

**ANALISIS AKTIVITAS ENZIM PEROKSIDASE DAN KANDUNGAN ASAM SALISILAT DALAM TANAMAN CABAI MERAH YANG DIINDUKSI KETAHANANNYA TERHADAP CUCUMBER MOSAIC VIRUS (CMV) OLEH EKSTRAK DAUN BUNGA PUKUL EMPAT (MIRABILIS JALAPA)**

**THE ANALYSIS OF PEROXIDASE ACTIVITY AND SALICYLIC ACID CONTENT OF RESISTANT RED CHILLI PLANT TO CUCUMBER MOSAIC VIRUS (CMV) INDUCED BY LEAF CRUDE EXTRACT OF MIRABILIS JALAPA**

**Hersanti**

*Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan,  
Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran*

**ABSTRACT**

*Leaf crude extract of Mirabilis jalapa is an inducer agent of systemic resistance of red chilli to CMV. This experiment was objected to study the activity of peroxidase enzyme and the concentration of salicylic acid in the induced resistant plant to CMV by M. jalapa leaf crude extract.*

*The results showed that the induced resistant plant to CMV by leaf crude extract of M. jalapa had a low CMV disease intensity, low content of Virus, increased the activity of peroxidase enzyme 2 – 10 times; increased the salicylic acid 1.6 – 5 times. There were a significant interaction effect between disease intensity of CMV and salicylic acid content ( $r = 0.94$ ), middle interaction effect between disease intensity of CMV and salicylic acid content ( $r = 0.46$ ), low interaction effect between the virus content and disease intensity of CMV ( $r = 0.32$ ), and salicylic acid and activity of peroxidase enzyme ( $r = 0.39$ ); and no interaction effect between virus content and salicylic acid content ( $r = 0.05$ ), and between virus content and activity of peroxidase enzyme ( $r = 0.12$ ).*

*Key words: M. jalapa, CMV, peroxidase enzyme, salicylic acid, Systemic Induce Resistance*

**INTISARI**

Ekstrak daun bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) merupakan salah satu agen penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap serangan Cucumber Mosaic Virus (CMV). Penelitian ini mengkaji aktifitas enzim peroksidase dan kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap serangan CMV dengan menggunakan ekstrak daun *M. jalapa*. Hasil analisis diketahui bahwa tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap serangan CMV oleh ekstrak daun *M. jalapa* menunjukkan rendahnya intensitas serangan CMV, rendahnya kandungan virus, terjadi peningkatan aktivitas enzim peroksidase 2 - 10 kali, dan kandungan asam salisilat sebanyak 1,6 – 5 kali dibandingkan dengan tanpa induksi (kontrol). Terdapat keeratan hubungan yang tinggi antara intensitas serangan CMV dengan aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,94$ ), keeratan hubungan yang sedang antara intensitas serangan CMV dengan kandungan asam salisilat ( $r = 0,46$ ), keeratan hubungan yang rendah antara

kandungan virus dengan intensitas serangan CMV ( $r = 0,32$ ), kandungan asam salisilat dengan-aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,39$ ), dan tidak terdapat keeratatan antara konsentrasi virus dengan kandungan asam salisilat ( $r = 0,05$ ) dan kandungan virus dengan aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,12$ ).

Kata Kunci : *M. jalapa*, CMV, Enzim peroksidase, asam salisilat, Ketahanan Sistemik Terinduksi

## PENGANTAR

*Cucumber mosaic virus* (CMV) merupakan virus utama pada tanaman cabai merah (Duriat *et al.*, 1991). Kerugian akibat serangan CMV dapat menurunkan jumlah dan bobot buah per tanaman berturut-turut sebesar 81,4% dan 82,3% (Sari *et al.*, 1997). Usaha pengendalian serangan CMV yang efektif, murah dan mudah diterapkan oleh petani adalah penggunaan varietas tahan. Sampai saat ini diketahui belum ada satupun varietas cabai merah yang tahan terhadap CMV.

