

PENULARAN PENYAKIT KERDIL PADA TANAMAN LADA OLEH TIGA JENIS SERANGGA VEKTOR

RODIAH BALFAS¹⁾, IRWAN LAKANI²⁾, SAMSUDIN¹⁾, SUKAMTO¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik
Jl. Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

²⁾ Mahasiswa Pasca Sarjana Departemen Hama dan Penyakit Tanaman,
Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Penyakit kerdil merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.), yang disebabkan oleh dua jenis virus, yaitu Piper Yellow Mottle Virus (PYMV) yang ditularkan oleh kutu putih (*Planococcus minor* dan *Ferrisia virgata*); dan Cucumo Mosaic Virus (CMV) yang pernah dilaporkan ditularkan oleh *Aphis gossypii*. Penelitian tentang penyakit ini telah dilakukan di laboratorium dan rumah kaca untuk mengetahui kemampuan serangga vektor *P. minor*, *F. virgata* dan *A. gossypii* dalam menularkan penyakit. Serangga tersebut diberi makan selama 24 jam pada tanaman lada yang terserang penyakit kerdil, kemudian serangga dipindahkan ke bibit lada sehat selama 24 (*A. gossypii*) dan 48 jam (*P. minor* dan *F. virgata*). Pada setiap jenis serangga diuji 1, 3, 7 dan 10 ekor per tanaman. Dengan cara yang sama dilakukan pula pengujian lanjutan penularan dengan *A. gossypii* (sebanyak 10 ekor serangga per tanaman) dengan menggunakan tiga sumber tanaman sakit yang berbeda (tanaman sakit asal Bangka, asal Sukabumi dan Bogor). Selain itu dilakukan penularan secara mekanik dengan menggunakan ketiga sumber inokulum. Tanaman yang telah diperlakukan diinkubasikan di rumah kaca. Deteksi virus dilakukan dengan ELISA dengan menggunakan antiserum dari Agdia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *P. minor* dan *F. virgata* dapat menularkan penyakit kerdil ke tanaman lada hingga 100%, sedangkan penularan dengan *A. gossypii* tidak menunjukkan gejala, tetapi pada pengujian lanjutan dengan *A. gossypii* memperlihatkan beberapa tanaman bergejala. Dari penelitian ini terungkap kutu putih merupakan serangga vektor PYMV yang sangat efisien, sedangkan *A. gossypii* dapat berperan sebagai vektor CMV dengan kemampuan penularan masih terbatas.

Kata kunci : *Piper nigrum* L., penyakit kerdil, *Ferrisia virgata*, *Planococcus minor*, *Aphis gossypii*, CMV dan PYMV, penularan

ABSTRACT

Transmission of stunted growth disease on black pepper by three insect vectors

Stunted growth disease is one of the most important diseases on black pepper caused by Piper Yellow Mottle Virus (PYMV) transmitted by Mealybugs (*Planococcus minor* and *Ferrisia virgata*) and Cucumo Mosaic Virus (CMV) transmitted by *Aphis gossypii*. These experiments were conducted at laboratory and green house to examine the capability of the insects in transmitting the disease. The insects were fed on black pepper plant for 24 hours, then transferred to healthy black pepper seedlings for 24 hours (*A. gossypii*) and 48 hours (*P. minor* and *F. virgata*). Each plant was treated with 1, 3, 7 and 10 insects. Other disease transmission test with *A. gossypii* was carried out using the similar method, but each plant was treated with 10 insects and used three source plants (disease plant from Bangka, Sukamulya/Sukabumi and Bogor). Disease mechanical transmission was also carried out to black pepper plant using the three sources of disease plant treated plants were incubated in the glass house. ELISA was used for disease confirmation with antiserum from Agdia. The results showed that high transmission rate (up to 100%) were obtained

in transmission with *P. minor* and *F. virgata*. No disease symptoms were shown in black pepper seedlings treated with *A. gossypii*. In the other transmission test, however, some plants showed symptoms. The similar symptoms were also seen on black pepper plants which were mechanically inoculated. The ELISA showed that the plants were positive for CMV. These experiments suggested that *P. minor* and *F. virgata* are very efficient vectors for PYMV, Whereas *A. gossypii* was confirmed as vector of CMV of black pepper with limited ability in transmitting the disease.

