



PROSIDING  
**SEMINAR**

**PERHIMPUNAN ILMU PEMULIAAN INDONESIA  
(PERIPI)**



**"Pemanfaatan Plasma Nutfah Lokal untuk Perakitan Jenis Unggul  
dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Mencapai Ketahanan Pangan"**

**Dalam Rangka:**

**DIES NATALIS KE 57 FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ANDALAS**

**Padang, 9 Desember 2011**

**ISBN 9786021800607**

**Supported by :**



# MEKANISME KETAHANAN STRUKTURAL CABAI TERHADAP BEGOMOVIRUS PENYEBAB PENYAKIT DAUN KERITING KUNING (*Pepper yellow leaf curl virus*)

Rokhana Faizah<sup>1</sup>, Sriani Sujiprihati<sup>2</sup>, M. Syukur<sup>2</sup>, Sri Hendrastuti Hidayat<sup>3</sup>

## Abstrak

Kebutuhan terhadap komoditi cabai semakin meningkat namun produksi nasional mengalami penurunan. Salah satu kendala utama rendahnya produksi cabai dalam negeri disebabkan oleh infeksi Begomovirus. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari mekanisme ketahanan cabai secara struktural terhadap vektor *Bemisia tabaci* dan Begomovirus penyebab penyakit daun keriting kuning. Pengamatan dan pengukuran mekanisme ketahanan struktural terdiri atas kerapatan trikoma, panjang dan lebar sel palisade, dan ketebalan daun. Pengukuran dan pengamatan sifat-sifat struktural dilakukan pada fase kotiledon hingga fase generatif. Hasil penelitian menunjukkan genotipe rentan (35C2) memiliki kerapatan trikoma yang rendah, susunan dan posisi sel palisade yang kurang rapi, tidak seragam, dan rongga antar sel cukup luas. Ketahanan genotipe cabai terhadap Begomovirus berhubungan dengan sifat struktural tanaman, yaitu kerapatan trikoma dan susunan sel palisade.

*Kata kunci: Begomovirus, mekanisme ketahanan, struktural, Bemisia tabaci, Pepper yellow leaf curl virus*

## PENDAHULUAN

Cabai merupakan produk hortikultura unggulan Indonesia dan menempati urutan pertama dalam produksi dalam negeri, namun kebutuhannya semakin meningkat seiring peningkatan jumlah penduduk Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) (2011), luas panen tanaman cabai nasional 2010 mencapai 223.904 hektar (ha) dengan produksi nasional 1.378.727 ton dan produktivitas nasional mencapai 5.89 ton/ha. Salah satu kendala utama rendahnya produktivitas cabai dalam negeri tersebut disebabkan oleh infeksi virus tanaman. Salah satu virus yang sangat merugikan pertanaman cabai adalah *Pepper yellow leaf curl virus* (PYLCV) yang termasuk kelompok Begomovirus dari famili *Geminiviridae* (Aidawati *et al.* 2005; Hidayat *et al.* 1999). Gejala yang ditimbulkan Begomovirus adalah daun keriting kuning, kekerdilan, dan mengakibatkan kerugian hasil produksi yang besar (Umaharan *et al.* 1998). Begomovirus ditularkan vektor kutukebul *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) (Sulandari 2004; Delatte *et al.* 2005). De Barro *et al.* (2008) menyebutkan terdapat kesamaan wilayah geografis antara penyakit daun keriting kuning dengan invasi dari kutukebul (*whitefly*). Konsekuensi dari interaksi virus dan vektor ini menyebabkan tanaman tomat dan cabai mengalami penurunan produksi.

