

Respons Varietas Kedelai Unggul terhadap *Cucumber mosaic virus* Strain Soybean (CMV-S)

Responses of Elite Soybean Varieties Against Cucumber mosaic virus strain Soybean (CMV-S)

Yunita Fauziah Rahim¹, Tri Asmira Damayanti^{2*}, Munif Ghulamahdi³

¹Direktorat Perlindungan Tanaman, Jl. AUP No.3, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12520

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl.Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

*E-mail : triadys@apps.ipb.ac.id

NASKAH DITERIMA 8 AGUSTUS 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 22 OKTOBER 2020

ABSTRAK

Cucumber mosaic virus strain Soybean (CMV-S) merupakan salah satu jenis virus terbawa benih yang menyebabkan penurunan produksi kedelai dan dominan menginfeksi kedelai di Jawa. Penggunaan varietas kedelai unggul tahan merupakan cara terbaik mengendalikan infeksi virus. Namun, varietas kedelai unggul hasil pemuliaan yang ada saat ini umumnya untuk peningkatan produksi dan belum memprioritaskan ketahanan terhadap penyakit virus, sehingga diperlukan pengujian respons ketahanan varietas terhadap CMV-S. Varietas unggul yang diuji ketahanannya dalam percobaan di rumah kaca yaitu Argomulyo, Anjasmoro, Burangrang, Cikuray, Detam 1, Detam 2, Grobogan, Sinabung, dan Wilis. Respons ketahanan terhadap CMV-S diukur berdasarkan parameter penyakit (periode inkubasi, tipe gejala, indeks keparahan penyakit, titer virus) dan parameter pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah bunga, indeks sensitivitas cekaman). Data percobaan dianalisis secara deskriptif untuk parameter penyakit dan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode inkubasi, ekspresi gejala, keparahan dan titer virus CMV-S bervariasi antarvarietas. Infeksi CMV-S dapat menghambat pertumbuhan tanaman pada semua varietas dan jumlah bunga yang lebih sedikit pada varietas Argomulyo, Anjasmoro, Grobogan, Sinabung, dan Wilis. Varietas Grobogan dikategorikan rentan, varietas Argomulyo, Anjasmoro, Cikuray, Sinabung, dan Wilis termasuk toleran, dan varietas Burangrang, Detam 1, dan Detam 2 termasuk tahan terhadap infeksi CMV-S. Indeks sensitivitas cekaman dari varietas kedelai yang diuji beragam, yang menunjukkan perbedaan genetik antarvarietas dalam merespons infeksi CMV-S. Tiga varietas unggul tahan (Burangrang, Detam 1, dan Detam 2) dapat digunakan sebagai tetua pada perakitan varietas tahan terhadap CMV-S.

Kata kunci: cekaman biotik, CMV-S, kedelai, mosaik, varietas tahan

ABSTRACT

Cucumber mosaic virus soybean strain (CMV-S) is one of the seed-borne viruses that may cause a decrease in soybean production and predominantly infects

soybeans in Java Island. The use of resistant variety is the best method to control virus infection. However, most of soybean breeding program is concerned on developing the high yielding soybean varieties and rarely focuses on the resistance against viruses. Therefore, it is necessary to study the resistance responses of improved varieties against CMV-S infection. The elite varieties i.e. Argomulyo, Anjasmoro, Burangrang, Cikuray, Detam 1, Detam 2, Grobogan, Sinabung, and Wilis were tested their responses to CMV-S infection in the greenhouse trial. The resistance response against CMV-S infection was measured based on disease assessments (incubation period, type of symptom, disease severity index, virus titer) and plant growth parameters (plant height, flower numbers, stress sensitivity index). The disease assessments and growth parameters were descriptively analyzed. The results showed that CMV-S infection caused varying incubation periods, symptom expressions, disease severity, and virus titer depending on the variety. The infected plants showed inhibition on plant height for all varieties and fewer flower numbers on Argomulyo, Anjasmoro, Grobogan, Sinabung, and Wilis varieties. Grobogan variety was categorized as susceptible, while Argomulyo, Anjasmoro, Cikuray, Sinabung, and Wilis varieties were tolerant, while Burangrang, Detam 1, and Detam 2 varieties were resistant against CMV-S infection. The stress sensitivity index varied between varieties, indicating plants' genetic differences in responding the CMV-S infection. Three elite resistant varieties, namely Burangrang, Detam 1, and Detam 2 were merit to be used as parent materials in breeding resistant variety of soybean against CMV-S.

