

# PENGARUH INFESTASI *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* DAN *Radopholus similis* PADA TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.)

Rita Harni dan Ika Mustika

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

## ABSTRAK

*Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* merupakan nematoda penting yang sering menyerang pertanaman nilam di Indonesia. Kehadiran dan pengaruh ketiga nematoda tersebut secara bersama-sama belum pernah diteliti. Penelitian pengaruh infestasi *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* baik secara tunggal maupun kombinasi terhadap tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) telah dilakukan di rumah kaca kelti Hama dan Penyakit Balitro dari bulan Mei sampai Desember 1998. Bibit nilam Jawa (Girilaya) berumur 1 bulan diinokulasi dengan nematoda: 1) *M. incognita*, 2) *P. brachyurus*, 3) *R. similis*, 4) *M. incognita* dan *P. brachyurus*, 5) *M. incognita* dan *R. similis*, 6) *P. brachyurus* dan *R. similis*, 7) *M. incognita*, *P. brachyurus* dan *R. similis* dan 8) tanpa nematoda (kontrol). Masing-masing perlakuan diberikan 500 nematoda/tanaman. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 ulangan. Pengamatan terhadap berat bagian atas tanaman, berat akar dan laju perkembangbiakan nematoda ( $Pf/Pi$ ) dilakukan 2 bulan setelah inokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan nematoda *P. brachyurus* baik sendiri maupun bersama dengan *M. incognita* dan atau *R. similis* nyata mengurangi berat bagian atas tanaman dan berat akar tanaman nilam. Laju perkembangbiakan nematoda berturut-turut dari yang tertinggi adalah *P. brachyurus*, (12.33), *M. incognita* (7.65) dan *R. similis* (1.04).

Kata kunci: Nematoda, *Pogostemon cablin* Benth., interaksi, endoparasit migratori, endoparasit sedenter

*The effect of Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* infestation on patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.)

## ABSTRACT

*P. brachyurus*, *M. incognita* and *R. similis* are major parasitic nematodes affecting patchouli plantation in Indonesia. The occurrence of these three species of nematodes patchouli plant have never been done. Studies on the effect of *P. brachyurus*, *M. incognita* and *R. similis* alone or in combination was conducted in a green house of the Research Institute for Spice and Medicinal Crops from May to December 1998. One month old patchouli cuttings grown in the green house were inoculated with nematodes as follows, 1) *M. incognita*, 2) *P. brachyurus*, 3) *R. similis*, 4) *M. incognita* and *P. brachyurus*, 5) *M. incognita* and *R. similis*, 6) *P. brachyurus* and *R. similis*, 7) *M. incognita*, *P. brachyurus* and *R. similis*, 8) uninoculated (control). The population of each nematode was 500 specimens/plant. The experiment was arranged in a Completed Randomized Design with 3 replicates. Two months after inoculation, the plants were uprooted and fresh weight of roots and above ground parts of plants (stems, branches and leaves) were observed, as well as nematode population in roots and soil. The results showed that *P. brachyurus* alone or in

combination with *M. incognita* and *R. similis* was able to reduce fresh weight of roots and above ground part of the plants significantly as compared to uninoculated plants. From the highest to the lowest rate of reproduction nematodes were *P. brachyurus* (12.33), *M. incognita* (7.65) and *R. similis* (1.04).

**Key words:** *Nematodes*, *Pogostemon cablin* Benth., *interaction*, *migratory endoparasitic*, *sedentary endoparasitic*

## PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan tanaman penghasil minyak atsiri yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, baik sebagai penghasil devisa negara maupun sebagai sumber pendapatan petani. Sebagai komoditas ekspor, minyak nilam memberikan sumbangan terbesar terhadap perolehan devisa dari komoditas atsiri. Pada tahun 1995, Indonesia mengekspor sekitar 1500 ton minyak nilam dengan nilai sekitar US\$ 18 juta. Dengan volume tersebut Indonesia merupakan pemasok nilam terbesar di pasar dunia dengan kontribusi lebih dari 80% (BPS, 1995).

Salah satu kendala dalam meningkatkan produksi tanaman nilam adalah adanya serangan nematoda parasit tanaman. Dari hasil penelitian ditemukan beberapa jenis nematoda pada rizosfera nilam antara lain: *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Hemicriciconemoides* sp., *Xiphinema* sp., *Meloidogyne incognita*, *M. hapla*, *Radopholus similis*, *Tylenchus* sp. dan *Ditylenchus* sp. (Djiwanti dan Momota, 1991; Djiwanti, 1993) diantara jenis-jenis nematoda tersebut *Meloidogyne* spp., *P. brachyurus* dan *R. similis* berperan dalam menimbulkan penyakit

pada tanaman nilam di lapang (Mustika, et al., 1991).

