

## Respons Ketahanan Sumberdaya Genetik Lokal Cabai (*Capsicum frutescens* L. dan *Capsicum annuum* L.) terhadap Infeksi Virus Daun Keriting Kuning

### *Resistance Response of Chilli Pepper (Capsicum frutescens L. and Capsicum annuum L.) Local Genetic Resources to Pepper Yellow Leaf Curl Virus Infection*

Freestina Andarwening<sup>1</sup>, Sobir<sup>2\*</sup>, dan Deden Derajat Matra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 2 Februari 2022/Disetujui 11 April 2022

#### ABSTRACT

*Pepper Yellow Leaf Curl Virus is a major disease in chili peppers, causing severe damage and yield loss. The use of resistant genotypes is an effective way of controlling the disease. Developing resistance genotypes requires a series of plant breeding processes, starting with the identification of new potential genetic sources. The study aimed to identify the resilience response of 10 cayenne pepper genotypes (*C. frutescens* L.) and 4 chili pepper genotypes (*C. annuum* L.) collection of the Center for Tropical Horticultural Studies (PKHT) to acquire resistant plant candidates. Planting and inoculation were carried out in a greenhouse at Tajur experimental station, and detection of PYLCV was carried out in the molecular laboratory by DNA amplification method using degenerate primers Begomovirus SPG1 and SPG2. The results showed that all plants were infected by PYLCV and it was also confirmed by PCR detection. Based on the disease severity, the CB-EL genotype was categorized as resistant plants with a severity value of 8.89% and the longest incubation period, 21-50 days. Genotypes CB-BA and CB-BJ (13.13%), CB-CA and PKHT-1 (15.56%), CR-SA and PKHT-7 (17.78%) and PKHT-6 (20.00%) were categorized as moderately resistant. Disease severity and disease incidence had a broad-sense heritability values of 0.47 and 0.61, and were categorized as moderate and high heritability, respectively.*

*Keywords: disease severity, Bemisia tabaci, genotype, heritability, selection*

#### ABSTRAK

*Virus daun keriting kuning merupakan penyakit utama pada cabai dan menjadi penyebab kehilangan hasil cukup besar. Penggunaan genotipe tahan menjadi salah satu cara efektif untuk mengendalikan penyakit ini. Perakitan genotipe tahan penyakit dilakukan melalui serangkaian proses pemuliaan tanaman, diawali dengan identifikasi terhadap sumber materi genetik potensial. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi respons ketahanan 10 genotipe cabai rawit (*C. frutescens* L.) dan 4 genotipe cabai besar (*C. annuum* L.) koleksi Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) untuk memperoleh kandidat tanaman tahan. Penanaman dan inokulasi dilakukan di rumah kaca kebun percobaan Tajur, dan deteksi keberadaan virus dilakukan di laboratorium molekuler PKHT dengan metode amplifikasi DNA menggunakan degenerate primers Begomovirus SPG1 dan SPG2. Konfirmasi molekuler menunjukkan bahwa genotipe tanaman yang diuji terinfeksi virus daun keriting kuning. Berdasarkan nilai keparahan penyakit (KP), genotipe CB-EL dikategorikan tanaman tahan dengan nilai KP sebesar 8.89% dan periode inkubasi terlama, 21-50 hari. Genotipe CB-BA dan CB-BJ dengan nilai KP sebesar 13.33%, CB-CA dan PKHT-1 (15.56%), CR-SA dan PKHT-7 (17.78%) dan PKHT-6 (20.00%) masuk pada kategori tanaman agak tahan. Tingkat keparahan penyakit dan insidensi penyakit memiliki nilai duga heritabilitas arti luas sebesar 0.47 dan 0.61, masing-masing termasuk kategori sedang dan tinggi.*

*Kata kunci: Bemisia tabaci, genotipe, heritabilitas, keparahan penyakit, seleksi*

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: [rsobir@yahoo.com](mailto:rsobir@yahoo.com)

## PENDAHULUAN

Virus daun keriting kuning merupakan salah satu penyakit utama pada cabai. Penyakit yang disebabkan oleh infeksi Begomovirus ini telah mengakibatkan penurunan hasil dan menjadi hambatan utama dalam meningkatkan produksi dan kualitas cabai di wilayah tropis Asia (Srivastava *et al.*, 2017; Chiemsombat *et al.*, 2018; Kingkampang *et al.*, 2020). Di Indonesia, sejak tahun 2000 virus ini telah teridentifikasi dan menyebar luas di beberapa sentra utama produksi cabai (Fadhila *et al.*, 2020), dan telah menyebabkan kerusakan parah dengan nilai insidensi penyakit mencapai 100% (Adilah dan Hidayat, 2014). Penyakit yang ditularkan oleh serangga kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) ini menyebar dengan sangat cepat, sehingga perlu dilakukan upaya pengendalian.