Pertahanan tanaman yang mempunyai nilai potensial dalam pemuliaan tanaman untuk tahan terhadap virus dapat dikelompokkan menjadi pertahanan berdasarkan biokimia dan biofisika atau struktural. Respon tanaman terhadap serangan patogen adalah dengan mengaktifkan berbagai mekanisme pertahanan alaminya, yang dapat diketahui dengan adanya perubahan fisik dan biokimia tertentu (Broglie *et al.* 1993). Upaya untuk mengatasi penurunan produksi dan sekaligus menekan infeksi virus tersebut adalah

<sup>1</sup> Mahasiswa Sekolah Pascasarjana IPB

<sup>2</sup> Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB

<sup>3</sup> Departemen Proteksi Tanaman IPB

melakukan penanaman varietas unggul tahan penyakit. Tanaman tahan terhadap virus dapat diperoleh dengan melakukan skrining plasma nutfah, dan kajian mengenai mekanisme ketahanan. Ganefianti (2008) telah melakukan skrining pada beberapa plasma nutfah cabai terhadap Begomovirus dan diperoleh genotipe tahan, agak tahan, agak rentan, rentan, dan sangat rentan. Sehingga, kajian tentang mekanisme ketahanan cabai terhadap Begomovirus perlu diketahui. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari mekanisme ketahanan cabai secara struktural terhadap vektor *B. tabaci* dan Begomovirus penyebab penyakit daun keriting kuning (*Pepper yellow leaf curl virus*).

## METODOLOGI

### Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan Februari hingga November 2009. Penanaman cabai dilakukan di rumah kaca KP. Cikabayan Dramaga. Pengamatan trikoma dan sel palisade di Lab. Ekofisiologi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Bahan yang digunakan adalah enam genotipe cabai, yaitu IPB C10, IPB C12, IPB C14, IPB C15, IPB C26, dan 35C2. Alat yang digunakan adalah mikroskop optik, lampu pijar dan *hand counter*.

### Rancangan Percobaan

Rancangan lapang disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok Lengkap 3 ulangan. Pengamatan dilakukan dengan masing-masing ulangan 3 sudut pandang yang berbeda pada daun yang tidak diinokulasi Begomovirus. Respon 6 genotipe cabai yang digunakan tersebut telah diketahui berdasarkan penelitian sebelumnya, yaitu IPB C12 sebagai genotipe tahan, IPB C14 dan IPB C15 moderat tahan, IPB C10 dan IPB C26 moderat rentan, serta 35C2 genotipe rentan (Ganefianti 2008). Daun 0 merupakan fase kotiledon (15 hss), daun ke-1 hingga ke-3 adalah fase vegetatif awal, daun ke-4 hingga ke-5 adalah fase vegetatif akhir, daun ke-6 hingga ke-8 adalah fase generatif.

### Peubah Pengamatan

Pengambilan sampel dilakukan fase kotiledon (daun ke-0) sampai daun ke-8 dalam keadaan segar pada daun yang tidak diinokulasi Begomovirus. Sampel daun dibagian tengah dipotong-potong berukuran sekitar  $2 \times 0.5 \text{ cm}^2$ . Kemudian sampel diletakkan dalam posisi tegak pada tempat yang telah disediakan dan ditambahkan setetes air terus-menerus hingga seluruh sampel tertutup oleh air. Sampel diiris dengan silet tajam ketebalan  $\pm 10 \text{ }\mu\text{m}$ . Hasil potongan dimasukkan ke cawan petri menggunakan kuas gambar dan ditetesi aquades. Kemudian, potongan daun tersebut diletakkan di bawah mikroskop dan diamati dengan perbesaran 10x. Kerapatan trikoma dihitung di bawah mikroskop optik menggunakan bantuan *hand counter*. Ketebalan dinding sel palisade dan ketebalan daun difoto menggunakan kamera digital *Olympus* 10 megapixel dan dihitung menggunakan bantuan lensa mikrometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketebalan Daun

Berdasarkan pengukuran ketebalan daun diketahui daun yang tebal pada genotipe IPB C26 (4.62) dan IPB C15 (4.42), sedangkan daun yang tipis pada genotipe IPB C10 (3.43) (Tabel 1). Berdasarkan urutan daun, daun yang paling tebal pada daun ke-0 atau kotiledon (5.84). Terdapat kecerendungan setelah kotiledon, ketebalan daun semakin menurun. Fase kotiledon, genotipe 35C2 memiliki daun paling tebal (7.97) dan genotipe IPB C10 memiliki ketebalan daun rendah (3.03). Apabila dikaitkan dengan nilai intensitas penyakit (IP) Begomovirus (Faizah 2010), genotipe 35C2 memiliki nilai IP yang paling

tinggi (36.66%). Dengan demikian, dapat diduga bahwa ketebalan daun bukan termasuk ke dalam mekanisme ketahanan struktural.

