

Vaksin CARNA 5 untuk Memproteksi Tanaman Krisan Varietas Reagent Orange dari Infeksi Virus Mosaik Mentimun

Rahardjo, I.B., E. Diningsih, dan Y. Sulyo

Balai Penelitian Tanaman Hias, Jl. Raya Ciharang - Pacet, Cianjur 43253

Naskah diterima tanggal 26 Juni 2006 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 27 April 2007

ABSTRAK. Salah satu alternatif pengendalian CMV yang menginfeksi tanaman krisan adalah menggunakan vaksin CARNA 5. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh CARNA 5 pada umur tanaman yang berbeda untuk mengendalikan CMV pada varietas krisan Reagent Orange. Penelitian dilaksanakan di Rumahkaca dan Laboratorium Virologi Balai Penelitian Tanaman Hias di Segunung, Pacet, Cianjur, Jawa Barat, pada bulan Januari sampai Desember 2002. Percobaan menggunakan rancangan petak terpisah dengan rancangan dasar acak kelompok dengan 3 ulangan. Sebagai petak utama adalah umur tanaman saat disambung, yaitu (1) 2 minggu setelah tanam (MST), (2) 4 MST, dan (3) 6 MST. Sebagai anak petak adalah perlakuan vaksin dan CMV, yaitu (1) perlakuan tanpa vaksin dan tanpa CMV, (2) perlakuan tanpa vaksin tetapi dengan CMV, (3) perlakuan dengan vaksin tetapi tanpa CMV, dan (4) perlakuan dengan vaksin + CMV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman krisan yang diberi perlakuan vaksin dan tanaman kontrol tidak menunjukkan gejala mosaik. Umur tanaman krisan yang disambung 2, 4 dan 6 MST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Tinggi tanaman, jumlah bunga, dan diameter bunga krisan Reagent Orange tidak memberikan respons yang nyata terhadap perlakuan CMV, walaupun nilai absorbansi virus pada perlakuan CMV berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa perlakuan, perlakuan vaksin, dan perlakuan vaksin + CMV. Kualitas bunga krisan Reagent Orange pada perlakuan vaksin + CMV tidak menampakkan warna yang pecah, sedangkan perlakuan CMV menyebabkan tanaman krisan Reagent Orange menghasilkan bentuk bunga yang abnormal. Perlakuan vaksin dapat memproteksi CMV pada tanaman krisan.

Katakunci: *Dendranthema grandiflora*; CMV; Pengendalian penyakit; Proteksi silang; CARNA 5.

ABSTRACT. Rahardjo, I.B., E. Diningsih, and Y. Sulyo. 2008. CARNA 5 Vaccine to Protect Chrysanthemum Reagent Orange Variety Against Cucumber Mosaic Virus (CMV). One of the alternative to control CMV on chrysanthemum was the use of CARNA 5 vaccine. The objective of the experiment was to know the effect of application of CARNA 5 at different plant ages for controlling CMV on chrysanthemum var. Reagent Orange. The experiment was conducted in Virology Laboratory & Screenhouse of Indonesian Ornamental Crops Research Institute at Segunung, Pacet, Cianjur, West Java, from January to December 2002. RCBD Split-plot design with 3 replications was used. The main plots were graft inoculation on the plant at 2, 4, and 6 weeks after planting (WAP). The subplot was treatments of vaccine and CMV, i.e. (1) without vaccine and CMV, (2) CMV only, (3) vaccine only, and (4) vaccine + CMV. The results of the experiment showed that chrysanthemum treated with vaccine and control did not show any mosaic symptom. The graft inoculation at 2, 4, and 6 WAP did not show any significant different. Plant height, flower number, and flower diameter did not give significant response to CMV treatment, although virus absorbance value on CMV treatments was significantly different compared to control, vaccine treatment, and vaccine + CMV treatment. The quality of flower color on vaccine + CMV treatment did not show any color breaking, while on CMV treatment produced the abnormal flower form. The vaccine application was able to protect chrysanthemum plants against CMV infection.

Keywords: *Dendranthema grandiflora*; CMV; Disease control; Cross protection; CARNA 5.