Pengendalian virus daun keriting kuning selama ini hanya mengandalkan penggunaan pestisida pada serangga vektor. Hal ini dinilai kurang efektif karena populasi vektor yang berkembang cepat dapat memicu penggunaan pestisida yang masif dan intensif, sehingga berpotensi menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan serta meningkatkan resistensi serangga vektor (Moshe and Friedman, 2002; Ganefianti *et al.*, 2015). Selain menimbulkan dampak negatif, penggunaan pestisida dapat meningkatkan biaya produksi bagi petani (Barchenger *et al.*, 2019).

Penggunaan kultivar tahan menjadi alternatif untuk menekan dan mengendalikan penyakit ini. Langkah awal pengembangan kultivar tahan adalah skrining terhadap materi genetik baru sebagai sumber tetua. Materi genetik dapat berasal dari spesies liar, spesies lokal, maupun varietas komersial yang telah tersedia sebelumnya (Retes-Manjarrez *et al.*, 2017). Sumber ketahanan terhadap virus daun keriting kuning pada cabai telah dilaporkan, diantaranya genotipe IPB C12 (Ganefianti *et al.*, 2008; Hafsa *et al.*, 2020), CR-SH, CR-MH, CR-SA, CB-BA, CB-BJ dan CB-EL (Ditjenhort, 2021). Meskipun beberapa genotipe tahan telah tersedia, identifikasi terhadap sumber-sumber materi genetik potensial harus dilakukan secara *continue* karena virus daun keriting kuning terus berkembang dan berpotensi untuk mematahkan ketahanan pada tanaman (Singh *et al.*, 2016).

Eksplorasi yang dilakukan Pusat Kajian Hortikultura Topika-IPB di Kebun Koleksi Kediri mendapatkan tujuh genotipe cabai rawit yang berpotensi memiliki gen tahan terhadap serangan virus daun keriting kuning. Untuk memastikan karakter ketahanan pada genotipe-genotipe tersebut, tanaman dipapar oleh patogen penyebab penyakit secara buatan. Tanaman yang tidak terinfeksi, atau terinfeksi ringan dapat dipilih sebagai kandidat sumber tetua. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respons ketahanan 14 genotipe tanaman cabai koleksi Pusat Kajian Hortikultura Tropika-IPB terhadap infeksi penyakit daun keriting kuning berdasarkan tingkat keparahan penyakit dan menghitung besaran nilai duga heritabilitas dalam arti luas untuk karakter ketahanan terhadap penyakit daun keriting kuning.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Genetik

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Kebun Percobaan Tajur IPB dan di Laboratorium Molekuler PKHT (Pusat Kajian Hortikultura Tropika) IPB Bogor, pada bulan Oktober 2019 sampai Agustus 2020. Bahan genetik yang digunakan adalah 14 genotipe cabai, yang terdiri dari: tujuh genotipe cabai rawit koleksi PKHT asal Kediri (PKHT-1, PKHT-2, PKHT-3, PKHT-4, PKHT-5, PKHT-6, PKHT-7), tiga cabai rawit varietas komersial (CR-SH, CR-MH, dan CR-SA) dan empat varietas komersial cabai besar (CB-BA, CB-BJ, CB-EL dan CB-CA). Isolat Begomovirus yang diperoleh dari Laboratorium Virologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman IPB. Primer Begomovirus SPG1 (5'-CCC CKG TGC GWR AAT CCA T-3') dan SPG2 (5'-ATC CVA AYW TYC AGG GAG CTA A-3') untuk deteksi keberadaan infeksi virus keriting daun kuning (Rojas, 1993; Li *et al.*, 2004).

### Desain Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) satu faktor, yaitu genotipe dan kelompok sebagai ulangan, diulang sebanyak 3 kali. Masing-masing genotipe terdapat 9 tanaman yang digunakan sebagai tanaman contoh. Total satuan percobaan adalah 42.

### Perbanyakan Serangga Vektor

Serangga vektor (*B. tabaci* Genn.) dikembangbiakkan pada tanaman tomat hingga mencapai jumlah populasi yang mencukupi untuk inokulasi ke tanaman uji, yaitu sekitar 1,300 ekor. Stadia yang digunakan adalah stadia imago. Serangga vektor dipelihara selama 8 minggu, selanjutnya *B. tabaci* diakuisisi pada tanaman tomat yang positif terinfeksi Begomovirus selama 24 jam. Setelah periode akuisisi, serangga digunakan untuk proses penularan ke tanaman uji dengan metode penularan individual (Ganefianti *et al.*, 2008).

