

Eksplorasi Isolat Lemah *Chili Veinal Mottle Potyvirus* pada Pertanaman Cabai di Jambi, Sumatera Barat, dan Jawa Barat

Asniwita ¹⁾, Hidayat, SH²⁾, Suastika, G²⁾, Sujiprihati, S²⁾, Susanto, S²⁾, dan Hayati, I¹⁾

¹⁾Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Kampus Pinang Masak, Jl. Jambi Muara Bulian Km. 15, Mendalo Darat, Jambi 36361

²⁾Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor 16680

Naskah diterima tanggal 3 Mei 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 28 Mei 2012

ABSTRAK. Salah satu virus utama yang menginfeksi tanaman cabai ialah *Chili veinal mottle potyvirus* (ChiVMV) yang potensial menyebabkan kehilangan hasil. Strategi pengendalian virus melalui proteksi silang mengandalkan kemampuan virus strain lemah dalam melindungi tanaman dari infeksi virus strain kuat. Penelitian dilakukan untuk mengeksplorasi isolat lemah ChiVMV pada pertanaman cabai di Jambi, Sumatera Barat, dan Jawa Barat, sedangkan deteksi ChiVMV dilakukan di Laboratorium Virologi Tumbuhan dan penularan ke tanaman cabai di Rumah Kaca Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Februari sampai Juli 2011. Isolat-isolat ChiVMV dari tiap daerah berhasil ditularkan dan diperbanyak pada tanaman cabai rentan (*Capsicum annum* L.) IPB C13 di rumah kaca. Berdasarkan gejala penyakit dan keparahan penyakit, isolat ChiVMV dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu isolat kuat (CKB), isolat sedang (CKW), dan isolat lemah (KAR, SPR, IVAK, SKT, LGM, SKR, CGN, CSR, dan PGL). Isolat-isolat lemah ChiVMV ini selanjutnya dapat digunakan sebagai kandidat agens proteksi silang dalam pengendalian penyakit belang yang disebabkan oleh ChiVMV.

Katakunci : *Chili veinal mottle potyvirus*; Tanaman cabai; Isolat lemah

ABSTRACT. Asniwita, Hidayat, SH, Suastika, G, Sujiprihati, S, Susanto, S, and Hayati, I 2012. Exploration of Weak Isolates of *Chili Veinal Mottle Potyvirus* from Chili Peppers in Jambi, West Sumatera, and West Java. *Chili veinal mottle potyvirus* (ChiVMV) is known as an important virus infecting chili peppers and may cause significant yield loss. Management strategy of virus diseases using cross protection relies on the ability of mild strain of virus to protect plant from infection by severe strain of the same virus. A research was initiated to employ cross protection approach for disease management to reduce the infection of ChiVMV. Initial exploration was conducted at chili peppers growing areas in Jambi, West Sumatera, and West Java to collect ChiVMV field isolates, whereas ChiVMV detection was conducted at Plant Virology Laboratory, and transmission to chili peppers in Greenhouse Plant Protection Department, Bogor Agricultural Institute from February to July 2011. ChiVMV isolates were successfully collected and propagated in susceptible chili peppers line (*Capsicum annum* L.) IPB C13. Based on percentage of symptom development, and disease severity of ChiVMV isolates can be differentiated into three groups, i.e. strong isolate (CKB), mild isolate (CKW), and weak isolates (KAR, SPR, IVAK, SKT, LGM, SKR, CGN, CSR, and PGL). Further characterization of promising ChiVMV weak isolates could use as an agent of cross protection candidates in controlling mottle disease caused by ChiVMV.

Keywords : *Chili veinal mottle potyvirus*; Chili peppers; Weak isolates

Cabai (*Capsicum annum*) merupakan jenis sayuran yang penting di Indonesia yang menjadi salah satu komoditas unggulan hortikultura. Produktivitas cabai di Indonesia pada tahun 2010 hanya 5,60 t/ha (Badan Pusat Statistik 2011), walaupun potensi produktivitas cabai di Indonesia dapat mencapai 12 t/ha (Purwati *et al.* 2000). Salah satu penyebab rendahnya produktivitas cabai ialah gangguan hama dan penyakit. Penyakit pada tanaman cabai dapat disebabkan oleh virus, cendawan, dan bakteri. Virus yang banyak menyerang tanaman cabai dan menyebabkan kehilangan hasil secara ekonomis antara lain ialah *chili veinal mottle potyvirus* (ChiVMV), *cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), *peppers mild mottle potyvirus* (PMMV), dan *peppers yellow leaf curl begomovirus* (PYLCV) (Rashid *et al.* 2007, Weeraratne & Yapa 2002). Kehilangan hasil akibat ChiVMV di Pakistan 50% (Shah *et al.* 2011), demikian juga di Malaysia mencapai 50% bahkan menurunkan kualitas buah (Ong *et al.* 1980).

