

## Sebaran Penyakit Daun Keriting Kuning pada Pertanaman Cabai di Sulawesi Tenggara dan Identifikasi Penyebabnya

### Distribution of Yellow Leaf Curl Disease on Chili in Southeast Sulawesi and Identification of the Causal Agent

Muhammad Taufik<sup>1\*</sup>, Gusnawaty HS<sup>1</sup>, Syair<sup>1</sup>, Rahayu Mallarangeng<sup>1</sup>,  
Andi Khaeruni<sup>1</sup>, Muhammad Botek<sup>1</sup>, Sedyo Hartono<sup>2</sup>,  
Noor Aidawati<sup>3</sup>, dan Purnama Hidayat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

<sup>2</sup>Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta 55281

<sup>3</sup>Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru 70714

<sup>4</sup>Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

#### ABSTRAK

Penyakit daun keriting kuning pada pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara telah dilaporkan sejak tahun 2018, yaitu di Kabupaten Kolaka Timur dan Kota Kendari. Gejala penyakit di lapangan semakin meluas seiring dengan perluasan penanaman cabai. Penelitian bertujuan menghitung kembali insidensi penyakit daun keriting kuning pada pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara, mengidentifikasi serangga yang berasosiasi dengan tanaman cabai, dan mengidentifikasi penyebab penyakitnya. Pengamatan insidensi penyakit dilakukan di pertanaman cabai yang berada di Kabupaten Bombana, Konawe Selatan, Konawe, Kendari, Kolaka Timur, Kolaka, dan Kolaka Utara. Identifikasi kutukebul dilakukan berdasarkan karakter morfologi. Deteksi dan identifikasi begomovirus menggunakan metode *polymerase chain reaction*, yang dilanjutkan dengan analisis sikuensing. Rata-rata insidensi penyakit daun keriting kuning di tujuh kabupaten ialah 36%–90%. Spesies kutukebul yang ditemukan adalah *Aleurotrachelus trachoides*. Fragmen DNA spesifik begomovirus berukuran 580 pb berhasil diamplifikasi dari sampel tanaman cabai asal tujuh kabupaten di Sulawesi Tenggara. Analisis sikuen mengonfirmasi infeksi *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* pada pertanaman cabai di Kabupaten Kolaka, Kolaka Utara, Bombana, Konawe, dan Konawe Selatan.

Kata kunci: insidensi penyakit, kutukebul, sikuen, virus gemini

#### ABSTRACT

Yellow curly leaf disease in chili plantations in Southeast Sulawesi has been reported since 2018, namely in East Kolaka Regency and Kendari City. Disease symptoms in the field are increasingly widespread, along with the expansion of chili cultivation. This study aimed to recalculate the incidence of yellow leaf curl disease in chili plantations in Southeast Sulawesi, identify insects associated with chili plants, and identify the causes of the disease. The disease incidence was observed in chili plantations in Bombana, South Konawe, Konawe, Kendari, East Kolaka, Kolaka, and North Kolaka Regencies. Whitefly identification was carried out based on morphological characters. Detection and identification of begomovirus using the polymerase chain reaction method, followed by sequencing

\*Alamat penulis korespondensi: Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo. Jalan HEA Mokodompit Gedung D3 Lantai 2, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari 93232. Tel: 0401-3193596, Surel: muhtaufik24.mt@gmail.com

analysis. The average yellow leaf curl disease incidence in seven districts is 36%-90%. The whitefly species found was *Aleurotrachelus trachoides*. Begomovirus-specific DNA fragment measuring 580 bp was successfully amplified from chili plant samples from seven districts in Southeast Sulawesi. Sequence analysis confirmed *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* infection in chili peppers in Kolaka, North Kolaka, Bombana, Konawe, and South Konawe Regencies.

Keywords: disease incidence, geminivirus, sequence, whitefly

## PENDAHULUAN

Produksi cabai di Sulawesi Tenggara cenderung mengalami penurunan, yaitu dari 12 754 ton pada tahun 2016 menjadi 5443 ton tahun 2017, 5591 ton tahun 2018, 5077 ton tahun 2019, dan 5764 ton tahun 2020. Sebaliknya luas tanam cenderung meningkat dari 1603 ha pada tahun 2016 menjadi 1859 ha tahun 2018 dan 1715 ha tahun 2020. Rerata produksi cabai di Sulawesi Tenggara sekitar 3.13 ton ha<sup>-1</sup> masih jauh dari target dari potensi produksi cabai di Indonesia, yaitu sekitar 10-20 ton ha<sup>-1</sup>, dengan rerata produksi cabai nasional sekitar 8.77 ton ha<sup>-1</sup>. Produksi cabai yang tinggi saat ini terdapat di daerah Aceh, yaitu 13.91 ton ha<sup>-1</sup>, Jawa Barat 13.25 ton ha<sup>-1</sup>, dan Jawa Timur 9.38 ton ha<sup>-1</sup> (Dirjen Hortikultura Kementan 2019; BPS 2021).