### Metode Inokulasi

Benih tanaman cabai disemai pada polibag berukuran 10 cm x 12 cm dengan menggunakan campuran media tanah, pupuk kandang dan sekam, perbandingan 1:1:1 (v/v/v). Penularan dilakukan pada tanaman berusia 4 minggu setelah semai (daun berjumlah 4-6 helai), dengan cara memasukkan serangga vektor yang sebelumnya telah dilakukan akuisisi selama 24 jam kedalam gelas plastik (22 oz) yang disungkup dengan kain kasa. Setiap tanaman dimasukkan sebanyak 10 ekor serangga vektor untuk proses inokulasi yang berlangsung selama 48 jam. Setelah periode inokulasi selesai, *B. tabaci* dimusnahkan dengan cara penyemprotan menggunakan insektisida dan

tanaman dipindahkan ke polibag besar berukuran 40 cm x 40 cm dengan menggunakan campuran media tanah, pupuk kandang dan sekam, perbandingan 1:1:1 (v/v/v) untuk selanjutnya dipelihara serta dilakukan pengamatan gejala.

#### Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada seluruh genotipe tanaman (42 satuan) yang meliputi masa inkubasi, tipe gejala, tingkat keparahan penyakit dan insidensi penyakit. Pengamatan dilakukan selama 60 hari setelah perlakuan inokulasi. Penilaian penyakit dilakukan berdasarkan skoring gejala yang tampak secara visual (Tabel 1). Nilai keparahan penyakit (*disease severity*) (%), diamati pada interval 6-7 hari, dengan rumus: 
$$KP = \frac{[\sum(ni \times zi)]}{(N \times Z)} \times 100\%$$

Dimana, ni: jumlah tanaman bergejala skor ke-i, zi: nilai skor gejala, N: jumlah tanaman yang diamati, Z: nilai skor tertinggi (i: 0-5). Nilai insidensi penyakit (*disease incidence*) (%), dihitung dengan rumus: 
$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Dimana, n = jumlah tanaman yang terserang penyakit, N = jumlah dari tanaman yang diamati.

#### Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) menggunakan aplikasi STAR (*Statistical Tool for Agricultural Research*) versi 2.0.1. Jika terdapat perbedaan, dilakukan uji lanjut menggunakan LSD (*Least Significance Difference*) pada taraf  $\alpha = 5\%$ . Nilai heritabilitas arti luas untuk ketahanan penyakit dihitung dengan rumus: 
$$h_{bs}^2 = \sigma_G^2 / \sigma_p^2$$
 dimana  $h_{bs}^2$  = heritabilitas arti luas,  $\sigma_G^2$  = ragam genotipe,  $\sigma_p^2$  = ragam fenotipe.

#### Deteksi Virus

Deteksi keberadaan virus daun keriting kuning dilakukan dengan teknik amplifikasi DNA (PCR), menggunakan sampel daun tanaman cabai hasil inokulasi (28 hsi). DNA total di ekstraksi dari tanaman dengan metode CTAB modifikasi (Sudarsono *et al.*, 2017). Sebanyak 0.1 g sampel daun, 0.1 g PVP, 0.1 g pasir kuarsa dan 2 mL *extract buffer* (tris-HCl 0.1 M, EDTA 0.05 M, NaCl 0.5 M, 0.01 M 2-Merkaptoethanol) digerus dan dipindahkan ke dalam

*tube* 2 mL. Sampel di inkubasi pada suhu 65 °C (30 menit), dan dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 11,000 rpm (10 menit). Selanjutnya supernatan dipindah ke *tube* baru, dan ditambahkan CIA 1x volume, dilakukan homogenisasi dengan vortex, selanjutnya dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 11,000 rpm (10 menit). Supernatan diambil dan ditambahkan 0.8x volume isopropanol dan 0.1x volume NaOC, selanjutnya dilakukan inkubasi *overnight* dalam *freezer* pada suhu -20 °C. Sampel dikeluarkan dari *freezer*, disentrifugasi pada kecepatan 11,000 rpm (10 menit), dan supernatan dibuang. Dilakukan pencucian pellet menggunakan alkohol 70%, disentrifugasi pada kecepatan 11,000 rpm (5 menit) dan dikeringkan. Selanjutnya ditambahkan *nuclease free water* dan DNA di simpan dalam *freezer* pada suhu -20 °C.