Keberadaan nematoda ini dapat menyebabkan luka nekrosis dan bengkak akar pada akar tanaman nilam. Luka-luka nekrosis adalah gejala serangan *P. brachyurus* dan *R. similis* sedangkan bengkak akar menunjukkan serangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne incognita*) serangan berat dari nematoda-nematoda ini akar berwarna coklat dan busuk.

Tanaman biasanya terserang oleh beberapa patogen secara bersamaan sehingga diantara patogen-patogen tersebut terjadi interaksi. Dua macam bentuk interaksi yang mungkin terjadi adalah sinergisme dan antagonisme (Wallace, 1973). Pengaruh dari adanya infeksi berbagai patogen secara bersama dapat menyebabkan gejala yang lebih berat, sama atau lebih ringan dibandingkan dengan serangan patogen secara tunggal (Waller dan Bridge, 1984).

Pada tanaman terserang oleh beberapa jenis nematoda akan terjadi interaksi dimana paling tidak satu jenis nematoda akan ditekan populasinya karena adanya kompetisi diantara nematoda tersebut. Santor (1981) meneliti interaksi *R. similis* dan *M. incognita* pada tanaman pisang dan menemukan bahwa tanaman pisang yang diinokulasi dengan *R. similis* dan *M. incognita* terdapat hubungan antagonis antara kedua jenis nematoda tersebut. Adanya *R. similis* di dalam akar mempengaruhi perkembangbiakan *M. incognita*. Pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis* dan *M. incognita* perkembangan *M. incognita* lebih rendah dibanding dengan tanaman

yang diinokulasi dengan *M. incognita* saja. Pada tanaman lada yang diinokulasi dengan *R. similis* dan *M. incognita*, populasi *R. similis* dalam akar turun sebesar 59.73% dari populasi *R. similis* pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis* saja, sebaliknya populasi *M. incognita* dalam akar tanaman yang diinokulasi dengan *M. incognita* dan *R. similis* turun sebesar 81.90% dari populasi *M. incognita* pada tanaman yang diinokulasi dengan *M. incognita* saja (Mustika, 1984). Harni dan Mustika, (1996) juga menemukan reaksi antagonis antara *R. similis* dan *M. incognita* pada tanaman kencur, populasi *R. similis* turun bila diinokulasikan bersama dengan *M. incognita* demikian juga sebaliknya populasi *M. incognita* menurun bila diinokulasikan bersama dengan *R. similis*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* terhadap tanaman nilam baik secara bersama maupun terpisah.

#### BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor, dari bulan Mei sampai Desember 1998 dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap tiga ulangan. Perlakuan dilakukan dengan cara menginokulasi tanaman dengan nematoda: 1. *M. incognita*, 2. *P. brachyurus*, 3. *R. similis*, 4. *M. incognita* dan *P. brachyurus*, 5. *M. incognita* dan *R.*

*similis*, 6. *P. brachyurus* dan *R. similis*, 7. *M. incognita*, *P. brachyurus* dan *R. similis*. 8. Tanpa nematoda (sebagai kontrol).

#### Persiapan Inokulum Nematoda dan Bahan Tanaman

*P. brachyurus* dan *R. similis* dibiakkan pada media wortel steril. Wortel segar dibersihkan dan dipotong-potong dengan ketebalan kurang lebih 2 cm, kemudian disterilisasi permukaannya dengan larutan natrium hipoklorit 1,5 % dan dibias air steril. Potongan wortel steril tersebut kemudian ditempatkan pada gelas timbang (berukuran 5x3,5 cm<sup>3</sup>) untuk diinokulasi nematoda. Nematoda diekstraksi dari akar tanaman nilam dengan metode pengabutan, kemudian disterilisasi permukaannya dengan larutan merkuro klorida 0,01% dan streptomisin sulfat 0,1%. Dengan menggunakan pipet steril 20 ekor nematoda betina dewasa. *P. brachyurus* dan *R. similis* diinokulasikan pada media wortel steril. Biakan berumur 1,5 bulan digunakan sebagai bahan inokulasi (inokulum).

*Moloidogyne incognita* diekstraksi dari akar nilam yang ada purunya, dengan pengabutan. Hasil ekstraksi diperbanyak pada tanaman nilam yang ditanam pada tanah steril. Dua bulan setelah inokulasi tanaman dibongkar. Nematoda diekstraksi dari akar dan kemudian digunakan sebagai biakan persediaan (stock culture).

