

KEANEKARAGAMAN VIRUS DAN PERANAN RHIZOBAKTERIA
INDIGENUS DARI GEOGRAFIS BERBEDA DALAM
MEMPENGARUHI PERKEMBANGAN PENYAKIT DAUN
KUNING KERITING CABAI (*Capsicum annum* L.)

DISERTASI

Oleh

JUMSU TRISNO

05301003



PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2010

RINGKASAN

JUMSU TRISNO : Keanekaragaman Virus dan Peranan Rhizobakteria Indigenus Dari Geografis Berbeda Dalam Mempengaruhi Perkembangan Penyakit Daun Kuning Keriting Cabai (*Capsicum annuum* L.)

Dibimbing Oleh: Trimurti Habazar, Jamsari, Sri Hendrastuti Hidayat, dan Ishak Manti

Penyakit daun kuning keriting merupakan penyakit utama tanaman cabai pada sepuluh tahun terakhir di Indonesia dengan kehilangan hasil dapat mencapai 100%. Perkembangan penyakit ini di lapang ditentukan oleh banyak faktor seperti serangga vektor, keragaman virus, dan faktor lingkungan. Berdasarkan hal itu penting diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit daun kuning keriting tersebut. Informasi yang didapatkan merupakan langkah awal dalam menyusun strategi pengendaliannya. Pemanfaatan potensi sumberdaya lokal seperti agen hayati rhizobakteria merupakan alternatif pengendalian yang potensial dikembangkan. Pemanfaatan rhizobakteria indigenus dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit daun kuning keriting belum dilaporkan.

Tujuan penelitian untuk: (1) mengetahui karakteristik gejala dan penyebaran penyakit daun kuning keriting cabai disentra produksi cabai di Sumatera Barat. (2) Mengetahui karakteristik dan keragaman geminivirus penyebab penyakit daun kuning keriting cabai. (3). Mengetahui hubungan infeksi campuran ChiVMV dan geminivirus terhadap perkembangan penyakit daun kuning keriting, dan (4) Mendapatkan rhizobakteria indigenus potensial dalam meningkatkan ketahanan cabai terhadap penyakit daun kuning keriting.

Penelitian ini merupakan suatu seri percobaan dengan empat tahapan percobaan yang dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan HPT, Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Jurusan BDP Fak. Pertanian Universitas Andalas, laboratorium Virologi Tumbuhan dan Rumah Kaca Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor, sejak Juni 2007 – September 2009. Tahap I. Survei dan deteksi virus penyebab penyakit daun kuning keriting cabai di area pertanaman cabai Sumatera Barat, dengan metoda pengambilan sampel secara *purposive random sampling* dan deteksi virus dengan metode DAS-ELISA dan *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Tahap II. Keragaman geminivirus penyebab penyakit kuning keriting cabai berdasarkan analisis runutan asam nukleat (DNA) dan filogeninya. Tahap III. Analisis hubungan infeksi campuran geminivirus dengan ChiVMV dalam mempengaruhi perkembangan penyakit daun kuning keriting dengan rancangan penelitian rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan kombinasi infeksi campuran. Tahap IV. Seleksi dan potensi rhizobakteria dalam meningkatkan ketahanan cabai terhadap penyakit daun kuning keriting, dengan metode deskriptif untuk mendapatkan rhizobakteria terpilih dan pengujian potensi rhizobakteria dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan 14 isolat rhizobakteria terpilih.

Hasil survei menunjukkan bahwa penyakit daun kuning keriting cabai (*Pepper yellow leaf curl diseases*) telah tersebar luas di seluruh areal pertanaman cabai di Sumatera Barat dan mempunyai karakteristik gejala yang beragam. Lokasi dengan kondisi geografis yang berbeda mempunyai karakteristik gejala yang berbeda. Variasi gejala pada areal pertanaman dataran tinggi lebih kompleks dibandingkan dataran sedang dan rendah.

Virus-virus yang berasosiasi dengan penyakit daun kuning keriting didapatkan 4 jenis yaitu ChiVMV, CMV PMMV dan Geminivirus. Geminivirus merupakan virus yang dominan berasosiasi dengan penyakit kuning keriting cabai dengan kejadian infeksi 99,33 %. Infeksi tunggal geminivirus dan kombinasi dengan ChiVMV dan atau CMV dideteksi dari satu tanaman sampel.