Permintaan pasar akan bunga potong krisan meningkat sekitar 11,8% per tahun, berkaitan dengan hal itu upaya penyediaan benih yang bermutu di dalam negeri perlu mendapatkan prioritas (Soerojo 1991). Hal itu dikarenakan usaha perluasan produksi bunga di tingkat petani selalu membutuhkan ketersediaan benih dalam jumlah yang memadai. Jika penyediaan benih tidak mampu mengimbangi lonjakan permintaan, maka produsen akan mencari alternatif dengan mengimpor bibit dari luar negeri. Bagi produsen

yang tidak mampu mengimpor bibit, maka terpaksa menggunakan tanaman induk yang lama dengan risiko kualitasnya rendah. Untuk mendukung penyediaan benih bermutu tanaman krisan, Balai Penelitian Tanaman Hias telah mengembangkan teknik perbanyakan bibit dan produksi tanaman induk secara cepat (Marwoto *et al.* 2004).

Sebagian besar tanaman hias yang dibudidayakan sekarang ini termasuk krisan, bibitnya diperbanyak secara vegetatif. Jika tanaman

hias tersebut terinfeksi sejenis patogen sistemik yang laten (virus, fitoplasma, dan bakteri) maka patogen tadi akan ditularkan ke bibit berikutnya sejalan dengan proses perbanyakannya. Infeksi tersebut selain meningkatkan persentasenya, juga mengakibatkan terjadi akumulasi beberapa jenis patogen yang akhirnya menyebabkan vigor dan hasil bibit makin menurun yang disebut degenerasi bibit. Gejala infeksi virus yang umum ditemukan di lapangan ialah kerdil, pembentukan organ vegetatif dan generatif yang tidak normal, *breaking* warna petal bunga, dan klorosis daun.

Salah satu virus yang mempunyai potensi sebagai penyebab degenerasi bibit tanaman hias, yaitu *cucumber mosaic virus* (CMV). Virus ini dilaporkan mempunyai inang tidak kurang dari 775 spesies tanaman dan ditularkan oleh lebih dari 60 spesies kutu daun secara nonpersisten (Douine *et al.* 1979, Mossop *et al.* 1979). Sejumlah tanaman hias yang pernah ditemukan terinfeksi CMV di antaranya krisan dan gladiol. Menurut Ammirato *et al.* (1990) salah satu strain CMV yang menginfeksi tanaman krisan adalah *Chrysanthemum aspermy virus* (ChAV), yang menyebabkan diameter bunga mengecil sampai 4-5%, dan ukuran bunga mengecil 10-11% dari ukuran normal. Tanaman krisan dari sekitar Balai Penelitian Tanaman Hias Segunung dengan daun bergejala *mottle* setelah diidentifikasi menunjukkan reaksi positif terinfeksi CMV (Yoyo Sulyo 2000, komunikasi pribadi). Tanaman yang sudah terinfeksi, jika tidak mati, maka vigor dan hasilnya akan menurun. Di samping itu, tanaman sakit dapat merupakan sumber inokulum bagi tanaman lainnya. Mengingat sebaran inangnya yang luas, maka kultivar tanaman hias yang rentan perlu dihindari atau diproteksi dari infeksi CMV.

Pengendalian virus dapat dilakukan melalui beberapa cara, seperti penggunaan tanaman resisten, pengendalian vektornya, isolasi, dan proteksi silang atau imunisasi. Tanaman tahunan yang sudah terinfeksi, dapat dibebaskan virusnya melalui beberapa cara, misalnya kultur meristem, perlakuan kimia (*antiviral*), dan pemanasan. Namun bagi kultivar yang rentan, akan sulit menghindari terjadinya reinfeksi oleh virus yang sama. Setelah ditanam di lapang beberapa musim, maka akan terjadi degenerasi kembali.

Di luar negeri salah satu usaha yang telah berhasil untuk mengurangi dampak infeksi virus pada tanaman, adalah melalui proteksi silang (Gonsalves dan Garnsey 1989). Aplikasi proteksi silang pernah dilakukan untuk mengendalikan TMV pada tanaman tomat di Eropa dan Jepang (Oshima 1975), CTV pada tanaman jeruk di Brazil (Gonsalves dan Garnsey 1989), PRSV pada tanaman pepaya di Hawaii dan Taiwan (Wang *et al.* 1987, Yeh *et al.* 1988), ZYMV pada tanaman ketimun, melon, dan squash (Wang *et al.* 1991, Lecoq *et al.* 1991).