Penyakit belang yang disebabkan oleh ChiVMV diketahui hanya menyebar di wilayah tertentu saja.

Distribusi geografi ChiVMV mencakup Indonesia, Malaysia, Papua New Guinea, Korea, Filipina, Taiwan, Thailand, Afrika Timur, dan Australia (Nono-Wondim *et al.* 2001), China (Wang *et al.* 2006), dan Pakistan (Shah *et al.* 2009). Tanaman cabai yang terinfeksi ChiVMV menunjukkan gejala belang hijau gelap dan hijau terang, penebalan tulang daun, malformasi daun, dan daun menjadi kecil (Siriwong *et al.* 1995, Weeraratne & Yapa 2002).

Pengendalian ChiVMV melalui pengendalian serangga vektor kutudaun sulit dilakukan dan tidak efisien karena berkaitan dengan sifat retensi virus (lamanya vektor dapat menularkan virus) dan waktu untuk akuisisi dan inokulasi, ChiVMV tergolong non-persisten (keberadaan virus hanya terbatas pada stilet), sehingga virus dapat diakuisisi dan ditularkan dalam beberapa detik, dan kemampuan vektor menginokulasi virus berlangsung selama beberapa menit, dengan demikian proses penularan ChiVMV dapat terjadi dengan cepat (Shah *et al.* 2008). Perakitan peretas tahan mengalami kendala karena terbatasnya sumber ketahanan terhadap ChiVMV (Rashid *et al.* 2007).



Salah satu strategi pengendalian yang belum banyak dievaluasi ialah dengan pendekatan proteksi silang (*cross protection*).

Proteksi silang adalah strategi untuk melindungi tanaman dengan memanfaatkan virus strain lemah untuk mencegah infeksi virus strain kuat pada virus yang sekerabat. Proteksi silang telah dilakukan untuk mengendalikan beberapa penyakit penting seperti penyakit-penyakit yang disebabkan oleh *papaya ringspot potyvirus* (Bonilha et al. 2009), *tobacco mosaic tobamovirus* (Lu et al. 1998), *citrus tristeza closterovirus* (Costa & Muller 1980), *cocoa swollen shoot badnavirus* (Ollennu & Owusu 2003), dan *zucchini yellow mosaic potyvirus* (Kosaka et al. 2006). Dilaporkan bahwa proteksi silang telah dilakukan lebih dari 10 tahun dan memberikan hasil yang memuaskan untuk menekan infeksi ZYMV pada melon (Bonilha et al. 2009). Proteksi silang merupakan salah satu komponen pengendalian penyakit terpadu dan dapat dikombinasikan dengan teknik pengendalian yang lain.

Upaya menerapkan proteksi silang untuk mengendalikan ChiVMV diawali dengan kegiatan eksplorasi isolat lemah ChiVMV dari pertanaman cabai. Adanya informasi tentang isolat lemah ChiVMV dapat bermanfaat dalam pemilihan ChiVMV strain lemah yang dapat digunakan untuk proteksi silang. Oleh karena itu tujuan penelitian ialah mendapatkan isolat lemah ChiVMV melalui eksplorasi pada pertanaman cabai. Hipotesis dari penelitian ini ialah isolat lemah ChiVMV telah menyebar di pertanaman cabai.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan eksplorasi dilakukan di pertanaman cabai di beberapa daerah di Provinsi Jambi, Sumatera Barat, dan Jawa Barat, deteksi ChiVMV dilakukan di

Laboratorium Virologi Tumbuhan dan penularan ChiVMV ke tanaman cabai di Rumah Kaca Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, dari bulan Februari sampai dengan Juli 2011.