Analisis keragaman genetik menunjukkan bahwa isolat-isolat geminivirus Sumatera Barat mempunyai karakter genetik yang beragam. *Hairpin-loop* dan *iteron daerah common region* masing-masing isolat dari lokasi dan musim tanam berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda. Runutan asam amino isolat dari lokasi dan variasi gejala berbeda juga mempunyai karakteristik yang berbeda. Geminivirus asal Sumatera Barat merupakan galur baru yaitu *Pepper Yellow Leaf Curl Indonesia Virus-SumBar* (PYLCIV-SumBar) dan PYLCIV-SumBar[Painan], dan keduanya mempunyai kekerabatan yang dekat dengan PYLCIV asal tomat.

Infeksi ChiVMV dapat meningkatkan perkembangan penyakit daun kuning keriting, baik sebelum, sesudah dan bersamaan dengan infeksi Geminivirus. Interaksi infeksi ChiVMV dan geminivirus bersifat penambahan.

Berdasarkan hasil pengujian PGPR terpilih 14 isolat rhizobakteria. Selanjutnya isolat tersebut diuji untuk melihat kemampuan menginduksi ketahanan cabai terhadap infeksi geminivirus penyebab penyakit daun kuning keriting. Hasil pengujian didapatkan 5 isolat rhizobakteria yang potensial dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit daun kuning keriting. Isolat - isolat rhizobakteria tersebut terdiri atas *RbTD1-3*, *RbTD1-8*, *RbAg1-5* asal rhizosfir dataran tinggi, *RbLPK1-9* asal rhizosfir dataran sedang, dan *RbGN-3* asal rhizosfir dataran rendah. Kelima isolat ini mampu memperlama masa inkubasi 3 - 12 hari, menurunkan kejadian dan intensitas penyakit dengan efektivitas berturut-turut adalah 50 - 90% dan 69,23 - 94,87%. Disamping itu, kelima isolat tersebut juga mempunyai kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan efektifitas peningkatan tinggi, berat basah, dan berat kering tanaman secara berturut-turut adalah 12,13 - 16,28 ; 68,62 - 72,24 % ; dan 75,71 - 77,51. Analisis aktivitas enzim peroksidase dari tanaman yang diberi perlakuan dengan rhizobakteria menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol (tanpa perlakuan rhizobakteria).

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah perkembangan penyakit daun kuning keriting cabai sangat cepat dilapangan dan telah tersebar luas diseluruh areal pertanaman cabai dengan kondisi geografis berbeda di Sumatera Barat. Perkembangan penyakit daun kuning keriting pada studi ini ditentukan oleh sistem pola tanam, keragaman geminivirus yang tinggi, dan adanya infeksi virus lain seperti ChiVMV dan CMV. Pemanfaatan rhizobakteria indigenus mempunyai potensi dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit daun kuning keriting

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cabai (*Capsicum annuum L.*) merupakan salah satu komoditi sayuran unggulan Sumatera Barat dan bahkan Nasional. Bagi Penduduk Sumatera Barat ("Orang Padang/Minang") tanaman cabai merupakan tanaman penting dalam kehidupannya sehari-hari. Di Sumatera Barat produksi dan harga cabai dari tahun ke tahun selalu mengalami fluktuasi. Dari survei yang dilakukan pada bulan September 2005 – Januari 2006 harga cabai ditingkat petani antara Rp. 25.000. – 50.000, dengan harga tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2005 (Trisno, 2005; *Survei Pendahuluan*). Faktor yang menyebabkan fluktuasi harga ini salah satunya adalah berkurangnya produksi, karena adanya serangan berbagai hama maupun patogen di areal sentra produksi cabai. Hasil survei yang dilakukan oleh Pusat Pengembangan dan Penelitian Sayuran Asia (AVRDC) menunjukkan bahwa virus merupakan patogen yang banyak menyerang cabai dan sangat merugikan di daerah tropik (Green dan Kallo, 1994).