Amplifikasi berlangsung dengan menggunakan mesin PCR (*Applied Biosystem by Thermo Fisher Scientific*) dengan volume reaksi sebanyak 12.5 µl mengandung 6.25 µl My TaqTM HS Red Mix (*Bioline*), 2x 0.5µl *forward* dan *reverse primer*, 0.5 µl DNA *template* dan 4.75 µl *nuclease free water* (*1st Base*). Reaksi amplifikasi berlangsung pada 35 siklus, pre-denaturasi berlangsung pada suhu 94 °C (4 menit), selanjutnya denaturasi pada suhu 94 °C (1 menit), *annealing* pada suhu 54 °C (1 menit), DNA *elongation* pada suhu 72 °C (1 menit) dan tahap akhir DNA *elongation* pada suhu 72 °C (7 menit). Hasil amplifikasi DNA selanjutnya di elektroforesis menggunakan gel *agarose* 1.2% pada *buffer TE*, dengan tegangan 50 volt (46 menit). Gel hasil elektroforesis kemudian diwarnai dengan *Ethidium Bromide* (EtBr) dan di visualisasi dengan *UV transiluminator*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan visual di rumah kaca menunjukkan bahwa tanaman terindikasi oleh infeksi virus daun keriting kuning. Gejala mulai tampak dihari kelima setelah inokulasi, diawali dengan adanya perubahan warna pada daun dan munculnya bercak kuning. Beberapa genotipe menunjukkan gejala yang lebih lanjut, daun menjadi keriting, melengkung ke atas atau ke bawah, bahkan ditemukan genotipe dengan gejala berat dan tanaman menjadi kerdil seperti yang terlihat pada Gambar 1. Penelitian yang telah dilakukan pada famili *Cucurbitaceae*, *Cruciferae*, *Compositae* dan *Solanaceae* yang merupakan tanaman inang bagi Begomovirus, menunjukkan tanda-tanda gejala umum yang sama, seperti

Tabel 1. Nilai skoring gejala penyakit

Skor penyakit	Gejala penyakit
0	Tidak begejala
1	Daun berwarna kuning
2	Daun kuning, keriting
3	Daun kuning, keriting (melengkung ke atas atau ke bawah)
4	Daun kuning, keriting (melengkung ke atas dan ke bawah)
5	Daun kuning, keriting (melengkung ke atas dan ke bawah), kerdil



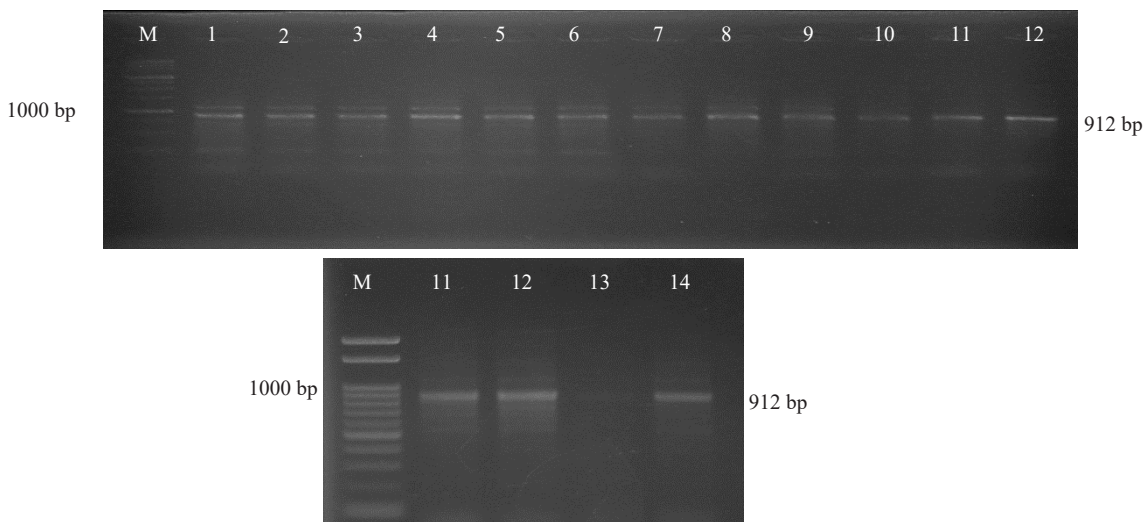
Gambar 1. Perbedaan gejala yang ditimbulkan akibat infeksi penyakit daun keriting kuning (A) tanaman tanpa gejala (skor 0); (B) tanaman berwarna kuning (skor 1); (C) tanaman dengan gejala daun keriting (skor 2); (D) tanaman dengan gejala melengkung ke atas atau ke bawah (skor 3); (E) tanaman dengan gejala daun melengkung ke atas dan ke bawah (skor 4); (F) tanaman kerdil (skor 5)

daun keriting, timbulnya bercak hijau-kuning pada daun, *interveinal yellowing*, *vein swelling*, munculnya warna keunguan, terjadi gangguan pertumbuhan tanaman hingga tanaman menjadi kerdil (Czosnek dan Ghanim, 2011; Inoue-Nagata *et al.*, 2016; Chiemsombat *et al.*, 2018)).