#### **Kerapatan Trikoma (Rambut Daun)**

Kuadrat tengah kerapatan trikoma dan urutan daun pada semua genotipe menunjukkan pengaruh nyata dan sangat nyata, kecuali genotipe IPB C14 yang tidak nyata (Tabel 2). Demikian juga urutan daun, menunjukkan perbedaan nyata dan sangat nyata, kecuali IPB C10 dan IPB C14 yang tidak nyata. IPB C14 memiliki kerapatan trikoma yang cenderung tetap dengan tidak berbeda nyata pada posisi maupun urutan daun.

Terdapat kecerendungan pada semua genotipe adanya peningkatan kerapatan trikoma setelah fase kotiledon. Kerapatan trikoma fase kotiledon pada penelitian ini tampaknya dapat mempengaruhi proses penularan Begomovirus. Kerapatan trikoma terendah pada fase kotiledon ditemukan pada genotipe 35C2 (1) dan IPB C26 (0). Kedua genotipe tersebut termasuk genotipe rentan dengan nilai IP yang tinggi (Faizah, 2010).

Kerapatan trikoma yang rendah pada fase kotiledon menyebabkan tanaman cabai mudah terinfeksi Begomovirus dibandingkan genotipe yang memiliki kerapatan trikoma tinggi. Genotipe IPB C10 memiliki kerapatan trikoma paling tinggi (Tabel 3) dan termasuk genotipe dengan respon agak tahan (Faizah, 2010). Dapat diduga genotipe IPB C10 memiliki mekanisme ketahanan dengan adanya trikoma yang rapat. Trikoma merupakan modifikasi dari epidermis yang mengalami pemanjangan dan berfungsi melindungi tanaman cabai dari infeksi *B. tabaci*. Kerapatan trikoma yang tinggi dapat menjadi penghalang *B. tabaci* untuk menusukkan stiletnya pada jaringan epidermis. Indriati (2004) menyebutkan, ketahanan galur kacang hijau MLG-716 terhadap hama trips disebabkan karena galur tersebut mempunyai trikoma yang rapat dan panjang. Adjie *et al.* (2000) menambahkan selain berperan dalam mendukung aktifitas fisiologis tanaman, trikoma juga berfungsi sebagai parameter morfologis dan anatomis yang penting pada ketahanan tanaman. Dengan demikian, kerapatan trikoma termasuk ke dalam mekanisme ketahanan struktural terhadap infeksi Begomovirus.

Kerapatan trikoma pada masing-masing genotipe menunjukkan keragaman yang berbeda-beda (Gambar 1). Genotipe IPB C10 dan IPB C12 memiliki kerapatan trikoma yang lebih banyak dibandingkan genotipe yang lain. IPB C26 tidak terdapat trikoma pada fase kotiledon dan termasuk respon ketahanannya rentan (Faizah, 2010). Kerapatan trikoma yang rendah dapat memudahkan *B. tabaci* menularkan Begomovirus karena tidak adanya penghalang struktural dan tanaman menjadi rentan. Trikoma yang rapat merupakan mekanisme ketahanan struktural terhadap infeksi Begomovirus pada tanaman cabai.

#### **Panjang dan Lebar Sel Palisade**

Genotipe IPB C26, IPB C15, dan IPB C14 memiliki ukuran sel palisade yang lebih panjang dibandingkan genotipe lainnya yaitu secara berurutan 1.64; 1.55; 1.55, sedangkan IPB C10 memiliki ukuran sel palisade yang lebih pendek (1.27) (Tabel 4). Ukuran sel palisade terpanjang terdapat pada urutan daun ke-6 (1.60) dan daun ke-7 (1.62). Bila dikaitkan dengan waktu inokulasi fase kotiledon, genotipe 35C2 memiliki ukuran sel palisade paling panjang (2.03) dan genotipe IPB C10 memiliki ukuran sel palisade paling pendek (0.90).

