

Deteksi dan Kajian Kisaran Inang Virus Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai

Detection and Host Range Study of Virus Associated with Pepper Yellow Leaf Curl Disease

SRI SULANDARI^{1*}, RUSMILAH SUSENO¹, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT¹,
JUMANTO HARJOSUDARMO², SOEMARTONO SOSROMARSONO¹

¹Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian,
Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111

Diterima 24 Mei 2004/Disetujui 12 Desember 2005

High incidence of *Pepper yellow leaf curl virus* (PepYLCV) was observed in Indonesia since early 2000. Disease incidence in Yogyakarta, Central and West Java reached 100% on *Capsicum frutescens*, but only 10-35% on *C. annuum*. As an exception, the disease incidence on *C. annuum* cv. TM 999 was in the range of 70-100%. The causal agent of the disease, PepYLCV, was detected by polymerase chain reaction. Viral specific DNA fragment of the size ~1600 bp and ~550 bp was amplified from infected plants using two pairs of geminivirus universal primers pAL1v1978/pAL1c715, and pAv494/pAc1048, respectively. The PepYLCV has an intermediate host range including plants belonging to the family of Solanaceae, Leguminosae, and Compositae. The species belonging to the families of Cucurbitaceae, Malvaceae, Chenopodiaceae, and Amaranthaceae were resistant to the virus. *Physalis floridana*, is very prospective as a propagation host for the geminivirus infecting pepper. *Nicotiana* spp., cucumber, watermelon, cotton, and *Sida* sp. could be used as a differential host. Besides, *Capsicum frutescens* cv. Cakra, tomato, *N. benthamiana*, *N. glutinosa*, and *Ageratum conyzoides* could be used as indicator plants for the geminivirus infecting pepper.

Key words: Pepper yellow leaf curl virus, disease incidence, host range

PENDAHULUAN

Epidemi penyakit daun keriting kuning cabai telah terjadi di beberapa sentra penanaman cabai di Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sejak awal tahun 2000. Gejala penyakit ini sangat khas meliputi: tulang daun menebal, tepi daun menggulung ke atas, dan helai daun berwarna kuning cerah. Pada awal tahun 2003, tanaman cabai di berbagai daerah sentra produksi Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Lampung mengalami gangguan penyakit "kuning" sehingga gagal panen dan terjadi pemusnahan tanaman untuk menghindari penyebaran penyakit yang lebih luas (komunikasi pribadi Direktorat Jenderal Perlindungan Tanaman Hortikultura). Penyakit tersebut diduga ditularkan oleh kutukebul tembakau *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) yang populasinya sangat melimpah karena adanya musim kemarau yang panjang. Berdasarkan gejala tersebut, penyakit daun keriting kuning cabai diduga disebabkan oleh (kelompok) geminivirus.

Geminivirus termasuk dalam kelompok virus tanaman dengan genom berupa DNA utas tunggal, berbentuk ikosahedral, dan terselubung dalam virion ikosahedral kembar (*geminata*) (Harrison 1985). Anggota kelompok geminivirus dibedakan berdasarkan tanaman inang, serangga vektor, dan

struktur genomnya. Anggota geminivirus yang ditularkan oleh serangga vektor *B. tabaci* umumnya dijumpai di daerah tropika dan subtropika yang dapat mendukung perkembangan serangga vektor dengan baik.

Serangan geminivirus pada tanaman cabai di Indonesia dilaporkan terjadi di daerah Jawa Barat pada tahun 1999 (Hidayat *et al.* 1999), sedangkan di Meksiko dan Amerika Serikat geminivirus dilaporkan menyerang tanaman tomat dan cabai sejak tahun 1990, antara lain *Serrano golden mosaic virus* (SGMV), *Texas pepper geminivirus* (TPV), *Sinaloa tomato leaf curl virus* (STLCV), *Pepper hausteco virus* (PHV), *Chino del tomato virus* (CdTV), *Pepper jalapeno virus* (PJV) (Brown & Poulos 1990; Stenger *et al.* 1990; Torres-Pacheco *et al.* 1996; Idris & Brown 1998). Serangan TPV pada cabai juga dilaporkan di Costa Rica pada tahun 2000 (Lotrakul *et al.* 2000), dan *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) di Thailand pada tahun 1993 (Chiamsombat & Kittipakorn 1997; Samretwanich *et al.* 2000). Sejak tahun 2000 di daerah Sleman, Kulon Progo, Bantul, dan Gunung Kidul (DIY) dilaporkan terjadi serangan geminivirus pada cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dengan intensitas mencapai 100% dan pada cabai besar (*C. annuum*) secara sporadis (Sulandari *et al.* 2001). Gejala awal yang ditimbulkan pada daun cabai rawit maupun cabai besar berupa penjernihan tulang daun (*vein clearing*) yang kemudian berkembang menjadi warna kuning, penebalan tulang daun, dan penggulangan daun (*cupping*). Infeksi lanjut geminivirus menyebabkan daun-daun mengecil, berwarna kuning cerah, dan tanaman menjadi kerdil.

