitro, Badan Litbang Pertanian : 22 - 29
50. Sitepu, D., J. Mawikere, C.P.A. Bennett. 1988. Pengaruh stem bleeding terhadap produksi kelapa. Prosiding Seminar Hama dan Penyakit Kelapa, Manado: 95 - 105.
51. Sitepu, D., C.P.A. Bennett, S. Kharie, H. Mangindaan, J.S. Waroka and H.F.J. Motulo. 1988. Chemical control of *Phytophthora* budrot and nutfall diseases. Ann. Report. Integrated Coconut Pest Control Project. Deptan, UNDP, FAO, Coconut Res. Int., Manado: 31 - 37.
52. Sitepu, D., C.P.A. Bennett, M.D. Coffey, J. S. Waroka, H.F.J. Motulo. 1988. Isolation and artificial inoculation with *Phytophthora* for epidemiological and resistance study. Ann. Report. Integrated coconut Pest Control Project. Deptan, UNDP, FAO, Coconut Res.Inst., Manado : 38-44.

53. Sitepu, D., H.F. Mangindaan and J. Mawikere. 1988. Outbreak of a coconut wilt disease in central Kalimantan. Report. Integrated Coconut Pest Control Project. Deptan, UNDP, FAO, Coconut Res. Inst., Manado: 51-52.
54. Sitepu, D. and Mawikere. 1989. Diseases of unknown etiology in Central Sulawesi. Report, Balitka UNDP/FAO. Manado : 31 pp
55. Sitepu, D. and R. Kasim. 1988. Status of pepper diseases in Indonesia and their control strategy. International pepper community workshop on joint research for the control of pepper diseases. Indust. Crops Res. J. Vol 3 (2) : 35 - 44
56. Sitepu, D., D. Manohara, S.R. Djiwanti, M. Tombe, Karden M. and M. Oniki. 1990. Present status of industrial crop disease research. Prosidings. Seminar on Progress in Plant Pathology during 20 yaers of Japan-Indonesia joint Research Program and Strategies for the Future Res : 42 - 45
57. Sitepu, D., and Darwis, S.N. 1989. Current knowledge, management techniques and areas of future work for major coconut diseases in Indonesia. Prosiding Coconut Production and Productivity, 20th. Cocotech Meeting APCC : 201-219.
58. Sitepu, D., Z. Mahmud (Penyunting). 1988. Prosiding. Seminar hama dan penyakit kelapa. 181 hal.
59. Sitepu, D. dan P. Wahid. 1987. Perkembangan penelitian tanaman obat kontraseptif oral. Seminar. ITB.
60. Sitepu, D. dan A. Asman. 1990. Penelitian bakteri pembuluh kayu cengkeh (BPKC). Workshop Penyakit Tanaman Cengkeh, Bogor.
61. Sitepu, D., J.S. Waroka dan S. Kharie. 1990. Aspek inokulum terhadap epidemiologi dan penanggulangan penyakit busuk pucuk kelapa. Prosiding. Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Kelapa - 1 : 160 - 168 hal
62. Sitepu, D., D. Manohara, dan Deciyanto, S. 1990. Hama dan penyakit cengkeh dan lada serta cara penanggulangannya. Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan. Agricon, Bogor: 505-518.
63. Sitepu, D. dan E.M. Adhi. 1991. Penyakit jambu mente di Indonesia. Edisi Khusus Balitro vol. V (1)

64. Sitepu, D. dan A. Hamid. 1991. Makalah. Lokakarya Nas. Penel. dan Peng. Jenis-jenis Pohon Serba Guna, Bogor : 11 hal.
65. Abdullah, A., D. Sitepu dan P. Wahid. 1985. Penelitian tanaman rempah dan obat. Edisi Khusus Balitro no. 1 : 26 hal.
66. Rusli, S. dkk. 1985. Penelitian dan pengembangan minyak atsiri. Ed. Khusus, Balitro no. 2: 10-39.
67. Esther, M.A., D. Sitepu, I. Mariska, dan D. Manohara. 1985. Pengaruh perlakuan tanah dan bibit jahe terhadap serangan *P. Solanacearum*. Pertemuan Ilmiah Nasional II Fitoterapi dan Fotofarmasi, ITB, Bandung.
68. Susilowati dan D. Sitepu. 1985. Penyakit lanas tembakau. Makalah. Lokakarya Peningkatan produksi dan kualitas tembakau Virginia di Bojonegoro. BALITTAS Malang : 6 hal.
69. Hasnam dan D. Sitepu. 1986. Pedoman pembinaan dan pengawasan mutu benih tanaman kapas. Ditjenbun, Balitro : 32 hal.
70. Hadad, E.A., D. Sitepu, Karden M. dan A. Nurawan. 1987. Pencemaran hasil panen tanaman obat oleh mikroorganisme. Bulletin Pen. Tan. Rempah dan Obat vol. 2 (1) : 23 - 31.
71. Mesak T. dan D. Sitepu. 1986. Penanggulangan penyakit busuk batang panili dengan fungisida. Ed. Khusus Balitro vol. II (2) : 43 - 47.
72. Mesak T., D. Sitepu, dan T. Sukmaraganda. 1985. Penyebaran penyakit busuk batang panili melalui stek batang dan cara penanggulangannya. Prosiding. Kongres Nasional PFI VIII, Jakarta : 136 - 137
73. Mesak T. dan D. Sitepu. 1987. Penyakit tanaman panili di Indonesia. Ed. Khusus Balitro vol. III (2) : 103 - 108
74. Mesak T., H. Sastraatmadja, S. Sastrosuwignyo dan D. Sitepu. 1985. Kemungkinan pengendalian penyakit busuk batang vanili secara biologi. Prosiding, Cara Penelitian Penyakit Tumbuhan. *Dalam: Pengendalian Secara Terpadu*. PFI 1985 : 137 - 138.
75. Mesak T. dan D. Sitepu. 1991. Pengendalian penyakit busuk batang tanaman panili di Indonesia. Prosiding. Temu Tugas Penelitian - Penyuluhan bidang Tan. Perkebunan/Industri. Seri Pengembangan no. 4, Balittas, Badan Litbang Pertanian : 131 - 136.