*Deteksi Keberadaan Begomovirus*

Deteksi PCR menunjukkan bahwa 14 genotipe tanaman sampel terinfeksi oleh Begomovirus. Hal ini dibuktikan dengan hasil amplifikasi DNA menggunakan *degenerate*

*primer* SPG 1/ SPG 2 yang menghasilkan pita berukuran 912 bp (Gambar 2). Pita-pita tersebut merupakan bagian dari *conserved region* pada *open reading frame* (ORF) AC2 dan ORF AC1 Begomovirus (Li *et al.*, 2004). Validasi keberadaan Begomovirus secara molekuler dengan metode amplifikasi DNA merupakan cara yang efisien dan akurat dibandingkan dengan metode deteksi serologi. Penggunaan metode serologi pada Begomovirus akan menghasilkan bias yang tinggi karena adanya kendala dalam pengadaan virus murni untuk pembuatan antibodi dan hasil yang tidak spesifik karena terkadang terjadi *mix infection* (Gaswanto *et*



Gambar 2. Visualisasi DNA hasil amplifikasi dengan menggunakan primer *degenerate* primer Begomovirus SPG1 dan SPG2. M, DNA penanda (1kb DNA ladder); No 1 sampai 14, sampel cabai berturut-turut dari genotipe PKHT-1, PKHT-2, PKHT-3, PKHT-4, PKHT-5, PKHT-6, PKHT-7, CR-SH, CR-MH, CR-SA, CB-BA, CB-BJ, CB-EL, CB-CA

*al.*, 2016; Barchenger *et al.*, 2019). Deteksi dengan teknik PCR ini dapat memberikan hasil akurat untuk memastikan bahwa tanaman yang bergejala benar-benar terinfeksi oleh virus penyebab penyakit daun keriting kuning.

#### Respons Ketahanan Genotipe Cabai

Berdasarkan tingkat keparahan penyakit (KP), insidensi penyakit (IP) dan masa inkubasi penyakit, respons antar genotipe cukup bervariasi (Tabel 2). Hal ini terlihat dari presentase keparahan penyakit (8.89-42.22%) dan masa inkubasi (5 sampai 50 hari). Gejala paling awal (5 hari), muncul secara serempak pada 8 genotipe PKHT-1, PKHT-2, PKHT-3, PKHT-4, PKHT-5, CR-SH, C-MH, dan CR-SA, meskipun dari 8 genotipe tersebut memiliki gejala awal sama, tetapi lama periode inkubasi genotipe berbeda-beda. Periode paling panjang ditemui pada genotipe CB-EL (21-50 hsi) (Gambar 3). Hasil yang beragam menunjukkan adanya variabilitas tingkat ketahanan tanaman terhadap infeksi Begomovirus. Adanya variasi memberikan peluang seleksi ketahanan terhadap Begomovirus, sehingga dapat memudahkan pemilihan genotipe yang akan dijadikan tetua dalam rangka studi ketahanan terhadap penyakit daun keriting kuning (Ganefianti *et al.*, 2008).

Selama periode inkubasi penyakit, tanaman menunjukkan gejala, mulai dari gejala ringan (daun kuning), gejala sedang (keriting), hingga gejala berat (kerdil). Gejala ringan terjadi pada genotipe PKHT - 1, PKHT - 2, PKHT - 3, CB-EL dan CR-SA (skor 0-1), gejala sedang pada genotipe PKHT-5, PKHT-6, PKHT-7, CR-SH, CB-BA, CB-BJ, CB-

