

Identifikasi Molekuler Begomovirus Penyebab Penyakit Kuning Keriting pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) di Sumatera Barat

Jumsu Trisno^{1*)}, Sri Hendrastuti Hidayat²⁾, Jamsari³⁾, Trimuri Habazar¹⁾, dan Ishak Manti⁴⁾

¹⁾Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang 25126

²⁾Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

³⁾Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang 25126

⁴⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat, Sukarami Solok 25001

Diterima 18-08-2009

Disetujui 06-03-2010

ABSTRACT

Pepper plants showing Begomovirus-like symptoms, consisting of yellowing, leaf curling, and distortion, were collected from fields located in the Padang, West Sumatra. The aim of this research is to identification of begomovirus associated with yellow leaf curl diseases on pepper. Total DNA was extracted from infected leaf tissue according to Doyle and Doyle (1999) with slight modification. Polymerase chain reaction (PCR) was used to amplify the coat protein region of the virus using universal degenerate primers pAV494 and pAC1048. The PCR amplified DNA product (approx. 560 bp) was sequenced. The nucleotide and amino acid sequences and BLAST search revealed highest homology with *pepper yellow leaf curl Indonesia virus* isolated pepper, tomato and *Ageratum conyzoides* from Java, but differences from those of *tomato yellow leaf curl virus*. The isolate was then tentatively called *pepper yellow leaf curl Indonesia virus-Padang* (PYLCIV-Pdg).

Keywords: begomovirus, molecular identification, yellow leaf curl diseases

PENDAHULUAN

Cabai merupakan produk hortikultura unggulan yang sangat penting di Indonesia. Namun dalam budidayanya banyak mengalami kendala yang menghambat produksi, salah satunya disebabkan oleh penyakit tumbuhan. Penyakit yang akhir-akhir ini dirasa sangat merugikan di sentra pertanaman cabai di Sumatera Barat adalah penyakit virus kuning keriting, yang oleh petani disebut juga dengan penyakit "bule" dan atau "bonsai". Tanaman yang terinfeksi penyakit ini menunjukkan gejala berupa klorosis pada daun, tepi daun menggulung ke atas seperti mangkuk (*cupping*), daun keriting dan menguning, tanaman menjadi kerdil dan bunga rontok (Gambar 1). Gejala penyakit ini mirip dengan *pepper yellow leaf curl diseases* yang sudah banyak dilaporkan diberbagai Negara seperti Thailand (Chiemsombat dan Kittipakorn, 1997; Samretwanich *et al.*, 2000), Banglades (Maruthi *et al.*, 2005), Spanyol (Morilla *et al.*, 2005) dan Indonesia, di pulau Jawa (Hidayat *et al.*, 1999; Sulandari, 2004), yang kemudian diketahui disebabkan oleh Begomovirus.

Begomovirus termasuk kedalam famili geminiviridae, yang merupakan kelompok terbesar penyebab penyakit pada tanaman. Kelompok geminivirus mempunyai karakter morfologi yang menarik dengan dua partikel isometric mempunyai genom ss DNA (Gutierrez, 2002). Geminivirus dikelompokkan dalam empat genus berdasarkan kisaran inang, serangga vektor dan organisasi genom. Genus Begomovirus (sub group III) ditularkan oleh serangga vektor kutu kebul menginfeksi tanaman dikotil dan mempunyai organisasi genom monopartit dan bipartit (Fauquet & Stanley, 2003).

Survei penyakit di lapangan menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan luas serangan dan intensitas serangan penyakit kuning keriting cabai. Di Sumatera Barat pada tahun 2004 intensitas serangan penyakit ini adalah 67,19% (luas tanam cabai : 3.968,65 Ha dengan luas cabai terserang : 2.666,77 Ha), dengan kehilangan hasil pada suatu areal dapat mencapai 100%. Tahun 2005, data sampai bulan Februari 2005 luas serangan penyakit ini 39,4 Ha dengan luas tanam 49,29 Ha. Kerusakan tertinggi dilaporkan di Kabupaten Agam dan Tanah Datar (Syaiful, 2005). Trisno *et al.*,