Ketahanan tanaman terhadap patogen tidak selalu diperoleh melalui program pemuliaan tanaman. Ketahanan dapat diperoleh dengan menginduksi ketahanan dengan menggunakan suatu agen penginduksi. Ketahanan yang diperoleh dikenal dengan ketahanan sistemik terinduksi (Kuc, 1987). Salah satu agen penginduksi yang mempunyai kemampuan dalam menginduksi ketahanan cabai merah terhadap CMV adalah ekstrak daun Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*) (Hersanti, 2003, Hersanti *et al.*, 2003; Mafrukhin *et al.*, 2001, Somowiyarjo *et al.*, 2001).

Ketahanan Sistemik Terinduksi (KST) pada berbagai tanaman terhadap serangan patogen akibat aplikasi agen penginduksi tidak terlepas dari peran senyawa-senyawa tertentu dan *PR-protein* (*Pathogenesis Related-protein*) seperti peroksidase, kitinase,  $\beta$ -1,3 glukonase,  $\beta$ -1,4glukosidase, dan asam salisilat sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan aktivitas dan kadarnya (Wei *et al.*, 1996).

Asam salisilat (AS) memegang peran penting dalam KST. Asam salisilat terbentuk pada tanaman sebagai reaksi terhadap infeksi patogen. Beberapa produk dari gen KST mempunyai sifat antimikrobia atau dapat dimasukkan ke dalam kelas protein anti mikrobia (Kessman *et al.*, 1994).

Penelitian ini mengkaji bagaimana aktifitas enzim peroksidase dan kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya terhadap serangan CMV dengan menggunakan ekstrak daun *M. jalapa*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Virologi Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, dan laboratorium penelitian dan Biokimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran. Pelaksanaan percobaan berlangsung dari bulan September 2003 sampai Januari 2004.

Bahan dan alat yang digunakan adalah tanaman cabai merah varietas Jatilaba, ekstrak daun *M. jalapa*, ELISA kit, spektrofotometer untuk mengukur aktifitas enzim peroksidase, *sentrifuge effendrof*, dan HPLC (*High Performance Liquidified Chromathogrphy*) untuk mengukur kandungan asam salisilat. Data hasil analisis kimia dan elektroforesis tidak diuji secara statistik. Tanaman cabai merah yang digunakan dalam penelitian adalah 10 tanaman setiap ulangan, dengan ulangan tiga kali.

Parameter yang diamati adalah intensitas serangan CMV; kandungan CMV dengan I-ELISA, Kandungan asam salisilat dianalisis dengan menggunakan modifikasi

metode Tenhaken dan Rubel (1997) dan Martinez *et al.*, (2000); Aktifitas Enzim peroksidase dengan mengukur kadar protein menggunakan metode Lowry (1959) dalam Loebenstein dan Lindsey (1961) dengan waktu pengamatan 24 jam setelah aplikasi ekstrak daun *M. jalapa*, 7 hari setelah inokulasi (HSI) CMV, 14 HSI dan 21 HSI.

Penginduksian dilakukan dengan mengoleskan ekstrak daun *M. jalapa* pada dua daun diatas kotiledon tanaman cabai merah berumur  $\pm$  4 minggu (4 daun sejati). Setelah kering angin ( $\pm$  30 menit) dibilas dengan air. Konsentrasi ekstrak daun *M. jalapa* yang digunakan yaitu 50% (1 bagian daun : 1 bagian air). Inokulasi CMV dilakukan 24 jam setelah aplikasi ekstrak, yaitu mengoleskan air perasan daun tembakau yang telah terinfeksi CMV2-RIV yang sudah dicampur dengan larutan buffer fosfat pada daun ketiga dan keempat (di atas kedua daun yang telah diinduksi ekstrak daun *M. jalapa*).

Perhitungan intensitas serangan CMV ditentukan dengan rumus :

$$I = \frac{\sum (nxv)}{NxV} \times 100\%$$

Keterangan:

- I = Intensitas serangan
- n = jumlah tanaman dalam tiap katagori serangan
- v = nilai skala tiap katagori serangan
- V = nilai skala dari katagori serangan tertinggi
- N = banyaknya tanaman yang diamati

Skala serangan berdasarkan Dolores (1996) sebagai berikut :

- 0 = tanaman tidak menunjukkan gejala virus.
- 1 = tanaman menunjukkan gejala mosaik sangat ringan, atau tidak ada penyebaran sistemik