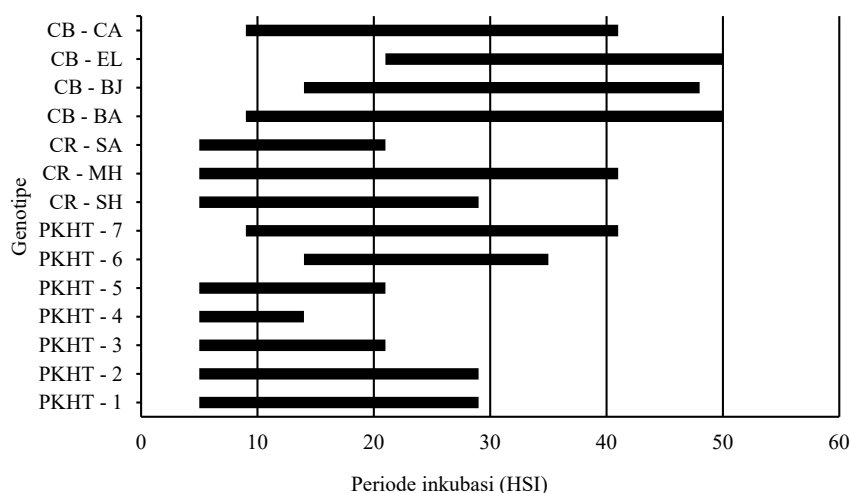
CA (skor 2-3), gejala berat terjadi pada genotipe PKHT -4 dan CR-MH (skor 4-5). Ditemukan tanaman dengan gejala kerdil pada genotipe CR-MH. Tanaman kerdil terjadi karena tanaman memiliki tingkat ketahanan rendah (rentan), serta terserang Begomovirus pada tahap *seedling* sehingga pertumbuhan dan perkembangan terganggu (Ganefianti *et al.*, 2017). Infeksi virus juga menyebabkan rusaknya permeabilitas sel tanaman karena adanya akumulasi hasil fotosintat. Hambatan translokasi fotosintat oleh floem ke bagian organ tanaman, serta penurunan aktifitas enzim dan perubahan hasil reaksi fiksasi CO<sub>2</sub> oleh virus menyebabkan laju pertumbuhan sel yang cepat pada sebagian sel atau jaringan tanpa diikuti pertumbuhan sel lain. Inilah yang mengakibatkan daun menjadi keriting, daun menjadi kuning, munculnya spot atau nekrosis, dan buah tidak dapat berkembang sempurna, serta terjadi hambatan pertumbuhan tanaman (Abebe *et al.*, 2021).

Analisis statistika menunjukkan bahwa perlakuan genotipe berpengaruh nyata terhadap nilai insidensi dan keparahan penyakit. Hasil pengamatan dari 14 genotipe diperoleh satu genotipe dengan kategori tahan, yaitu CB-EL (8.89%). Terdapat tujuh genotipe pada kategori agak tahan, yaitu: CB-BA (13.33%), CB-BJ (13.33%), PKHT-1 (15.56%), CB-CA (15.56%), CR-SA (17.78%), PKHT-7 (17.78%), PKHT-6 (20.00%). Kategori tanaman agak rentan yaitu genotipe PKHT-3 (22.22%), CR-SH (22.22%), PKHT-2 (24.44%), PKHT-5 (26.67%), dan kategori rentan yaitu CR-MH (35.56%) dan PKHT-4 (42.22%). Penelitian yang telah dilakukan (Hafsah *et al.*, 2020) mengenai ketahanan cabai terhadap Begomovirus, berhasil mengelompokkan

Tabel 2. Pengaruh genotipe terhadap periode inkubasi penyakit daun keriting kuning, insidensi penyakit (IP), keparahan penyakit (KP) dan pengelompokan respons ketahanan

Genotipe	Masa inkubasi (HSI)	Insidensi penyakit (IP) (%)	Keparahan penyakit (KP) (%)	Kategori ketahanan*
PKHT - 1	05-29	77.78ab	15.56c	Agak tahan
PKHT - 2	05-29	100.00a	24.44abc	Agak rentan
PKHT - 3	05-21	100.00a	22.22bc	Agak rentan
PKHT - 4	05-14	100.00a	42.22a	Rentan
PKHT - 5	05-21	100.00a	26.67abc	Agak rentan
PKHT - 6	14-35	77.78ab	20.00bc	Agak tahan
PKHT - 7	05-21	88.89a	17.78c	Agak tahan
CR-SH	05-29	88.89a	22.22bc	Agak rentan
CR-MH	05-41	88.89a	35.56ab	Rentan
CR-SA	05-21	88.89a	17.78c	Agak tahan
CB-BA	09-50	44.44b	13.33cd	Agak tahan
CB-BJ	14-48	44.44b	13.33cd	Agak tahan
CB-EL	21-50	22.22c	8.89d	Tahan
CB-CA	09-41	44.44b	15.56c	Agak tahan

Keterangan: HSI = hari setelah inokulasi; angka pada peubah IP dan KP yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada taraf nyata 5%. \*Sangat tahan (0 % <KP≤ 1 %); Tahan (1 % <KP≤ 10 %); Agak tahan (10 % <KP≤ 20 %); Agak rentan (20 % <KP≤ 30 %); Rentan (30 % <KP≤ 50 %); Sangat rentan (KP>50 %)



Gambar 3. Periode inkubasi virus daun keriting kuning pada empatbelas genotipe cabai

ketahanan tanaman dengan nilai KP berkisar 12.08-30.08% dengan masa inkubasi terlama 48.51 hari pada genotipe Gada F6. Selanjutnya (Kusumaning Ayu, 2019) melakukan uji respon ketahanan cabai terhadap Begomovirus dan mengelompokkan ketahanan pada kisaran nilai KP 18.3-72.78% dengan masa inkubasi terpanjang 12-28 hari, pada genotipe IPBC12. Dengan demikian, genotipe CB-EL dengan KP 8.89% dan periode inkubasi 21-50 hari sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber gen ketahanan terhadap penyakit virus daun keriting kuning.