Pengumpulan Sampel Tanaman dari Pertanaman Cabai dan Deteksi ChiVMV

Sampel tanaman diambil dari beberapa pertanaman cabai di Jambi (Kayu Aro), Sumatera Barat (Sungai Puar, IV Angkek, Sepuluh Koto, dan Lembah Gumanti), dan Jawa Barat (Sukaraja, Cipanas, Cugenang, Mega Mendung, Cisarua, Cikalong Wetan, Pangalengan, dan Bandung). Sampel daun diambil dari tanaman yang menunjukkan gejala belang ringan atau tanaman yang tidak bergejala yang berada di sekitar tanaman bergejala belang berat.

Sampel daun cabai diberi kapas yang dibasahi akuades pada bagian tangkai daun, dimasukkan ke dalam plastik *polyethylene* lalu disimpan dalam kotak pendingin sebelum dibawa ke laboratorium. Sampel tersebut selanjutnya diuji dengan metode *double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay* (DAS-ELISA) (Clark & Adam 1977) menggunakan tiga jenis antiserum secara terpisah, yaitu antiserum ChiVMV, CMV, dan TMV.

Penularan ChiVMV ke Tanaman Cabai

Berdasarkan hasil DAS-ELISA dipilih sampel yang positif terinfeksi hanya oleh ChiVMV untuk tahapan penelitian selanjutnya. Sampel daun tersebut digunakan untuk inokulasi ke tanaman cabai (*Capsicum annuum*) genotip IPB C13 yang berumur 3 minggu dengan metode inokulasi mekanis menggunakan cairan perasan tanaman sakit (*sap*) (Green 1991). *Sap* dibuat dengan cara menggerus daun dalam larutan penyangga fosfat (0,01 M, pH 7). Tanaman cabai yang diinokulasi ditaburi *carborundum* 600 mesh pada permukaan atas dua daun termuda yang membuka penuh. *Sap* dioleskan pada permukaan daun tanaman cabai, kemudian daun

Tabel 1. Penentuan indeks penyakit berdasarkan gejala yang muncul pada tanaman cabai setelah inokulasi ChiVMV (*Disease index based on symptoms on the plants after ChiVMV inoculation*)

Skor (Score)	Gejala (Symptoms)
0	Tidak ada gejala (<i>No symptom</i>)
1	Belang ringan (<i>Mild mottle</i>)
2	Belang sedang, tidak ada malformasi (<i>Mild mottle without malformation</i>)
3	Belang sedang, malformasi (<i>Mild mottle with malformation</i>)
4	Belang berat, malformasi (<i>Severe mottle with malformation</i>)
5	Belang berat, malformasi, dan ujung daun meruncing (<i>Severe mottle with malformation and shoestring</i>)
6	Belang berat, malformasi, ujung daun meruncing, dan tanaman kerdil (<i>Severe mottle with malformation and shoestring and stunting</i>)



Tabel 2. Pengelompokan virulensi isolat ChiVMV berdasarkan keparahan penyakit (Virulence determination based on disease severity)

Keparahan penyakit (Kp) (Disease severity), %	Kategori isolat (Isolate category)
50,00 < Kp ≤ 100	Kuat (Strong)
16,67 < Kp ≤ 50,00	Sedang (Mild)
0 ≤ Kp ≤ 16,67	Lemah (Weak)

disiram dengan air mengalir untuk membersihkan sisa *carborundum* yang masih melekat. Tanaman yang sudah diinokulasi ditempatkan dalam rumah kaca kedap serangga.

Seleksi Isolat ChiVMV

Pengamatan tanaman dilakukan setiap hari selama 4 minggu setelah inokulasi (MSI), mencakup pengamatan gejala, masa inkubasi, keparahan penyakit, dan kejadian penyakit. Infeksi ChiVMV dideteksi dengan DAS-ELISA. Penentuan keparahan penyakit dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kp = \frac{\sum (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

di mana:

Kp = Keparahan penyakit;

n_i = Jumlah tanaman pada tiap indeks penyakit;

v_i = Indeks penyakit pada tiap tanaman yang diamati;

N = Jumlah tanaman yang diamati;

V = Indeks penyakit tertinggi.

Indeks penyakit ditentukan berdasarkan gejala yang terlihat mengikuti kriteria tertentu (Tabel 1).

Berdasarkan nilai keparahan penyakit pada tanaman cabai, tiap isolat ChiVMV ditentukan tingkat virulensinya (Tabel 2).