Key words : Black pepper, stunted growth disease, *Ferrisia virgata*, *Planococcus minor*, *Aphis gossypii*, CMV, PYMV, transmission

PENDAHULUAN

Penyakit kerdil atau sering disebut juga penyakit keriting merupakan penyakit penting pada tanaman lada, selain penyakit busuk pangkal batang (disebabkan oleh *Phytophthora capsici*) dan penyakit kuning (disebabkan oleh *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus similis*). Penyakit kerdil telah tersebar di daerah sentra produksi lada di Lampung, Bangka, Kalimantan Barat dan Jawa Barat, sehingga sangat membahayakan pengembangan pertanian lada di Indonesia (SITEPU dan MUSTIKA, 2000). Lebih lanjut disebutkan bahwa penyakit ini dilaporkan menyerang 23,3% pertanaman lada di Lampung pada tahun 1987 dan meningkat mencapai 30 – 40% pada tahun 1990. Penyebab penyakit ini telah lama diduga oleh virus (MUSTIKA dan MANOHARA, 1996) atau sejenis mikoplasma (FIRDAUSIL, 1988). Konfirmasi penyebab penyakit ini telah dilakukan melalui pemeriksaan contoh tanaman lada sakit (berasal dari Bogor dan Sukamulya, Sukabumi), dengan menggunakan elektron mikroskop yang menunjukkan adanya PYMV (Piper Yellow Mottle Virus) (BALFAS *et al.*, 2002). PYMV ini juga menyerang pertanaman lada di Malaysia, Thailand, Pilipina, Sri Lanka dan India serta Brazil (LOCKHART *et al.*, 1997; DUARTE *et al.*, 2002). Selain PYMV, CMV telah dideteksi dari hampir semua contoh daun sakit yang berasal dari Sukamulya (FEBRIANTI, 2004). Pada pertanaman lada yang terserang penyakit kerdil di Sarawak (Malaysia) dan Sri Lanka ditemukan dua jenis virus, yaitu PYMV dan CMV (ENG, 2002 dan DE SILVA *et al.*, 2002). Kedua virus tersebut menyerang secara bersamaan dan mengakibatkan kerusakan lebih berat. Di Sri

Lanka di samping kedua virus tersebut, juga ditemukan partikel mirip virus berbentuk isometrik yang diduga sebagai patogen (DE SILVA *et al.*, 2002).

Penyebaran penyakit kerdil terjadi melalui bahan tanaman dan serangga vektor. Bahan tanaman yang berasal dari setek tanaman yang terserang penyakit kerdil akan menghasilkan bibit yang juga terserang penyakit kerdil. Oleh karena itu bahan tanaman haruslah diambil dari tanaman yang sehat. Berdasarkan observasi pada pertanaman lada di Bangka dan Sukamulya, Sukabumi, Jawa Barat, sulit untuk mendapatkan tanaman yang bebas dari serangan penyakit ini.

Sampai saat ini belum diketahui adanya varietas lada yang tahan terhadap penyakit ini. Untuk mengetahui respon tanaman lada terhadap serangan PYMV, maka perlu dilakukan pengujian dengan teknik penularan yang efisien. PYMV hanya dapat ditularkan oleh serangga vektor (*Planococcus citri*, *P. minor* dan *Ferrisia virgata* serta *Diconocoris distantis*) (BALFAS dan MUSTIKA, 2005; LOCKHART *et al.*, 1997; BHAT *et al.*, 2003; DE SILVA, 2002). Sedangkan CMV ditularkan melalui cara mekanik dan serangga vektor *Aphis gossypii* (DE SILVA, 2002). Teknik penularan penyakit ini dengan menggunakan kutu putih, *Planococcus* dan *F. virgata*, menghasilkan tanaman bergejala sebanyak 30 – 70% (BALFAS *et al.*, 2003; BALFAS dan MUSTIKA, 2005). Teknik penularan tersebut perlu diperbaiki untuk meningkatkan kemampuan serangga menularkan penyakit. Di Indonesia, peranan *A. gossypii* sebagai serangga vektor penyakit kerdil belum jelas, sehingga perlu pengujian untuk memastikannya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan *P. minor*, *F. virgata* dan *A. gossypii* dalam menularkan PYMV dan CMV.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian terdiri dari bibit lada sehat berasal dari biji berumur \pm 5 bulan atau yang sudah mempunyai minimal lima helai daun, serangga vektor dan tanaman lada sakit sebagai sumber inokulum. Di samping itu juga digunakan perbanyak tanaman tapak dara berasal dari biji.