*Alamat kini: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

*Penulis untuk korespondensi, Tel./Fax. +62-274-523926,
E-mail: sulandari77@yahoo.com

Penyakit daun keriting kuning cabai di Indonesia merupakan penyakit yang berpotensi menimbulkan masalah besar pada tanaman cabai sehingga perlu dikembangkan metode pengendalian yang efektif. Pengendalian akan efektif apabila diketahui penyebabnya secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penyakit daun keriting kuning cabai menggunakan teknik *polymerase chain reaction* (PCR) dengan menggunakan contoh tanaman dan melalui kajian biologi, yaitu dengan pengujian kisaran inang. Pengamatan lapangan di beberapa lokasi pertanaman cabai dilakukan untuk mengetahui status penyakit tersebut.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan dan Pengumpulan Tanaman Terinfeksi.

Pengamatan di lapangan dilakukan secara langsung di berbagai pertanaman cabai rawit maupun cabai besar mulai tahun 2001-2003. Sebelum tahun 2002, pada umumnya cabai besar yang ditanam adalah kultivar Keriting, akan tetapi sejak awal tahun 2002 petani mulai banyak menanam kultivar TM 999. Pengamatan dilakukan pada tanaman yang sudah mulai berbunga. Lokasi yang dipilih adalah Jawa Barat (Segunung, Cugenang, Lembang, dan Megamendung), Jawa Tengah (Kopeng, Muntilan, dan Klaten), dan di DIY (Sleman, Bantul, Kulon Progo, dan Gunung Kidul). Pada masing-masing daerah diamati minimal dua lokasi dan pada masing-masing lokasi terdiri atas tiga petak pengamatan. Petak pengamatan terdiri atas pertanaman cabai seluas 20 m². Luas serangan (L) dihitung berdasarkan:

$$L = \frac{\text{jumlah tanaman sakit}}{\text{jumlah total tanaman pada satu petak pengamatan}} \times 100\%$$

Pengamatan hanya dilakukan satu kali dengan pertimbangan bahwa virus menginfeksi secara sistemik. Pengamatan keparahan penyakit berdasarkan pada variasi gejala penyakit yang ditimbulkan dengan kriteria pada Tabel 1.

Tanaman cabai dengan gejala khas geminivirus dari lokasi Segunung dikoleksi untuk selanjutnya virus diisolasi melalui metode penularan dengan serangga vektor kutukebul tembakau. Virus hasil isolasi dari Segunung, dan untuk selanjutnya disebut dengan isolat Segunung diperbanyak pada tanaman *Nicotiana benthamiana* L. dan dipelihara di rumah kaca untuk digunakan sebagai sumber inokulum dalam penelitian ini.

Deteksi Penyebab Penyakit Menggunakan Teknik PCR.

Asosiasi geminivirus dengan penyakit keriting kuning cabai yang diamati di daerah Segunung dideteksi dengan PCR mengikuti metode Rojas *et al.* (1993) menggunakan dua pasang primer universal untuk geminivirus, yaitu pAL1v1978/pAR1c715 dan pAv494/pAc1048. Kedua pasangan primer tersebut dikonstruksi berdasarkan daerah genom geminivirus yang memiliki tingkat konservasi tinggi, yaitu di daerah penyandi protein replikasi dan protein selubung virus (Rojas *et al.* 1993).

DNA total diekstraksi dari tanaman *N. benthamiana* sakit (akibat penularan dari tanaman cabai dengan gejala daun keriting kuning asal Segunung) yang sudah dikeringkan dengan CaCl₂. Berdasarkan penelitian pendahuluan diketahui DNA yang diperoleh dari tanaman *N. benthamiana* sakit