Nilam yang digunakan dalam percobaan ini adalah nilam Jawa Girilaya (agak tahan). Setek nilam (pucuk) ditanam di dalam pot yang berisi 2 kg tanah pasir steril dengan

perbandingan 2:1, masing-masing pot ditanam 1 tanaman. Setelah tanaman berumur 1 bulan tanaman diinokulasi dengan nematoda seperti pada perlakuan diatas, setiap perlakuan diinokulasi dengan 500 ekor nematoda/tanaman (Mustika dan Rostiana, 1992). Dua bulan setelah inokulasi, tanaman dibongkar, pengamatan dilakukan terhadap berat bagian atas tanaman (batang, ranting dan daun), berat akar, serta laju perkembangbiakan nematoda. Laju perkembangan biakan nematoda ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :  $Pf/Pi$ , dimana  $Pf$  = populasi akhir dan  $Pi$  = populasi awal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Inokulasi *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* terhadap Pertumbuhan Tanaman Nilam.

Hasil pengamatan terhadap inokulasi *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* terhadap berat bagian atas tanaman dan berat akar tanaman nilam menunjukkan bahwa inokulasi dengan *P. brachyurus* baik secara tunggal (*P. brachyurus* saja) maupun secara kombinasi (*M. incognita* + *P. brachyurus* dan *M. incognita* + *P. brachyurus* + *R. similis*), nyata mengurangi berat bagian atas tanaman dan berat akar (Tabel 1), tetapi tidak demikian halnya jika *P. brachyurus* diinokulasi bersama *R. similis*. Keadaan ini menunjukkan bahwa peranan *P. brachyurus* dalam mengurangi berat bagian atas tanaman dan berat akar lebih dominan dari pada *M. incognita*

dan *R. similis*. *M. incognita* dan *R. similis* baik secara tunggal (*M. incognita* atau *R. similis* saja), tidak berpengaruh nyata terhadap berat bagian atas tanaman dan berat akar, dibandingkan dengan kontrol (tanpa nematoda).

Pengurangan berat bagian atas tanaman dan berat akar terjadi karena serangan nematoda menimbulkan kerusakan pada akar. Nematoda biasanya menyerang bagian ujung akar yang merupakan tempat terjadinya sintesa zat pengatur tumbuh seperti auksin, giberelin dan sitokinin. Kerusakan jaringan akar akibat serangan nematoda menyebabkan konsentrasi zat pengatur tumbuh tersebut berkurang (Wallace, 1973). Penghambatan pertumbuhan biasanya disertai dengan gejala klorosis. Gejala klorosis umumnya terjadi karena serangan nematoda tersebut mengurangi jumlah akar, sehingga mengakibatkan berkurangnya translokasi penyerapan hara, produksi zat pengatur tumbuh dan fotosintesa (Dropkin, 1992).

Pada perlakuan *M. incognita* secara tunggal ada kecenderungan berat akarnya naik karena adanya bucak akar (gall). Mustika (1984) juga mendapatkan hal yang sama pada tanaman lada 3 bulan setelah setelah diinokulasi dengan *M. incognita*. Begitu pula tanaman kencur yang diinokulasi dengan *M. incognita*, berat akarnya lebih tinggi dibandingkan pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis*. (Harni dan Mustika, 1996).

Tabel 1. Pengaruh *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* secara tunggal maupun kombinasi terhadap berat bagian atas tanaman dan berat akar nilam.

Tabel 1. *Effect of Pratylenchus bachyurus, Meloidogyne incognita and Radopholus smilis alone or in combination on the above ground parts of plants and fresh weight of roots patchouli.*

Perlakuan	Berat bagian atas tanaman (g)	Berat akar (g)
1. <i>M. incognita</i>	43.80 a	21.40 a
2. <i>R. similis</i>	33.93 ab	14.53 ab
3. <i>P. brachyurus</i>	28.57 b	11.70 b
4. Mel + Rsm	35.10 ab	16.60 ab
5. Mel + Pra	28.57 b	12.87 b
6. Rsm + Pra	45.53 a	18.13 ab
7. Mel + Rsm + Pra	29.60 b	12.47 b
8. Kontrol (Tanpa nematoda)	46.80 a	20.60 a
CV/IKK (%)	6.21	20.67

Mel : *M. incognita*

Pra : *P. brachyurus*

Rsm : *R. similis*

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata pada taraf 5% (DMRT).