Pengukuran lebar sel palisade menunjukkan genotipe IPB C26 dan 35C2 memiliki ukuran yang lebih luas (0.51), namun tidak berbeda nyata dengan genotipe IPB C14, IPB C12, dan IPB C15 (Tabel 18). Analisis statistik menunjukkan panjang sel palisade IPB C10, IPB C12, dan IPB C15 tidak berbeda nyata, namun secara penampilan, IPB C10 memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan genotipe lainnya. Genotipe 35C2 memiliki ukuran sel palisade panjang dan luas, dan IPB C10 memiliki ukuran sel palisade

pendek dan sempit. Berdasarkan urutan daun, fase kotiledon dan daun pertama memiliki ukuran sel palisade yang lebih lebar dibandingkan urutan daun yang lainnya.

Sel palisade berpengaruh terhadap kemampuan *B. tabaci* menusukkan stiletnya dan menghisap nutrisi tanaman dari floem (Hodde 1999). Seperti umumnya serangga ordo Hemiptera, apabila *B. tabaci* telah menemukan inangnya, maka stilet akan ditusukkan ke jaringan epidermis daun. Stilet tersebut akan memanjang menuju floem, melalui penghalang palisade dan menghisap cairan nutrisi yang ada di dalam floem. *B. tabaci* yang mengandung Begomovirus di dalam tubuhnya akan menularkan atau memindahkan virus tersebut ke dalam jaringan floem dan selanjutnya Begomovirus akan berreplikasi dan menyebar ke seluruh bagian tanaman cabai melalui floem. Gejala yang muncul pada bagian tanaman muda mengindikasikan bahwa Begomovirus telah menginfeksi secara sistemik dan menyebar di seluruh bagian tanaman cabai.

Visualisasi penampang sel palisade fase kotiledon (Gambar 2) pada genotipe 35C2 menunjukkan bentuk sel palisade yang tersusun kurang rapi dan seragam, tidak beraturan, posisi sel tidak tegak, dan terdapat rongga di antara beberapa sel palisade. Genotipe IPB C26 memiliki sel palisade yang kurang seragam, agak tegak, dan terdapat rongga antar beberapa sel. Genotipe IPB C10 dan IPB C12 memiliki visualisasi struktur anatomi daun sel palisade yang lebih rapi, seragam, dan tegak dibandingkan genotipe yang lainnya. Perbedaan visualisasi sel palisade tersebut dapat diduga struktur anatomi fase kotiledon berada dalam tahap awal pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga menyebabkan ketidakteraturan posisi sel palisade. Keadaan tersebut memudahkan *B. tabaci* menusuk dan menghisap cairan nutrisi di dalam floem dan menyebabkan tanaman lebih rentan terhadap infeksi Begomovirus. Dengan demikian, perbedaan struktur sel palisade dapat menyebabkan respon ketahanan tanaman cabai yang berbeda-beda dalam menghalangi kemampuan *B. tabaci* menghisap sap (cairan nutrisi) dan memularkan Begomovirus ke tanaman cabai.

Fase setelah kotiledon menunjukkan posisi sel palisade lebih tertata rapi, tegak, dan bentuk yang seragam (Gambar 3). Genotipe 35C2, IPB C 26, dan IPB C15 masih memiliki rongga antar beberapa sel dan posisi tidak beraturan pada beberapa sel. Genotipe IPB C14 susunan sel palisade yang sangat rapi, seragam, tegak, dan sel cenderung meruncing dekat jaringan floem. IPB C12 memiliki susunan sel palisade yang sangat rapi, seragam, dan rongga antar sel cenderung memiliki ukuran yang sama. Sehingga, fase setelah kotiledon adalah fase dimana genotipe tahan dan rentan sudah menunjukkan posisi anatomi sel palisade yang lebih teratur.

Kusumo (1996) menyebutkan karakter sel palisade genotipe kacang tanah kelompok tahan terhadap penyakit bercak daun hitam nyata lebih tebal dibanding karakter yang sama untuk tingkat ketahanan lainnya. Hemingway (1957) menyatakan ketebalan sel palisade berasosiasi dengan ketahanan terhadap penyakit bercak daun. Selanjutnya Kusumo (1996) menyatakan bahwa pada kacang tanah ketebalan sel palisade bila diikuti kandungan kloroplas tinggi dan klorofil yang tinggi juga, diduga berperan sama dengan mekanisme ketahanan yang ditimbulkan oleh warna daun hijau tua.