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. Gejala penyakit ini mirip dengan *pepper yellow leaf curl diseases* yang sudah banyak dilaporkan diberbagai Negara seperti Thailand (Chiamsombat 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). Virus-virus yang pernah dilaporkan menyerang tanaman cabai di Indonesia, antara lain adalah *Cucumber mosaik virus* (CMV), *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Potato virus Y* (PVY), *Tobacco etch virus* (TEV), *Tobacco ringspot virus* (TRSV), *Potato virus X* (PVX), *Chilli vein mottle virus* (ChiVMV) (Semangun, 2001). Mengetahui virus-virus yang berasosiasi dengan penyakit cabai yang menunjukkan gejala daun kuning keriting sangat diperlukan

sebagai langkah awal dalam menentukan cara-cara pengendaliannya (dibahas pada BAB III).

Penyakit daun kuning keriting merupakan penyakit penting tanaman cabai dan sangat merugikan. Penting dan dominannya serangan virus ini dapat dilihat dari penyebaran penyakit ini di lapang. Gejala penyakit ini pertama kali ditemukan pada tahun 1999 di Jawa Barat (Hidayat *et al.* 1999), dan pada tahun 2000 dilaporkan sudah terjadi epidemi di pulau Jawa (Sulandari, 2004). Sedangkan di Sumatera Barat, gejala penyakit kuning keriting ini pertama kali dilaporkan pada akhir tahun 2003 di Kabupaten Sawahlunto Sijunjung dan pada tahun 2004 sudah tersebar diseluruh areal pertanaman cabai di Sumatera Barat (Syaiful, 2005a). Tahun 2006 penyakit ini dilaporkan sudah tersebar di hampir seluruh pertanaman cabai Indonesia (Hidayat, 2006).

Kerugian dan kehilangan hasil cabai akibat penyakit daun kuning keriting dapat mencapai 100%. 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 potensi kehilangan hasil mencapai Rp. 42,6 milyar. 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, 2005a). Trisno (2005) menambahkan dari pengamatan bulan Agustus – Nopember 2005 pada kabupaten Pesisir Selatan, Solok, Tanah Datar dan Kota Padang, insidensi penyakit tersebut adalah 60 – 100 %. Mengingat perkembangan penyakit tersebut yang sangat cepat dan potensi kehilangan hasil yang tinggi, maka penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangannya sangat diperlukan.

Perkembangan penyakit daun kuning keriting ini sangat ditentukan oleh banyak faktor diantaranya adalah: **Pertama**, keberadaan serangga yang berperan sebagai vektor, dimana anggota begomovirus disebarkan oleh serangga vektor yang disebut kutu kebul (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera; Aleyrodidae). Serangga ini memiliki daerah penyebaran yang luas terutama di daerah tropik dan sub tropik. Di Indonesia Kutu kebul (*B. tabaci*) juga berkembang dengan baik (Hidayat, 2005). *B. tabaci*

mempunyai inang kurang lebih 600 spesies tanaman dari golongan dikotil, monokotil, dan bahkan beberapa jenis gulma. Gulma-gulma dari tanaman *Compositae* seperti (*Ageratum conyzoides* (Babadotan), dan *Helianthus annuus* (bunga matahari) merupakan inang tempat berlindungi vektor ini, dan diketahui juga bahwa gulma-gulma ini adalah merupakan inang alternatif dari virus kuning keriting (Sulandari, 2004). *B. tabaci* adalah vektor yang sangat efektif karena satu ekor kutu kebul yang *viruliferous* sudah dapat menginfeksi dan menimbulkan kerugian (Aidawati, 2006).

Kedua, keragaman gemivirus yang tinggi dan mempunyai inang yang banyak. Geminivirus dapat menyerang 20 spesies tanaman famili *Solanaceae*, 3 spesies tanaman famili *Leguminosae*, dan 2 spesies tanaman *Malvaceae* (Brown dan Nelson 1988), famili *Cucurbitaceae* dan beberapa jenis gulma (Sulandari, 2004). Geminivirus yang menyerang tanaman yang berbeda mempunyai galur yang berbeda dan pada tanaman yang sama juga diinfeksi oleh galur yang berbeda. Geminivirus yang menyerang cabai berbeda dengan yang menyerang tomat dan gulma *Ageratum conyzoides* (Sukamto, et al., 2005). Sudiono, et al. (2004) menambahkan ditemukan adanya dua galur geminivirus yang menyerang tomat. Tingginya keragaman geminivirus dapat juga dilihat dari berbedanya galur-galur virus ini yang berasal dari lokasi yang berbeda. Aidawati (2006) menemukan ada 6 galur geminivirus yang menyerang tomat yang berasal dari areal pertanaman dengan kondisi geografis yang berbeda di daerah DI Yogyakarta, Jawa Tengah dan Jawa Barat (Bogor). Keragaman geminivirus yang menyerang cabai di Sumatera Barat dibahas pada BAB IV.