Salah satu faktor penyebab masih rendahnya produksi cabai ialah penyakit daun keriting kuning atau dikenal dengan penyakit kuning yang disebabkan oleh *Pepper yellow leaf curl virus* (PepYLCV) anggota genus *Begomovirus* (Hidayat *et al.* 1999; Sulandari *et al.* 2006). Penyakit kuning sudah dilaporkan menjadi masalah utama pada tanaman dalam famili *Solanaceae*, terutama tanaman cabai di Indonesia (Hidayat *et al.* 1999; Sulandari *et al.* 2001). Kehilangan hasil karena penyakit kuning dilaporkan 20%–100% (Sulandari 2006; Setiawati *et al.* 2008). Penyakit ini telah menyebar luas di Indonesia, di antaranya di Kalimantan Selatan (Aidawati *et al.* 2001), Yogyakarta (Sulandari 2006), Sumatera (Sudiono *et al.* 2005; Kesumawati *et al.* 2019; Rahayuwati *et al.* 2020;), Sulawesi Tenggara (Taufik *et al.* 2018), Bali dan Pulau Nusa Penida (Selangga dan Listihani 2021). Laporan penyakit kuning tersebut belum seluruhnya disertai dengan identifikasi penyebab

penyakitnya, termasuk penyakit kuning di Sulawesi Tenggara.

Penyakit kuning pada tanaman cabai pertama kali diamati di Sulawesi Tenggara pada tahun 2018, yaitu di Kabupaten Kolaka dan Kendari. Pita DNA spesifik begomovirus berhasil diamplifikasi dari sampel tanaman yang menunjukkan gejala penyakit kuning (Taufik *et al.* 2018). Seiring dengan perluasan pertanaman cabai maka penyakit ini diduga telah menyebar cepat di beberapa daerah lain di Sulawesi Tenggara. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perluasan penyakit kuning ialah pergerakan serangga vektor begomovirus (Sudiono dan Yasin 2006; Hidayat *et al.* 2020).

Penyakit kuning ditularkan oleh serangga vektor kutukebul, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Kutukebul bersifat invasif dan polifagus dengan kisaran inang yang luas, termasuk tanaman cabai. Walaupun demikian, jenis tanaman inang menentukan beberapa sifat kutukebul di antaranya siklus hidup, keperidian, nisbah kelamin, dan juga variasi morfologi puparium (Hidayat *et al.* 2020; Rahayuwati *et al.* 2020). Belum ada informasi tentang keberadaan serangga vektor kutukebul yang berasosiasi dengan penyakit kuning pada tanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Oleh karena itu penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab penyakit kuning dan serangga yang berasosiasi dengan pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara.

## BAHAN DAN METODE

### Survei Lapangan, Koleksi Sampel Daun Cabai

Survei dilakukan pada bulan Juni–Agustus 2021 di pertanaman cabai di Kabupaten Kendari, Bombana, Konawe, Konawe Selatan,

Kolaka Timur, Kolaka, dan Kolaka Utara. Pada masing-masing lokasi survei, dilakukan pengamatan insidensi penyakit kuning dengan mengambil sampel pengamatan sebanyak 10% dari populasi tanaman cabai. Selain itu, tanaman dengan gejala penyakit kuning dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik berperekat yang telah berisi  $\text{CaCl}_2$ , selanjutnya dibawa ke laboratorium.

Insidensi penyakit dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

IP, insidensi penyakit daun keriting kuning; n, jumlah tanaman yang bergejala penyakit daun keriting kuning; dan N, total jumlah tanaman sampel cabai yang diamati.