Tabel 1 Rataan ketebalan daun pada enam genotipe cabai berdasarkan urutan daun

Urutan Daun	Genotipe						Rataan Total
	35C2	IPBC10	IPBC12	IPBC14	IPBC15	IPBC26	
0 (K)	7.97a	3.03d	5.33c	7.07b	5.63c	6.03c	5.84A
1 (VA)	4.07a	2.50d	3.87ab	3.40bc	3.07c	3.77ab	3.44E
2 (VA)	3.33b	3.55b	4.87a	4.60a	4.87a	3.83b	4.18bCD
3 (VA)	2.60c	3.87b	4.13b	3.73b	4.27b	5.23a	3.97CD
4 (VR)	5.50a	3.10c	3.50bc	3.47bc	3.40bc	4.50ab	3.91D

5 (VR)	2.93c	3.77b	3.73b	4.97a	3.27bc	5.10a	3.96CD
6 (G)	3.40c	3.17c	4.20b	4.50ab	4.60ab	5.03a	4.15BCD
7 (G)	4.27a	3.57b	4.47a	4.03ab	4.67a	4.20a	4.20CD
8 (G)	4.40b	4.30bc	3.47d	3.70cd	6.03a	3.87bcd	4.29B
Rataan Total	4.27bc	3.43d	4.17c	4.39bc	4.42ab	4.62a	4.22

Keterangan: K: fase kotiledon; VA: fase vegetatif awal; VR: fase vegetatif akhir; G: fase generatif. Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar pada sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT  $\alpha=5\%$ .

Tabel 2 Kuadrat tengah posisi dan urutan daun terhadap kerapatan trikoma enam genotipe cabai

Genotipe	Kuadrat tengah	
	Kerapatan trikoma	Urutan daun
35C2	12.367*	9.096*
IPB C10	5.638*	0.706 <sup>ns</sup>
IPB C12	9.22**	4.339**
IPB C14	3.138 <sup>ns</sup>	2.586 <sup>ns</sup>
IPB C15	4.905*	4.054*
IPB C26	3.236*	8.625**

Keterangan: \* : berbeda nyata pada taraf 5%; \*\* : berbeda pada taraf 1%; dan <sup>ns</sup>: tidak berbeda pada taraf 1% dan 5% pada taraf uji DMRT.

Tabel 3 Rataan kerapatan trikoma pada enam genotipe cabai berdasarkan urutan daun

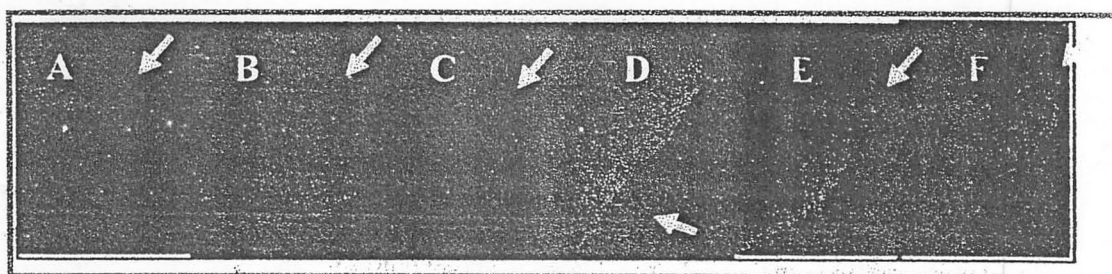
Urutan daun	Genotipe						Rataan total
	35C2	IPB C10	IPB C12	IPB C14	IPB C15	IPB C26	
0 (K)	1.00c	16.33a	1.67b	10.67b	8.00b	0.00c	6.28C
1 (VA)	19.00b	20.67ab	21.00ab	24.00ab	16.33ab	29.67a	21.78AB
2 (VA)	19.00ab	14.33ab	10.67b	26.00a	22.00a	13.67ab	17.61B
3 (VA)	38.00a	21.67ab	10.67b	17.67ab	18.00ab	12.67b	19.78B
4 (VR)	19.33b	23.00ab	23.00ab	15.33b	36.00a	26.00ab	23.78AB
5 (VR)	42.33a	19.33b	18.67b	26.33ab	38.00a	28.00ab	28.78AB
6 (G)	23.33a	17.33ab	14.67b	14.67ab	25.33a	13.33b	18.11B
7 (G)	28.33a	27.33a	19.33ab	9.00b	30.00a	23.33ab	22.89AB
8 (G)	21.33ab	28.00a	19.67b	25.33ab	22.33ab	27.33a	24.00AB
Rataan total	23.52a	20.89a b	15.48b	18.78ab	24.00a	19.33ab	20.33