kualitasnya lebih baik dibandingkan dari tanaman cabai sakit. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode Dellaporta *et al.* (1983) yang dimodifikasi (tanpa fenol). Sekitar 0.1 g daun *N. benthamiana* kering ditambah 3 ml bufer ekstraksi (Tris-HCl 0.1 M, pH 8.0; EDTA 0.05 M; NaCl 0.5 M dan 2-merkaptotanol 0.01 M) dilumatkan, kemudian disentrifugasi pada 16 000 g selama 10 menit. Supernatan ditambah 33 µl SDS 1% dan diinkubasi pada suhu -65 °C selama 10 menit. Setelah ditambah 3 volume KoAc 5 M kemudian disentrifugasi pada 16 000 g selama 10 menit pada suhu 4 °C. Supernatan ditambah 0.5 volume isopropanol bersuhu -20 °C, diinkubasikan pada suhu -20 °C selama 10 menit, selanjutnya disentrifugasi pada 16 000 g selama 15 menit pada suhu 4 °C. Pelet dicuci dengan etanol 70% bersuhu -20 °C dan dikeringkan dalam vakum. Setelah kering, pelet diresuspensi dengan 100 µl akuades dan disimpan pada suhu -20 °C. Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan *Ready To Go PCR bead* (Amersham Pharmacia Biotech. Inc.), menggunakan DNA 2 µl, 1 µl masing-masing primer dengan konsentrasi 1 µM dan akuades sampai total volume reaksi mencapai 25 µl. Amplifikasi dilakukan menggunakan mesin *PCR Gene Amp. PCR System 9700 PE Applied Biosystem* sebanyak 30 siklus, dengan tahapan pemisahan utas DNA pada 94 °C selama satu menit, penempelan primer pada DNA templet pada 52 °C selama satu menit dan sintesis DNA pada 72 °C selama dua menit.

Tabel 1. Luas serangan dan keparahan gejala geminivirus pada cabai rawit dan cabai besar di lapangan (tahun 2001-2003)

Lokasi	<i>C. frutescens</i> (cabai rawit) LS (%) / K	<i>C. annuum</i> (cabai besar) LS (%) / K
Daerah Istimewa Yogyakarta		
Sleman	80-100/++++	10-30/++++*
Bantul	75-100/+++	15-25/+
Kulon Progo	70-100/++++	15-30/++++*
Gunung Kidul	70-90/+++	10-25/+
Jawa Tengah		
Kopeng	100/++++	20-25/++++*
Muntilan	100/+++	15-20/+
Klaten	75-100/+++	15-25/++
Jawa Barat		
Segunung	100/+++	15-35/++++*
Cugenang	100/+++	15-20/+
Lembang	75-90/+++	10-20/+
Megamendung**		

LS: luas serangan, K: keparahan penyakit; + (ringan): daun muda yang tumbuh berwarna kuning kehijauan, daun-daun pada tanaman bagian bawah tetap berwarna hijau, ukuran daun, jumlah cabang, dan tinggi tanaman tidak berbeda dengan tanaman sehat; ++ (sedang): daun muda yang tumbuh berwarna kuning kehijauan, mengalami malformasi (daun mengecil dan agak melengkung). Daun-daun pada tanaman bagian bawah tetap berwarna hijau. Tinggi tanaman dan jumlah cabang tidak berbeda dengan tanaman sehat; +++ (berat): daun muda yang tumbuh berwarna kuning cerah, hanya sebagian daun pada tanaman yang masih berwarna hijau, daun melengkung ke atas membentuk mangkuk (*cupping*), daun kecil-kecil, dan malformasi. Jumlah cabang berkurang dan tanaman agak kerdil; ++++ (sangat berat): daun menguning secara keseluruhan, *cupping*, ukuran daun sangat kecil dan malformasi. Jumlah cabang sangat berkurang dan tanaman kerdil. Bunga dan buah sangat sedikit dan kecil-kecil bahkan ada yang tidak berbuah sama sekali; *pada musim tanam tahun 2002 dan awal 2003 terjadi epidemi penyakit yang disebabkan oleh geminivirus dengan luas serangan mencapai 70-100% pada kultivar cabai TM 999; **Di Megamendung pada tahun 2001 ditemukan serangan geminivirus pada jenis Paprika di rumah kaca dengan luas serangan sekitar 45% dan intensitas serangan tinggi

Hasil amplifikasi DNA selanjutnya dianalisis dengan elektroforesis pada gel agarosa 1% dalam larutan penyangga 0.5 x TBE (Tris borat-EDTA) dengan pewarnaan etidium bromida (Maniatis *et al.* 1982).