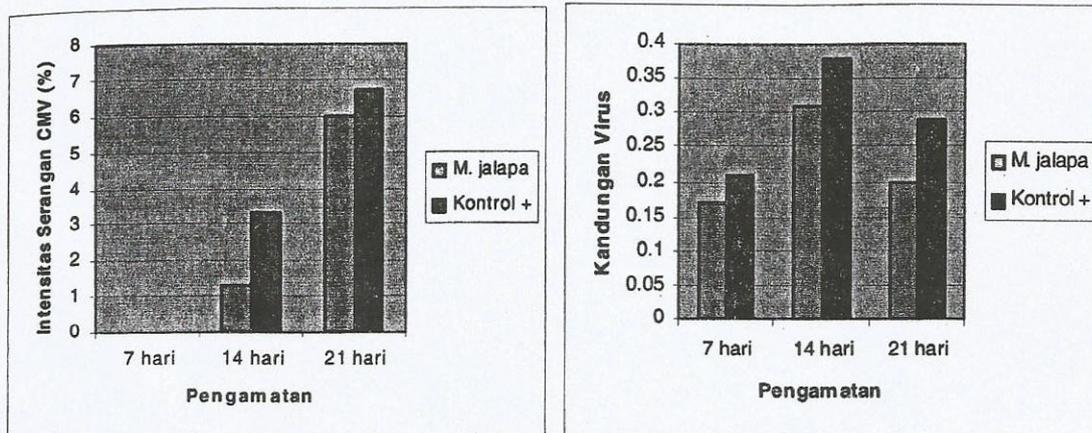
- 2 = tanaman menunjukkan gejala mosaik sedang
- 3 = tanaman menunjukkan gejala mosaik atau belang berat tanpa penciutan atau kelainan bentuk daun
- 4 = gejala mosaik atau belang berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun
- 5 = gejala mosaik atau belang sangat berat dengan penciutan atau kelainan bentuk daun yang parah, kerdil atau mati.

Kandungan virus dalam daun cabai merah diamati berdasarkan nilai absorpsi pada  $\lambda$  405 nm *Elisa reader* dengan metode I-ELISA (*Indirect Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan mekanisme Ketahanan Sistemik Terinduksi Tanaman cabai merah akibat pengaplikasian ekstrak daun *Mirabilis jalapa* berdasarkan intensitas serangan CMV, kandungan virus, kandungan asam salisilat dan aktifitas enzim peroksidase tersaji pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Intensitas serangan CMV pertama kali diamati pada saat 14 HSI CMV, karena pada 7 HSI belum terdapat gejala serangan CMV pada tanaman cabai merah. Intensitas serangan CMV pada tanaman cabai merah yang diaplikasi ekstrak *M. jalapa* lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol (tanpa ekstrak). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun *M. jalapa* mampu menghambat intensitas serangan CMV walaupun sedikit pengaruhnya. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat keparahan gejala serangan CMV pada tanaman inang diantaranya adalah faktor lingkungan.



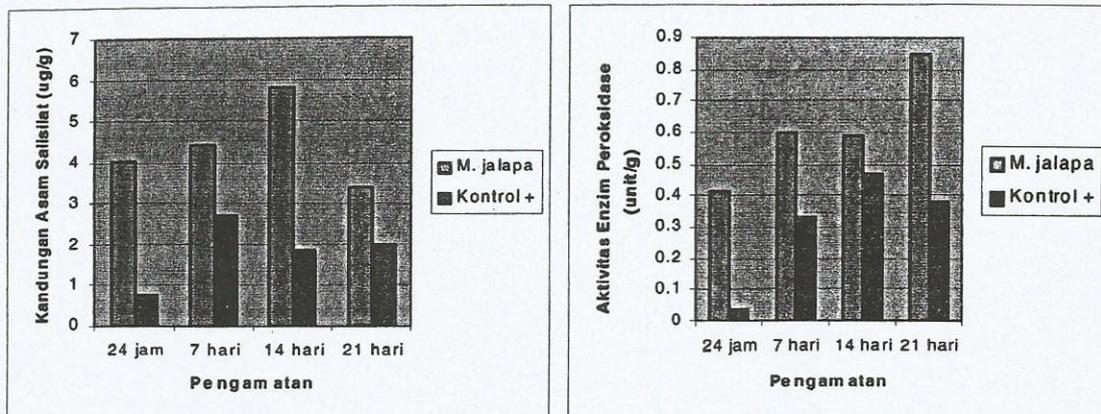
Gambar 1. Intensitas Serangan CMV dan Kandungan Virus dalam Tanaman Cabai Merah