Kejadian penyakit dihitung dengan rumus :

$$\text{Kejadian penyakit} = \frac{\text{Jumlah tanaman sakit}^*}{\text{Jumlah tanaman diinokulasi}} \times 100\%$$

*Tanaman sakit adalah tanaman yang positif terinfeksi ChiVMV berdasarkan hasil ELISA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi ChiVMV

Sebanyak 223 sampel diperoleh dari pertanaman cabai di Provinsi Jambi, Sumatera Barat, dan Jawa Barat. Sampel daun cabai terdiri atas daun yang

Tabel 3. Nilai absorbansi ELISA (NAE) sampel daun cabai dari beberapa pertanaman cabai (ELISA absorbance values (EAV) of samples chili peppers leaves from several field)

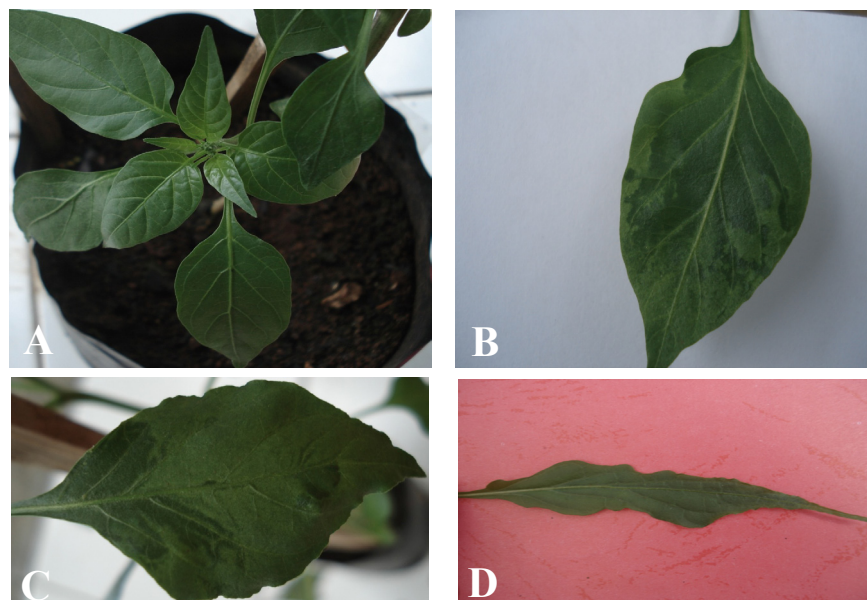
Asal sampel (Origin of isolate)	Kode isolat (Code of isolate)	NAE ¹⁾ (EAV)
Jambi		
Kayu Aro	KAR 1	1,054
	KAR 2	1,024
Sumatera Barat		
Sungai Puar	SPR 1	0,348
	IV AK 1	0,298
	IV AK 2	0,242
	IV AK 3	0,268
	IV AK 4	0,241
Sepuluh Koto	IV AK 5	0,244
	SKT 1	0,353
Lembah Gumanti	LGM 1	0,327
Jawa Barat		
Sukaraja	SKR 1	0,494
	SKR 2	0,293
	SKR3	0,478
Cugenang	CGN 1	1,108
	CSR 1	0,434
Cikalong Wetan	CKW 1	1,066
	CKW 2	0,738
	CKW 3	0,801
	CKW 4	0,855
	CKW 5	0,935
	CKW 6	0,894
	CKW 7	0,564
	CKW 8	0,567
	CKW 9	1,231
	CKW 10	1,099
Pangalengan	PGL 1	0,798
	PGL 2	0,850
	PGL 3	0,839
	PGL 4	0,518
	PGL 5	0,494
	PGL 6	0,502

¹⁾NAE diukur pada panjang gelombang 405 nm (EAV) (Was measured on wave long 405 nm)

menunjukkan gejala belang ringan dan daun yang tidak menunjukkan gejala. Hasil deteksi dengan antiserum menunjukkan infeksi ChiVMV pada 31 sampel, CMV pada satu sampel, dan tidak ada infeksi TMV.

Metode DAS-ELISA dapat digunakan untuk kegiatan eksplorasi isolat lemah karena mampu mendeteksi infeksi virus walaupun gejala penyakit sangat lemah atau bahkan tidak tampak. Metode ELISA banyak digunakan untuk mendeteksi berbagai virus tanaman karena sangat sensitif (Clark & Adam





Gambar 1. Gejala infeksi ChiVMV pada tanaman cabai genotip IPB C13 (*Symptom of ChiVMV infection on chili peppers genotype IPB C13*), (A) tidak menunjukkan gejala (*no symptom*), (B) belang (*mottle*), (C) belang dan malformasi (*mottle with malformation*), dan (D) ujung daun meruncing (*shoestring*)

1977), dan dapat mendeteksi infeksi virus yang tidak menimbulkan gejala (Kosiratana *et al.* 1991). Dilaporkan oleh Kosaka *et al.* (2006) bahwa ZYMV strain lemah (ZYMV-2002) menimbulkan gejala sangat lemah atau tidak bergejala pada tanaman, tetapi setelah dikonfirmasi dengan DAS-ELISA menunjukkan hasil yang positif. Metode ELISA menjadi salah satu teknik serologi yang populer karena selain sensitif juga mudah dilakukan, akurat, simpel, dan tidak memerlukan biaya tinggi (Clark & Adam 1977).

Kadar virus pada tanaman yang terinfeksi ditunjukkan oleh nilai absorbansi ELISA (NAE). Semakin tinggi NAE, maka semakin tinggi pula kadar virus dalam jaringan tanaman (Pacheco *et al.* 2003). Sebanyak 10 isolat ChiVMV dengan NAE tertinggi dipilih untuk pengujian selanjutnya, yaitu isolat KAR 2, SPR 1, IV AK 1, SKT 1, LGM 1, SKR 1, CGN 1, CSR 1, CKW 9, dan PGL 2 (Tabel 3).

Respons Genotip Cabai IPB C13 terhadap Isolat-isolat ChiVMV

Inokulasi isolat-isolat ChiVMV pada cabai genotip IPB C13 dilakukan secara mekanis dan gejala diamati selama 4 minggu. Isolat CKW menghasilkan gejala berupa belang berat, malformasi, dan ujung daun meruncing (Gambar 1), sementara sembilan isolat lainnya tidak menunjukkan gejala sampai akhir pengamatan. Isolat CKB yang merupakan isolat kuat ChiVMV menunjukkan gejala belang berat, malformasi, ujung daun meruncing, dan tanaman

kerdil. Gejala yang sama pada tanaman cabai yang terinfeksi ChiVMV juga dilaporkan oleh Weeraratne & Yapa (2002), Siriwong *et al.* (1995), dan Wang *et al.* (2006) yaitu belang hijau gelap, malformasi daun, dan daun menjadi kecil.

Hasil deteksi ELISA pada semua tanaman uji membuktikan bahwa tanaman yang tidak menunjukkan gejala ternyata positif terinfeksi ChiVMV dengan kisaran kejadian penyakit 60 sampai dengan 100% (Tabel 4). Ada tanaman yang tidak bergejala dan variasi gejala pada tanaman cabai IPB C13 yang diinokulasi dengan masing-masing isolat ChiVMV disebabkan oleh perbedaan virulensi patogen. Berdasarkan penghitungan keparahan penyakit isolat-isolat ChiVMV dapat dibedakan menjadi isolat lemah (KAR, SPR, IVAK, SKT, LGM, SKR, CGN, CSR, dan PGL), sedang (CKW), dan kuat (CKB). Menurut Shah *et al.* (2009) virulensi patogen merupakan salah satu faktor yang memengaruhi perkembangan patogen dan gejala, isolat dengan virulensi tinggi mampu menimbulkan gejala yang sangat parah pada tanaman yang terinfeksi, sedangkan isolat dengan virulensi rendah seringkali tidak menimbulkan gejala atau hanya menyebabkan gejala ringan.