*Numbers followed by same letters in each column are not significantly different at 5% (DMRT)*

Pada 3 bulan setelah inokulasi tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* menunjukkan gejala penyakit seperti mengeringnya pinggir daun, daun berwarna pucat (agak kekuningan) dan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Tingkat keparahan penyakit pada perlakuan kombinasi lebih berat dibandingkan dengan perlakuan tunggal. *P. brachyurus* yang dikombinasikan dengan *M. incognita* dan *R. similis* mengakibatkan tingkat serangan penyakit lebih parah dimana akar tanaman lebih pendek dan berwarna

coklat. Hasil penelitian pada tanaman tembakau (NCT5) yang diinokulasi dengan 600 larva *M. incognita* dan *P. brachyurus* secara tunggal dan kombinasi selama 4 minggu menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* saja pertumbuhannya terhambat dan akarnya lebih pendek dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi dengan *M. incognita* saja atau *M. incognita* + *P. brachyurus* (Ogbuyi, 1973).

**Pengaruh inokulasi *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* terhadap Laju Perkembangbiakan Nematoda.**

Hasil penelitian pengaruh *M. incognita*, *P. brachyurus* dan *R. similis* terhadap laju perkembangbiakan nematoda menunjukkan bahwa *P. brachyurus* dipacu perkembangbiakannya apabila terdapat *M. incognita*. *M. incognita* terpacu perkembangbiakannya apabila ada *P. brachyurus* dan *R. similis*, sedangkan *R. similis* ditekan populasinya bila ada *P. brachyurus* dan *M. incognita* (Tabel 2).

Laju perkembangbiakan *P. brachyurus* pada tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* tunggal, *P. brachyurus* + *M. incognita* dan *P. brachyurus* + *M. incognita* + *R. similis* secara bersamaan berbeda nyata dengan tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* + *R. similis*. Hal ini terjadi karena *P. brachyurus* dengan *R. similis* berkompetisi terhadap tempat makan yang sama, nematoda yang dominan adalah mereka yang mendapatkan inang yang cocok. Eisenback (1993) melaporkan inang yang cocok merupakan faktor yang penting dalam interaksi antara endoparasit migrator. Disamping itu

Tabel 2. Pengaruh *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita*, dan *Radopholus similis* terhadap laju perkembangan nematoda

Table 2. Effect of *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* and *Radopholus similis* on the reproduction nematodes.

Perlakuan	<i>M. incognita</i>	<i>P. brachyurus</i>	<i>R. similis</i>
1. <i>M. incognita</i>	5.59 b	-	-
2. <i>P. brachyurus</i>	-	10.85 a	-
3. <i>R. similis</i>	-	-	2.39 a
4. Mel + Pra.	4.90 c	10.57 a	-
5. Mel + Rsm	2.72 d	-	0.44 b
6. Pra + Rsm	-	3.98 b	0.95 b
7. Mel + Pra + Rsm	7.65 a	12.33 a	1.04 b
CV/KK (%)	28.44	23.72	40.93

Mel : *M. incognita*  
Pra : *P. brachyurus*  
Rsm : *R. similis*.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, tidak berbeda nyata pada taraf 5% DMRT

Numbers of followed by the same letters in each colom are not significantly different at 5% (DMRT)

faktor iklim dan edaptik juga mempengaruhi, berdasarkan data tersebut tanaman nilam merupakan inang yang cocok bagi *P. brachyurus* dibanding dengan *R. similis* dan *M. incognita*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1, dimana tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* baik tunggal maupun bersama-sama dengan *M. incognita* atau *R. similis* nyata mengurangi berat bagian atas tanaman dan berat akar.

Laju perkembangbiakan *P. brachyurus* pada tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* + *M. incognita* tidak berbeda nyata dengan tanaman yang diinokulasi dengan *P. brachyurus* tunggal. Hal ini terjadi karena *P. brachyurus* lebih cepat penetrasinya ke dalam akar dibanding dengan *M. incognita*, setelah penetrasi *P. brachyurus* bergerak berpindah-pindah dalam jaringan akar, hal ini akan mengganggu *M. incognita*. Interaksi *P. brachyurus* dan *M. incognita* adalah saling memacu pertumbuhan, tapi *P. brachyurus* lebih dominan dari pada *M. incognita*. Gay dan Bird (1973) melaporkan bahwa endoparasit migratori sering kali penetrasinya lebih cepat dan kadang-kadang menghambat penetrasi dari endoparasit sedenter, disamping itu juga merusak jaringan tanaman dan mengganggu tempat makan bagi endoparasit sedenter. Pada tanaman kapas *M. incognita* dihambat perkembangannya oleh *P. brachyurus* (Gay dan Bird, 1973) dan oleh *P. mayor* pada tanaman nanas dan *P. semipenetrans* pada tanaman tembakau.