Aplikasi ekstrak daun *M. jalapa* tidak begitu berpengaruh terhadap penghambatan gejala serangan CMV. Hasil ini didukung oleh pernyataan Dean dan Kuc (1987) bahwa induksi oleh ekstrak tanaman tidak membuat tahan menjadi tahan tetapi hanya meningkatkan derajat ketahanan. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan virus yang terdapat pada tanaman cabai merah. Kandungan virus pada pengamatan 7 HSI terlihat bahwa pada tanaman cabai merah yang diaplikasikan ekstrak daun *M. jalapa* lebih rendah dari tanaman kontrol. Walaupun sudah terdapat virus pada tanaman cabai merah tetapi tanaman belum menunjukkan gejala. Hal ini menunjukkan terjadi penghambatan kemunculan gejala serangan CMV. Secara umum aplikasi ekstrak *M. jalapa* mampu menghambat gejala serangan maupun konsentrasi virus dalam tanaman cabai merah.

Kemampuan tanaman *M. jalapa* dalam menghambat serangan CMV disebabkan terdapat senyawa dalam ekstrak daun *M. jalapa* yang bersifat antiviral. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Vivanco *et al.* (1999) bahwa ekstrak akar *M. jalapa* mengandung protein penonaktifan yang dikenal dengan Mirabilis Antiviral Protein (MAP). Keefektifan MAP telah di uji untuk

Potato Virus X (PVX), Potato Virus Y (PVY) dan Potato Spindle tuber Viroid (PSTVd). Pengaplikasian MAP yang dimurnikan menunjukkan pengaruh antiviral yang sama dengan ekstrak kasarnya. Penelitian kemampuan ekstrak tumbuhan sebagai antiviral diteliti juga oleh Verma *et al.* (1996), protein yang berukuran 34 kDa dalam ekstrak daun *C. aculeatum* berfungsi sebagai aktivator virus, bahan anti virus, penghambat replikasi virus dan sebagai protein penghambat virus.

Ketahanan terinduksi pada tanaman berhubungan erat dengan kandungan asam salisilat yang merupakan reseptor yang akan mengaktifkan terbentuknya PR-protein (Kuc dan Tuzun, 1991). Hasil pengamatan terlihat bahwa ekstrak daun *M. jalapa* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat dalam daun cabai merah. Rata-rata kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang diinduksi ekstrak *M. jalapa* meningkat 1- 5 kali lipat dibandingkan dengan tanaman kontrol baik pada saat pengamatan 24 jam setelah penginduksian sampai 21 HSI CMV. Hasil ini sesuai dengan penelitian Yalpani *et al.* (1993) bahwa kadar asam salisilat pada daun tembakau yang sebelumnya diinokulasi CMV meningkat sebanyak 70 kali lipat dibandingkan sebelum diinokulasi CMV.



Gambar 2. Kandungan Asam Salisilat dan Aktivitas Enzim Peroksidase Dalam Tanaman Cabai Merah

Hasil pengamatan aktifitas enzim peroksidase terlihat bahwa tanaman cabai merah yang diaplikasikan dengan ekstrak daun *M. jalapa* lebih tinggi 2 – 10 kali lipat dibandingkan dengan tanaman kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *M. jalapa* mampu menginduksi aktifitas enzim peroksidase. Menurut van Loon *et al.* (1994) enzim peroksidase merupakan suatu kelompok *PR-protein (Pathogenesis Related-protein)* dari golongan *PR-9* yang terakumulasi pada saat tanaman sakit atau sejenisnya. Selain itu peningkatan aktivitas enzim peroksidase dipengaruhi juga oleh adanya serangan virus. Menurut Zhou *et al.* (1992) ekspresi meningkatnya aktifitas enzim peroksidase diakibatkan tanaman terinfeksi patogen termasuk virus yang akan berkorelasi dengan tingkat ketahanan terhadap virus.