Ketiga, terjadinya infeksi beberapa virus secara bersama dengan geminivirus. Taufik (2005) melaporkan dari tanaman yang bergejala kuning dengan uji serologi dapat terdeteksi adanya virus *ChiVMV* dan *CMV*, ada juga hanya salah satunya. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Abdalla et al. (1991 dalam Rodrigues-Alvarado 2002); pada cabai dideteksi tujuh virus yang menginfeksi cabai baik secara individu (*single*) ataupun campuran dengan *CMV* dan *Pepper Mottle Virus (PepMoV)* yang selalu ditemukan pada setiap tanaman sampel. Pada beberapa kasus infeksi ganda akan menyebabkan serangan lebih berat (Hull, 2002), penurunan hasil kedelai lebih

tinggi yaitu 66 – 80% bila terserang *Soybean Mosaic Virus* (SMV) dan *Bean Pod Mottle Virus* (BPMV) dibandingkan dengan hanya terserang SMV saja yaitu 8 - 25 % dan BPMV saja yaitu hanya 10 % (Demski dan Kuhn, 1989 dalam Hanurani, 2001), infeksi SMV dan *Soybean Stunt Virus* (SSV) dapat bersifat interaksi sinergistik (Hanurani, 2002). Interaksi antara geminivirus dengan virus lain dalam mempengaruhi perkembangan penyakit kuning keriting pada cabai belum pernah dilaporkan. Pada studi ini interaksi infeksi campuran geminivirus dan ChiVMV dibahas pada BAB V.

Beberapa usaha pengendalian penyakit daun kuning keriting cabai ini sudah dilakukan, akan tetapi belum mendapatkan hasil yang memuaskan. Keberhasilan pengendalian penyakit ini sangat ditentukan oleh pengetahuan tentang sifat geminivirus dan serangga vektor (*B. tabaci*) (Hidayat, 2006). Pengendalian penyakit ini pada umumnya hanya bertujuan untuk menekan populasi serangga vektornya, dengan menggunakan insektisida secara berlebihan. Akan tetapi, belum mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Tidak efektifnya insektisida ini dapat disebabkan oleh serangga vektor kutu kebul (*B. tabaci*) mempunyai (1) pergerakan yang cepat, (2) kisaran inang yang luas dan (3) kemampuannya menjadi resisten terhadap insektisida sangat cepat. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah penyakit virus kuning keriting cabai ini perlu dikembangkan alternatif pengendalian yang bersifat terpadu.

Alternatif pengendalian yang banyak dikembangkan akhir-akhir ini adalah penggunaan varietas tahan dan pemanfaatan agens penginduksi biologis seperti mikrobial antagonis dari kelompok rhizobakteria. Penggunaan varietas tahan merupakan strategi pengendalian yang efektif untuk mengurangi kehilangan hasil yang disebabkan oleh serangan virus. Pengembangan varietas yang tahan terhadap kutu kebul dan penyakit kuning, dan menemukan tanaman tahan yang cocok untuk suatu daerah (altitude berbeda, populasi kutu kebul berbeda, strain virus berbeda, iklim berbeda) merupakan langkah pencegahan perkembangan penyakit PYLCV di lapangan (Hidayat dan Hidayat, 2006). Akan tetapi, penggunaan varietas tahan tidak selamanya efektif terutama apabila menggunakan varietas dengan ketahanan yang

diatur oleh gen tunggal dan ditanam terus-menerus (Liu *et al.* 2000). Dari hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa belum ada varietas atau kultivar cabai yang tahan penyakit PYLCV (Sulandari, 2004; Hartono, 2006). Hartono (2006) menambahkan ada beberapa varietas/kultivar yang punya potensi toleran virus ini, apabila dalam kondisi nutrisi yang tercukupi. Untuk mengatasi masalah ini diperlukan metoda pengendalian lain yang dapat dipadukan dengan varietas toleran sehingga ketahanan tanaman dapat dipertahankan dalam waktu yang lama.