### Identifikasi Kutukebul

Identifikasi kutukebul dilakukan di Laboratorium Taksonomi dan Biosistematika Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, IPB. Kantong pupa atau puparium kutukebul yang masih melekat pada jaringan daun dikumpulkan dari pertanaman cabai asal Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. Dengan bantuan mikroskop, puparium dilepaskan secara perlahan-lahan dari jaringan daun menggunakan jarum bertangkai yang tipis dan dimasukkan ke dalam tabung berisi alkohol 70%. Selanjutnya puparium disiapkan untuk dibuat preparat mengikuti prosedur (Yuliani *et al.* 2006). Puparium dipindahkan ke gelas arloji yang berisi alkohol 80% selama 10 menit, lalu dipindahkan secara hati-hati ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan KOH 10%, kemudian dipanaskan selama 5-10 menit (sampai puparium menjadi transparan). Preparat puparium tersebut diamati menggunakan mikroskop stereo sesuai karakter morfologi yang diuraikan pada buku Identifikasi Aleyrodidae, Hemiptera di Jawa: Deskripsi Morfologi dan Kunci Identifikasi (Hidayat *et al.* 2020).

### Deteksi dan Identifikasi Begomovirus

Deteksi dan identifikasi begomovirus dilakukan di Laboratorium Virologi, Universitas Gadjah Mada. Ekstraksi DNA total tanaman

dilakukan menggunakan *Genomic DNA Minikit (Plant)* (Revill *et al.* 2003). Amplifikasi begomovirus dilakukan dengan metode *polymerase chain reaction (PCR)* menggunakan primer universal begomovirus, Krusty-Hommer (Krusty: 5'CCNMRDGGHTGTGA RGGNCC'3 dan Homer: 5'SVDGCRTGVGT RCANGCCAT'3) (Revill *et al.* 2003). Hasil amplifikasi kemudian dielektroforesis pada gel agrosa 1% dan dilanjutkan dengan tahap sekuensing.

## HASIL

### Insidensi Penyakit Kuning

Rata-rata insidensi penyakit kuning pada pertanaman cabai di Kabupaten Bombana (CBB-06-015), Konawe (CKW-06-093 dan CKW-06-029), Kendari (CKD-06-054), Konawe Selatan (CKS-06-102), Kolaka Timur (CKT-06-017), Kolaka (CKK-06-016), dan Kolaka Utara (CKU-06-018) berkisar 36%–94% (Tabel 1). Insidensi penyakit tertinggi, yaitu 94% ditemukan di Kabupaten Kolaka Timur, Desa Lalosingi, Kecamatan Rate-Rate; sementara insidensi penyakit terendah, yaitu 36% ditemukan di Kabupaten Konawe, Desa Ulu Onembute. Gejala penyakit kuning pada tanaman cabai memiliki keunikan sehingga cukup mudah dikenali di lapangan. Beberapa gejala yang ditemukan ialah daun menguning, daun menggulung ke atas dan atau ke bawah, malformasi, daun-daun muda mengecil, belang, dan kerdil (Gambar 1).

### Kutukebul yang Berasosiasi dengan Tanaman Cabai

Hasil identifikasi kutukebul yang berasosiasi dengan tanaman cabai asal Kabupaten Bombana adalah *Aleurotrachelus trachoides* (Gambar 2). Informasi ini menjadi menarik karena *B. tabaci* sebagai serangga vektor begomovirus tidak ditemukan di pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara.

### Identifikasi Molekuler Begomovirus

Fragmen DNA spesifik begomovirus berukuran 580 pb berhasil diamplifikasi dari sampel tanaman yang menunjukkan gejala khas

penyakit kuning (Gambar 3). Data sikuensing berhasil diperoleh dari sampel CKS-06-102 (Konawe Selatan) dan CKW-06-093 (Konawe). Analisis filogenetika menunjukkan sampel PepYLCV dapat dibedakan dalam 2 kelompok. Isolat TYLCKaV dari Myanmar (MK946455) digunakan sebagai *outgroup* (Gambar 4). Sampel dari Sulawesi Tenggara berada dalam kelompok yang sama dengan isolat-isolat PepYLCV dari Indonesia (MN738466, MN094866, dan AB267838). Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel CKS-06-102

dan CKW-06-093 memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat, ditunjukkan dengan nilai bootstrap 97%. Keduanya juga memiliki kekerabatan yang dekat dengan isolat PepYLCIV asal tomat dari Jawa Timur (MN738466) dengan nilai bootstrap 95%. Dua isolat dari Sulawesi Tenggara tersebut berada di kelompok yang terpisah dari isolat-isolat PepYLCV dari Thailand (KX900491) dan Indonesia (LC051115 dan KT809346). Isolat-isolat tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang jauh dengan isolat PepYLCIV asal Jawa