#### Nilai Duga Heritabilitas

Nilai heritabilitas untuk karakter keparahan penyakit sebesar 0.47 (kategori sedang) dan insidensi penyakit 0.61 (kategori tinggi) (Tabel 3). Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa faktor genetik mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan faktor lingkungan terhadap penampilan suatu karakter, sehingga karakter tersebut mudah diwariskan (Handayani dan Hidayat, 2016; Sa'diyah *et al.*, 2016; Retes-Manjarrez *et al.*, 2017; Sari *et al.*, 2021). Kegiatan pemuliaan untuk perbaikan suatu karakter akan efektif dilakukan pada nilai duga heritabilitas tinggi. Pada penelitian ini, nilai heritabilitas untuk karakter ketahanan terhadap virus daun keriting kuning, berada

pada kategori dengan nilai heritabilitas sedang dan tinggi, sehingga seleksi ketahanan dapat dilakukan pada tahap awal.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan parameter keparahan penyakit, respons 14 genotipe cabai terhadap infeksi virus daun keriting kuning beragam, mengelompok menjadi kategori tahan, agak tahan, agak rentan dan rentan. Genotipe CB-EL menjadi genotipe paling tahan diantara genotipe lainnya dengan nilai KP sebesar 8.89% dan periode inkubasi terlama, 21-50 hari, berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber tetua untuk ketahanan terhadap infeksi virus daun keriting kuning. Nilai duga heritabilitas arti luas para karakter ketahanan penyakit masuk dalam kategori sedang-tinggi sehingga seleksi ketahanan dapat dilakukan secara langsung berdasarkan skoring gejala di lapangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membantu mendanai penelitian ini melalui BPPTN 2019 pada program kegiatan Penelitian Terapan Strategis Nasional.

#### DAFTAR PUSTAKA

Abebe, D.A., S. van Bentum, M. Suzuki, S. Ando, H. Takahashi, S. Miyashita. 2021. Plant death caused by inefficient induction of antiviral *R-gene-mediated resistance* may function as a suicidal population resistance mechanism. *Commun. Biol.* 4:1-12. Doi: 10.1038/s42003-021-02482-7.

Tabel 3. Nilai heritabilitas arti luas untuk karakter ketahanan penyakit dan insidensi penyakit

Variabel	Heritabilitas ( $h^2_{bs}$ )	Kategori*
Keparahan penyakit	0.47	Sedang
Insidensi penyakit	0.61	Tinggi

Keterangan: \*Kisaran nilai heritabilitas menurut Syukur *et al.*, 2015, rendah:  $h^2 \leq 0.2$ ; sedang:  $0.2 < h^2 \leq 0.5$ ; tinggi:  $h^2 > 0.5$