Serangga vektor, yaitu kutu putih *P. minor* dan *F. virgata* diperoleh dari tanaman lada sehat di sekitar rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), sedangkan *A. gossypii* dikoleksi dari tanaman tapak dara di kebun Balitro. *P. minor* berasal dari tanaman lada dipelihara pada umbi kentang di laboratorium Hama sedangkan *F. virgata* asal lada dipelihara pada bibit lada sehat di rumah kaca. *A. gossypii* dipelihara pada tanaman tapak dara sehat di rumah kaca. Untuk setiap pengujian menggunakan serangga yang seragam (berasal dari sumber/koleksi yang sama dan ukuran/umur yang sama).

Sumber inokulum virus adalah tanaman lada yang terserang penyakit kerdil berasal dari Kebun Percobaan Sukamulya dan Bangka, serta tanaman lada yang terserang penyakit kerdil hasil penularan sebelumnya di Bogor. Tanaman-tanaman tersebut dipelihara di rumah kaca, dipupuk dan disemprot dengan insektisida bila diperlukan.

Penularan Virus Penyakit Kerdil dengan *A. gossypii*

Aphis gossypii hasil perbanyak dipindahkan pada tanaman lada yang sakit (sumber inokulum dari Bogor). Setelah 24 jam (periode akuisisi), serangga tersebut dipindahkan ke bibit lada sehat (periode transmisi) selama 24 jam. Masing-masing tanaman diinvestasikan 1, 3, 7, dan 10 ekor serangga. Masing-masing perlakuan menggunakan 10 tanaman. Setiap perlakuan disertakan tanaman kontrol, yaitu bibit lada yang sehat yang diinokulasi 5 ekor serangga ini tanpa diberi makan pada tanaman sakit. Serangga-serangga yang masih hidup setelah 24 jam penularan, disemprot dengan insektisida. Pengujian juga dilakukan dengan cara yang sama tetapi menggunakan tiga sumber inokulum berasal dari Bangka, Sukamulya dan Bogor. Setiap tanaman diinvestasikan 10 serangga. Masing-masing perlakuan menggunakan 10 tanaman.

Pengujian juga dilakukan penularan secara mekanik sebagai pembandingan pada bibit lada dengan menggunakan tiga sumber inokulum seperti disebut di atas. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 tanaman.

Penularan Virus Penyakit Kerdil dengan *P. minor*

Planococcus minor yang dipergunakan adalah hasil pengembangbiakkan di laboratorium pada umbi kentang. Nimfa instar awal dipindahkan ke bibit yang terserang penyakit kerdil (hasil penularan sebelumnya) selama 24 jam. Setelah itu dipindah ke bibit lada sehat (tanaman uji) selama 48 jam. Masing-masing tanaman diinvestasikan 1, 3, 7, dan 10 ekor serangga. Setiap perlakuan menggunakan 10 tanaman. Setiap perlakuan disertakan tanaman kontrol, yaitu bibit lada sehat yang diinokulasi serangga tanpa diberi makan pada tanaman sakit (5 ekor serangga per tanaman). Serangga-serangga yang masih hidup setelah penularan, disemprot dengan insektisida.