Tabel 1 Rata-rata insidensi penyakit daun keriting kuning pada pertanaman cabai di tujuh kabupaten di Sulawesi Tenggara

Kabupaten/Kota	Kecamatan	Kelurahan/Desa	Insidensi Penyakit (%)
Kendari	Kambu	Mokoau	83.40
	Poasia	Rahandouna	87.20
	Total		85.30
Bombana	Poleang Utara	Wambarema	17.00
	Ratowatu	Karangkari	88.20
	Kasipute	Tembe	97.50
	Total		67.50
Konawe	Onembute	Ulu Onembute	36.36
	Wonggeduku	Wawosolo	69.25
	Wonggeduku	Duriaasi	80.46
	Uepai	Ameroro	40.60
	Total		56.66
Konawe Selatan	Tinanggia	Lalongosu	47.77
	Andoolo Barat	Mataiwoi	52.22
	Angata	Lamuoso	69.99
	Benua	Horodopi	72.21
	Total		60.55
Kolaka Timur	Rate-rate	Lalosingi	94.63
	Rate-rate	Kasio	94.74
	Tirawuta	Tumbudadio	90.86
	Total		93.41
Kolaka	Woimatu	Lalowatu	51.66
	Tanggetada	Anawai	61.84
	Wundolako	Bende	58.47
	Wolo	Lambopini	36.55
	Total		52.13
Kolaka Utara	Watunohu	Lahabaru	91.10
	Ngapa	Lapai	88.56
	Ranteangin	Toroto	88.60
	Total		89.42



Gambar 1 Gejala penyakit kuning pada tanaman cabai di beberapa lokasi di Sulawesi Tenggara. a, Kabupaten Bombana (CBB-06-015); b dan c, Kabupaten Konawe (CKW-06-093 dan CKW-06-029); d, Kabupaten Kendari (CKD-06-054); e, Kabupaten Konawe Selatan (CKS-06-102); f, Kabupaten Kolaka Timur (CKT-06-017); g, Kabupaten Kolaka (CKK-06-016); dan h, Kabupaten Kolaka Utara (CKU-06-018).

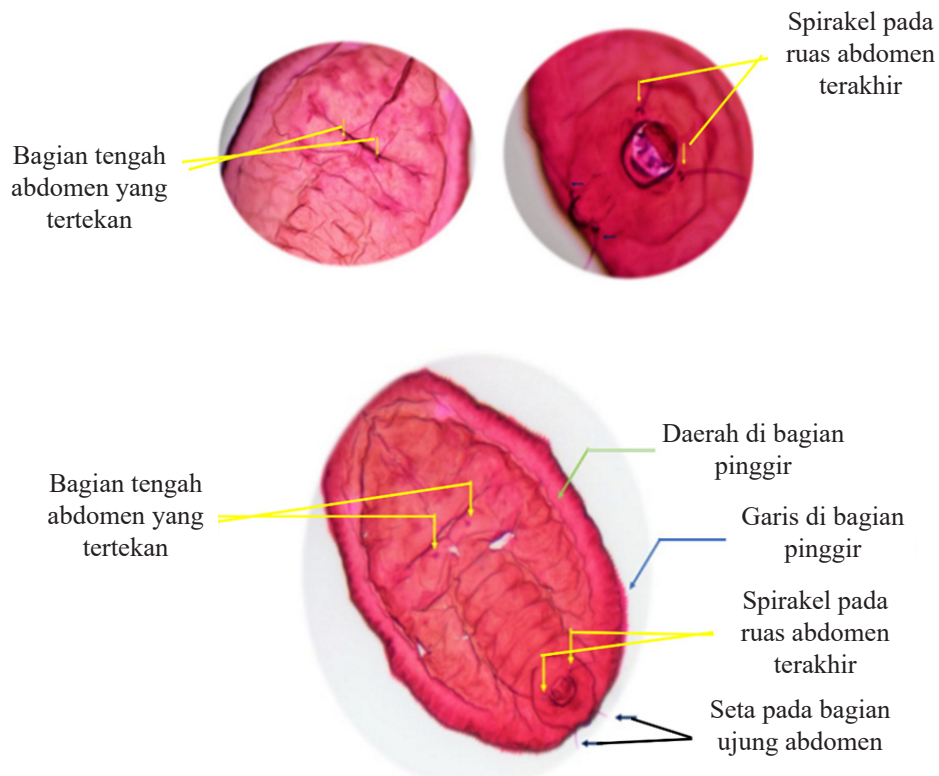
Barat (MN094866 dan AB267838), yaitu dengan nilai bootstrap terendah 50%. Dengan demikian, walaupun berasal dari Indonesia tetapi isolat-isolat tersebut berbeda kelompok.