Keterangan: K: fase kotiledon; VA: fase vegetatif awal; VR: fase vegetatif akhir; G: fase generatif. Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar pada sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT  $\alpha=5\%$ .

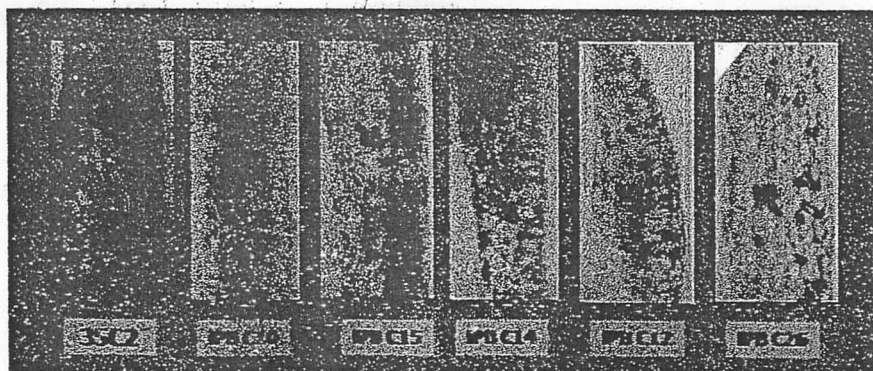
Tabel 4 Rataan panjang sel palisade pada enam genotipe cabai berdasarkan urutan daun

Urutan daun	Genotipe						Rataan total
	35C2	IPBC10	IPBC12	IPBC14	IPBC15	IPBC26	
0 (K)	2.03a	0.90c	1.30b	1.57b	1.37b	1.30b	1.41B
1 (VA)	1.63a	1.10b	1.37ab	1.20b	1.07b	1.07b	1.24C
2 (VA)	1.20b	1.40b	1.53b	1.47b	1.97a	1.50b	1.51AB
3 (VA)	0.93d	1.27c	1.60ab	1.60ab	1.43bc	1.87a	1.45B
4 (VR)	2.13a	1.13c	1.27c	1.77b	1.33c	1.67b	1.55AB
5 (VR)	1.10c	1.40bc	1.33bc	1.67ab	1.10c	2.00a	1.43B
6 (G)	1.17b	1.33ab	1.73ab	1.93a	1.80a	1.63ab	1.60A
7 (G)	1.27d	1.50cd	1.67bc	1.40d	1.90ab	2.00a	1.62A
8 (G)	1.43b	1.37b	1.20b	1.38b	1.97a	1.73a	1.51AB
Rataan total	1.43b	1.27c	1.44b	1.55a	1.55a	1.64a	1.48

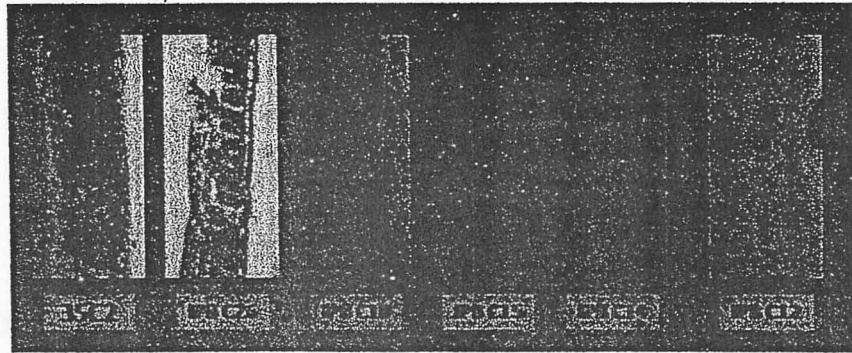
Keterangan: K: fase kotiledon; VA: fase vegetatif awal; VR: fase vegetatif akhir; G: fase generatif. Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar pada sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji DMRT  $\alpha=5\%$ .