*Telp: +6285274050113

Email: ano_trisno@yahoo.co.id

(2005) menambahkan dari pengamatan bulan Agustus – Nopember 2005 pada kabupaten Pesisir Selatan, Solok, Tanah Datar dan Kota Padang, insidensi penyakit tersebut adalah 60 – 100 %, sampai tahun 2007 dilaporkan bahwa penyakit tersebut sudah tersebar di hampir seluruh pertanaman cabai Sumatera Barat dengan intensitas serangan 37,8 -95,0 % (Trisno et al., 2008). Mengingat begitu cepatnya perkembangan penyakit ini di lapangan, dibutuhkan suatu prosedur untuk mendeteksi geminivirus secara cepat dan spesifik guna membantu kajian epidemiologi dan pengendalian penyakitnya (Nakhla & Maxwell, 1998).

Teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) akhir-akhir ini banyak digunakan untuk mendeteksi geminivirus secara cepat dan akurat dari berbagai sampel tanaman sakit dan serangga vektor diberbagai negara (Novat et al., 1992; Rojas et al., 1993; Wyatt & Brown, 1996). Metoda PCR juga telah berhasil digunakan untuk mendeteksi geminivirus asal cabai yang dikumpulkan dari berbagai daerah di Indonesia terutama Jawa (Hidayat et al., 1999; Sulandari, 2004) dan tomat (Aidawati, 2005; Hartono, 2008; Santoso et al., 2008). Namun demikian dateksi geminivirus pada cabai di Sumatera Barat dan informasi data sekuennya masih belum pernah dilaporkan.

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan identitas Begomovirus yang menginfeksi tanaman cabai di Sumatera Barat, dengan teknik PCR dan dilanjutkan sekuensing, sehingga dapat menentukan klasifikasi virus sampai aras spesies.

BAHAN DAN METODE

Isolat virus. Isolat virus yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari tanaman cabai di Kota Padang, Sumatera Barat pada musim tanam Maret – Agustus 2008, yang menunjukkan gejala penyakit virus kuning keriting seperti daun menggulung keatas seperti mangkuk, keriting, dan menguning (Gambar 1). Sampel-sampel tanaman diambil secara *purposive sampling*, °C dan ditularkan ke tanaman cabai sehat untuk sumber inokulum. Pada saat yang sama juga dihitung intensitas serangan dengan metode pengambilan sampel secara *systematic random sampling* dari 10% populasi tanaman. Intensitas penyakit dihitung menggunakan rumus 1 dengan kategori skala yang dilaporkan Lapidot et al., (2001) dengan sedikit modifikasi. Skala 0: tidak ada gejala; 1: daun berwarna kuning pada pinggir dimulai

pada daun muda, 2: semua daun hampir kuning dan sedikit keriting, 3: daun menguning, keriting, melengkung ke atas, daun mengecil dan tanaman masih tumbuh, dan 4: tanaman kerdil dan menguning, kecil-kecil dan pertumbuhan sudah terhenti.

$$\text{Intensitas penyakit} = \frac{\sum(n_i \times V_i)}{Z \times N} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

n_i : sampel tanaman ke i , V_i : nilai skala ke i , Z : nilai skala tertinggi, N : jumlah tanaman sampel yang diamati.

Isolasi DNA dan Amplifikasi Polymerase Chain Reaction,-

Total DNA diekstraksi dari daun tanaman sakit menggunakan metode Doyle dan Doyle (1999) dengan sedikit modifikasi. Daun tanaman (± 1 gram) dimasukan dalam mortal steril yang sudah berisi 1,0 ml buffer ekstraksi (100 mM Tris pH 8,0, 1.4 m NaCl, 20 mM EDTA pH 8,0, dan 0,2 % (v/v) b mercaptoethanol) dan digerus. Hasil ekstraksi (500 ml) selanjutnya dipindahkan ke tabung mikro (1,5 ml) dan diinkubasi dalam waterbath suhu 65°C selama 30 menit sambil dibolak balik setiap 10 menit. Kedalam ekstraksi ditambahkan 500 ml chloroform:isoamylalkohol (24:1) dan dicapurkan dengan menggunakan vortek. Masing masing tabung disentrifugasi 10000xg selama 15 menit. Supernatan yang dihasilkan dipindahkan ke tabung baru dan ditambahkan etanol absolut 2,5 x volume untuk mempresipitasi protein dan dicuci dua kali dengan etanol 70%. Pellet yang dihasilkan dikeringkan dan diresuspensi dalam 100 ml akuades steril. DNA yang dihasilkan disimpan pada suhu -20°C sampai digunakan selanjutnya.