Hasil analisis homologi mengonfirmasi bahwa dua isolat asal Sulawesi Tenggara memiliki nilai persentase homologi yang tinggi hingga sebesar 100% (Tabel 2). Isolat-isolat tersebut juga memiliki nilai homologi yang tinggi dengan isolat PepYLCV lain yang ada di GenBank, yaitu berkisar 95%–99%.

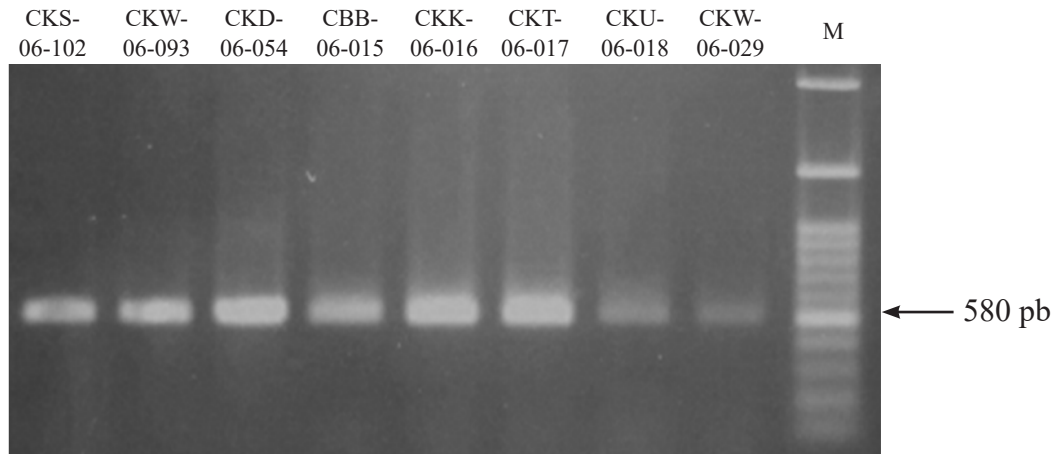
## PEMBAHASAN

Tanaman cabai yang terinfeksi oleh PepYLCIV di lapangan dengan mudah dikenali melalui gejala yang khas seperti menguning,

mosaik, belang, *leaf cupping*, lamina daun mengecil, dan jika infeksi berat tanaman menjadi kerdil dan akhirnya menyebabkan berkurangnya buah cabai (Sulandari *et al.* 2001; Santoso *et al.* 2016; Kesumawati *et al.* 2019; Selangga *et al.* 2019; Selangga dan Listihani 2021). Gejala-gejala tersebut tampaknya telah menyebar di hampir semua pertanaman cabai yang ada di Sulawesi Tenggara, bukan hanya di Kabupaten Kolaka Timur dan Kendari, seperti yang dilaporkan sebelumnya (Taufik *et al.* 2018). Amplifikasi DNA spesifik begomovirus dengan primer Krusty Homer yang dilanjutkan dengan analisis sikuen fragmen DNA begomovirus mengonfirmasi infeksi PepYLCIV pada pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Analisis keragaman



Gambar 2 Karakter morfologi puparium kutukebul yang digunakan untuk identifikasi spesies kutukebul yang berasosiasi dengan tanaman cabai di Sulawesi Tenggara.