Pengujian Kisaran Inang Geminivirus Menggunakan Kutukebul Tembakau. Bibit tanaman uji berasal dari biji sehat, ditanam dalam polibag yang berisi tanah steril yang mengandung humus (perbandingan 4:1). Tanaman yang diuji meliputi enam famili yang terdiri atas 30 jenis tanaman. Tanaman tersebut adalah dari famili Solanaceae, yaitu tomat (*Lycopersicon esculentum* L.) var. Ratna dan Ranti, kecubung (*Datura stramonium* L.), *Physalis floridana* L., cabai rawit (*C. frutescens*) kultivar Cakra dan Bara, cabai besar (*C. annuum*) kultivar Tornado, terong (*Solanum melongena* L.), *N. benthamiana*, *N. glutinosa* L., *N. tabacum* L. var. Burley, *N. tabacum* var. Xanthi, *N. tabacum* var. Samsun, dan *N. tabacum* var. Havana. Famili Compositae, yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides* L.), bunga matahari (*Helianthus annuus* L.), dan *Hyptis brevipes* Poit. Famili Leguminosae, yaitu kedelai (*Glycine max* Merr.), kacang panjang (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., kacang hijau (*V. radiata* L.), kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), dan orok-orok (*Crotalaria juncea* L.). Famili Cucurbitaceae, yaitu mentimun (*Cucumis sativus* L.) dan semangka (*Citrus radiatus* L.). Famili Malvaceae, yaitu kapas (*Gossypium arboreum* L.) var. Canasia 7 dan Sidaguri (*Sida* sp.). Famili Amaranthaceae, yaitu bayam duri (*Amaranthus spinosus* L.) dan *Gomphrena globosa* L., serta famili Chenopodiaceae, yaitu *Chenopodium amaranticolor*.

Tanaman-tanaman tersebut setelah membentuk daun sempurna diinokulasi dengan geminivirus isolat Segunung menggunakan kutukebul tembakau, *B. tabaci*. Sejumlah kutukebul tembakau hasil perbanyakan dimasukkan ke dalam sungkup yang berisi tanaman tomat sakit (hasil inokulasi menggunakan isolat Segunung) untuk memberikan periode akuisisi selama 48 jam. Setelah waktu terpenuhi sebanyak sepuluh kutukebul dimasukkan ke dalam masing-masing sungkup yang berisi tanaman uji untuk periode inokulasi selama 24 jam. Setelah waktu inokulasi terpenuhi, serangga diambil dan dimatikan. Masing-masing jenis tanaman uji terdiri atas sepuluh tanaman yang sekaligus sebagai ulangan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama satu bulan. Pengamatan meliputi gejala dan variasi gejala yang timbul, masa inkubasi, persentase kejadian penyakit (jumlah tanaman sakit/jumlah total tanaman yang diuji x 100%), dan tingkat keparahan penyakit (berdasarkan variasi gejala yang muncul pada masing-masing tanaman uji).

HASIL

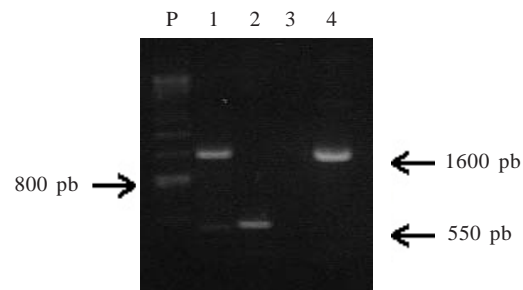
Luas Serangan dan Keparahan Gejala Penyakit. Semua helai daun cabai rawit yang terinfeksi geminivirus tampak menguning, sedangkan daun-daun cabai besar yang berada di bagian atas (tajuk) berwarna kuning cerah. Sementara itu, daun-daun yang berada di bagian bawah tetap berwarna hijau. Tanaman yang mulai terserang pada umur muda menjadi kerdil dan tidak berbuah. Berdasarkan hasil pengamatan berbagai

lokasi di DIY (Bantul, Sleman, Kulon Progo, dan Gunung Kidul), Jawa Tengah (Kopeng, Muntilan, dan Klaten), dan Jawa Barat (Segunung, Cugenang, Lembang, dan Megamendung) diketahui bahwa gejala tersebut sudah tersebar luas dengan intensitas serangan yang sangat tinggi. Pada tahun 2001 tingkat kejadian penyakit dan luas serangan pada cabai rawit lebih tinggi dibandingkan dengan cabai besar. Serangan geminivirus pada cabai rawit mencapai 70-100% pada semua lokasi yang diamati, sedangkan pada cabai besar kultivar keriting hanya ditemukan secara sporadis. Pengamatan di daerah Kulon Progo pada tahun 2002, dan pada awal tahun 2003 di daerah Sleman dan Kopeng diketahui kejadian penyakit daun keriting kuning pada cabai besar meningkat pesat, yaitu mencapai 70-100% dengan gejala yang timbul sangat parah, yaitu daun menguning dan tanaman kerdil (Tabel 1). Peningkatan persentase kejadian penyakit tersebut terjadi sejak petani menanam cabai besar kultivar TM 999.

Deteksi Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai.

Deteksi penyebab penyakit daun keriting kuning cabai secara PCR menggunakan pasangan primer pAL 1v 1978/pAR 1c 715 dan pAv 494/pAc 1048 menghasilkan berturut-turut fragmen DNA berukuran sekitar 1600 bp dan 550 bp (Gambar 1). Fragmen DNA tersebut merupakan DNA spesifik geminivirus karena dari tanaman sehat tidak diperoleh fragmen yang sama.