76. Oniki, M. and D. Sitepu. 1987. Industrial crops and their diseases in Indonesia. Japanese Jour. Tropical Agriculture vol. 31 (2) : 106 - 113.
77. Oniki, M., S.R. Djiwanti, Mesak T. dan D. Sitepu. 1987. Patogen penyebab cacar daun cengkeh (CDC) di Indonesia. Prosiding Seminar Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Kongres Nas. PFI, Surabaya : 194 - 198
78. Karden M. dan D. Sitepu. 1985. Beberapa jenis patogen penting pada tanaman obat. Proceedings-1. Seminar Pembudidayaan Tanaman Obat. Purwokerto : 139 - 143
79. Karden, M., D. Sitepu, dan Esther, M.A. 1986. Penanggulangan Penyakit Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc). Temu Usaha dan Temu Tugas Komoditi Rempah dan Obat, Semarang. Ditjenbun, Badan Litbang Pertanian, dan Pemda Dati I Jawa Tengah.
80. Karden M. dan D. Sitepu. 1986. Jamur pencemar rimpang jahe di tiga pasar Jawa Barat. Balitro.
81. Karden M., D. Sitepu dan A. Nurawan. 1987. Reaksi beberapa jenis temu-temuan terhadap *Puccinia* sp. Prosiding. Seminar Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Kongres Nas. PFI, Surabaya.
82. Matulo, H.F.J., S. Kharie, dan D. Sitepu. 1989. Tingkat serangan penyakit bercak daun pada kelapa genjah. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI, Denpasar: 468-470.
83. Waller, J.M. and D. Sitepu. 1975. Sumatra disease of clove in Indonesia. PANS, Vol 21 (2). 141-147.
84. Wahid P. dan D. Sitepu. 1987. Current status and future prospect of pepper development in Indonesia. FAO, Bangkok : 104 pp
85. Randriani, E., B.E. Tjahyana, D. Sitepu. 1987. Pengendalian penyakit bercak daun kelapa dengan fungisida. Jurnal Penelitian Kelapa, vol. 2 (1): 1 - 9.
86. Manohara D. dan D. Sitepu. Pengenalan dasar-dasar pengendalian penyakit tanaman lada. Latihan Teknis PPS Lada. Bogor : 17 hal.
87. Manohara, D. dan D. Sitepu. 1987. Peranan fungisida sistemik dalam pengendalian penyakit busuk pangkal batang lada (*Piper nigrum* L). Prosiding. Penggunaan Fungisida Sistemik dalam Pengendalian Penyakit Tumbuhan. HPTI : 85-90.