Penggunaan kelompok rhizobakteria diantaranya *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai jenis penyakit menunjukkan potensi yang baik (Raupach *et al.* 1996; Murphy *et al.* 2000, Zehnder *et al.* 2001). Aplikasi PGPR *Pseudomonas putida* Pf-20 dapat menginduksi ketahanan tanaman mentimun terhadap CMV (Wahyuni, 2003), tanaman buncis terhadap *Botrytis cinerea* (Ongena *et al.* 2005), tanaman mentimun terhadap *Pythium ultimum* (Rezzonico *et al.* 2005), *Pseudomonas fluorescens* galur Pf 5 terhadap CMV (Habazar *et al.* 2002). *P. fluorescens* terhadap penyakit virus kuning keriting cabai (PYLCV) (Syaiful, 2005). *Bacillus subtilis* dan *B. stearothermophilus* dapat mengurangi kejadian penyakit sampai 100% oleh CMV dan ChiVMV pada cabai (Taufik, 2005). *Streptomyces sp.* strain lokal dapat memproteksi tanaman ketimun dari CMV dengan mengurangi gejala mosaik 50 -58 % dan menghambat perkembangan partikel virus sampai 85% (Galal, 2006). Pemanfaatan rhizobakteria indigenus cabai dalam meningkatkan ketahanan cabai terhadap penyakit daun kuning keriting belum pernah dilaporkan. Pada studi ini eksplorasi dan potensi isolat rhizobakteria indigenus dalam meningkatkan ketahanan cabai dibahas pada BAB VI.

Induksi ketahanan dapat bersifat lokal atau sistemis, ini tergantung pada saat aplikasi agen hayati. Aplikasi dapat melalui benih/bibit dan tanaman muda/dewasa. Aplikasi melalui benih, dapat juga disebut imunisasi, umumnya bereaksi cepat, dengan mengaktifkan mekanisme pertahanan tanaman. Mekanisme ini meliputi akumulasi senyawa metabolik sekunder yang bersifat antimikroba seperti fitoaleksin dan diterpen, serta peningkatan aktifitas enzim seperti kitinase dan β -1-3-glukonase,

VIII. KESIMPULAN UMUM

Dari serangkaian percobaan dalam penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyakit daun kuning keriting cabai (*Pepper yellow leaf curl diseases*) telah tersebar luas di seluruh areal pertanaman cabai di Sumatera Barat dan mempunyai karakteristik gejala yang beragam. Lokasi dengan kondisi geografis yang berbeda mempunyai karakteristik gejala yang berbeda.
2. Virus-virus yang berasosiasi dengan penyakit daun kuning keriting cabai di Sumatera Barat, terdiri dari 4 jenis virus yaitu ChiVMV, CMV PMMV dan Geminivirus. Geminivirus merupakan virus yang dominan dengan kejadian infeksi 99,33 %. Dengan kata lain penyakit daun kuning keriting cabai di Sumatera Barat disebabkan oleh Geminivirus. Infeksi tunggal geminivirus dan kombinasi dengan ChiVMV dan atau CMV dideteksi dari satu tanaman sampel.
3. Isolat-isolat geminivirus Sumatera Barat mempunyai karakter genetik yang beragam. *Hairpin-loop* dan *iteron* daerah *common region* masing-masing isolat dari lokasi dan musim tanam berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda. Runutan asam amino isolat dari lokasi dan variasi gejala berbeda juga mempunyai karakteristik yang berbeda.
4. Geminivirus asal Sumatera Barat merupakan galur baru yaitu *Pepper Yellow Leaf Curl Indonesia Virus-SumBar* (PYLCIV-SumBar) dan PYLCIV-SumBar[Painan], dan keduanya mempunyai kekerabatan yang dekat dengan PYLCIV asal tomat.
5. Infeksi ChiVMV dapat meningkatkan perkembangan penyakit daun kuning keriting, baik sebelum, sesudah dan bersamaan dengan infeksi Geminivirus. Interaksi infeksi ChiVMV dan geminivirus bersifat penambahan.
6. Sebanyak 5 isolat rhizobakteria dari 14 isolat yang diuji tergolong potensial dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit daun kuning keriting. Isolat - isolat rhizobakteria tersebut terdiri atas *RbTD1-3*, *RbTD1-8*, *RbAg1-5* asal rhizosfir cabai dataran tinggi, *RbLPK1-9* asal rhizosfir cabai