Penularan Virus Penyakit Kerdil dengan *F. virgata*

Ferrisia virgata yang dipergunakan adalah hasil pemeliharaan pada tanaman lada di rumah kaca. Nimfa instar awal dipindahkan ke bibit lada yang terserang penyakit kerdil sumber yang berbeda selama 24 jam. Setelah itu dipindah ke bibit lada sehat (tanaman uji) selama 48 jam. Setiap tanaman diinvestasikan 1, 3, 7, dan

10 ekor serangga. Serangga-serangga yang masih hidup setelah penularan, disemprot dengan insektisida. Setiap perlakuan menggunakan 10 tanaman uji. Setiap perlakuan disertakan tanaman kontrol, yaitu bibit lada sehat yang diinokulasi serangga tanpa diberi makan pada tanaman sakit (5 ekor per tanaman). Serangga-serangga yang masih hidup setelah penularan, disemprot dengan insektisida.

Deteksi CMV dan PYMV

Deteksi CMV pada tanaman hasil penularan dilakukan dengan metode DAS ELISA (CROWTHER, 1995) dan deteksi PYMV dilakukan dengan metode DAC (Direct Antigen Coating) ELISA dengan menggunakan antiserum BSV (HOBBS *et al.*, 1987) karena antiserum PYMV belum tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penularan dengan *A. gossypii*

Penularan CMV dengan *A. gossypii* yang berasal dari tanaman tapak dara dengan menggunakan sumber tanaman sakit yang berasal dari hasil penularan sebelumnya (dengan kutu putih) tidak memperlihatkan gejala sakit pada semua tanaman perlakuan (dari 1 sampai 10 ekor serangga per tanaman) hingga 5 bulan setelah inokulasi (Tabel 1). Pengujian lanjutan telah dilakukan dengan serangga yang sama tetapi dengan menggunakan tiga sumber tanaman sakit (asal Sukamulya, Bangka dan Bogor) memperlihatkan beberapa tanaman bergejala dari hasil penularan dengan sumber tanaman sakit asal Bangka dan Sukamulya (Tabel 2). Berdasarkan ELISA, tanaman yang bergejala tersebut sebagian positif terinfeksi CMV.

Hasil penularan secara mekanik dengan tiga sumber tanaman sakit seperti di atas ke tanaman lada sehat menunjukkan bahwa beberapa tanaman bergejala (Tabel 2). Namun dari hasil uji deteksi yang dilakukan dari tanaman yang bergejala menunjukkan bahwa hanya penularan dengan sumber tanaman sakit asal Bangka dan Sukamulya diperoleh hasil yang positif terinfeksi CMV, sedangkan pada tanaman dengan sumber tanaman sakit dari hasil penularan sebelumnya diperoleh hasil yang negatif. Hasil ini sama dengan hasil penularan dengan *A. gossypii* tersebut di atas. Dengan demikian berdasarkan hasil penularan ini dapat dipastikan bahwa tanaman lada sakit asal Bangka dan Sukamulya positif sebagai sumber CMV, hal ini sama dengan hasil deteksi contoh daun tanaman sakit yang berasal dari pertanaman sakit di lapang pada dua lokasi tersebut positif terinfeksi CMV (SUASTIKA *et al.*, 2005). Gejala serangan CMV ini tidak terlihat jelas dan dalam

percobaan ini hanya diperhatikan pada daun, berupa gejala *diffuse chlorotic spot*, daun sedikit menebal, gejala ini baru terlihat setelah beberapa bulan penularan (Gambar 1). Gejala tersebut merupakan gejala awal dari serangan CMV. DUARTE *et al.* (2005) mengemukakan perbedaan gejala tanaman yang terserang PYMV dan CMV antara lain tanaman yang terserang CMV memperlihatkan gejala spot klorotik tidak beraturan pada daun.

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa *A. gossypii* asal tanaman tapak dara dapat berperan sebagai vektor CMV asal tanaman lada. Walaupun demikian keberhasilan penularannya masih rendah (belum efisien) sehingga perlu kajian lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi penularan. Menurut PERRY (2001), ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi penularan oleh *A. gossypii* yaitu temperatur, tanaman inang yang menjadi sumber inokulum, umur dan lamanya tanaman sakit setelah inokulasi dan konsentrasi CMV dalam daun tanaman sakit yang menjadi sumber inokulum. Salah satu yang mungkin menyebabkan rendahnya persentase penularan pada penelitian adalah tanaman sumber inokulum atau serangga *A. gossypii* berasal dari tanaman berbeda (tapak dara). Ada kemungkinan *A. gossypii* dari tapak dara perlu beradaptasi terlebih dahulu pada tanaman lada. *A. gossypii* pada tanaman lada pernah ditemukan oleh MARDININGSIH dan SOETOP (1999). Pada waktu penelitian dilakukan sangat sulit mendapatkan *A. gossypii* tanaman lada dan tidak berhasil dikembangbiakkan pada tanaman lada.