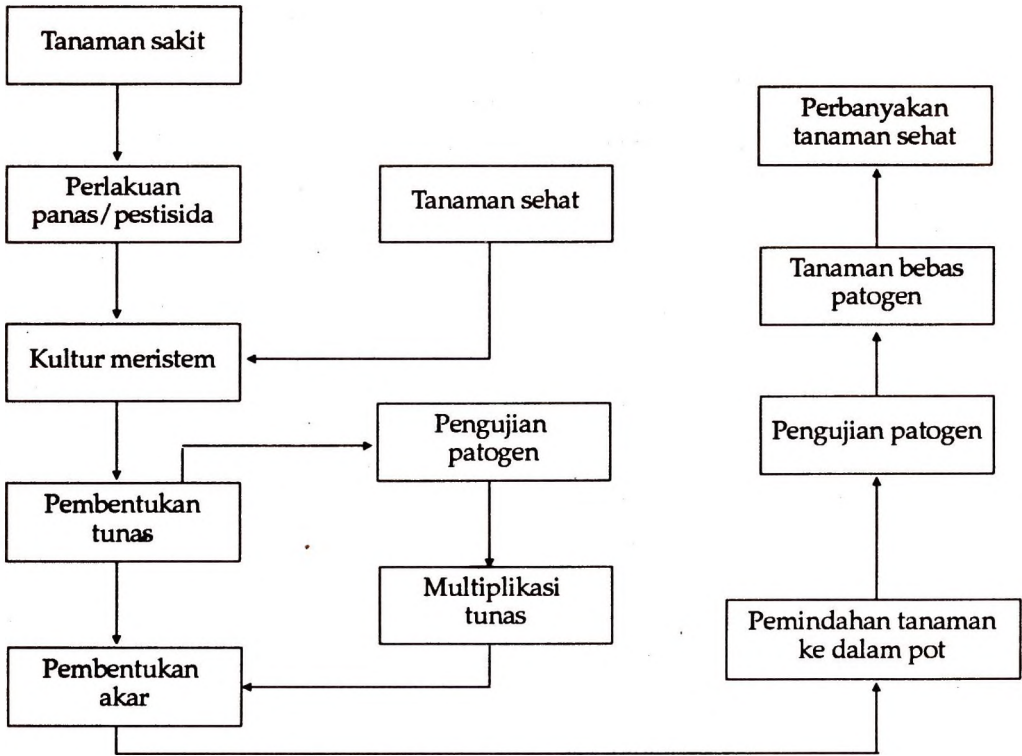
88. Hamid A., Y. Nuryani, R. Kasim, D. Sitepu, Panji L. dan P. Wahid. 1988. Empat varietas lada yang cocok untuk daerah Lampung dan Bangka¹⁾.
89. Mawikere, J. dan D. Sitepu. 1988. Tingkat ketahanan beberapa kultivar kelapa terhadap penyakit bercak daun. Prosiding. Seminar Hama dan Penyakit Kelapa, Manado : 95 - 105
90. Mangindaan, H.F., T. Rompas and D. Sitepu. 1988. Field screening of coconut varieties for resistance to diseases and pests. Ann. Report. Integrated Coconut Pest Control Project. Deptan, UNDP, FAO, Coconut Res. Inst., Manado : 45 - 48.
91. Michellia, D., J. Mawikere dan D. Sitepu. 1990. Penyakit kuning kelapa di Indonesia dan strategi penanggulangannya. Media Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. No. 5 : 122 - 128
92. Michellia, D. dan D. Sitepu. 1990. Jenis media dan perbanyakan *Metarhizium anisopliae* guna penanggulangan *Oryctes rhinoceros*. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Kelapa - 1 : 125 - 132.
93. Supriadi, E.R. Boa dan D. Sitepu. 1989. Koleksi nasional kultur bakteri penyakit tumbuhan, cara pengelolaan dan cara pemanfaatannya. Seminar. Prosiding, Kongres Nas. V dan Seminar Ilmiah PFI : 320 - 323.
94. Hamid, A. and D. Sitepu. 1990. An understanding of native herbal medicine in Indonesia. Paper, International Congres on traditional Medicine and Medicinal Plants. Indust. Crops Res. J. vol 3 (1) : 11 - 17.
95. Balfas, R., A. Asman, dan D. Sitepu. 1991. Epidemiologi dan penyebaran penyakit bakteri pembuluh kayu cengkeh (BPKC) di Indonesia. Prosiding Kongres nasional XI dan Seminar Ilmiah PFI, Ujung Pandang: 32-35.
96. Hosang, M.L., A.A. Lolong, Michellia, D. dan D. Sitepu. 1990. Pengendalian hama *Oryctes rhinoceros* L. dengan *Baculovirus oryctes* dan *Metarhizium anisopliae*. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Kelapa - 1 : 143 - 148.

¹⁾ 1. Varietas Lada Natar I
 2. Varietas Lada Natar II
 3. Varietas Lada Petaling I
 4. Varietas Lada Petaling II

97. Syafril, K., D. Sitepu, dan E.A. Wikardi. 1990. Penanggulangan hama dan penyakit cengkeh serta upaya mengatasi kemerosotan harga. Prosiding Temu Tugas Perkebunan/Tan. Ind. Prop. Sumatera Barat, Riau, dan Jambi : 241 - 265.
98. Mahmud Z., B. Zelazny and D. Sitepu. 1990. Phytophthora disease on coconut hybrids in Indonesia. Indust. Crops Res. J. vol. 2 (2) : 58 - 61.
99. Darwis S.N., P. Wahid, D. Sitepu dan M. Hasanah. 1989. Strategi Penelitian bioteknologi tanaman industri. Edisi khusus. Balitro, vol. 5 (2) : 1 - 7.
100. Darwis, S.N., A. Munaan dan D. Sitepu. 1990. Highlight, rencana penelitian dan pengembangan hama terpadu tanaman industri. Lap. Rapat Perlindungan Tanaman Deptan. Buku II. Kumpulan Makalah. Sekr. Kom. Perl. Tan. LAP/086/1990 : 105 - 119.
101. Waroka, J.S., H.J.F. Motulo, D. Sitepu dan S. Kharie. 1990. Penanggulangan penyakit busuk pucuk secara kimiawi. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Kelapa - 1 : 160 - 168.



Lampiran I.



Gambar 1. Diagram tahapan produksi tanaman bebas penyakit melalui kultur jaringan (modifikasi Pierik, 1987).