Penularan Geminivirus ke Berbagai Tanaman dan Gulma di Rumah Kaca. Hasil penularan menggunakan kutukebul tembakau ke tanaman cabai rawit kultivar Cakra berhasil baik dengan tingkat kejadian penyakit 100%. Gejala awal yang ditimbulkan berupa bercak kuning di sekitar tulang daun yang selanjutnya berkembang menjadi *vein clearing*. Pada daun muda yang tumbuh berwarna kekuningan dan berkembang menjadi kuning cerah, tulang daun menebal, dan tepi daun melengkung ke atas (*cupping*), daun muda yang muncul mengecil dan kaku, dan gejala yang timbul ini sama dengan yang ditemukan di lapangan. Selain cabai kultivar Cakra, tanaman atau tumbuhan yang menunjukkan gejala yang sangat khas adalah babadotan, tomat, kecubung, *N. benthamiana*, dan *N. glutinosa*.



Gambar 1. Amplifikasi DNA geminivirus dari sampel tanaman dengan teknik PCR (P) penanda DNA, (1-2) tanaman *N. benthamiana* yang diinokulasi dengan isolat Segunung menggunakan berturut-turut primer pAL 1v 1978/pAR 1c 715 dan pAv494/pAc 1048; (3) tanaman *N. benthamiana* sehat menggunakan primer pAL 1v 1978/pAR 1c 715; (4) kontrol positif (klon DNA geminivirus cabai Thailand) menggunakan primer pAL 1v 1978/pAR 1c 715.

Nicotiana spp. mempunyai respons yang berbeda-beda terhadap infeksi geminivirus isolat Segunung. Pada *N. benthamiana* dan *N. glutinosa* gejala yang ditimbulkan sangat kompleks dan tanaman tersebut sangat rentan. Pada *N. tabacum* var. Burley, *N. tabacum* var. Xanthi, dan *N. tabacum* var. Samsun gejala yang ditimbulkan ringan. Sedangkan pada *N. tabacum* var. Havana gejala yang ditimbulkan sangat ringan.

Selain tanaman dari famili Solanaceae, Compositae, dan beberapa dari Leguminosae dapat terinfeksi virus penyebab penyakit daun keriting kuning cabai tetapi masing-masing tanaman tersebut memberikan respons yang berbeda-beda (Tabel 2). Tanaman famili Leguminosae yang diuji (kedelai, kacang panjang, kacang hijau, dan orok-orok) dapat berperan sebagai inang alternatif geminivirus isolat Segunung, walaupun intensitas serangannya lebih ringan dan masa inkubasinya relatif lebih lama.

Beberapa jenis tumbuhan liar (*H. brevipes*, *P. floridana*, dan *C. juncea*), tanaman indikator (*D. stramonium* atau kecubung) serta gulma (*A. conyzoides* atau babadotan) yang biasa tumbuh di sekitar pertanaman cabai ternyata rentan terhadap serangan geminivirus isolat Segunung. Tanaman kacang tanah (*A. hypogaea*), mentimun dan semangka (Cucurbitaceae), kapas dan *Sida* sp. (Malvaceae), bayam duri dan *G. globosa* (Amaranthaceae), serta *C. amaranticolor* (Chenopodiaceae) pada penelitian ini ternyata tidak dapat terinfeksi oleh geminivirus isolat Segunung.

PEMBAHASAN

Hasil deteksi penyebab penyakit daun keriting kuning cabai melalui teknik PCR menggunakan primer universal untuk geminivirus membuktikan bahwa geminivirus berasosiasi dengan penyakit daun keriting kuning isolat Segunung. Pasangan primer pAL1v1978/pAR1c715 yang digunakan dalam penelitian ini telah banyak digunakan untuk melakukan deteksi geminivirus lain dan menghasilkan fragmen DNA dengan ukuran yang sama dengan geminivirus isolat Segunung, yaitu sekitar 1600 bp. Geminivirus lain yang berhasil dideteksi menggunakan pasangan primer tersebut antara lain *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) pada cabai di Thailand (Chiemsoombat & Kittipakorn 1997), TYLCV pada tomat di Republik Dominika (Salati *et al.* 2002), geminivirus pada cabai dan *Tobacco leaf curl virus* (TLCV) pada tembakau di Indonesia (Hidayat *et al.* 1999; Nooraidawati *et al.* 2002). Demikian pula dengan pasangan primer pAv494/pAc1048 yang menghasilkan fragmen DNA berukuran sekitar 550 bp telah banyak digunakan sebagai alat deteksi *Begomovirus* atau sebelumnya dikenal dengan geminivirus subkelompok III (geminivirus yang hanya dapat ditularkan oleh *B. tabaci*), misalnya *Squash leaf curl virus* (SqLCV) pada waluh, *Cotton leaf curl virus* (CLCuV) pada kapas, TYLCV, *Tomato golden mosaic* (ToGMV) dan *Tomato mottle virus* (ToMoV) pada tomat, TPV dan SGMV cabai (Wyatt & Brown 1996), TYLCV