Penularan dengan *P. minor*

Hasil penularan penyakit kerdil dengan *P. minor* menimbulkan gejala pada bibit lada yang ditularkan (Gambar 1). Penularan dengan satu serangga sudah dapat menimbulkan tanaman bergejala 20 - 60% dan bahkan berdasarkan hasil deteksi mencapai 100%. Makin meningkatnya jumlah serangga yang digunakan dalam penularan makin tinggi banyaknya bibit lada yang bergejala. Penularan dengan 10 ekor serangga per tanaman dihasilkan 100% tanaman bergejala. Dibandingkan dengan *F. virgata*, banyaknya tanaman yang tertular oleh *P. minor* sedikit lebih banyak untuk setiap perlakuan (Tabel 1). Hasil deteksi PYMV dengan uji ELISA menunjukkan bahwa jumlah tanaman tertular lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah gejala yang nampak. Tanaman yang terinfeksi tidak selalu terekspresikan pada gejala. Hasil penelitian sebelumnya, penularan dengan serangga *P. minor* sebanyak lima ekor per tanaman didapatkan tanaman bergejala sebesar 30% (BALFAS *et al.*, 2003), dari penularan ini dengan tiga ekor serangga per tanaman diperoleh 80% tanaman bergejala. Hal ini mungkin terjadi karena penularan serangga pada tanaman sehat dilakukan selama 48 jam, sebelumnya hanya 24 jam.

Tabel 1. Hasil uji penularan penyakit kerdil dengan serangga *A. gossypii*, *P. minor* dan *F. virgata* setelah empat bulan perlakuan
 Table 1. The result of disease transmission test using *A. gossypii*, *P. minor*, and *F. virgata* after four months

Jenis dan jumlah serangga <i>Species and number of insect</i>	Tanaman bergejala <i>Plants showing symptom (%)</i>			Deteksi (%) <i>Detection (%)</i>	
	Ulangan I (5 tanaman) <i>Replication I (5 plants)</i>	Ulangan II (5 tanaman) <i>Replication II (5 plants)</i>	Rataan <i>Mean (%)</i>		
<i>A. gossypii</i>	Kontrol	0	0	0	- (CMV)
	1	0	0	0	- (CMV)
	3	0	0	0	- (CMV)
	7	0	0	0	- (CMV)
	10	0	0	0	- (CMV)
<i>P. minor</i>	Kontrol	0	0	0	
	1	60	20	40	+(PYMV) / 100
	3	60	100	80	+(PYMV) / 100
	7	80	100	90	+(PYMV) / 100
	10	100	100	100	+(PYMV) / 100
<i>F. virgata</i>	Kontrol	0	0	0	
	1	20	20	20	+(PYMV) / 60
	3	60	40	50	+(PYMV) / 80
	7	80	80	80	+(PYMV) / 100
	10	100	100	100	+(PYMV) / 100

Keterangan : Deteksi hanya dilakukan pada ulangan pertama. Ulangan I menggunakan varietas Kucing dan Ulangan II menggunakan varietas Jambi
 Note : Detection was only made for first replication. Kucing and Jambi varieties were used at the first and second replication, respectively

Gejala umumnya terlihat pada daun muda berupa klorotik yang jelas, daun agak mengeras dan daun agak bergelombang (Gambar 1) dan umumnya sudah terlihat tiga minggu setelah penularan.