Laju perkembangbiakan *R. similis* pada tanaman yang diinokulasi *R. similis* tunggal adalah nyata lebih tinggi dibandingkan dengan *R. similis* secara kombinasi (*M. incognita* + *R. similis*, *P. brachyurus* + *R. similis* dan *M. incognita* + *P. brachyurus* + *R. similis*). Hal yang serupa juga didapatkan oleh Santor (1981) pada tanaman pisang. Populasi *R. similis* atau *M. incognita* pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis* atau *M. incognita*, lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis* + *M. incognita*. Hal ini terjadi karena pada tanaman yang diinokulasi dengan *R. similis* + *M. incognita* terjadi kompetisi diantara kedua jenis nematoda tersebut dalam memperoleh makanan.

## KESIMPULAN

Infestasi bersama *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* pada sistem perakaran nilam menyebabkan tingkat penyakit semakin berat dibanding dengan infestasi tunggal. *P. brachyurus* baik secara tunggal maupun bersama-sama dengan *M. incognita* atau *R. similis* nyata mengurangi berat bagian atas tanaman dan berat akar. Laju perkembangbiakan nematoda yang diinfestasikan bersama *P. brachyurus*, *M. incognita* dan *R. similis* berturut-turut adalah *P. brachyurus* (12.33), *M. incognita* (7.65) dan *R. similis* (1.04) sedangkan yang tunggal adalah (10.85), (5.59) dan (2.39).

## DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik. 1995. Ekspor Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Djiwanti, S.R. and Momota, 1991. Plant parasitic nematodes associated with patchouli disease in West Java. *Indust. Crops Res. J.* 3 (2): 31-34.
- Djiwanti, S.R. 1993. Rot-knot nematode disease of *Pogestemon*. In: Diagnostic Manual for Industrial Crop Diseases in Indonesia. p.58-58
- Dropkin, V.K. 1992. Pengantar Nematologi Tumbuhan. 2nd ed. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 366 p.
- Eisenback, J.D. 1993. Interactions between nematodes in cohabitation. In: Khan, M. W. 1993. Nematode Interactions. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row. London
- Freckman D.W. and Chapman, R.A. (1972). Infection of red clover seedlings by *Herodera trifolii* Goffart. and *Pratylenchus penetrans* (Cobb). *J. of Nematology*, 4,23-28.
- Gay, C.M. and Bird, G.W. 1973. Influence of concomitant *Pratylenchus* spp. and *Meloidogyne* spp. on root penetration and population dynamics. *J. of Nematology*, 5:212-217.
- Harni, R. dan I. Mustika. 1996. Pengaruh *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* terhadap pertumbuhan tanaman kencur (*Kaempferia galanga* L.). Makalah disampaikan pada Kongres Nasional II dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Nematologi Indonesia 23-24 Juli 1996 di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember. Jawa Timur. 10 p.
- Mustika, I. 1984. Pengaruh serangan *Radopholus similis* Cobb., *Meloidogyne incognita* Chitwood dan *Fusarium* sp. terhadap pertumbuhan tanaman lada (*Piper nigrum* Linn.) dan hubungannya dengan penyakit kuning. Tesis Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 90 p.
- Mustika, I., Y. Nuryani dan O. Rostiana. 1991. Nematoda parasit pada beberapa kultivar nilam di Jawa Barat. *Bull. Littro. V. I* (1): 11-18.
- Mustika, I. and O. Rostiana. 1992. The growth of four patchouli cultivars infected with *Pratylenchus brachyurus*. *J. Spice and Medicinal Crops. V. I.* (1) 5-9
- Ogbuyi, R.O. 1978. Effects of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus brachyurus* singly and combined on growth of nigerian tobacco (NTC 5). *J. Nematropica. 8*(2): 62-66.
- Santor, W. 1981. The interactionships of *Radopholus similis* Cobb. and *Meloidogyne incognita* Chidwood

on banana. M.S. Thesis. Univ. of the Philippines at Los Banos. 59p

Wallace. H.R. 1973. Nematode Ecology and Plant Disease. Edward Arnold Ltd, London. 222 p

Waller. J.M. and Bridge. 1984. Effect of pathogens interaction on tropical crop production. *In* Wood, R.K.S & G.J. Jellis. Plant. Dis. Infection, Damage and loss. Blackwell Sci. Publ, Oxford. p 311-320.