Genom geminivirus diamplifikasi dengan teknik PCR menggunakan sepasang primer universal pAV494 [5'-GCC(C/T)AT(G/A)TA(T/C)AG(A/G)AAGCC(A/C)AG-3'] dan pAC1048 [GG(A/G)TT(A/G/T)GA(G/A)GCATG(T/A/C)GTACATG-3'] yang didesain untuk mengamplifikasi target gen *coat protein* (CP) dari kelompok geminivirus (Wyatt dan Brown, 1996). Reaksi PCR menggunakan total volume 25 ml yang terdiri dari 2,5 ml buffer PCR (10 x buffer :100 mM Tris-HCl, 500 mM KCl, pH 8,3), 0,5 ml dNTP mix (4 mM), 1,0 ml primer masing-masingnya (10 mM), 1 unit DNA taq polymerase, 2 ml DNA template dan 17,8 ml akuades steril. Reaksi PCR dimulai dengan denaturasi awal pada suhu 94°C selama 2 menit, PCR dilanjutkan dengan 30 siklus dengan urutan sebagai berikut: 94°C selama 1 menit, 55°C selama 1 menit dan 72°C selama 2 menit, serta diikuti

dengan tahap pemanjangan akhir pada suhu 72°C selama 3 menit. Hasil PCR kemudian dianalisis dalam agarose gel (1%) dengan penambahan etidium bromide menggunakan elektroforesis dengan buffer TBE 0,5 kali dan fragmen DNA divisualisasi menggunakan UV-transluminator dan dipotret dengan kamera digital.

Sekuensing DNA. Hasil amplifikasi PCR berupa fragmen DNA dengan ukuran 560 bp disekuensi dengan metode *dideoxy nucleotide chain termination* menggunakan ABI-Prims 3100-Avant Genetic Analyzer (Applied Biosystem, Foster City, CA, USA) di PT. Charoen Pokphand Indonesia, Tbk, Jakarta.

Analisis Sekuen Nukleotida dan Filogenetika. Hasil runutan nukleotida dimodifikasi dengan *software Bioedit V7.0.5* sebelum dilakukan analisis. Runutan nukleotida yang didapat digunakan untuk analisis similariti dengan runutan yang ada di GeneBank menggunakan *software Blast* yang terdapat dalam situs the *European bioinformatic Institute* (EBI). Runutan nukleotida ini selanjutnya digunakan untuk penentuan runutan asam amino menggunakan program *sms2*. Selanjutnya ditentukan similaritas dan filogenetik runutan nukleotida dan asam amino antar isolat menggunakan *software ClustalW* yang terdapat dalam situs EBI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi gejala. Hasil pengamatan di lapangan yang dilakukan di tiga lokasi areal pertanaman cabai di Kota Padang, yaitu Pengambiran Kecamatan Lubuk Begalung, Batu Busuk Kecamatan Pauh, dan Kuranji Kecamatan Kuranji, didapatkan berbagai variasi gejala baik dalam satu areal ataupun antara areal yang berbeda. Gejala yang umum ditemukan adalah daun muda menguning dan kecil-kecil (Gambar 1 A), pinggir daun melengkung ke atas, keriting dan kuning (Gambar