Tabel 1. merupakan hasil perhitungan hubungan antara parameter yang diamati yaitu intensitas serangan CMV, kandungan virus, kandungan asam salisilat dan aktifitas enzim peroksidase. Derajat keeratan hubungan antara variabel yang dianalisis dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya Nilai  $0,7 < r \leq 1,0$  menunjukkan keterkaitan yang erat,  $0,4 < r \leq 0,7$  sedang,  $0,2 < r \leq 0,4$  rendah, dan  $r \leq 0,2$  adalah tidak berkaitan (Djarwanto dan Subagyo, 1993).

Data dalam mengetahui koefisien korelasi antara keempat peubah didapatkan berdasarkan data hasil pengamatan yang diperoleh dari pengujian. Pada Tabel 1. seluruh koefisien dari keempat pengamatan menunjukkan derajat tidak terdapat keeratan sampai keeratan tinggi. Derajat keeratan rendah terjadi antara intensitas serangan CMV dengan kandungan virus dengan nilai korelasi ( $r$ ) = 0,32. Hasil itu menunjukkan bahwa intensitas serangan penyakit CMV tidak begitu dipengaruhi oleh kandungan virus dalam tanaman cabai merah. Diduga ini disebabkan tanaman cabai merah yang diinduksi *M. jalapa* mampu menghambat gejala serangan penyakit CMV. Menurut Nicks (1993) tingkat kerusakan atau gejala yang muncul pada tanaman tidak selalu berkorelasi positif dengan tingkat konsentrasi virus dalam tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa induksi dengan ekstrak tumbuhan *M. jalapa* membuat tanaman cabai merah kultivar Jatilaba yang bersifat rentan meningkat derajat ketahanannya menjadi toleran.

Nilai koefisien korelasi antara intensitas serangan CMV dan kandungan asam salisilat ( $r$ ) = 0,46. Nilai ini menunjukkan tingkat ketereratan sedang. Menurut pendapat Murphy *et al.* (2001) kandungan-

Tabel 1. Matrik Korelasi antara Intensitas Serangan CMV, Kandungan Virus, Kandungan Asam Salisilat, dan Aktivitas Enzim Peroksidase pada Tanaman Cabai Merah yang Diinduksi Ekstrak *M. jalapa*

| Variabel respon pada daun   |    | Variabel respon pada daun |      |      |    |
|-----------------------------|----|---------------------------|------|------|----|
|                             |    | X1                        | X2   | X3   | X4 |
| Intensitas serangan CMV     | X1 | 1                         |      |      |    |
| Kandungan Virus             | X2 | 0,32                      | 1    |      |    |
| Kandungan asam salisilat    | X3 | 0,46                      | 0,05 | 1    |    |
| Aktivitas enzim peroksidase | X4 | 0,94                      | 0,12 | 0,39 | 1  |

asam salisilat menghambat pergerakan virus dari satu sel ke sel lainnya dan pergerakan virus secara sistemik keseluruh bagian tanaman, sehingga gejala sistemik penyakit CMV pada tanaman cabai merah akan berkurang.

Hasil pengamatan antara intensitas serangan CMV dengan aktivitas enzim peroksidase menunjukkan tingkat keeratan yang tinggi antara keduanya dengan nilai  $r = 0,94$ . Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Gupta *et al.* (1990) yang menyatakan bahwa tanaman yang tahan terhadap penyakit cenderung memperlihatkan aktivitas peroksidase yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman rentan.

Koefisien korelasi antara konsentrasi virus dengan aktivitas enzim peroksidase pada tanaman cabai merah yaitu sebesar  $r = 0,12$ . Nilai ini menunjukkan tidak terjadi keeratan antara aktivitas enzim peroksidase dengan kandungan virus. Tidak terkaitnya kedua peubah tersebut disebabkan aktivitas enzim peroksidase secara langsung tidak berpengaruh terhadap replikasi virus, tetapi berpengaruh terhadap pembentukan lignin. Enzim peroksidase adalah senyawa yang mengkatalis reaksi oksidasi hydrogen peroksida dengan monomer-monomer lignin seperti : r-kumaril alkohol, koniferil alkohol, dan sinapsis alkohol menjadi polimer berupa lignin. Dengan keberadaan lignin maka dinding sel tumbuhan dapat lebih tebal sehingga sulit ditembus oleh vektor (Hopkins, 1999; McKee dan McKee, 1999).