Penularan dengan *F. virgata*

Hasil penularan dengan kutu putih *F. virgata* juga memberikan hasil penularan yang cukup tinggi. Penularan dengan satu serangga diperoleh 20% tanaman bergejala, akan tetapi berdasarkan hasil deteksi 60% tanaman terinfeksi PYMV. Dibandingkan hasil penelitian sebelumnya oleh BALFAS dan MUSTIKA (2005), dengan 10 ekor serangga ini memberikan hasil penularan 70%, sedangkan dari hasil penelitian ini dengan menggunakan jenis dan jumlah serangga yang sama diperoleh hasil penularan sebesar 100%. Seperti dengan *P. minor*, hal ini mungkin terjadi karena pada periode yang lebih lama dibandingkan sebelumnya. Gejala dan saatnya terlihat sama seperti halnya penularan oleh *P. minor*.

Dari ke-tiga kegiatan penularan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *P. minor* dan *F. virgata* merupakan vektor PYMV yang sangat efisien. Serangga tersebut juga diketahui sebagai vektor badnavirus yang sangat efisien, penularan dengan satu serangga diperoleh lebih dari 90% tanaman tertular (AYALA-NAVARRETE, 1992 dalam LOCKHART, 1995). Dengan demikian teknik penularan yang telah dilakukan dapat dijadikan dasar/metode standar pengujian skrining ketahanan tanaman lada terhadap PYMV. Walaupun persentase penularan CMV oleh *A. gossypii* masih rendah tetapi informasi yang

diperoleh sudah cukup untuk menyimpulkan bahwa *A. gossypii* dapat berperan sebagai vektor CMV. Di samping itu, hasil penelitian ini telah mengungkapkan gejala yang ditumbuhkan oleh CMV dan PYMV. Padahal selama ini belum diketahui CMV yang secara bersamaan berada dengan PYMV pada tanaman lada, sehingga gejala masing-masing belum dapat dibedakan.

Tabel 2. Hasil uji penularan CMV dengan *A. gossypii* dan penularan secara mekanik

Table 2. Result of transmission of CMV by *A. gossypii* and mechanical inoculation

Asal tanaman (varietas Jambi) <i>Source plant (Jambi variety)</i>	Jumlah tanaman uji <i>Number of tested plant</i>	Jumlah tanaman bergejala <i>Number of plant showing symptom</i>	Hasil deteksi (CMV) positif pada tanaman yang bergejala <i>Number of plant positive for CMV</i>
Penularan <i>A. gossypii</i>			
<i>A. gossypii</i> transmission			
Lada 1	10	4	2
Lada 2	10	4	1
Lada 3	10	0	0
Penularan mekanik			
<i>Mechanical inoculation</i>			
Lada1	5	3	2
Lada2	5	2	2
Lada3	5	4	0

Keterangan : Ditularkan dengan sumber tanaman sakit berasal:

1 = Sukamulya 3 = Bogor (hasil penularan dengan kutu putih)

2 = Bangka

Note : Source plants were originated from:

1 = Sukamulya 3 = Bogor (plants were mealybug

2 = Bangka transmitted)



Gambar 1. Gejala pada daun lada dari tanaman yang telah ditularkan CMV secara mekanik (kiri) dan gejala tanaman lada yang ditularkan PYMV oleh kutu putih (kanan)

Figure 1. Infected leaf after mechanical inoculation with CMV (left) and mealybug transmission of PYMV (right)



Gambar 2. Kutu putih *P. minor* (kiri atas), *F. virgata* (kanan atas) dan *A. gossypii* (bawah) yang dipergunakan dalam uji penularan
Figure 2. Mealybug *P. minor* (left), *F. virgata* (right), and *A. gossypii* (below) were used in the experiment