Gambar 1. Keragaan kerapatan trikoma pada enam genotipe cabai fase kotiledon (daun ke-0) yang merupakan fase tanaman diinokulasi Begomovirus. 35C2 (A), IPB C10 (B), IPB C12 (C), IPB C14(D), IPB C15(E), IPB C26(F).



Gambar 2 Penampang melintang sel palisade enam genotipe cabai pada fase kotiledon (gambar hanya menunjukkan secara kualitatif, tidak berdasar pada ukuran yang sebenarnya). Genotipe 35C2 (A), IPB C10 (B), IPB C15 (C), IPB C14 (D), IPB C12 (E), dan IPB C26 (F).



Gambar 3 Penampang melintang sel palisade enam genotipe cabai pada fase setelah kotiledon (gambar hanya menunjukkan secara kualitatif, tidak berdasar pada ukuran yang sebenarnya). Genotipe 35C2 (A), IPB C26 (B), IPB C10 (C), IPB C15 (D), IPB C14 (E), dan IPB C12 (F).

### KESIMPULAN

Genotipe rentan (35C2) memiliki kerapatan trikoma yang rendah, susunan dan posisi sel palisade yang kurang rapi, tidak seragam, dan rongga antar sel cukup luas. Ketahanan genotipe cabai terhadap Begomovirus berhubungan dengan sifat struktural tanaman, yaitu kerapatan trikoma dan susunan sel palisade.

Kerapatan trikoma, susunan dan posisi sel palisade merupakan penghalang struktural pada mekanisme ketahanan cabai terhadap vektor *B. tabaci*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. *Production of Vegetables in Indonesia*. [www.bps.go.id/sector/agri/horti.htm](http://www.bps.go.id/sector/agri/horti.htm). [7 Oktober 2011].
- Aidawati N, Hidayat SH, Suseno R, Hidayat P, Sujiprihati S. 2005. Identifikasi Begomovirus yang menginfeksi cabai berdasarkan pada teknik *Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment length Polymorphism*. *Mikrobiol Indol* 10:29-32.
- Brogli K, Brogli R, Benhamou N, Chet I. 1993. *The Role of Cell Wall Degrading Enzymes in Fungal Disease Resistance*. Biotechnology in plant disease control wiley-liss Inc. Hlm: 139-156.
- De Barro PJ, Hidayat SH, Fröhlich D, Subandiyah S, Ueda S. 2008. A virus and its vector, pepper yellow leaf curl virus and *Bemisia tabaci*, two new invaders of Indonesia. *Biological Invasions* 10 (4): 411-433.



- Delatte H, Martin DP, Naze F, Goldbach R, Reynaud B, Petersmitt, Lett JM. 2005. South west Indian ocean islands tomato Begomovirus populations represent a new major monopartite Begomovirus group. *General Virology* 86: 1533-1542.
- Faizah R. 2010. Karakterisasi beberapa genotipe cabai (*Capsicum* spp.) dan mekanisme ketahanannya terhadap Begomovirus penyebab penyakit daun keriting kuning [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ganefianti DW, Sujiprihati S, Hidayat SH, Syukur M. 2008. Metode penularan dan uji ketahanan genotipe cabai terhadap Begomovirus. *Akta Agrosia* 11(2):162-169.
- Hidayat SH, Rusli ES, Aidawati N. 1999. Penggunaan primer universal dalam *Polymerase chain reaction* untuk mendeteksi virus gemini pada cabe. Di dalam: *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Purwokerto, 16-18 September 1999. Hlm: 355-359.
- Indiati SW. 2004. Penyaringan dan mekanisme ketahanan kacang hijau MLG-716 terhadap hama trips. *Jurnal Pertanian* 23 (3): 100-106.
- Sulandari S. 2004. Karakterisasi biologi, serologi dan analisis sidik jari DNA virus penyebab penyakit daun keriting kuning cabai [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Umaharan P, Padidam M, Phelps RH, Beachy RN, Fauquet CM. 1998. Distribution and diversity of Begomoviruses in Trinidad and Tobago. *Phytopathology* 88:1262-1268.