Nilai koefisien korelasi antara kandungan virus dengan kandungan asam

salisilat adalah 0,05. Nilai ini menunjukkan tidak terdapat keeratan hubungan diantara kedua peubah tersebut. Hasil percobaan ini sejalan dengan penelitian Naylor *et al.*, (1998) bahwa induksi asam salisilat tidak dapat mempengaruhi replikasi CMV pada tanaman tembakau, tetapi dapat menghambat pergerakan virus.

Peroksidase merupakan salah satu *PR-protein* yang berperan dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit. Hasil pengamatan koefisien korelasi antara aktivitas enzim peroksidase dengan asam salisilat sebesar  $r = 0,39$ , dengan derajat keeratan rendah. Hasil itu menunjukkan bahwa kandungan asam salisilat dalam tanaman cabai merah yang tidak berpengaruh terhadap peningkatan aktifitas enzim peroksidase. Hal itu berlawanan dengan dengan pernyataan Murphy *et al.*, (2001) bahwa asam salisilat merupakan sinyal transduksi yang salah satu cabangnya mengaktifkan *PR-protein*, termasuk peroksidase. Menurut Molina *et al.* (1998), aktivasi gen *PR-protein* tidak selalu bersamaan dengan peningkatan kandungan asam salisilat, dan pengaruh penginduksian oleh suatu agen mempunyai kespesifikkan jenis *PR-protein* yang diinduksinya.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Tanaman cabai merah yang diinduksi ketahanannya oleh ekstrak daun *M. jalapa* menunjukkan rendahnya

intensitas serangan CMV, rendahnya kandungan virus, terjadi peningkatan aktivitas enzim peroksidase 2 - 10 kali, dan peningkatan kandungan asam salisilat sebanyak 1,2 - 5 kali dibandingkan dengan tanpa induksi (kontrol).

2. Terdapat keeratan hubungan yang tinggi antara intensitas serangan CMV dengan aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,94$ ), keeratan hubungan yang sedang antara intensitas serangan CMV dengan kandungan asam salisilat ( $r = 0,46$ ), keeratan hubungan yang rendah antara Kandungan virus dengan intensitas serangan CMV ( $r = 0,32$ ), kandungan asam salisilat dengan aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,39$ ), dan tidak terdapat keeratan antara kandungan virus dengan kandungan asam salisilat ( $r = 0,05$ ) dan kandungan virus dengan aktifitas enzim peroksidase ( $r = 0,12$ ).

#### DAFTAR PUSTAKA

Djarwanto, & P. Subagyo. 1993. *Statistik Induktif*. Cetakan ke-4. BPE- Yogyakarta. 327 hal.

Dolores, L.M. 1996. Management of Pepper Viruses. Pp.: 334-342. In *AVNET-II Final Workshop Proceedings*. AVDRC. Tainan, Taiwan.

Duriat, A.S., W. Setiawati & R. Sutarya. 1991. Bioekologi penyakit krupuk pada tanaman cabai. I. Studi penularan penyakit krupuk pada cabai. hal: 32-34. *Dalam Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit kentang, kubis, cabai dan bawang merah Laporan PHT ARM 90/91*. Balihort Lembang.

Gupta, S.K., P.P. Gupta, T.P. Yadava, & C.D. Kaushik. 1990. Metabolic changes in mustard due to *Alternaria* leaf blight. *Indian Phytopathol.* 43(1): 64-69.

Hersanti, C. Nasahi, & T. Sunarto. 2003. Pengujian beberapa ekstrak tumbuhan sebagai agen penginduksi ketahanan tanaman cabai merah terhadap Cucumber Mosaic Virus (CMV). *J. Agrik.* 14 (3): 160-165.

Hersanti. 2003. Pengujian potensi ekstrak 37 Species tumbuhan sebagai agen penginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai merah terhadap Cucumber Mosaic Virus. *J. Fitopat. Ind.* 7(2) : 54-58.

Hopkins, W.G. 1999. *Introduction to Plant Physiology*. 2<sup>nd</sup> edition. Academy Press. New York.

Kessmann, H., T. Staub, C. Hofmann, T. Maetzke, J. Herzog, E. Ward, S. Uknes & J. Ryals. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32 : 439-459.

Kuc, J. 1987. Plant Immunization and its Applicability for Disease Control. Pp. 225-272. In I. Chet (Ed.). *Innovative Approaches to Plant Disease Control*. John Wiley and Sons, New York.