dataran sedang, dan *RbGN-3* asal rhizosfir cabai dataran rendah. Kelima isolat ini mampu memperpanjang masa inkubasi (3 – 12 hari), menurunkan kejadian dan intensitas penyakit dengan efektivitas berturut-turut adalah 50 – 90% dan 69,23 – 94,87%. Disamping itu, kelima isolat tersebut juga mempunyai kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan efektivitas peningkatan tinggi, berat basah, dan berat kering tanaman secara berturut-turut adalah 12,13 – 16,28 ; 68,62 – 72,24 % ; dan 75,71 – 77,51.

7. Aktivitas enzim peroksidase dari tanaman yang diberi perlakuan rhizobakteria menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol (tanpa perlakuan rhizobakteria).

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

Daftar Pustaka

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. California Academic Press, Inc.
- Aidawati, N. 2006. Keanekaragaman Begomovirus pada Tomat dan Serangga Vektornya, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera:Aleyrodidae), serta Pengujian Ketahanan Genotip Tomat Terhadap Strain Begomovirus. Disertase Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Andreeva, I.V. 1989. Membrane permeability and peroxidase activity in soy cultivars differing in resistance to mosaic virus. Soviet Plant Physiol. 36(4):667-674.
- Bakker, P.A.H.M., L.X. Ran, C.M.J. Pieterse, and L.C. van Loon. 2003. Understanding the involvement of rhizobacteria-mediated induction of systemic resistance in biocontrol of plant diseases. Can.J.Plant Pathol. 25:5-9.
- Brown, J.K. 1997. The Biology and Molecular Epidemiology of Geminivirus Subgroup III. Dalam: Stacey G, Keen NT. Ed. Plant-Microbe Interaction. Vol 2. Ney York: Int Thomson Publ. 125-195.
- Chatchawankanphanich, O. and D.P. Maxwell. 2002. Tomato leaf curl karnataka virus from Bangalore, India, apperas to be a recombinant Begonovirus. Phytopathol 92: 637-645.
- Chiemsombat, P., and Kittipakorn, K. 1998. Confirmation of potentially important pepper viruses. Proceeding of AVNET-II Final Workshop, Bangkok, Thailand 1-6 September 1998. AVRDC.
- Choi SK, Yoon JY, Ryu KH, Choi JK, Palukaitis P and Park WM. 2002. Systemic movement of a movement-deficient strain of Cucumber mosaic virus in zucchini squast in facilitated by a cucurbit infecting potyvirus. J.Gen.Virol. 83:3173-3178.
- Dong, X. 1998. SA, JA, and disease resistance in plants. 1998. Plant Microb-Interaction 1:316-323.
- Dufresne DJ, Valvede RA, and Hobbs HA. 1999. Effect of co infections of *Andean potato mottle comovirus* with two potyviruses in seven Capsicum genotypes. Rev. Mex. Fitopatol. 17:17-22.
- Goodman RN, Z. Kiraly and KR. Wood. 1986. The biochemistry and physiology of plant diseases. Colimbia, University of Missouri Press.
- Harisson BD, and DJ. Robinson. 1999. Natural genomic and antigenic variation in whitefly-transmitted geminiviruses (begomoviruses). Ann Rev Phytopatol 37:369-398.
- Hartono. S. 2006. Tanggapan beberapa varietas cabai terhadap geminivirus. Makalah dalam Pertemuan POKJA Penanggulangan Virus Kuning pada Cabai. Bukittinggi 23-25 Agustus 2006.
- Hidayat, S.H., E,S, Rusli, N Aidawati. 1999. Penggunaan primer universal dalam *polymerase chain reaction* untuk mendeteksi virus gemini pada cabe. Makalah dalam Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah