

## ***Cucumber mosaic virus* pada Tanaman Lada di Yogyakarta dan Bangka Belitung**

### *Cucumber mosaic virus* on Black Pepper in Yogyakarta and Bangka Belitung

Emerensiana Uge, Sri Sulandari\*, Sedyo Hartono, Susanto Somowiyarjo  
Universitas Gadjah mada, Yogyakarta 55281

#### ABSTRAK

Lada merupakan tanaman rempah yang telah lama dibudidayakan di Indonesia. Salah satu penyakit pada tanaman lada ialah penyakit kerdil akibat infeksi *Cucumber mosaic virus* (CMV). Penelitian ini bertujuan mendiagnosis karakter biologi, morfologi, dan asam nukleat CMV pada tanaman lada asal Yogyakarta dan Bangka Belitung. Gejala infeksi CMV pada lada asal Desa Putat dan Kleben, Yogyakarta dan Desa Air Buluh, Bangka Belitung berupa mosaik, daun menyempit, dan kerdil. Insidensi penyakit kerdil dan keparahan penyakit bervariasi. Virus ini dapat ditularkan melalui stek, penyambungan, dan secara mekanis pada tanaman *Nicotiana tabacum* dan *Chenopodium amaranticolor*. Namun virus tidak dapat ditularkan secara mekanis pada tanaman lada dan tidak dapat ditularkan melalui kutudaun *Aphis gossypii*. Partikel virus berbentuk isometrik dengan ukuran 28-30 nm. RT-PCR menggunakan primer gen parsial *coat protein* (CP) berhasil mengamplifikasi DNA berukuran  $\pm 500$  pb. Homologi nukleotida antara tiga isolat ialah 98-97%, sedangkan homologi tertinggi tiga isolat CMV dari Yogyakarta dan Bangka Belitung ialah 98% terhadap galur dari Cina pada *Brassica chinensis*. Tiga galur CMV asal lada berada dalam satu kelompok yang sama, dan terpisah dari galur CMV lada dari Indonesia dan isolat CMV lainnya.

Kata kunci: diagnosis, lada, insidensi, keparahan penyakit, penyakit kerdil

#### ABSTRACT

Pepper (*Piper nigrum*) is spice crop which has been cultivated a long time ago in Indonesia. Stunting is one of disease on pepper caused by *cucumber mosaic virus* (CMV). The research aimed to diagnose the biological, morphological and nucleic acid characters of CMV on pepper in Yogyakarta and Bangka Belitung. CMV infection on pepper in both area (Putat dan Kleben village, Yogyakarta and Air Buluh village, Bangka Belitung) showed typical symptoms such as mosaic, narrow leaves and stunting. The disease incidence and disease severity of stunting disease are varies. The virus able to transmitted by cutting, grafting and mechanically on *Nicotiana tabacum* and *Chenopodium amaranticolor*. However, it was unable to transmitted mechanically on pepper and by *Aphis gossypii*. The virus particles were isometric with diameter 28-30 nm. RT-PCR using coat protein partial gene primer successfully amplified a DNA with size  $\pm 500$  bp from all three samples. The homology of nucleotide between three isolates was 98-97%, while the highest homology of those three strains CMV from Yogyakarta and Bangka Belitung was 98% against strains from China in *Brassica chinensis*. Three strains CMV from pepper were in the same group, and separated from CMV pepper lines from Indonesia and other CMV isolates.

Key words: black pepper, CMV, diagnosis, stunting disease

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Jalan Flora, Komplek Bulaksumur, Kab. Sleman, Yogyakarta, 55281.  
Tel: 0274-523926, Faks: 0274-523926, Surel: sulandari77@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Tanaman lada (*Piper nigrum*) telah lama dibudidayakan di Indonesia. Beberapa wilayah produksi lada diantaranya ialah Bangka Belitung dan Yogyakarta (Ditjenbun 2014). Produksi lada di Indonesia selalu mengalami fluktuasi dan salah satu faktor yang memengaruhinya ialah cekaman biotik seperti infeksi *Cucumber mosaic virus* (CMV) (Sharma *et al.* 2001; Bhat *et al.* 2003). Infeksi CMV menyebabkan daun mengerut, permukaan daun kasar, klorosis, dan kerdil (Bhat *et al.* 2004). Di Sumatera infeksi virus pada tanaman diduga disebabkan oleh asosiasi 2 virus utama, yakni *Pepper yellow mottle virus* (PYMoV) dan CMV (Hartati *et al.* 2005).

Infeksi kedua virus tersebut menyebabkan gejala yang beragam. Gejala infeksi daun berupa belang keriting, bercak klorosis, ruas memendek serta buah tak sempurna. Uji penularan menggunakan beberapa jenis vektor pada tanaman lada var. Kuching, diketahui tidak ada perbedaan gejala antar masing-masing vektor yang digunakan (de Silva *et al.* 2002). Penggunaan bahan perbanyakan tanaman dengan stek dan mobilisasi bahan perbanyakan tanaman antardaerah sangat memengaruhi penyebaran virus. Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan diagnosis dan identifikasi penyebab penyakit kerdil pada pertanaman lada di daerah Yogyakarta dan Bangka Belitung.

## BAHAN DAN METODE

### Pengambilan Sampel Tanaman

Sampel diambil di lahan pertanaman lada di Yogyakarta dan Bangka Belitung. Gejala tanaman yang dipilih ialah belang daun, keriting, klorosis, dan kerdil. Pada masing-masing lokasi dipilih 10 tanaman yang mewakili titik diagonal lokasi.

### Pengamatan Penyakit

Insidensi penyakit (IP) dan keparahan penyakit (KP) dihitung menggunakan rumus:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

$n$ , jumlah tanaman yang terserang; dan  $N$ , jumlah tanaman yang diamati.

$$KP = \frac{\sum_{i=0}^i (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%, \text{ dengan}$$

$n_i$ , jumlah tanaman dengan skor ke- $i$ ;  $v_i$ , nilai skor penyakit dari  $i = 0,1,2$  sampai  $i$ ;  $Z$ , skor tertinggi; dan  $N$ , jumlah tanaman yang diamati.

Keparahan penyakit ditentukan menggunakan skor sebagai berikut: 0, tanaman sehat; 1, mosaik ringan dan persentase sultur bergejala 5-10%; 2, mosaik jelas dan persentase sultur bergejala 11-25%; 3, mosaik jelas dan menyempit dengan persentase sultur bergejala 26-50%; 4, mosaik jelas dan menyempit dengan persentase sultur bergejala 51-75%; dan 5, mosaik jelas, menyempit dan kerdil dengan persentase sultur bergejala >75%.

### Penularan Virus

Penularan virus dilakukan secara mekanik melalui serangga vektor dan stek dengan teknik penyambungan. Penularan secara mekanik dilakukan pada tanaman *Nicotiana tabacum*, *Chenopodium amaranticolor*, dan *Piper nigrum* masing-masing sebanyak 5 tanaman. Sebanyak 0.1 g daun sampel tanaman lada digerus menggunakan 1 mL bufer fosfat pH 7 yang mengandung merkaptoetanol 0.1% sehingga diperoleh cairan perasan tanaman (sap). Karborundum ditambahkan pada sap, kemudian diinokulasikan pada permukaan daun tanaman uji dan didiamkan selama  $\pm 5$  menit, lalu disemprotkan air. Pengamatan dimulai sehari setelah penularan, yakni berupa waktu awal munculnya gejala dan variasi penampakan gejala.

Serangga vektor kutudaun (*Aphis* sp.) berasal dari tanaman terung. Kutudaun diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi Blackman dan Eastop (2000). Kutudaun diperbanyak hingga imago dan digunakan sebagai vektor. Penularan virus menggunakan serangga vektor dilakukan menurut Balfas *et al.* (2007).

Penularan virus juga dilakukan dengan penyambungan stek terinfeksi dan stek sehat menggunakan diameter batang yang sama. Stek dari tanaman lada terinfeksi dan sehat

(± 4 ruas) ditanam dalam medium tanah dan kompos (1:2) pada pot plastik, masing-masing sebanyak 30 tanaman. Teknik penyambungan dilakukan dengan memotong batang bawah berbentuk huruf V, sedangkan untuk batang atas potongan batang dibuat meruncing seperti segitiga terbalik. Kedua potongan yang telah disiapkan selanjutnya disambung dan dibalut dengan plastik polietilen. Tanaman hasil penyambungan disungkup dengan plastik bening selama 2 minggu. Pengamatan berupa penampakan gejala pada tunas daun. Keberhasilan penularan dipastikan kembali dengan deteksi secara molekuler menggunakan teknik *reverse transcription polymerase chain reaction* (RT-PCR).