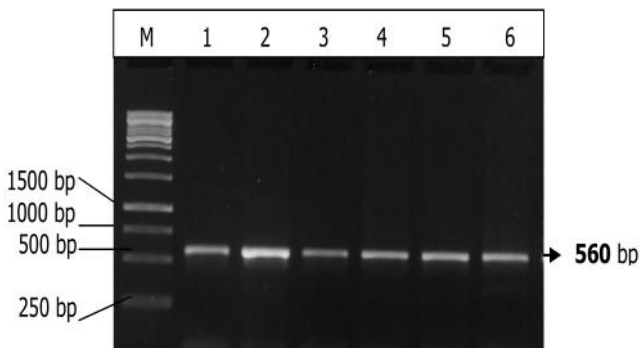
1 B), daun kecil-kecil, kuning, banyaknya tunas-tunas ketiak, dan tanaman kerdil (Gambar 1 C). Ketiga bentuk gejala ini ditemukan dalam satu areal dari areal pertanaman cabai yang diamati. Akan tetapi mempunyai variasi gejala yang berbeda-beda seperti bentuk keriting, dan warna kuning daun yang muncul serta tingkat keparahan penyakitnya. Intensitas penyakit di tiga lokasi ini cukup tinggi berkisar antara 60,00 – 80,83% dengan intensitas terendah di Pengambiran (60,00%), 72,50% di Batu Busuk, dan 80,83% di Kuranji. Adanya perbedaan variasi gejala pada satu areal dan atau areal yang berbeda dimungkinkan oleh banyak faktor, seperti dimungkinkan adanya strain virus yang berbeda, pengolahan dan perawatan areal pertanaman dan kondisi lingkungan areal pertanaman. Polston dan Anderson (1997) mengemukakan gejala yang timbul karena infeksi virus sangat bervariasi, tergantung strain virus, kultivar, umur tanaman pada waktu terinfeksi dan lingkungan. Sedangkan menurut Matthews (1992), munculnya gejala pada tanaman yang terinfeksi virus sangat dipengaruhi oleh konsentrasi virus, faktor lingkungan dan faktor genetik tanaman. Tanaman yang terinfeksi oleh virus pada awal masa pertumbuhan cenderung mengalami kerusakan lebih besar dibandingkan dengan tanaman terinfeksi setelah fase generatif.

Deteksi Begomovirus dengan PCR. DNA tanaman cabai sakit dengan berbagai variasi gejala dideteksi virus penyebabnya dengan teknik PCR menggunakan sepasang primer universal AV494 dan AC1048 menghasilkan pita DNA yang sangat jelas dengan berat molekul sekitar 560 bp (Gambar 2). Wyatt dan Brown (1996) mengatakan amplifikasi PCR menggunakan primer AV494 dan AC1048 menghasilkan pita berukuran sekitar 560 bp. Hasil ini membuktikan bahwa teknik PCR sangat sesuai untuk mendeteksi



Gambar 1. (A) Gejala penyakit virus kuning keriting tanaman cabai di lapangan, daun-daun muda kuning dan mengecil, (B) tepi daun menggulung keatas seperti mangkuk, (C) daun kecil-kecil, kuning dan tanaman kerdil

geminivirus. Geminivirus mempunyai asam nukleat berupa DNA untai tunggal, sehingga DNanya dapat secara langsung digunakan sebagai *template* (cetakan) dalam PCR (Rojas et al., 1993).



Gambar 2. Hasil PCR menggunakan primer AV494 dan AC1048 yang dielektroforesis dalam 1% agarose gel dengan pengecatan *ethidium bromide*. M: Marker 1 kb ladder, 1 - 6 sampel tanaman terinfeksi begomovirus.