Tabel 2. Hasil penularan geminivirus isolat Segunung ke berbagai jenis tanaman dan tumbuhan liar

Famili	Jenis inang	Masa inkubasi (hari)	Kejadian penyakit (%)	Variasi gejala
Solanaceae	Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.) var. Ratna	5-12	100	m, cp, kr, mf
	Tomat (<i>L. esculentum</i>) var. Ranti	5-10	100	m, cp, kr, mf
	Kecubung (<i>Datura stramonium</i> L.)	7-14	100	m, mf, kd
	<i>Physalis floridana</i> L.	5-6	100	m, mf, kd
	Cabai rawit (<i>Capsicum frutescens</i> L.) var. Cakra	6-12	100	m, kr, mf, kd
	Cabai rawit (<i>C. frutescens</i>) var. Bara	30-35	70	m, mf, kd
	Cabai besar (<i>C. annuum</i> L.) var. Tornado	14-20	40	m, kr, mf
	Terong (<i>Solanum melongena</i> L.)	14-18	60	kr, mf
	<i>Nicotiana benthamiana</i> L.	5-7	100	kr, mf, kd
	<i>N. glutinosa</i> L.	8-12	100	kr, mf, kd
	<i>N. tabacum</i> L. var. Burley	10-14	100	m, cp
	<i>N. tabacum</i> var. Xanthi	8-10	60	m, kr
	<i>N. tabacum</i> var. Samsun	8-12	80	m, cp
<i>N. tabacum</i> var. Havana	8-12	60	m	
Compositae	Babadotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L.) bunga ungu	14-20	100	m, mf, jl, kd
	Bebadotan (<i>A. conyzoides</i>) bunga kuning	12-18	100	m, mf, kd
	Bunga matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.)	8-16	100	kr, mf
	<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	12-22	100	m, mf
Leguminosae	Kedelai (<i>Glycine max</i> Merr.)	12-14	80	kr, mf
	Kacang panjang (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Walp.	10-16	70	m
	Kacang hijau (<i>V. radiatus</i> L.)	8-12	80	m, kr
	Kacang tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	-	-	-
	Orok-orok (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	12-16	100	m, kr
Cucurbitaceae	Mentimun (<i>Cucumis sativus</i> L.)	-	-	m
	Semangka (<i>Citrulus radiatus</i> L.)	-	-	-
Malvaceae	Kapas (<i>Gossypium arboreum</i> L.) var. Canasia 7	-	-	-
	Sidaguri (<i>Sida</i> sp.)	-	-	-
Amaranthaceae	Bayam duri (<i>Amaranthus spinosus</i> L.)	-	-	-
	<i>Gomphrena globosa</i> L.	-	-	-
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium amaranticolor</i> L.	-	-	-

kr: keriting, cp: *cupping*/helai daun melengkung ke atas menyerupai mangkuk, mf: malformasi, jl: daun menguning seperti jala/*yellow net*, m: mosaik, kd: tanaman kerdil, -: tanaman tidak menunjukkan gejala

pada cabai di Costa Rica (Lotrakul *et al.* 2000) dan di Thailand (Chiemsombat & Kittipakorn 1997).

Intensitas serangan geminivirus di lapangan sangat erat kaitannya dengan lingkungan fisik (suhu dan kelembaban udara) maupun biotiknya (kultivar cabai dan pola tanam). Musim kemarau yang panjang sangat mendukung perkembangan populasi serangga vektor, dan adanya penanaman cabai kultivar TM 999 secara monokultur dalam areal yang luas sehingga menyebabkan intensitas penyakit meningkat tajam pada awal tahun 2003.

Tanaman atau tumbuhan yang menunjukkan gejala serangan geminivirus yang sangat khas, antara lain warna daun menguning, terjadinya penebalan tulang daun, dan daun menggulung ke atas (*cupping*), misalnya babadotan, cabai kultivar Cakra, tomat, kecubung, *N. benthamiana*, dan *N. glutinosa* (Tabel 2), dapat digunakan sebagai tanaman indikator serangan geminivirus isolat Segunung. Pada penelitian ini juga diketahui *P. floridana* sangat potensial digunakan sebagai inang perbanyakan geminivirus, karena pertumbuhan tanaman cepat, memiliki batang sukulen, dan masa inkubasi geminivirus pada tanaman tersebut sangat pendek (5-6 hari). Selain itu di antara tanaman uji yang rentan terhadap infeksi geminivirus dalam penelitian ini, yaitu *D. stramonium*, *L. esculentum*, *N. benthamiana*, dan *N. glutinosa*, telah dilaporkan sebagai inang perbanyakan geminivirus yang menyerang tomat (Stenger 1990; Chiemsombat & Kittipakorn 1997; Kato *et al.* 1998).