Untuk pengendalian CMV, proteksi silang yang dilakukan menggunakan isolat-isolat CMV yang melemah karena kehadiran satelit CARNA 5 (Waterworth *et al.* 1979, Kaper. 1984). Genom partikel CMV terdiri atas 3 spesies RNA, dan kadang-kadang RNA ketiga pecah 2 menjadi RNA ke 3 dan 4. Vaksin CARNA 5 merupakan kepanjangan dari *cucumber mosaic virus associated RNA 5*, yaitu RNA ke-5 yang berasosiasi dengan RNA CMV untuk perbanyak diri (multiplikasi). Di luar negeri, percobaan perlakuan vaksin CARNA 5 berhasil memproteksi tanaman cabai dan melon dari CMV (Montasser *et al.* 1998). Di Indonesia isolat lemah CMV (vaksin) ini telah diuji kemangkusannya pada tanaman tomat (Sulyo 1989) dan cabai (Duriat *et al.* 1992). Untuk mengetahui efektivitas vaksin dalam melindungi tanaman krisan dari infeksi CMV, maka digunakan varietas krisan yang jika terinfeksi virus akan menampakkan gejala yang jelas. Pada penelitian ini digunakan krisan varietas Reagent Orange. Hipotesis dari penelitian ini adalah perlakuan vaksin CARNA 5 dapat memproteksi tanaman krisan dari infeksi CMV yang lebih berat.

Penelitian bertujuan mengetahui efikasi CARNA 5 dalam mengendalikan CMV pada berbagai umur tanaman krisan varietas Reagent Orange.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Virologi dan di Rumahkaca Balai Penelitian Tanaman Hias di Segunung (1.100 m dpl), sejak bulan Januari sampai Desember 2002.

Tanaman krisan ditanam di polibag yang berisi media tanah dan pupuk kandang (1:1) yang telah dipasteurisasi. Tanaman krisan disiram secara rutin, diberi pupuk NPK 2g/tanaman/bulan, perlakuan pencahayaan 16 jam selama 4 minggu, dan diaplikasi pestisida.

Varietas krisan yang digunakan adalah Reagent Orange. Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi dengan rancangan dasar acak kelompok, 3 ulangan. Perbedaan antara rerata perlakuan dilakukan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Petak utama adalah umur tanaman saat disambung, yaitu (1) 2 minggu setelah tanam (MST), (2) 4 MST, dan (3) 6 MST. Sebagai anak petak adalah perlakuan vaksin dan CMV, yaitu (1) tanpa perlakuan, (2) perlakuan CMV, (3) perlakuan vaksin tanpa CMV, dan (4) perlakuan vaksin + CMV. Perlakuan CMV dilakukan dengan cara penyambungan batang tanaman krisan yang dilakukan 2 minggu setelah perlakuan vaksin. Sehingga diperoleh kombinasi 12 perlakuan yang masing-masing perlakuan terdiri dari 5 tanaman krisan.

Perlakuan vaksin CARNA 5 pada tanaman krisan dilakukan secara penyambungan (Rahardjo dan Sulyo 2005) yaitu, tanaman kumis kucing yang mengandung CARNA 5 disambung pada tanaman krisan perlakuan. Potongan cabang tanaman kumis kucing yang berdaun satu disambungkan pada tanaman krisan, kemudian diikat dengan parafilm dan disungkup dengan plastik yang sebelumnya telah dibasahi air (untuk menjaga kelembaban pada penyambungan) kemudian diikat tali plastik. Setelah 1-2 minggu, jika cabang daun kumis kucing menampakkan daun masih segar, maka sambungan berhasil, dan plastik penyungkup dilepas. Sebagai inokulum CMV adalah potongan cabang tanaman vinca yang berdaun 1 yang terinfeksi CMV disambung pada tanaman krisan sesuai perlakuan. Proses penyambungan tanaman vinca dan tanaman krisan sama persis seperti yang dilakukan pada penyambungan tanaman kumis kucing dan tanaman krisan. Keberadaan virus pada tanaman krisan dapat dideteksi menggunakan metode ELISA tidak langsung.

Pengamatan dilakukan terhadap (1) intensitas gejala serangan, (2) persentase tanaman terserang, (3) tinggi tanaman, (4) kandungan virus (ELISA), dan (5) hasil panen (kualitas dan kuantitas).

Intensitas gejala serangan diamati secara visual dan dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{n \times v}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = intensitas gejala serangan

n = jumlah daun pada gejala serangan yang sama

v = nilai skala untuk setiap kategori gejala serangan (0 = tidak ada gejala serangan, 1 = 1-25% gejala serangan, 2 = 26-50% gejala serangan; 3 = 51-75% gejala serangan, 4 = 76-100% gejala serangan)

Z = nilai skala tertinggi dari kategori gejala serangan dan

N = jumlah daun yang diamati.

Persentase tanaman terserang dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

P = persentase tanaman terserang

a = jumlah tanaman terserang dan

b = jumlah tanaman yang diamati.

Tinggi tanaman diukur dari pangkal sampai ujung tanaman dengan satuan sentimeter.

Kandungan virus pada tanaman diukur absorbansinya dengan alat pembaca ELISA dengan filter 410 nm.

Pengamatan terhadap hasil bunga mencakup jumlah bunga per tanaman, diameter bunga, dan kenormalan bunga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Serangan Mosaik

Pada tanaman krisan yang diberi perlakuan vaksin CARNA 5 dan tanaman sehat (kontrol) tidak menampakkan gejala mosaik. Tidak tampaknya gejala mosaik atau *mottle* pada tanaman krisan kemungkinan karena CMV yang diinokulasikan 2 minggu setelah perlakuan vaksin, tidak berkembang karena pengaruh

vaksin. Dapat dijelaskan bahwa vaksin CARNA 5 yang mengandung RNA ke-5 sebagai asam nukleat tambahan tidak diperlukan oleh CMV untuk memperbanyak diri, tetapi pada keadaan tertentu perkembangan RNA ke-5 lebih pesat dari perkembangan RNA. CMV lainnya sendiri (bersifat parasit), sehingga CMV tidak dapat berkembang (Kaper 1982, 1983, Yoshida *et. al.* 1985). Jika keadaan seperti ini terjadi pada tanaman krisan, maka gejala yang muncul akibat infeksi CMV tidak nampak atau gejalanya ringan dan tanaman krisan akan tampak sehat.

Kandungan CMV pada Tanaman

Kandungan virus pada tanaman krisan ditunjukkan dengan rerata nilai absorbansi dari tiap-tiap perlakuan setelah dideteksi dengan ELISA (Tabel 1). Rerata nilai absorbansi pada tanaman krisan untuk semua perlakuan vaksin dan tanaman sehat, lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol positif. Pada perlakuan umur tanaman krisan saat disambung, nilai absorbansi terendah (0,12) terdapat pada perlakuan 4 MST yang tidak berbeda nyata dengan absorbansi pada perlakuan 2 MST (0,13) dan 6 MST (0,14). Pada perlakuan penyambungan vaksin dan CMV, semua nilai absorbansinya menunjukkan angka yang nyata lebih kecil dibandingkan dengan kontrol positif. Nilai absorbansi terendah terjadi

pada tanaman yang tanpa perlakuan yaitu 0,12. Tanaman yang mendapatkan vaksin, dan vaksin + CMV, berturut-turut memberikan nilai absorbansi 0,13 dan 0,14. Nilai absorbansi tertinggi sebesar 0,18 terjadi pada perlakuan inokulasi CMV dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kenyataan tersebut mungkin disebabkan oleh karakteristik konsentrasi virus pada jaringan tanaman yang dijadikan sampel. Infeksi CMV pada jaringan tanaman krisan bersifat sistemik. Oleh sebab itu perlakuan inokulasi CMV 6 MST tidak menghasilkan tingkat infeksi yang berat pada tanaman krisan, sehingga pengaruhnya tidak tampak jelas perbedaannya. Walaupun demikian, akibat infeksi virus tersebut jelas berpengaruh terhadap kualitas bunga krisan yang pertumbuhannya abnormal, seperti bentuk bunga bergerombol dan beberapa warna bunga yang *breaking*. Data menyebutkan bahwa nilai absorbansi titer virus pada tanpa perlakuan dan perlakuan vaksin serta perlakuan vaksin + CMV, tidak berbeda nyata sekalipun nilai absorbansi kandungan virus pada perlakuan CMV lebih tinggi (0,18). Kondisi tersebut kemungkinan karena pada saat mengambil sampel untuk diuji virusnya, tidak terlalu tinggi. Karena beberapa tanaman krisan Reagent Orange yang terinfeksi CMV menampilkan bentuk bunga yang tidak normal, yang menandakan bahwa tanaman krisan tersebut terinfeksi CMV.