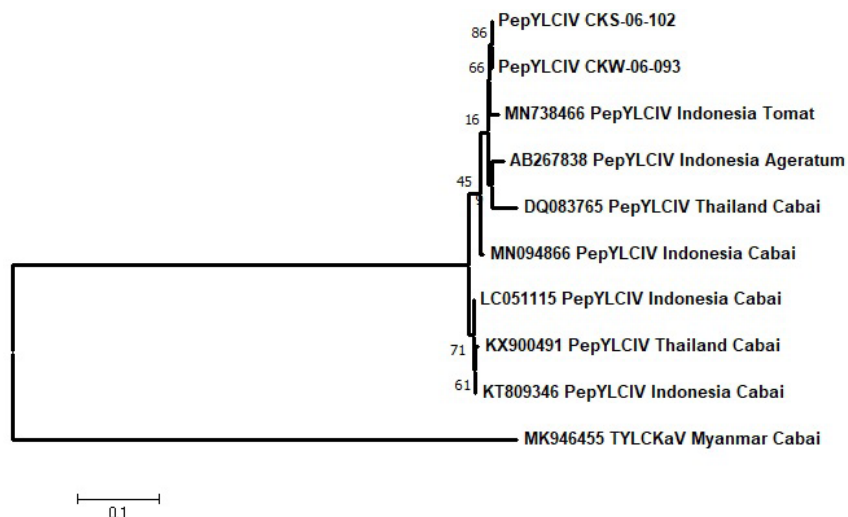


Gambar 3 Visualisasi fragmen DNA Begomovirus yang diamplifikasi dari sampel daun cabai menggunakan primer universal Krusty-Hommer. Elektroforesis dilakukan pada gel agarosa 1%. Penanda DNA ialah *DNA ladder* 100 pb (M).

genetik PepYLCIV menunjukkan bahwa isolat asal Sulawesi Tenggara memiliki homologi yang cukup tinggi dengan PepYLCIV asal Jawa Timur, tetapi memiliki homologi yang rendah dengan isolat Jawa Barat. Hasil ini sedikit berbeda dengan yang dilaporkan oleh (Selangga *et al.* 2021) bahwa beberapa isolat PepYLCIV asal Pulau Bali memiliki homologi yang tinggi dengan PepYLCIV yang ada di

Indonesia. Informasi ini menjadi penting untuk menentukan strategi pengendalian PepYLCIV, khususnya di Sulawesi Tenggara.

Insidensi penyakit kuning di lapangan ditentukan oleh tingkat populasi serangga vektor. Peningkatan kelimpahan populasi serangga vektor kutukebul (*B. tabaci*) pada tanaman inang berpengaruh positif terhadap peningkatan insidensi penyakit kuning sebesar 87.37%



Gambar 4 Pohon filogenetika isolat PepYLCIV dari Sulawesi Tenggara (CKS-06-102 dan CKW-06-093) dibandingkan dengan PepYLCIV lain yang ada di GenBank.

Tabel 2 Homologi (%) sekuen nukelotida isolat PepYLCV asal Sulawesi Tenggara (CKS-06-102 dan CKW-06-093) dengan beberapa isolat PepYLCV dari GenBank

Isolat PepYLCV	1	2	3	4	5	6	7	8
PepYLCIV:Indonesia_Sulawesi_Cabai_(CKS-06-102)	ID							
PepYLCIV:Indonesia_Jawa_Timur_Tomat_(MN738466)	99	ID						
PepYLCIV:Indonesia_Cabai_(MN094866)	97	96	ID					
PepYLCIV:Indonesia_Jawa_Barat_Cabai_(AB267838)	97	96	97	ID				
PepYLCIV:Indonesia_Sumatera_Utara_Cabai_(LC051115)	96	95	96	96	ID			
PepYLCIV:Indonesia_Sumatera_Barat_Cabai_(KT809346)	96	95	95	95	100	ID		
PepYLCIV:Thailand_Phang-Nga_Cabai_(KX900491)	95	94	95	95	100	100	ID	
PepYLCIV:Indonesia_Sulawesi_Cabai_(CKW-06-093)	100	99	97	97	96	96	96	ID

(Narendra *et al.* 2017). Hal yang sama dilaporkan oleh Sudiono dan Purnomo (2009) bahwa semakin tinggi populasi kutukebul semakin tinggi insidensi penyakit daun keriting kuning cabai. Laporan dari berbagai sumber menunjukkan bahwa *B. tabaci* merupakan vektor begomovirus yang sangat penting dalam menularkan dan menyebarkan virus tersebut. Penularan oleh *B. tabaci* sangat dipengaruhi oleh lamanya masa akuisisi serangga tersebut pada tanaman sakit, jumlah serangga, dan lamanya periode inokulasi yang terjadi pada tanaman sehat (Hidayat 2003). Kutukebul *B. tabaci* tidak ditemukan pada pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Spesies kutukebul yang ditemukan adalah *A. trachoides*. Peran *A. trachoides* dalam menularkan PepYLCIV perlu dipelajari lebih

lanjut, karena baru-baru ini Chandrashekar *et al.* (2020) melaporkan bahwa *A. trachoides* dapat menularkan *Duranta leaf curl virus* anggota *Begomovirus*.