Berdasarkan masa inkubasi, kejadian penyakit dan variasi gejala yang ditimbulkan, tanaman-tanaman dari famili Solanaceae sangat potensial sebagai inang alternatif geminivirus isolat Segunung. Selain cabai, tanaman tersebut adalah tomat, *N. benthamiana*, kecubung, dan *P. floridana*. Geminivirus yang menyerang cabai, antara lain TPV, TYLCV, CdTV, PHV juga dilaporkan dapat menyerang tomat dengan intensitas serangan yang sangat tinggi dan dapat menyebabkan gagal panen (Idris & Brown 1998; Ascencio-Ibanez *et al.* 1999; Font *et al.* 2000). Pada pengamatan di lapangan, tomat dan cabai banyak diminati petani dan tanaman tersebut sering ditanam secara berdampingan pada areal yang sama. Pola tanam seperti ini seharusnya dihindari karena selain dapat melestarikan keberadaan geminivirus tersebut juga memungkinkan terjadinya infeksi campuran atau terjadinya mutasi menjadi strain yang lebih virulen.

Tanaman dalam famili Leguminosae yang diuji (kedelai, kacang panjang, kacang hijau, orok-orok) dapat berperan sebagai inang alternatif geminivirus isolat Segunung, walaupun intensitas serangannya lebih ringan dan masa inkubasinya relatif lebih lama (Tabel 2). Hal ini merupakan informasi yang penting dalam usaha pengendalian penyakit tersebut berdasarkan pola penanaman cabai oleh petani di lapang. Seperti misalnya di DIY, pada umumnya petani menanam cabai pada areal yang luas secara terus-menerus sepanjang tahun. Pada masa tunggu tanaman cabai berikutnya (selama dua bulan) lahan tersebut ditanami dengan kacang panjang. Hal ini perlu diwaspadai karena selain sebagai inang alternatif dan sumber inokulum, tanaman kacang panjang juga berperan dalam melestarikan geminivirus tersebut sepanjang tahun.

Beberapa jenis tumbuhan liar, gulma dan tanaman indikator seperti *P. floridana*, *D. stramonium*, *H. brevipes*, *A. conyzoides* (babadotan), *C. juncea* (orok-orok) yang biasa tumbuh liar di sekitar pertanaman cabai ternyata rentan terhadap serangan geminivirus isolat Segunung. *Physalis* sp., *Datura* sp., dan beberapa jenis gulma dari famili Solanaceae telah dilaporkan menjadi inang alternatif geminivirus (Torres-Patcheco *et al.* 1996; Sanchez-Campos *et al.* 1999). Gulma yang tumbuh di sekitar tanaman cabai diduga berperan pada timbulnya epidemi TYLCV di Thailand (Chiemsombat & Kittipakorn 1997). Di Indonesia, keberadaan *A. conyzoides* (babadotan) di sekitar pertanaman cabai dapat berperan sebagai inang alternatif geminivirus dan juga sebagai inang perbanyakan kutukebul tembakau. Keberadaan gulma pada pertanaman cabai sering diabaikan misalnya tidak dilakukan penyiangan secara teratur, lahan dibiarkan ditumbuhi gulma dalam jangka waktu relatif lama setelah masa panen sampai saatnya ditanami cabai pada pertanaman berikutnya. Hal tersebut juga dapat melestarikan sumber inokulum geminivirus di lapangan.

Tanaman famili Cucurbitaceae (kacang tanah, mentimun, dan semangka), Malvaceae (kapas dan *Sida* sp.), Amaranthaceae (bayam duri dan *G. globosa*), dan Chenopodiaceae (*C. amaranticolor*) berdasarkan hasil penelitian ini ternyata tidak dapat terinfeksi oleh geminivirus isolat Segunung. Hasil yang sama juga dilaporkan pada kajian kisaran inang pada TPV yang menyerang cabai di Texas (Stenger *et al.* 1990). Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan untuk memanfaatkan tanaman kacang tanah, mentimun, dan semangka sebagai tanaman untuk tumpangsari. Tanaman kapas dan *Sida* sp. karena dapat membedakan serangan geminivirus lain, digunakan sebagai inang pembeda atau *differential host* (tanaman yang mempunyai respons yang berbeda apabila diinokulasi dengan strain geminivirus yang berbeda).