Deteksi menggunakan uji penularan pada benih dilakukan menggunakan benih lada yang diperoleh dari tanaman terinfeksi. Buah matang berwarna merah dipanen, kemudian disortir dan disemai pada 50 pot plastik. Tanaman yang tumbuh diamati kenampakan gejala, dan kemudian dideteksi dengan RT-PCR.

### Pengamatan Partikel Virus

Pengamatan morfologi partikel virus dilakukan pada sampel daun yang bergejala khas daun menyempit, belang, dan klorosis menggunakan mikroskop elektron (JEOL 400s Elektron Microscope) (Jeol Ltd, Tokyo, Japan). Teknik pewarnaan menggunakan asam fosfotungstat 2% (PTA) pH 6.5. Pengamatan diawali dengan meneteskan ddH<sub>2</sub>O pada membran parafilm, kemudian dilakukan pelapisan dengan grid 400 mesh selama kurang lebih 2 menit. Grid diserap dengan kertas filter yang berbentuk potongan segitiga, selanjutnya permukaan grid ditetesi larutan PTA 2% selama 15 detik. Setelah dikeringkan dengan kertas filter dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop elektron.

### Deteksi Molekul Virus

Ekstraksi RNA total virus dilakukan menggunakan Total RNA Minikit (Plant) (Geneaid), dilanjutkan dengan RT-PCR menggunakan *ReverAid First Strand cDNA synthesis kit* (Thermo Scientific UK). PCR menggunakan *PureTaq Ready To Go PCR beads*

(GE Healthcare,UK) dengan primer CMV P1 (TATGATAAGAAGCTTGTTTCGCG) dan CMV P2 R (GCCGTAAGCTGGATGGA CAA) yang mengamplifikasi gen *coat protein* pada target 500 pb (Wylie *et al.* 1993). Proses amplifikasi diawali dengan denaturasi pada suhu 94 °C selama 3 menit; selanjutnya dilanjutkan sebanyak 35 siklus dengan kondisi denaturasi pada suhu 94 °C selama 1 menit, penempelan pada suhu 51 °C selama 30 detik, proses pemanjangan pada suhu 72 °C selama 1 menit, dan pemanjangan akhir pada suhu 72 °C selama 5 menit.

DNA hasil amplifikasi diseparasi menggunakan gel agarosa 1% dalam buffer TBE 1X dan dielektroforesis pada tegangan 50 Volt selama 45 menit. Selanjutnya gel agarosa direndam dalam EtBr dan hasil elektroforesis divisualisasi di *UV transilluminator*. DNA hasil amplifikasi dikirim First BASE Malaysia untuk perunut DNA. Hasil siku digunakan untuk analisis kesejajaran dengan siku CMV koleksi pada GenBank menggunakan program BioEdit, *basic local alignment search tool* (BLAST) pada situs di NCBI (NCBI 2015). Hasil siku kemudian dianalisis lanjut menggunakan program *clustal W multiple alignment* pada software MEGA v 7.0.