Tabel 1. Absorbansi dan tinggi tanaman pada tanaman krisan varietas Reagent Orange yang diberi perlakuan CMV dan vaksin (*Absorbance and plant height on chrysanthemum of variety of Reagent Orange treated with CMV and CARNA 5 vaccine*)

Perlakuan (Treatments)	Nilai absorbansi (Absorbance)	Tinggi tanaman (Plant height) cm
Umur tanaman krisan disambung (Grafting plant age)		
2 MST (WAP)	0,13 a	98,08 a
4 MST (WAP)	0,12 a	99,30 a
6 MST (WAP)	0,14 a	108,11 a
Penyambungan vaksin dan CMV (Grafting of vaccine and CMV)		
Tanpa perlakuan (Without vaccine and CMV)	0,12 a	85,59 a
CMV (CMV)	0,18 ab	90,73 a
Vaksin (Vaccine)	0,13 a	90,13 a
Vaksin + CMV (Vaccine + CMV)	0,14 a	92,31 a
Kontrol (-) (uji ELISA) (Control (-) (ELISA test))	0,00 a	
Kontrol (+) (uji ELISA) (Control (+) (ELISA test))	0,28 c	

Pertumbuhan Tanaman Krisan

Tinggi tanaman krisan pada semua perlakuan tidak berbeda nyata. Tinggi tanaman terendah 98,08 cm didapatkan pada perlakuan 2 MST dan tertinggi pada perlakuan 6 minggu setelah disambung yaitu 108,11 cm. Pada perlakuan penyambungan vaksin dan CMV, tinggi tanaman terendah 85,59 cm didapatkan pada tanpa perlakuan dan tertinggi 92,31 cm diperoleh pada perlakuan vaksin + CMV. Semua data pengamatan di atas tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan vaksin dan CMV pada percobaan ini tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Hasil percobaan terdahulu pada tanaman krisan varietas Remix Red perlakuan vaksin dan CMV berpengaruh terhadap tinggi tanaman (Rahardjo et al. 2004). Hasil percobaan yang tidak sejalan tersebut mengindikasikan bahwa varietas krisan yang berbeda dapat memberikan respons berbeda terhadap perlakuan vaksin dan CMV.

Karakteristik Hasil Bunga Krisan

Rerata jumlah bunga krisan tiap perlakuan tidak berbeda nyata. Pada perlakuan umur tanaman krisan disambung, jumlah bunga krisan terendah 24,83 tangkai diperoleh pada perlakuan 2 MST dan jumlah bunga tertinggi 28,35 tangkai didapatkan pada perlakuan 4 minggu setelah disambung. Sedangkan pada perlakuan penyambungan vaksin dan CMV, jumlah bunga terendah 23,75 tangkai

didapatkan pada perlakuan vaksin + CMV dan jumlah bunga terbanyak 28,20 tangkai diperoleh pada perlakuan vaksin. Semua data tersebut satu sama lain tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan vaksin dan CMV tidak berpengaruh terhadap jumlah bunga krisan varietas Reagent Orange. Respons setiap varietas krisan berbeda terhadap perlakuan vaksin dan CMV. Pada percobaan terdahulu, perlakuan vaksin dan CMV berpengaruh terhadap jumlah bunga krisan varietas Remix Red (Rahardjo et al. 2004).

Rerata diameter bunga krisan pada semua perlakuan tidak berbeda nyata (Tabel 2). Pada perlakuan umur tanaman krisan disambung, diameter bunga terendah diperoleh pada perlakuan 2 MST, yaitu 7,53 cm dan diameter terbesar 7,94 cm didapatkan pada perlakuan 6 minggu setelah disambung. Pada perlakuan penyambungan vaksin dan CMV, diameter bunga terendah didapatkan pada perlakuan CMV, yaitu 7,51 cm dan diameter terbesar didapatkan pada tanpa perlakuan yaitu 7,90 cm. Semua data di atas tidak berbeda nyata. Seperti halnya respons sifat tanaman krisan lainnya, perlakuan vaksin dan CMV tidak berpengaruh terhadap diameter bunga.