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penyakit daun keriting kuning cabai (*pepper yellow leaf curl*) isolat Segunung disebabkan oleh geminivirus. Penyakit tersebut merupakan penyakit baru yang penting pada pertanaman cabai dan gejala yang mirip dengan isolat Segunung tersebut sudah tersebar luas pada beberapa sentra cabai di DIY, Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Geminivirus penyebab penyakit daun keriting kuning cabai isolat Segunung mempunyai kisaran inang yang cukup luas meliputi famili Solanaceae, Compositae dan beberapa dari famili Leguminosae. Beberapa tanaman dari famili Malvaceae, Cucurbitaceae, Amaranthaceae, dan Chenopodiaceae yang diuji memberikan respons tahan terhadap virus tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ascencio-Ibanez JT *et al.* 1999. First report of *Tomato yellow leaf curl geminivirus* in Yucatan, Mexico. *Plant Dis* 83:1178 (Abstrak).
- Brown JK, Poulos BT. 1990. *Serrano golden mosaic virus*: A new whitefly transmitted geminivirus of pepper and tomato in U.S. *Plant Dis* 74:720 (Abstrak).
- Chiemsombat P, Kittipakorn K. 1997. Confirmation of potentially important pepper viruses. Di dalam: *Proceedings AVNET-II Final Workshop*; Bangkok, 1-6 Sep 1996. hlm 420-430.
- Dellaporta SL, Wood J, Hicks JB. 1983. A plant DNA miniprep: Version II. *Plant Mol Biol Rep* 1:19-21.

- Font I, Martinez-Culebras P, Jorda C. 2000. First report of *Tomato yellow leaf curl virus-Is* (TYLCV-Is) in the Canary Islands. *Plant Dis* 84:1046 (Abstrak).
- Harrison BD. 1985. Advances in geminivirus research. *Ann Rev Phytopathol* 23:55-82.
- Hidayat SH, Rusli ES, Nooraidawati. 1999. Penggunaan primer universal dalam *polymerase chain reaction* untuk mendeteksi virusgeminivir pada cabe. Di dalam: *Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional PFI XV*; Purwokerto, 6-18 Sep 1999. hlm 355-359.
- Idris AM, Brown JK. 1998. *Sinaloa tomato leaf curl geminivirus*: biological and molecular evidence for a new subgroup III virus. *Phytopathology* 88:648-657.
- Kato K, Onuki M, Fuji S, Hanada K. 1998. The first occurrence of *Tomato yellow leaf curl virus* in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ann Phytopathol Soc Jpn* 64:552-559.
- Lotrakul P, Valverde RA, de La Torre R, Sim J, Gomez A. 2000. Occurrence of a strain of *Texas pepper virus* in Tabasco and Habanero pepper in Costa Rica. *Plant Dis* 84:168-172.
- Maniatis T, Fritsch EF, Sambrook J. 1982. *Molecular Cloning: a Laboratory Manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Pr.
- Nooraidawati, Hidayat SH, Suseno R, Sosromarsono S. 2002. Transmission of an Indonesian isolate of *Tobacco leaf curl virus* (Geminivirus) by *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae). *Plant Pathol J* 18:231-236.
- Rojas MR, Gilbertson RL, Russell DR, Maxwell DP. 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis* 77:340-347.
- Salati R et al. 2002. *Tomato yellow leaf curl virus* in the Dominican Republic: Characterization of infectious clone, virus monitoring in whiteflies, and identification of reservoir hosts. *Phytopathology* 92:487-496.
- Samretwanich K, Chiemsoombat P, Kittipakorn K, Ikegami M. 2000. A new geminivirus associated with a yellow leaf curl disease of pepper in Thailand. *Plant Dis* 84:1047 (Abstrak).
- Sanchez-Campos S, Navas-Castillo J, Camero R, Soria C, Diaz JA, Meriones E. 1999. Displacement of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV)-Sr by TYLCV-Is in tomato epidemics in Spain. *Phytopathology* 89:1038-1043.
- Stenger DC, Duffus JE, Vilalon B. 1990. Biological and genomic properties of geminivirus isolated from pepper. *Phytopathology* 80:704-709.
- Sulandari S, Hidayat SH, Suseno R, Jumanto H, Sosromarsono S. 2001. Keberadaan virusgeminivir pada cabai di DIY. Di dalam: *Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional PFI ke XVI*; Bogor, 22-24 Agu 2001. hlm 2000-2002.
- Torres-Pacheco IT, Tiznado JGA, Brown JK, Becerra-Flora A, Bustamante RFR. 1996. Detection and distribution of geminiviruses in Mexico and the Southern United States. *Phytopathology* 86:1186-1192.
- Wyatt SD, Brown JK. 1996. Detection of subgroup III geminiviruses isolates in leaf extract by degenerate primers and polymerase chain reaction. *Phytopathology* 86:1288-1293.