## HASIL

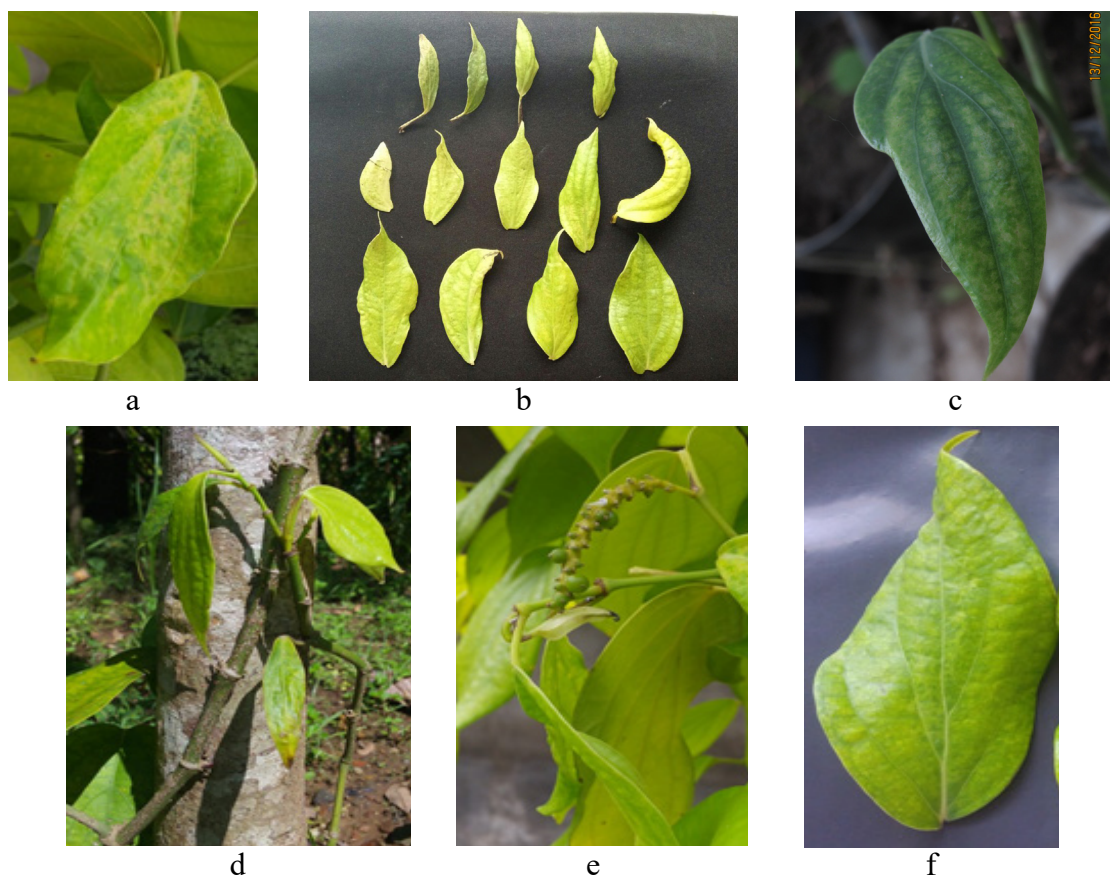
Gejala infeksi virus pada tanaman lada fase vegetatif di Desa Putat, Kecamatan Patuk Kabupaten Gunung Kidul dan Desa Kleben, Kecamatan Sayegan Kabupaten Sleman Yogyakarta ialah mosaik yang samar pada daun muda yang berkembang menjadi mosaik, penyempitan daun, permukaan daun kasar dan mengakibatkan tanaman lada menjadi kerdil (Gambar 1a-e). Pada fase generatif, ruas buah tampak lebih pendek dan menghasilkan jumlah biji lebih sedikit dan pada infeksi berat menyebabkan bakal biji tidak terbentuk (Gambar 1e). Gejala infeksi virus pada lada di Desa Air Buluh, menunjukkan gejala khas berupa mosaik ringan, belang pada seluruh permukaan daun, dan penyempitan daun (Gambar 1f). Insidensi penyakit tertinggi terjadi di Desa Kleben dan Desa

Putat, Yogyakarta. Di lokasi tersebut tanaman yang berumur belasan tahun, tanaman muda, maupun tanaman dipersemaian menunjukkan jumlah infeksi yang tinggi dibandingkan dengan di Desa Air Buluh. Data keparahan penyakit pun menunjukkan hal yang sama (Tabel 1).

Hasil penularan mekanik tampak berupa gejala sistemik pada *N. tabacum* (14 HSI) dan berupa bercak lokal kuning kecokelatan pada *C. amaranticolor* (9 HSI), sedangkan pada *P. nigrum* tidak menunjukkan gejala (Gambar 2). Hasil ini juga didukung oleh hasil

uji dengan RT-PCR. Pada *N. tabacum* gejala awal berupa mosaik ringan, permukaan dan tepian daun tidak rata dan gejala berkembang menjadi mosaik jelas dan malformasi pada tunas muda (Gambar 2c). Tanaman yang diinokulasi virus menggunakan serangga vektor tidak menunjukkan adanya gejala hingga pengamatan minggu ke-8. Hasil ini didukung dengan tidak teramplifikasinya DNA virus pada deteksi molekuler.

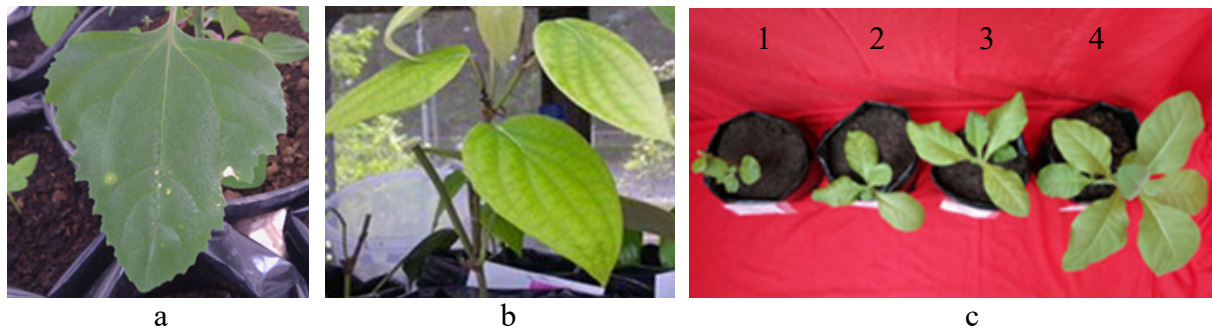
Stek perbanyak dari tanaman inang yang terinfeksi menunjukkan gejala mosaik pada daun muda  $\pm$  21 hari setelah tanam



Gambar 1 Gejala infeksi CMV pada tanaman lada. a, Mosaik daun; b, Daun menyempit dan kasar; c, Mosaik dan penyempitan ukuran; d, Kerdil; e, Jumlah biji sedikit dalam ruas; f, Daun belang.

Tabel 1 Insidensi dan keparahan penyakit kerdil pada tanaman lada

Lokasi pengamatan	Ketinggian tempat (mdpl)	Letak geografis	Insidensi penyakit (%)	Keparahan penyakit (%)
Desa Putat, Yogyakarta	155	7° 51' 58"S 110° 31' 60" E	85	62.5
Desa Kleben, Yogyakarta	137	7° 44' 18"S 110° 16' 34" E	93.7	62.5
Desa Air Buluh, Bangka Belitung	48	1° 57' 51.7"S 105° 44' 08.0" E	25	15



Gambar 2 Gejala infeksi CMV pada tanaman uji. a, Nekrotik lokal pada *C. amaranticolor*; b, Mosaik pada *P. nigrum*; c, Pada tanaman *N. tabacum*.

(HST). Gejala mosaik ringan pada daun muda berkembang menjadi mosaik jelas dan penyempitan daun. Hasil pengujian membuktikan 96% bibit asal stek dari percobaan ini bergejala. Konfirmasi secara molekuler menunjukkan stek positif terinfeksi CMV. Penularan virus dengan penyambungan menunjukkan gejala pada  $\pm 5$  minggu setelah penyambungan. Gejala yang nampak pada tunas daun lada ialah mosaik, klorosis, dan daun menyempit. Deteksi molekuler pada bibit lada hasil penyambungan menunjukkan bahwa tanaman positif terinfeksi CMV.

### Partikel CMV

Partikel virus diamati menggunakan mikroskop elektron dari daun tanaman yang bergejala belang, klorosis, dan daun menyempit. Bentuk partikel virus ialah isometrik dengan diameter  $\pm 28-30$  nm (Gambar 3). Gejala yang sama kemudian dikonfirmasi dengan teknik molekuler RT-PCR, dan berhasil diamplifikasi bagian *coat protein* virus. Amplifikasi produk RNA menggunakan primer spesifik CMV P1 dan CMV P2 terhadap 3 sampel daun bergejala dari 3 lokasi menunjukkan ketiga sampel positif teramplifikasi pada pita DNA 500 pb (Gambar 4).

### Deteksi Molekul Virus

Hasil sekuens nukleotida menunjukkan bahwa isolat CMV asal daun lada dari Desa Putat, Kleben dan Air Buluh memiliki kemiripan antarisolat. Nilai homologi isolat kleben dan putat Yogyakarta yakni 98%, isolat kleben Yogyakarta dan isolat Bangka sebesar 97%, sedangkan isolat putat Yogyakarta dan

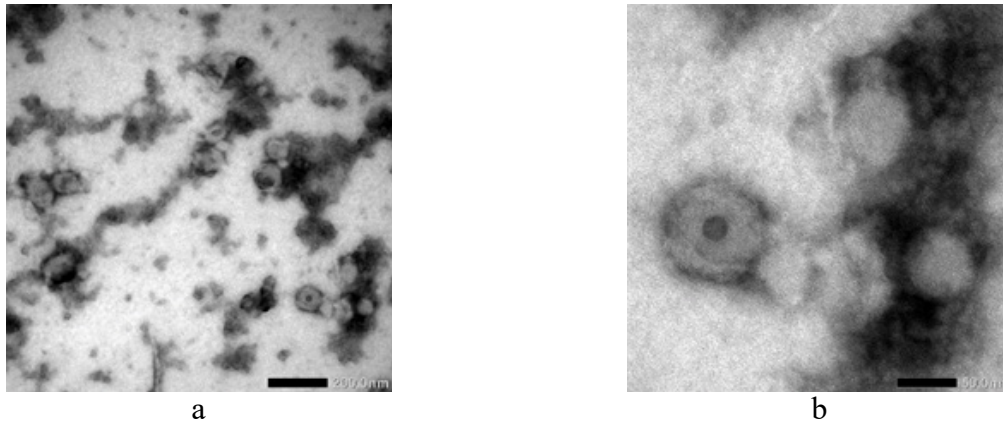
isolat Bangka sebesar 97%. Isolat CMV asal Yogyakarta dan Bangka Belitung memiliki kekerabatan dengan isolat *Brassica chinensis* asal Cina sebesar 98% dan homologi sebesar 97% terhadap isolat Cina pada inang pisang dan tomat (Tabel 2). Analisis filogenetika menunjukkan bahwa isolat CMV dari tanaman lada Putat, Kleben dan Air Buluh berada dalam satu kluster dan satu kelompok dengan isolat CMV dari Cina (Gambar 5) dan terpisah dengan isolat lada Indonesia dengan nilai homologi yang lebih rendah yakni 90-92%.

### PEMBAHASAN

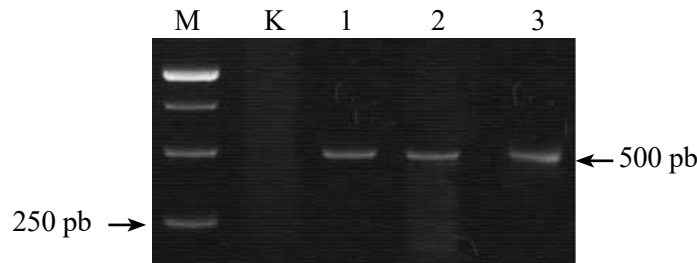
Keberadaan CMV di Yogyakarta dilaporkan banyak menginfeksi tanaman Cucurbitaceae (Daryono dan Natsuaki 2009). Beragam gejala infeksi CMV pada tanaman lada di lokasi pengamatan mirip dengan yang dilaporkan oleh Sharma *et al.* (2001), de Silva *et al.* (2002), dan Bhat *et al.* (2003). Penularan CMV pada benih sangat rendah. CMV kemungkinan terbawa benih hanya sebesar 0.5% (de Silva *et al.* 2002). Kemampuan virus terbawa benih dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya keberadaan plasmodesmata pada sel embrio, kandungan air, dan kandungan senyawa penghambat pada benih.

Penularan mekanik pada tiga tanaman uji menghasilkan gejala yang beragam. *N. tabacum* menghasilkan interaksi yang kompatibel, yaitu gejala morfologi eksternal, sedangkan *C. amaranticolor* memberikan gejala lesio lokal. Tipe lesio biasanya merupakan tipe ketahanan hipersensitif terhadap virus. Kegagalan





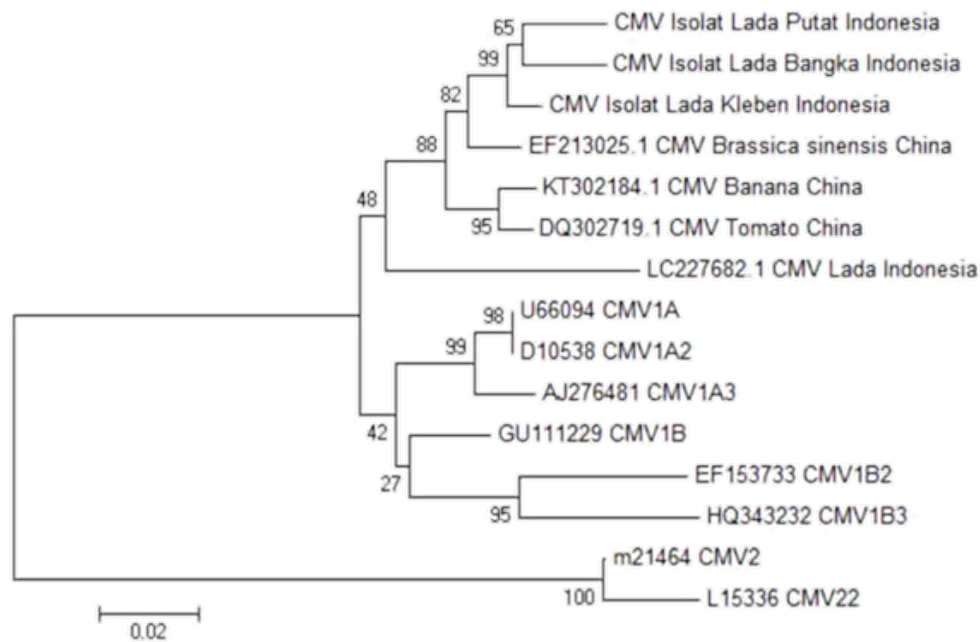
Gambar 3 Bentuk partikel isometrik *Cucumber mosaic virus* isolat tanaman lada. a, Ukuran bar 200 nm; dan b, Ukuran bar 50 nm.



Gambar 4 Hasil amplifikasi DNA *Cucumber mosaic virus* menggunakan primer CMV P1 dan CMV P2 R. K; Kontrol negatif (sampel tanaman sehat) asal Desa Air Buluh; 2, Sampel asal Desa Putat; 3, Sampel asal Desa Kleben; M, Penanda DNA 1 kb.

Tabel 2 Homologi nukleotida CMV isolat Yogyakarta (Putat, Gunung kKidul dan Kleben, Sleman) dan isolat Bangka Belitung dengan isolat CMV di GenBank

No	Isolat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	CMV_Isolat_Lada_Kleben_Indonesia	ID														
2	CMV_Isolat_Lada_Putat_Indonesia	98	ID													
3	CMV_Isolat_Lada_Bangka_Indonesia	97	97	ID												
4	LC227682.1_CMV_Lada_Indonesia	92	90	91	ID											
5	U66094_CMV1A	94	92	92	91	ID										
6	D10538_CMV1A2	94	92	92	91	100	ID									
7	AJ276481_CMV1A3	93	92	92	90	98	98	ID								
8	GU111229_CMV1B	94	92	92	92	95	95	95	ID							
9	EF153733_CMV1B2	89	88	88	90	91	91	92	93	ID						
10	HQ343232_CMV1B3	88	87	87	89	92	92	91	93	93	ID					
11	m21464_CMV2	77	76	76	75	77	77	78	78	76	75	ID				
12	L15336_CMV22	76	74	74	73	75	75	76	76	74	73	98	ID			
13	EF213025.1_CMV_B.sinensis_China	98	96	96	93	93	93	93	94	91	90	77	75	ID		
14	KT302184.1_CMV_Banana_China	97	95	95	91	94	94	92	95	89	90	78	76	97	ID	
15	DQ302719.1_CMV_Tomato_China	97	95	95	92	94	94	92	94	89	90	78	76	97	99	ID



Gambar 5 Pohon filogenetika isolat CMV asal Desa Putat, Desa Kleben, Yogyakarta dan Desa Air Buluh, Bangka Belitung dibuat menggunakan perangkat lunak MEGA 7.0.

penularan pada *P. nigrum* diduga karena adanya pengaruh kandungan komponen fenol yang tinggi pada lada (de Silva *et al.* 2002). Kemampuan virus ini terbawa serangga vektor juga sangat rendah. Survei di Yogyakarta tidak ditemukan adanya asosiasi antara *A. gossypii* pada tanaman lada yang bergejala. Rendahnya kemampuan terbawa serangga vektor salah satunya dikarenakan serangga vektor berasal dari inang yang berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Balfas *et al.* (2007).

Penyakit mosaik umumnya dapat terbawa bahan perbanyakan tanaman berupa stek dan hasil penyambungan. Keberhasilan penularan virus melalui penyambungan diduga karena terjadi perpindahan virus yang menyebar secara sistemik ke seluruh organ tanaman, melalui floem dan xilem dari kedua batang yang dipertautkan (Sopialena 2014). Partikel virus berbentuk isometrik dengan ukuran partikel 28-30 nm sesuai dengan ciri-ciri Famili Bromoviridae, kelompok *Cucumovirus* (Gibbs dan Harrison 1970). Bhat *et al.* (2004) juga telah melaporkan adanya asosiasi partikel berbentuk isometrik pada tanaman lada yang diketahui merupakan partikel CMV.

Deteksi molekul menunjukkan sikuen cDNA sampel daun lada dari ketiga wilayah ini merupakan target amplifikasi dari primer

spesifik CMV P1 dan CMV P2. Analisis homologi memperlihatkan bahwa ketiga isolat memiliki homologi yang tinggi. Walaupun merupakan isolat asal tanaman yang sama, ketiga isolat ini memiliki homologi yang lebih rendah dengan isolat lada Indonesia (LC227682.1) yakni 90-92%. Tiga isolat CMV berada dalam klaster yang berbeda dengan isolat CMV IA, IB, dan CMV II. Homologi dan kedekatan tiga isolat asal CMV, diduga karena adanya penyebaran bahan perbanyakan tanaman antar wilayah.

Infeksi CMV pada tanaman lada memiliki gejala yang khas berupa mosaik, daun menyempit dan kerdil. Pada tanaman lada virus ini sangat mudah ditularkan antarwilayah melalui bahan perbanyakan tanaman baik stek maupun benih. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan pemilihan bahan perbanyakan tanaman di lahan agar penyebaran virus ini dapat diminimalisir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balfas R, Lakani I, Samsudin, Sukamto. 2007. Penularan penyakit kerdil dengan tiga jenis serangga vektor. *J Litri*. 13(4):136–141. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/litri.v13n4.2007.%25p>.

- Blackman RL, Eastop VF. 2000. *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. 2nd ed.* John Wiley dan Sons, Chichester.
- Bhat AI, Devasahayam S, Sharma YR, Pant RP. 2003. Association of a badnavirus transmitted by mealybug (*Ferrisia virgate*) with black pepper in India. *Current Sci.* 84(12):1547–1550.
- Bhat AI, Faisal TH, Madhubala R, Hareesh PS, Pant RP. 2004. Purification, production of antiserum and development of ELISA based diagnosis for *Cucumber mosaic virus* infecting black pepper (*Piper nigrum* L.). *JOSAC.* 13(1):6–21.
- Daryono BS, Natsuaki KT. 2009. Survey on the occurrence of viruses infecting cucurbits in Yogyakarta and Central Java. *JPTI.* 15(2):83–89. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.11769>.
- de Silva DPP, Jones P, Shaw MW. 2002. Identification and transmission of *Piper yellow mottle virus* and *Cucumber mosaic virus* infecting black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sri Lanka. *Plant Pathol.* 51: 537–545. DOI: 10.1046/j.0032-0862.2002.00757.x.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia 2013-2025.* Lada. Direktorat Jenderal perkebunan. Jakarta.
- Gibbs AJ, Harrison BD. 1970. *Cucumber mosaic virus.* Di dalam: Gibbs AJ, Harrison BD, Murant AF, editor. *Description of Plant Viruses.* Scotland (UK): Common Wealth Mycological Institute and Association of Applied Biologist.
- Hartati SY, Balfas R, Noveriza R, Suastika G, Lakani I. 2005. Identification of *Piper yellow mottle virus* and *Cucumber mosaic virus* from *Pipper* spp. Di dalam: *Proceeding of the 1st International Conference on Crop Security 2005;* 2015 Sept 20-22;. Malang (ID): Brawijaya University., Hlm 314-319.
- [NCBI] National Center for Biotechnology Information. 2015. Sequences producing significant alignment. <http://www.NCBI.nlm.nih.gov>. [Diakses 27 Januari 2017].
- Sharma YR, Kiranmai G, Sreenivasulu P, Anandaraj M, Hema M, Venkatramana M, Murthy AK, Reddy DVR. 2001. Partial characterization and identification of a virus associated with stunt disease of black pepper (*Piper nigrum*) in South India. *Current Sci.* 80(3):459–462.
- Sopialena. 2014. Efektivitas beberapa cara penularan virus pada tanaman cabai. *J Agrifor.* 8(2):207–212. DOI: <http://doi.org/10.31293/af.v13i12.865>.
- Wylie S, Wilson CR, Jones RAC, Jones MGK. 1993. A polymerase chain reaction assay for *Cucumber mosaic virus* in lupin seeds. *Aust J Agric Res.* 44:41–51. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9930041>.