KESIMPULAN

Planococcus minor dan *F. virgata* merupakan serangga vektor yang sangat efisien dalam menularkan PYMV ke tanaman lada. *A. gossypii* asal tanaman tapak dara dapat berperan sebagai vektor CMV pada tanaman lada walaupun keberhasilan penularan masih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- BALFAS, R., SUPRIADI, T.L. MARDININGSIH dan E. SUGANDI 2002. Penyebab dan serangga vektor penyakit keriting pada tanaman lada. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 8(1): 7 – 11.
- BALFAS, R., SUPRIADI dan E. SUGANDI. 2003. Penularan penyakit keriting oleh *Planococcus* sp. pada tanaman lada asal Bangka. *Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat*. Bogor, 17 – 18 September 2002. p.207 – 211.
- BALFAS, R. dan I. MUSTIKA. 2005. Penularan penyakit kerdil pada tanaman lada oleh *Ferrisia virgata*. *Jurnal Ilmiah Pertanian GAKURYOKU*, Bogor, 5 Juli 2004. 11(1): 46 – 48.
- BHAT, A.I., S. DEVASHAYAM, Y.R. SARMA and R.P. PANT. 2003. Association of a badnavirus in black pepper (*Piper nigrum* L.) transmitted by mealybug (*Ferrisia virgata*) in India. *Current Science*. 84 (12): 1547 – 1550.
- CROWTHER JR. 1995. *ELISA theory and practice*. Totowa : Humana Press.
- DE SILVA, D.P.P., P. JONES and M.W. SHAW. 2002. Identification and transmission of Piper Yellow Mottle Virus and cucumber mosaic virus infecting black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sri Langka. *Plant Pathology*. 51: 537 – 545.
- DUARTE, M.R.S., P.C. PILHO, M.S. F. DANTAS. 2002. Pests and diseases of black pepper in Brazil. *International Pepper News Bulletin* July – December 2002.
- DUARTE, M. L. R., E.Y. CHU, C.R. TREMACOLDI and M.G.F. TABARA. 2005. Management of root and viral diseases affecting black pepper in Brazil. *Journal of Pepper Industry* 2 (2): 1 – 14.
- ENG, L. 2002. Viral disease and root-knot nematode problems of black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak, Malaysia. *Symposium on pests and diseases on pepper*, 24th September 2002. Annex Ss-07. p.1-8.
- FEBRIANTI, G. 2004. Deteksi cucumber virus (CMV) penyebab penyakit kuning pada tanaman lada (skripsi). Bogor, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- FIRDAUSIL, B.A. 1988. Deteksi penyebab penyakit kerdil pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.). Thesis Pasca Sarjana IPB. Bogor, 38p.
- HOBBS, H.A. , D.V. REDDY, R. RAJESHWARI and A.S. REDDY. 1987. Use of direct antigen coating and protein coating ELISA procedures for detection of three peanut viruses. *Plant Disease*. 71:747-749.
- LOCKHART, B.E.L. 1995. Banana streak virus infection in musa: epidemiology, diagnosis, and control. *Food Fert Tech Bull*. 143: 1-11.
- LOCKHART, B. E. L., K. KIRATIYA-ANGUL, P. JONES, L. ENG, P.D. SILVA, N.E. OLSZEWSKI, N. LOCKHART, N. DEEMA and J. SANGALANG. 1997. Identification of piper yellow mottle virus, a mealybug-transmitted badnavirus infecting *Piper* spp. in the Southeast Asia. *European Journal of Plant Pathology*. 103 : 303-311.
- MARDININGSIH, T.L. dan D. SOETOPO. 1999. Identifikasi kutu daun (Homoptera: Aphidoidea) pada beberapa jenis tanaman rempah dan obat. *Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dalam Pengendalian yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis*. Bogor, 16 Februari 1999. p.595 – 610.
- MUSTIKA, I. dan D. MANOHARA. 1996. Penyakit keriting dan penyakit tanaman lada lainnya. *Monograf Tanaman Lada*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. p. 142-149.
- PERRY, K.L. 2001. Cucumoviruses. In: *Virus-Insect-Plant Interactions*. Eds K.F. Harris, O.P. Smith, J.E. Duffus. Academic Press. p.167 – 176.
- SITEPU, D., dan I. MUSTIKA, 2000. Diseases of black pepper and their management in Indonesia. In: *Black pepper (Piper nigrum L.)* Ed. P.N. Ravindran. *Hardwood Academic Publishers*. p. 297 – 308.
- SUASTIKA, G., I. LAKANI, T.A. DAMAYANTI, SUPRIADI and R. BALFAS. 2005. Identification of a badnavirus associated with yellow mottle disease on black pepper (*Piper nigrum* L.) in Indonesia. *Journal of ISSAAS*. 11 (3): 121 – 127.