Dari pengamatan secara visual terhadap warna bunga krisan Reagent Orange menunjukkan pada semua perlakuan tidak menampakkan warna yang

Tabel 2. Jumlah bunga dan diameter bunga krisan Reagent Orange yang diberi perlakuan CMV dan vaksin (Number and diameter of flower on chrysanthemum variety of Reagent Orange treated with CMV and CARNA 5 vaccine)

Perlakuan (Treatments)	Jumlah bunga (Number of flower) Tangkai (Stalk)	Diameter bunga (Diameter of flower) cm	Kualitas bunga (Quality of flower)
Umur tanaman krisan di sambung (Grafting plant age)			
2 MST (WAP)	24,83 a	7,53 a	Normal
4 MST (WAP)	28,35 a	7,55 a	Normal
6 MST (WAP)	27,40 a	7,94 a	Normal
Penyambungan vaksin dan CMV (Grafting of vaccine and CMV)			
Tanpa perlakuan (Without vaccine and CMV)	24,50 a	7,90 a	Normal
CMV (CMV)	26,99 a	7,51 a	Abnormal
Vaksin (Vaccine)	28,20 a	7,82 a	Normal
Vaksin + CMV (Vaccine + CMV)	23,75 a	7,64 a	Normal

pecah, semua bunga menampilkan warna yang normal berwarna merah bergaris kuning. Tetapi didapatkan bentuk bunga yang bergerombol dan bertangkai pendek tidak normal pada perlakuan penyambungan CMV tanaman krisan tersebut terinfeksi CMV. Hal ini mengindikasikan bahwa CMV yang diinokulasikan 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan vaksin tidak berkembang pada tanaman krisan karena terpengaruh vaksin atau perlakuan CMV tidak berkembang pada tanaman krisan, sehingga tidak menampilkan gejala warna bunga pecah atau kerdil (*stunting*). Data yang diperoleh dari penelitian ini mengindikasikan bahwa vaksin dapat memproteksi CMV pada tanaman krisan Reagent Orange.

KESIMPULAN

1. Tanaman krisan yang diberi perlakuan vaksin dan tanaman kontrol tidak menunjukkan gejala mosaik.
2. Perlakuan umur tanaman krisan disambung 2, 4, dan 6 MST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.
3. Tinggi tanaman, jumlah bunga dan diameter bunga krisan Reagent Orange tidak memberikan respons yang nyata terhadap perlakuan CMV, walaupun nilai absorbansi virus pada perlakuan CMV berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa perlakuan, perlakuan vaksin, dan perlakuan vaksin + CMV.
4. Kualitas bunga krisan Reagent Orange pada perlakuan vaksin + CMV tidak menampilkan warna yang pecah (*breaking*), sedangkan perlakuan CMV menyebabkan tanaman krisan Reagent Orange menghasilkan bentuk bunga yang abnormal.
5. Perlakuan vaksin dapat memproteksi CMV pada tanaman krisan.

PUSTAKA

1. Ammirato, P.V., D.A. Evans, W.R. Sharp, and Y.P.S. Bajaj. 1990. *Handbook of Plant Cell Culture (Ornamental Species) Vol. 5*. Mc Graw-Hill Publishing Company. New York. USA. 833p.