Faktor lain yang berkontribusi terhadap insidensi penyakit kuning di lapangan adalah varietas cabai dan pola penanaman. Wawancara dengan petani diperoleh informasi bahwa umumnya varietas cabai rawit yang ditanam adalah varietas lokal tanpa nama dan tanpa kemasan resmi. Selama survei dilakukan ditemukan pola tanam yang digunakan ialah monokultur mulai dari luas penanaman kurang dari 1 ha sampai lebih dari 3 ha. Pemeliharaan tanaman cabai belum baik, seperti jarak tanam, pergiliran tanaman, dan penangan gulma. Petani menanam dengan jarak tanam cenderung rapat dan petani belum melakukan pergiliran

tanaman. Petani hanya memperhatikan gulma di sekitar tajuk tanaman, sementara gulma antartanaman, bedengan dan di sekitar lokasi pertanaman tidak menjadi perhatian. Beberapa gulma telah dilaporkan dapat menjadi sumber inokulum PepYLCIV, seperti *Ageratum* spp. dan *Ludwigia* (Sakata *et al.* 2008; Annisaa *et al.* 2021). Beberapa petani belum melakukan pemeliharaan tanaman dengan baik, khususnya ketika tanaman cabai sudah menghasilkan buah dan menunjukkan gejala infeksi PepYLCIV. Petani hanya fokus pada panen saja tanpa melakukan kegiatan-kegiatan pengendalian seperti mencabut atau eradikasi tanaman terinfeksi berat. Tanaman cenderung hanya dibiarkan bertahan hidup di antara pertanaman cabai yang menunjukkan gejala ringan. Populasi kutukebul belum menjadi perhatian bagi petani karena belum banyak petani yang mengetahui bahwa kutukebul adalah serangga vektor begomovirus.

Sebaran penyakit daun keriting kuning semakin meluas di Sulawesi Tenggara dengan insidensi berkisar 34%–96%. Penelitian ini mengonfirmasi keberadaan PepYLCIV pada pertanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Hasil identifikasi kutukebul *A. trachoides* yang berasosiasi dengan tanaman cabai asal Bombana perlu ditindaklanjuti untuk mengonfirmasi perannya sebagai serangga vektor.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh pendanaan dari Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian RI TA 2021 sesuai kontrak Nomor: 597/PL.040/H.1/03/2021.K, Tanggal: 30 Maret 2021.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aidawati N, Yusriadi, Hidayat S. 2001. Kisaran inang virus gemini asal tanaman cabai dari Guntung Payung, Kalimantan Selatan. Di dalam: *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*; 2001 Agu 23-24. Bogor (ID). hlm 347-350.
- Annisaa NW, Hidayat P, Giyanto, Hidayat SH, Lee S. 2021. Multiple infections of Begomovirus on its host plants. IOP Conference Series: Earth Environmental Science. 694:012047. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/694/1/012047>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Luas Panen dan Produksi Tanaman Sayuran dan Buah–Buahan Semusim Menurut Jenis Tanaman. Balai Pusat Statistik Sulawesi Tenggara dalam Angka 2020. Kendari: BPS Sulawesi Tenggara, 2021.
- Chandrashekar K, Rao A, Gorane A, Verma R, Tripathi S. 2020. *Aleurothrixus trachoides* (Back) can transmit begomovirus from *Duranta* to potato, tomato and bell pepper. *Journal of Biosciences*. 45(1):36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12038-020-0012-2>.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2019. Produktifitas cabai besar dan cabai rawit menurut Provinsi, tahun 2015-2019. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Hidayat P, Ludji R, Maryana N. 2020. Kemampuan reproduksi dan riwayat hidup kutukebul *Bemisia tabaci* (Gennadius) dengan dan tanpa kopulasi pada tanaman cabai merah dan tomat. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 17(3):156-162. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.17.3.156>
- Hidayat SH. 2003. Rangkuman hasil penelitian Geminivirus di Indonesia: sebagai bahan diskusi untuk menghadapi peningkatan infeksi Geminivirus pada cabai. Di dalam: *Seminar Sehari Penyakit yang Disebabkan oleh Virus pada Cabai*; 2003 Feb 20; Jakarta (ID): Direktorat Jendral Perlindungan Tanaman Hortikultura.
- Hidayat S, Rusli E, Nooraidawati. 1999. Penggunaan primer universal dalam *polymerase chain reaction* untuk mendeteksi virus gemini pada cabe. Di dalam: *Prosiding Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional PFI XV*; 1999 Sep 16-18; Purwokerto (ID): Universitas Jenderal Soedirman.
- Kesumawati E, Okabe S, Homma K, Fujiwara I, Zakaria S, Kanzaki S, Koeda S. 2019. Pepper yellow leaf curl Aceh virus: a