Isolat-isolat lemah ChiVMV yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya dapat digunakan sebagai kandidat agens proteksi silang untuk melindungi tanaman dari infeksi virus strain kuat. Menurut Li *et al.* (2007) kemampuan strain lemah untuk melindungi tanaman dari kerusakan yang ditimbulkan oleh

Tabel 4. Respons tanaman cabai IPB C13 yang diinokulasi dengan berbagai isolat ChiVMV dan pengelompokan virulensi ChiVMV (Response of *C. annuum* IPB C13 following mechanical inoculation using different ChiVMV isolates and virulence of ChiVMV isolates)

Asal isolat (Origin of isolate)	Kode isolat (Code of isolate)	Gejala (Symptoms)	Masa inkubasi (Incubation period) hari (day)	Keparahan penyakit (Disease severity), %	Kejadian penyakit ¹⁾ (Disease incidence), %	Kategori isolat (Isolate category)
Jambi						
Kayu Aro	KAR	Tidak muncul (No symptom)	NA ²⁾	0	90	Lemah (Weak)
Sumatera Barat						
Sungai Puar	SPR	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	100	Lemah (Weak)
IV Angkek	IVAK	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	90	Lemah (Weak)
Sepuluh Koto	SKT	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	100	Lemah (Weak)
Lembah Gumanti	LGM	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	60	Lemah (Weak)
Jawa Barat						
Sukaraja	SKR	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	60	Lemah (Weak)
Cugenang	CGN	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	100	Lemah (Weak)
Cisarua	CSR	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	100	Lemah (Weak)
Cikalong Wetan	CKW	Belang berat, permukaan daun tidak rata, ujung daun meruncing (Severe mottle with malformation and shoestring)	5-17	33,33	100	Sedang (Mild)
Pangalengan	PGL	Tidak muncul (No symptom)	NA	0	100	Lemah (Weak)
Cikabayan ³⁾	CKB	Belang berat, permukaan daun tidak rata, ujung daun meruncing, tanaman kerdil (Severe mottle with malformation, shoestring and stunting)	3-7	100	100	Kuat (Strong)

¹⁾Kejadian penyakit ditentukan berdasarkan hasil deteksi ELISA (Diseases incidence determined based on result of ELISA detection)

²⁾NA, tanaman tidak menunjukkan gejala sampai selesai pengamatan (minggu keempat setelah inokulasi) (The plant did not show the symptom until observation finished [4th weeks after inoculation])

³⁾CKB adalah isolat kuat sebagai pembanding (CKB is strong isolate as standard of comparison)

strain kuat dari virus yang sekerabat telah diketahui. Beberapa tahapan penelitian perlu dilakukan untuk memilih isolat-isolat lemah ChiVMV yang potensial, antara lain melalui pengujian kisaran inang isolat ChiVMV (Shah *et al.* 2008) dan interaksi antara isolat lemah dan isolat kuat (Roossinck 2005).

KESIMPULAN

Eksplorasi isolat-isolat ChiVMV dari beberapa pertanaman cabai berhasil diperoleh isolat lemah (KAR, SPR, IVAK, SKT, LGM, SKR, CGN, CSR, dan PGL), dan isolat sedang (CKW) berdasarkan respons isolat-isolat tersebut pada cabai genotip IPB C13.

SARAN

Isolat-isolat lemah ChiVMV tersebut perlu diteliti lebih lanjut untuk mempelajari potensinya sebagai agens proteksi silang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPPS) tahun 2008-2011 dan Ditjen Dikti Depdiknas melalui program Penelitian Hibah Bersaing Direktorat Penelitian Pengabdian Masyarakat (DP2M) tahun 2011. Atas dukungan tersebut penulis mengucapkan terimakasih.



PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik 2011, *Luas panen, produksi, dan produktivitas cabai tahun 2009-2010*, diunduh 7 Desember 2011, <<http://www.bps.go.id>>.
2. Bonilha, E, Gioria, R, Kobori, RF, Vecchia, PTD, Piedade, SMS & Rezende, JAM 2009, 'Yield of varieties of *Cucurbita pepo* preimmunized with mild strains of papaya ringspot virus-type w and zucchini yellow mosaic virus', *Sci. Agric. (Piracicaba Braz.)*, vol. 66, pp. 419-24.
3. Clark, MF & Adams, AN 1977, 'Characteristics of the microplate method of enzymelinked immunosorbent assay for the detection of plant viruses', *J. General Virology*, vol. 34, pp. 475-785.
4. Costa, AS & Muller, AG 1980, 'Tristeza control by cross protection: AUS Brazil cooperative succes', *Plant Dis.*, vol. 64, pp. 538-41.
5. Green, SK 1991, 'Guidelines for diagnostic work in plant virology', *Tech. Bul.*, no. 15, pp. 21-24.
6. Kosaka, Y, Ryang, BS, Kobori, T, Shiomi, H, Yasuhara, H & Kataoka, M 2006, 'Effectiveness of an attenuated *zucchini yellow mosaic virus* isolate for cross-protecting cucumber', *Plant Dis.*, vol. 90, pp. 67-72.
7. Kositratana, W, Thaveechai, N, Hongprayoon, SAR, & Chatchawankanphanich, O 1991, 'Control of papaya ringspot diseases by cross protection', *Kasetsart J.*, vol. 25, pp. 33-9.
8. Lin, SS, Henriques, R, Wu, HW, Niu, QW, Yeh, SD & Chua, NH 2007, 'Strategies and mechanisms of plant virus resistance', *Plant Biotech. Rep.*, vol. 3, pp. 125-34.
9. Lu, B, Stubbs, G & Culver, JN 1998, 'Coat protein interactions involved in tobacco mosaic tobamovirus cross-protection', *Virology*, vol. 248, pp. 188-98.
10. Nono-Womdim, R, Swai, IS & Chadha, NL 2001, 'Occurrence of chili veinal mottle virus in *Solanum aethiopicum* in Tanzania', *Plant Dis.*, vol. 85, no. 7, pp. 801.
11. Ollennu, LAA & Owusu, GK 2003, 'Field evaluation of the protective capability of CSSV mild strain N1 against severe strain new juaben (1A) isolate', *Ghana J. Agric. Sci.*, vol. 36, pp. 3-12.
12. Ong, CA, Varghese, G & Poh, TW 1980, 'The effect of chili veinal mottle virus on yield of chili (*Capsicum annum L.*)', *MARDI Res. Bul.*, vol. 8, pp. 74-9.
13. Pacheco, DA, Rezende, JAM & Piedade, SMS 2003, 'Biomass, virus concentration, and symptomatology of cucurbits infected by mild and severe strains of papaya ringspot virus', *Scientia Agricola*, vol. 60, pp. 691-98.
14. Purwati, E, Jaya, B & A.S. Duriat, '2000. Penampilan beberapa varietas cabai dan uji resistensi terhadap penyakit virus kerupuk', *J. Hort.*, vol. 10, hlm. 88-94.
15. Rashid, MH, Khalequzzaman, KM, Alam, MS, Uddin, SA & Green, SK 2007, 'Screening of different sweet peppers lines against cucumber mosaic virus and chili veinal mottle virus', *Int. J. Sustain. Crop Prod.*, vol. 2, no. 3, pp. 1-4.
16. Roossinck, M 2005, 'Symbiosis versus competition in plant virus evolution', *Microbiol.*, vol. 3, pp. 917-24.
17. Shah, H, Yasmin, T, Fahim, M, Hameed, S & Haque, MI 2008, 'Transmission and host range studies of pakistani isolate of chili veinal mottle virus', *Pak. J. Bot.*, vol. 40, no. 6, pp. 2669-81.
18. Shah, H, Yasmin, T, Fahim, M, Hameed, S & Haque, MI 2009, 'Prevalence, occurrence and distribution of chili veinal mottle virus in Pakistan', *Pak. J. Bot.*, vol. 41, no. 2, pp. 955-65.
19. Shah, H, Yasmin, T, Fahim, M, Hameed, S, Haque, UI, Munir, M & Khanzada, KA 2011, 'Reaction of exotic and indigenous *Capsicum* genotypes against pakistani isolates of chili veinal mottle virus', *Pak. J. Bot.*, vol. 43, no. 3, pp. 1707-11.
20. Siriwong, P, Kittipakorn, K & Ikegami, M 1995, 'Characterization of chili vein-banding mottle virus isolated from peppers in Thailand', *Plant Pathol.*, vol. 44, pp. 718-27.
21. Wang, J, Liu, Z, Niu, S, Peng, M & Wang, D 2006, 'Natural occurrence of chili veinal mottle virus on *Capsicum chinense* in China', *Plant Dis.*, vol. 90, pp. 377.
22. Weeraratne, WAPG & Yapa, DR 2002, Reaction of chili accessions to local isolates of cucumber mosaic and chili veinal mottle viruses, *Annals of the Sri Lanka Depart. of Agric.*, vol. 4, pp. 345-52.