2. Douine, L., J. B. Quiot, G. Marchoux, and P. Archange. 1979. Recensement Des Especies Vegetale Sensibles Au Virus De La Mosaïque Du Comcombre (CMV). *Ann. Phytopathol.* 11:439-475.
3. Duriat, A.S., Y. Sulyo, R. Sutarya, dan A.A. Asandhi. 1992. New Approach in Plant Biotechnology for Controlling Cucumber Mosaic Virus on Peppers. In Brotonegoro, S., Dharma, J., Gunarto, L. and M.K. Kardin (Eds.). *Proc. Workshops Agric. Biotech.* CRIFC, Bogor. May 21-24, 1991. Pp.165-173.
4. Gonsalvez, D. and S.M. Garnsey. 1989. Cross Protection Techniques for Control of Plant Virus Diseases in the Tropics. *Plant. Dis.* 73:592-597.
5. Kaper, J.M. 1982. Rapid Synthesis of Double-stranded Cucumber Mosaic Virus-associated RNA 5: Mechanism Controlling Viral Pathogenesis?. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 105:1014-1022.
6. _____. 1983. Perspective on CARNA 5, Cucumber Mosaic Virus-Dependent Replicating RNAs Capable of Modifying Disease Expression. *Plant Molecular Biology Reporter.* 1(2):49-54.
7. _____. 1984. Plant Disease Regulation by Virus Dependent Satellite-like Replicating RNAs. In Kurstak, E. (Ed.). *Control of Virus Diseases*. Marcel Dekker. Inc. New York and Basel. Pp:317-343.
8. Lecoq, H., J.M. Lemaire, and C. Wipf-Scheibel. 1991. Control of Zucchini Yellow Mosaic Virus in Squash by Cross Protection. *Plant Dis.* 75(2):208-211.
9. Marwoto, B., L. Sanjaya, K. Budiarto, dan I.B. Rahardjo. 2004. Pengaruh Antiviral dalam Media Kultur terhadap Keberadaan *Chrysanthemum virus B* pada 4 Varietas Krisan Terinfeksi. *J. Hort.* 14 (Ed. Khusus):410-418.
10. Montasser, M.S., M. E. Tousignant, and J. M. Kaper. 1998. Viral Satellite RNAs for the Prevention of Cucumber Mosaic Virus (CMV) Disease in Field-grown Pepper and Melon Plants. *Plant Dis.* 82(12):1298-1303.
11. Mossop, D.W., R.I.B. Francki, and T. Hatta. 1979. *Description of Plant Viruses No. 213. Cucumber Mosaic Virus*. Commonw. Mycol. Inst. Kew Surrey. England. 4p.
12. Oshima, N. 1975. The Control of Tomato Mosaic Disease with Attenuated Virus of a TMV. *Rev. Plant Prot. Res.* 8:126-135.
13. Rahardjo, I.B., Y. Sulyo, dan E. Diningsih. 2004. Pengaruh Vaksin CARNA 5 untuk Memproteksi Virus Mosaik Ketimun (CMV) pada Tanaman Krisan Varietas Remix Red. *Dalam* Suhardi, T. Sutater, Y. Sulyo, Sabari, dan Maryam (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Florikultura*. Bogor, 4-5 Agustus 2004. Hlm.279-285.
14. _____ dan Y. Sulyo. 2005. Proteksi Silang untuk Pengendalian Virus Mosaik Mentimun pada Krisan. *J. Hort.* 15(2):129-134.
15. Sulyo, Y. 1989. Proteksi Silang untuk Pengendalian Cucumber Mosaic Virus pada Tanaman Tomat. *Dalam* Dwidjaputra IGP., N. Westen, dan I.B. Oka (Eds.) *Pros. Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI*. Denpasar, 14-16 Nopember 1989. Hlm.229-231.

16. Soerojo, R. 1991. *Program Pengembangan Tanaman Hias*. Direktorat Bina Produksi Hortikultura. Jakarta. Hlm. 1-8.
17. Wang, H.L., S.D. Yeh, R.J. Chiu, and D. Gonsalves. 1987. Effectiveness of Cross Protection by Mild Mutants of Papaya Ringspot Virus for Control of Ringspot Disease of Papaya in Taiwan. *Plant Dis.* 71:491-497.
18. _____, D. Gonsalves, R. Provvidenti, and H.L. Lecoq. 1991. Effectiveness of Cross Protection by a Mild Strain of Zucchini Yellow Mosaic Virus in Cucumber, Melon, and Squash. *Plant Dis.* 75(2):203-207.
19. Waterworth, H.E., J.M. Kaper, and M.E. Tousignant. 1979. CARNA 5, Small Cucumber Mosaic Virus-Dependent Replicating RNA, Regulates Disease Expression. *SCI.* 204:845-847.
20. Yeh, S.D., D. Gonsalves, H.L. Wang, R. Namba and R.J. Chiu. 1988. Control of Papaya Ringspot Virus by Cross Protection. *Plant Dis.* 72:375-380.
21. Yoshida, K., T. Goto, and N. Iizuka. 1985. Attenuated Isolates of Cucumber Mosaic Virus Produced by Satellite RNA and Cross Protection between Attenuated Isolates and Virulent Ones. *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* 51:238-242.