- novel bipartite begomovirus isolated from chili pepper, tomato, and tobacco plants in Indonesia. *Archives of Virology*. 164(9):2379–2383. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-019-04316-8>.
- Narendra AAGA, Phabiola TA, Tuliadhi KA. 2017. Hubungan antara populasi kutu kebul (*Bemisia tabaci*) (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) dengan insiden penyakit kuning pada tanaman tomat (*Solanum Lycopersicum* Mill.) di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Bali. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 6(3):339–348.
- Rahayuwati S, Hidayat P, Hidayat SH. 2020. Variasi morfologi puparium *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) pada berbagai inang dan ketinggian tempat dari daerah endemik penyakit kuning cabai di Wilayah Sundaland. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 17(2):61. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.17.2.61>.
- Revill PA, Ha CV, Porchun SC, Vu MT, Dale JL. 2003. The complete nucleotide sequence of two distinct geminiviruses infecting cucurbits in Vietnam. *Archives of Virology*. 148(8):1523–1541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-003-0109-6>.
- Sakata JJ, Shibuya Y, Sharma P, Ikegami M. 2008. Strains of a new bipartite begomovirus, pepper yellow leaf curl Indonesia virus, in leaf-curl-diseased tomato and yellow-vein-diseased ageratum in Indonesia. *Archives of Virology*. 153:2307–2313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-008-0254-z>.
- Santoso TJ, Hidayat SH, Herman M, Aswidinnoor H, Sudarsono S. 2016. Identitas dan keragaman genetik Begomovirus yang berasosiasi dengan penyakit keriting pada tomat berdasarkan teknik *polymerase chain reaction* (PCR)- *restriction fragment length polymorphism* (RFLP). *Jurnal AgroBiogen*. 4(1):9–17. DOI: <https://doi.org/10.21082/jbio.v4n1.2008.p9-17>.
- Selangga DGW, Hidayat SH, Susila AD, Wiyono S. 2019. The effect of silica (SiO<sub>2</sub>) to the severity of yellow leaf curl disease on chili pepper. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 23(1):54–60. DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.38951>.
- Selangga DGW, Listihani L. 2021. Molecular identification of *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* on chili pepper in Nusa Penida Island. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 21(2):97–102. DOI: <https://doi.org/10.23960/jhptt.22197-102>.
- Selangga DGW, Wiyono S, Susila AD, Hidayat SH. 2021. Distribution and identification of *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* infecting chili pepper in Bali. 17(6):217–224. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.17.6.217-224>.
- Setiawati W, Udiarto B, Soetiarso T. 2008. Pengaruh varietas dan sistem tanam cabai merah terhadap penekanan populasi hama kutu kebul. *Jurnal Hortikultura*. 18(1):85349.
- Sudiono, Purnomo. 2009. Hubungan antara populasi kutu kebul. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 9(2):115–120.
- Sudiono S, Yasin N. 2006. Karakterisasi kutu kebul (*Bemisia Tabaci*) sebagai vektor virus Gemini dengan teknik PCR-RAPD. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 6(2):113–119. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.26113-119>.
- Sudiono S, Yasin N, Hendrastuti SH, Hidayat P. 2005. Penyebaran dan deteksi molekuler virus gemini penyebab penyakit kuning pada tanaman cabai di Sumatera. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 5(2):113–121. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.25113-121>.
- Sulandari S. 2006. Penyakit daun keriting kuning cabai di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 12(1): 1–12.
- Sulandari S, Suseno R, Hidayat SH, Harjosudarmo J, Sosromarsono S. 2006. Detection and host range study of virus associated with pepper yellow leaf curl disease. *Hayati*. 13(1):1–6.
- Sulandari S, Suseno R, Hidayat SH, Harjosudarmo J, Sosromarsono S. 2001. Deteksi virus Gemini pada cabai di Daerah Istimewa Yogyakarta. Di dalam: *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah*

- PFI*; 2001 Agu 22-24; Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Taufik M, Hidayat SH, HS G, Syaman R, Wulan RDR, Putra AP. 2018. Laporan pertama virus gemini pada tanaman cabai di Sulawesi Tenggara. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan XIV Fitopatologi Indonesia*; 2017 Okt 3-5; Kendari (ID): Universitas Halu Oleo.
- Yuliani, Hidayat P, Sartiami D. 2006. Identifikasi kutukebul (Hemiptera: Aleyrodidae) dari beberapa tanaman inang dan perkembangan populasinya. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 3(1):41–49.