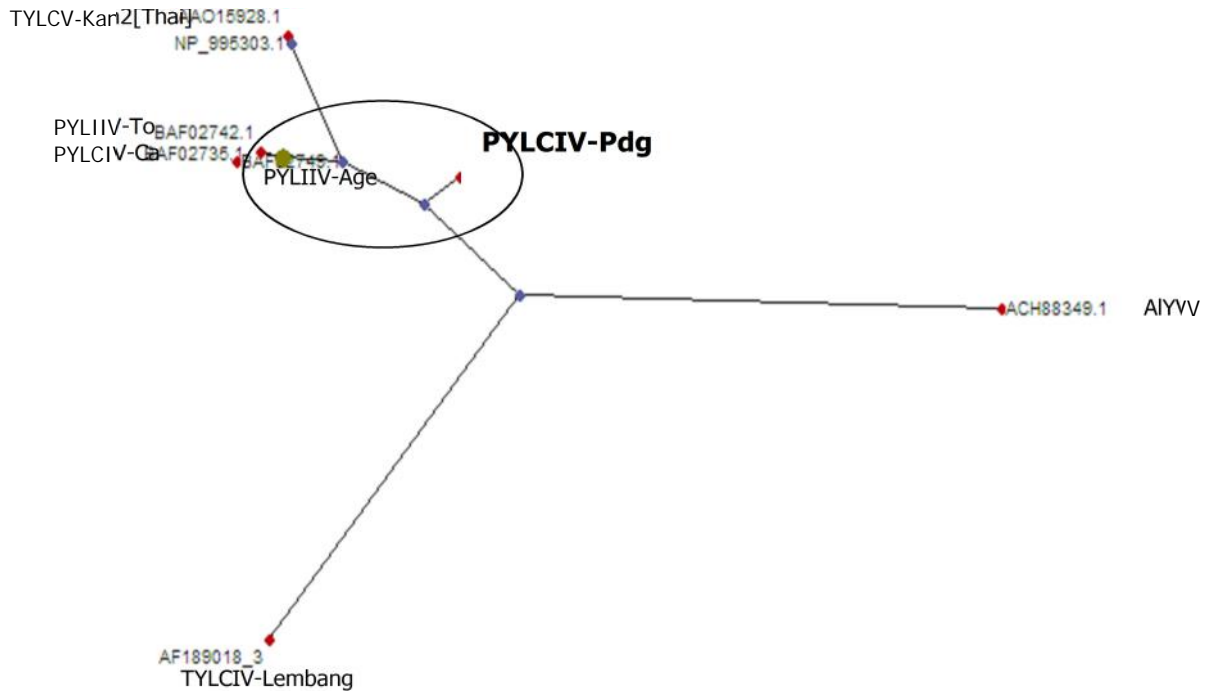
Analisis Molekuler dan Filogenetika Begomovirus. Data hasil sekuen fragmen DNA hasil amplifikasi PCR dianalisis dan dibandingkan dengan sekuen dari anggota begomovirus lainnya yang telah ada di dalam GeneBank database. Hasil analisis menggunakan program BLAST (www.ebi.ac.uk) didapatkan adanya homologi nukleotida dan asam amino yang tinggi antara begomovirus isolat Padang dengan *Pepper Yellow Leaf Curl Indonesia Virus* (PYLCIV) asal Cabai, Tomat dan *Ageratum conyzoides* isolat dari Jawa Barat dengan nilai secara berturut-turut 95%, 95% dan 94% untuk nukleotida dan 93%, 94% dan 93% untuk asam amino. Sedangkan *distance matrices* (jarak matrik DNanya) secara berturut-turut adalah 6,78; 6,67 dan 7,10 (Tabel 1). Runutan asam amino dari hasil BLAST ini selanjutnya di analisis untuk mendapatkan filogenetik antar isolat menggunakan

Tabel 1. Persentase kesamaan runutan nukleotida (NT) dan Asam Amino (AA), serta distance matrices dari gene Coat Protei (CP) isolate Padang (PYLCIV-Padang) dan tujuh isolat Begomovirus dari database GeneBank. *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* –asal cabai (PYLCIV-Ca: BAF02735.1), PYLCIV-asal *Ageratum conyzoides* (BAF02749.1), PYLCIV-asal Tomat (BAF02742.1), *Tomato yellow leaf cur virus*-Kanchanaburi Thailan isolate 1 (TYLCV-Kan1: NP_995303.), TYLCV-Kan2(AAO15928.1), *Alternanthera yellow veinal virus* (AIYVV: ACH88349.1), *Tomato yellow leaf curl Indonesia Virus*-Lembang (TYLCIV-Lbg: AF189018.3).