- Adilah, N., S. Hidayat. 2014. Keparahan penyakit daun keriting kuning dan pertumbuhan populasi kutukebul pada beberapa genotipe cabai. *J. Fitopatol. Indones.* 10:195-201. Doi:10.14692/jfi.10.6.195.
- Barchenger, D.W., S. Yule, N. Jeeatid, S.W. Lin, Y.W. Wang, T.H Lin, Y.L. Chan, L. Kenyon. 2019. A novel source of resistance to pepper yellow leaf curl Thailand virus (PepYLCThV) (Begomovirus) in Chile pepper. *HortScience* 54:2146-2149. Doi:10.21273/HORTSCI14484-19.
- Chiemsombat, P., B. Srikamphung, S. Yule. 2018. Begomoviruses associated to pepper yellow leaf curl disease in Thailand. *J. Agric. Res.* 3:1-11. Doi:10.23880/oajar-16000183.
- Czosnek, H., M. Ghanim. 2011. *Bemisia tabaci*-Tomato Yellow Leaf Curl Virus Interaction Causing Worldwide Epidemics. p. 51-67. In Thompson, W.M (*Eds.*). The Whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) Interaction With Geminivirus-Infected Host Plants. Springer, Belleveue, Washington.
- Ditjenhort. 2021. Daftar varietas terdaftar hortikultura. Direktorat Jenderal Hortikultura. <https://www.varitas.net> [10 Oktober 2021].
- Fadhila, C., A. Lal, T.T.B. Vo, P.T. Ho, S.H. Hidayat, J. Lee, E.J. Kil, S. Lee. 2020. The threat of seed-transmissible pepper yellow leaf curl Indonesia virus in chili pepper. *Microb. Pathog.* 143:1-8. Doi: 10.1016/j.micpath.2020.104132.
- Ganefianti, D.W., S.H. Hidayat, M. Syukur. 2015. Genetic study of resistance to Begomovirus on chili pepper by Hayman's diallel analysis. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.* 5:426-432. Doi:10.18517/ijaseit.5.6.592.
- Ganefianti, D.W., S.H. Hidayat, M. Syukur. 2017. Susceptible phase of chili pepper due to yellow leaf curl Begomovirus infection. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.* 7:594-601. Doi:10.18517/ijaseit.7.2.1872.
- Ganefianti, D.W., S. Sujiprihati, S.H. Hidayat, M. Syukur. 2008. Metode penularan dan uji ketahanan genotipe cabai (*Capsicum* spp.) terhadap Begomovirus. *Akta Agrosia* 11:162-169.
- Gaswanto, R., M. Syukur, S.H. Hidayat, N. Gunaeni. 2016. Identifikasi gejala dan kisaran inang enam isolat Begomovirus cabai di Indonesia. *J. Hortik.* 26:223-234.
- Hafsah, S., A. Ardika, E. Hayati, F. Firdaus. 2020. Estimation of genetic parameters of cayenne peppers (*Capsicum Annuum* L.) from IPB University for its resistance against begomoviruses in Aceh. *J. Trop. Hortic.* 3: 80-85. Doi:10.33089/jthort.v3i2.55.
- Handayani, T., I.M. Hidayat. 2016. Keragaman genetik dan heritabilitas beberapa karakter utama pada kedelai sayur dan implikasinya untuk seleksi perbaikan produksi. *J. Hortik.* 22:327-333. Doi:10.21082/jhort.v22n4.2012.p327-333.
- Inoue-Nagata, A.K., M.F. Lima, R.L. Gilbertson. 2016. A review of geminiviruses (Begomoviruses) disease in vegetables and other crops in Brazil: current status and approaches for management. *Hortic. Bras.* 34: 8-18. Doi:10.1590/S0102-053620160000100002.
- Kingkampang, H., M. Teerarak, S. Kramchote, S. Techawongstien, P. Suwor. 2020. Phenols and peroxidase activity in Pepper yellow leaf curl Thailand virus (PepYLCThV) resistant and susceptible chili (*Capsicum annuum* L.) genotypes. *Int. J. Agric. Technol.* 16:845-854.
- Kusumaning Ayu, D. 2019. Respons ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit daun keriting kuning dan identifikasi *resistant gene analog*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Li, R., S. Salih, S. Hurtt. 2004. Detection of geminiviruses in sweetpotato by polymerase chain reaction. *Plant Dis.* 88:1347-1351. Doi:10.1094/PDIS.2004.88.12.1347.
- Moshe, lapidot, M. Friedman. 2002. Breeding for resistance to aphids. *Ann. Appl. Biol.* 140:109-127. Doi:10.1007/978-94-009-7499-9\_30.
- Retes-Manjarrez, J.E., S. Hernández-Verdugo, A. Evrard, J.A. Garzón-Tiznado. 2017. Heritability of the resistance to pepper huasteco yellow vein virus in wild genotypes of *Capsicum annuum*. *Euphytica* 213:1-11. Doi:10.1007/s10681-017-2071-5.
- Rojas, M.R. 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis.* 77:340-347. Doi: 10.1094/pd-77-0340.
- Sa'diyah, N., H.M. Akin, R. Putri, R. Jamil, M. Barmawi. 2016. Heritabilitas, nisbah potensi, dan heterosis ketahanan kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) terhadap soybean mosaic virus. *J. Hama Dan Penyakit Tumbuh. Trop.* 16:17-24. Doi:10.23960/j.hptt.11617-24.
- Sari, V.N., D.W. Ganefianti, M. Handajaningsih. 2021. Karakterisasi, variabilitas genetik dan heritabilitas genotipe tapak dara (*Catharanthus roseus*). *J. Agron. Indonesia* 49:308-315.

- Singh, A.K., N. Kushwaha, S. Chakraborty. 2016. Synergistic interaction among begomoviruses leads to the suppression of host defense-related gene expression and breakdown of resistance in chilli. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 100:4035-4049. Doi: 10.1007/s00253-015-7279-5.
- Srivastava, A., M. Mangal, R.K. Saritha, P. Kalia. 2017. Screening of chilli pepper (*Capsicum* spp.) lines for resistance to the begomoviruses causing chilli leaf curl disease in India. *Crop Prot.* 100:177-185. Doi: 10.1016/j.cropro.2017.06.015.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yunianti. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Bogor. ID.
- Sudarsono, M.D. Haristianita, A.S. Handini, D. Sukma. 2017. Molecular marker development based on diversity of genes associated with pigment biosynthetic pathways to support breeding for novel colors in *Phalaenopsis*. *Acta Hort.* 1167:305-312. Doi:10.17660/ActaHortic.2017.1167.44.