Loebenstein, G. & N.N. Lindsey. 1961. Peroxidase activity in virus infected potatoes. *Phytopathology* 51: 533-537.

Louws, F.J., K.H. Mary, F.K. John, & T.S. Cristine. 1996. Impact of reduced fungicide and tillage on blight, fruit root and yield processing tomatoes. *Plant Dis.* 80: 1251-1256.

Mafrukhin, M., D.S. Utami, & Kustatinah. 2001. Pemanfaatan agen antiviral *Mirabilis jalapa* untuk menekan penyakit karena mosaik virus pada tanaman cabai merah. *Buku panduan KSN PFI 2001*.

- Martinez, C., J.C. Baccou, E. Bresson, Y. Baissac, J.F. Daniel, A. Jalloul, J.L. Montilet, J.P. Geiger, K. Assigbetse, & M. Nicole. 2000. Salicylic acid mediated by the oxidative burst is a key molecule in local and systemic response of cotton challenged by a virulent race of *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*. *Plant Physiol.* 22 : 756 – 766.
- Mc.Kee, T & J. Mc. Kee. 1999. *Biochemistry : An Introduction*. Second ed. Mc.Graw-Hill. New York.
- Molina, A., M., D. Hunt & J. A. Ryals. 1998. Impaired fungicide activity in plants blocked in disease resistance signal transduction. *Plant Cell* 10: 1903-1914.
- Murphy, A.M., A. Gilliland, C.E. Wong, J. West, D.P. Singh & J.P. Carr. 2001. Signal transduction in resistance to plant viruses. *Euro.J. Plant Pathol.* 107 : 121-128.
- Naylor, M., A.M. Murphy, J.O. Berry, & J.P. Carr. 1998. Salicylic acid can induce resistance to plant virus movement. *Molecular Plant Microbe Interac.* 11:860-866.
- Nicks, R.E., P.R. Ellis, & J.E. Palevliet. 1993. Resistance to Parasites. Pp. : 442-447. In M.D. Hayward, N.O. Bosermark, and I. Romagosa (Eds.) *Plant Breeding Principles and Prospects*. Chapman and Hall. London.
- Sari, C.N., I. R. Suseno, Sudarsono, & M. Sinaga. 1997. Reaksi sepuluh galur cabai terhadap infeksi isolat CMV dan PVY asal Indonesia. *Prosiding Kongres Nasional dan Seminar Ilmiah PFI*. Palembang 27-29 Oktober 1997. Hal : 116-119.
- Somowiyarjo, S., Y.B. Sumardiyono, & Shofar Martono. 2001. Inaktivasi CMV dengan ekstrak *Mirabilis jalapa*. *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah, PFI*. Bogor. 22-24 Agustus 2001.
- Tenhaken, R. & C. Rubel. 1997. Salicylic acid needed in hypersensitive cell death in soybean but does not act a catalase inhibitor. *Plant Physiol.* 115: 291-298.
- van Loon, L.C., W.S. Pierpoint, Th. Boller, & V. Conejero. 1994. Recommendations for naming plant pathogenesis-related proteins. *Plant Molecular Biology Report.* 12 : 245-264.
- Verma, H.N., S. Srivastava, Varsha, & D. Kumar. 1996. Induction of systemic resistance in plants against Viruses by a basic protein from *Clerodendrum aculeatum* leaves. *Phytopathology* 86 : 485-492.
- Vivanco, JM, M. Querci & LF. Salazar. 1999. Antiviral and antiviroid activity of MAP containing extract from *Mirabilis jalapa* roots. *Plant Disease* 83 : 1116 – 1121.
- Wei, G., J.W. Kloepper, & S. Tuzun. 1996. Induced systemic resistance to cucumber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. *Phytopathology* 86 : 221-224.
- Yalpani, N., V. Shulaev, & I. Raskin. 1993. Endogenous salicylic acid levels correlated with accumulation of pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. *Phytopathology.* 83: 702-708.
- Zhou, B.W., S.Y. Liu, D.Y. Chen, Q. Yu, J. Yang, & C. Wang. 1992. Peroxidase in relation to varieties resistance to virus disease in rapeseed (*Brassica napus*). (Abstract). *Oil Crops of China* 2 : 52-54.