Begomovirus database GeneBank	PYLCIV-Padang		
	NT(%)	AA(%)	Distance Matrices (%)
PYLCIV-Ca	95	93	6,78
PYLCIV-Age	94	93	7,10
PYLCIV-To	95	94	6,67
TYLCV-Kan1	74	88	10,68
TYLCV-Kan2	73	87	10,26
AIYVV	77	83	18,10
TYLCIV-Lbg	75	74	24,12



Gambar 3. Perbandingan sekuen asam amino dari PYLCIV-Padang dengan beberapa sekuen database GeneBank menggunakan program Clustal W (1.83). Tanda asterisk (*) di bawah sekuen menunjukkan asam amino yang identik antara kedelapan sekuen. *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* –asal cabai (PYLCIV-Ca: BAF02735.1), PYLCIV-asal *Ageratum conyzoides* (BAF02749.1), PYLCIV-asal Tomat (BAF02742.1), *Tomato yellow leaf cur virus*-Kanchanaburi Thailan isolate 1 (TYLCV-Kan1: NP_995303.1), TYLCV-Kan2(AAO15928.1), *Alternanthera yellow veinal virus* (AIYVV: ACH88349.1), *Tomato yellow leaf curl Indonesia Virus*-Lembang (TYLCIV-Lbg: AF189018.3).



Gambar 4. Filogram yang mempresentasikan hubungan kekerabatan antara PYLCIV-Padang dengan tujuh isolat Begomovirus yang ada di GeneBank database. *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* –asal cabai (PYLCIV-Ca: BAF02735.1), PYLCIV-asal *Ageratum conyzoides* (BAF02749.1), PYLCIV-asal Tomat (BAF02742.1), *Tomato yellow leaf cur virus*-Kanchanaburi Thailan isolate 1 (TYLCV-Kan1: NP_995303.1), TYLCV-Kan2(AAO15928.1), *Alternanthera yellow veinal virus* (AIYVV: ACH88349.1), *Tomato yellow leaf curl Indonesia Virus*-Lembang (TYLCIV-Lbg: AF189018.3)

program ClustalW menghasilkan perbandingan asam amino seperti ditampilkan pada Gambar 3 dan pohon filogeni Gambar 4. Dari analisis ini lebih mempertegas bahwa Begomovirus-Padang mempunyai homologi yang tinggi dengan PYLCIV. Dari gambar filogram terlihat isolat Padang terkelompok dalam satu kelompok dengan PYLCIV yang sudah dilaporkan sebelumnya dan berbeda jauh dengan TYLCIV-Lembang (Gambar 4). Dengan hasil ini dapat dikatakan bahwa isolat Padang adalah *pepper yellow leaf curl Indonesia virus* strain Padang disingkat PYLCIV-[Padang]. Karena menurut pedoman dari *International Committee on Taxonomy of Viruses* (ICTV), apabila persamaan sekuen asam amino dari gen *coat protein* (CP) antara satu virus dengan virus lain lebih dari 90%, dikatakan bahwa virus tersebut merupakan spesies yang sama (Padidam *et al.*, 1995).

KESIMPULAN

Hasil sekuen nukleotida dan asam amino gen *coat protein* (CP) dari Begomovirus asal Padang Sumatera Barat menunjukkan persamaan dengan PYLCIV isolat cabai, tomat dan *Ageratum conyzoides*, asal Jawa dan berbeda dengan *tomato yellow leaf curl Indonesia virus* (TYLCIV), sehingga dinamakan *pepper yellow leaf curl Indonesia virus*- Padang (PYLCIV-Pdg).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui program Hibah Bersaing 005/SP2H/PP/DP2M/III/2008 dan Laboratorium Virologi Tumbuhan Departemen Proteksi Tanaman IPB yang memberikan izin penggunaan fasilitas untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidawati, N. 2005. Keanekaragaman begomovirus pada tomat dan Serangga vektornya, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera:Aleyrodidae), serta Pengujian Ketahanan Genotip Tomat Terhadap Strain Begomovirus. *Disertasi Sekolah Pascasarjana*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Chiemsombat, P. & Kittipakorn, K. 1997. Confirmation of potentially important pepper viruses. *Proceeding of AVNET-II Final Workshop AVRDC* 1996. Bangkok, 1-6 September 1996.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. 1999. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12:13-15.
- Fauquet, C.M. & Stanley, J. 2003. Geminivirus classification and nomenclature: progress and problems. *Ann.appl.Biol* 142:165-189.
- Gutierrez, C. 2002. Strategies for geminivirus DNA replication and cellcycle interference. *J Physiol.Mol. Plant Pathol* 60: 219-230.
- Hartono, S. 2008. Identifikasi molekuler begomovirus penyebab penyakit keriting kuning pada tomat di Jawa Tengah. *J. Akta Agrosia* 11 (1): 69-74.
- Hidayat, S.H., Rusli, E.S. & Aidawati, N. 1999. Penggunaan primer universal dalam polimerase chain reaction untuk mendeteksi virus gemini pada cabai. *Prosiding Kongres*

- nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI, Purwokerto*, 16-18 September, 1999.
- Maruthi, M.N., Alam, S.N., Kader, K.A., Rekha, A.R. & Colvin, J.** 2005. Nucleotide sequencing, whitefly transmission, and screening tomato for resistance against two newly described begomoviruses in Banglades. *J Phytopathol* **95**:1472-1481.
- Matthews, R.E.F.** 1992. *Foundamentals of Plant Virology*. California: Academic Press, Inc.
- Morilla, G., Janssen, D., Garcia-Andres, S., Moriones, E., Cuadrado, I.M. & Bejarano, E.R.** 2005. Pepper (*Capsicum annum*) is a dead-end host for *Tomato yellow leaf curl virus*. *J. Phytopatol* **95**: 1089-1097.
- Nakhla, M.K. & Maxwell, D.P.** 1998. Epidemiology and management of Tomato yellow leaf curl diseases. Di dalam: Hadidi *et al.*, (Eds). *Plant Virus Diseases Control*. Minisota: APS Press. St. Paul.
- Novat, N., Zeidean, M., Picherski, E., Zamir, D. & Czosnek, H.** 1992. Use of the polymerase chain reaction to amplify Tomato yellow leaf curl virus DNA infected plants and viruliferous whiteflies. *J. Phytopatol* **81**: 1199-1202.
- Padidam, M., Beachy, R.N. & Fauquet, C.M.** 1995. Tomato leaf curl virus from India has a bipartite genome and coat protein is not essential for infectivity. *J. Gen Virol* **76**: 25-35.
- Polston, J.E. & Anderson, P.K.** 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western Hemisphere. *J.Plant Dis.* **81**: 1358-1369.
- Rojas, M.R., Gilbertson, R.L., Rusel, D.R. & Maxwell, D.P.** 1993. Use of degenerate primers in the polymease chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *J.Plant Dis* **77**: 477-485.
- Samretwanich, K., Chiemsoibat, P., Kittipakorn, K. & Ikegami, M.** 2000. A new geminivirus associated with a yellow leaf curl disease of pepper in Thailand. *J. Plant Dis* **84**: 1047.
- Santoso, T.J., Hidayat, S.H. Duriat, A.S., Herman, M. & Sudarsono.** 2008. Indentity and sequence diversity of Begomovirus assciated with Yellow leaf curl diseases of Tomato in Indonesia. *J Microbiol Indones* **2**: 1-7.
- Sulandari, S.** 2004. Karakterisasi biologi, serologi dan analisis sidik jari DNA virus penyebab penyakit daun keriting kuning cabai. *Disertasi Sekolah Pascasarjana*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syaiful.** 2005. Masalah penyakit virus kuning pada tanaman cabai di Sumatera Barat. *Makalah dalam Workshop* penanganan virus kuning dan vektornya di Balai diklat Pertanian Bandar Buat Sumatera Barat, 7-8 April 2005.
- Trisno, J., Charnita, R. & Hanafiah, A.** 2005. Karakteristik gejala dan deteksi virus kuning tanaman cabai di Sumatera Barat. *Laporan Penelitian*. Jur. HPT Faperta Unand. Padang. 14 hal.
- Trisno, J., Hidayat, S.H. & Manti I.** 2008. Potensi rhizobakteria indigenus dalam meningkatkan ketahanan galur cabai terhadap keragaman strain geminivirus dan biotipe serangga vektornya, *Bemisia tabaci* (Hemiptera:Aleyrodidae). *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Lembaga Penelitian Universitas Andalas.
- Wyatt, S.D. & Brown, J.K.** 1996. Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degerates primers and polmerase chain reaction. *J. Phytopatol* **86**: 1288-1293.