Keywords: biotic stress, CMV-S, mosaic, resistant variety, soybean

PENDAHULUAN

Cucumber mosaic virus (CMV) adalah salah satu anggota genus *Cucumovirus* famili *Bromoviridae* yang dikenal sebagai virus dengan kisaran inang yang luas. CMV memiliki sekitar 1200 spesies inang dari lebih 100 famili monokotil dan dikotil, termasuk dari golongan sayuran, tanaman hias, tanaman

berkayu atau semi berkayu (*semi-woody*). Pada tanaman kacang-kacangan, infeksi CMV ditunjukkan dengan gejala keriting pada daun, motel hijau, dan *blistering*. Gejala pada daun umumnya lebih jelas terlihat dibandingkan gejala pada bagian polong, dan menyebabkan kehilangan hasil cukup tinggi jika tanaman terinfeksi sebelum masa pembentukan polong. Penularan CMV terjadi secara mekanis, melalui benih dan serangga vektor kutu daun secara non persisten (Jacquemond 2012; Mauck *et al.* 2014). CMV yang menginfeksi kedelai dikenal dengan *soybean stunt virus* (SSV), kemudian dikenal dengan nama baru sebagai CMV strain soybean (CMV-S) (Hong *et al.* 2003).

Karakteristik biomolekuler CMV sudah banyak dikaji, tetapi karakteristik CMV-S masih sedikit diketahui. Beberapa isolat CMV-S dari Indonesia telah dikarakterisasi secara genetik dan termasuk dalam subgrup IB (Damayanti dan Wiyono 2015). CMV-S dilaporkan sebagai virus yang dominan terdeteksi pada kedelai di Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi Selatan (Rahim *et al.* 2015; Sulandari *et al.* 2014), dan menyebabkan penurunan produksi hingga 50% (Honda *et al.* 1988).

Strategi pengelolaan virus dapat dilakukan dengan menggunakan benih sehat, menghilangkan tanaman sakit, aplikasi insektisida sintetik untuk mengendalikan serangga vektor, serta menggunakan varietas tahan (Waqar 2017; Kyrychenko dan Kovalenko 2018). Pengelolaan dengan menanam varietas kedelai tahan virus merupakan cara terbaik dan ramah lingkungan. Perakitan varietas unggul kedelai telah banyak dilakukan dengan target produktivitas tinggi, tetapi belum memasukkan karakter ketahanan terhadap virus (Asadi dan Dewi 2010). Beberapa varietas unggul kedelai yang sudah dilepas umumnya belum diketahui tingkat ketahanannya terhadap virus CMV-S. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji respons ketahanan sembilan varietas kedelai unggul terhadap infeksi CMV-S.

BAHAN DAN METODE

Pengujian respons ketahanan varietas unggul kedelai terhadap infeksi CMV-S dilakukan dari bulan Februari sampai Mei 2015 di rumah kaca Cikabayan, Fakultas Pertanian dan di Laboratorium Virologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, IPB University, Dramaga, Bogor.

Inokulum CMV-S yang digunakan adalah koleksi Laboratorium Virologi Tumbuhan, Faperta IPB yang berasal dari Cirebon. CMV-S diperbanyak dengan menginokulasi virus secara mekanis pada daun tanaman kedelai. Carborundum 600 mesh

ditaburkan pada permukaan daun sebelum inokulasi mekanis. Pembuatan sap tanaman sakit dan proses inokulasi mengikuti prosedur yang dilakukan Damayanti dan Panjaitan (2014). Isolasi CMV-S dari tanaman bergejala hasil inokulasi mekanis dilakukan dengan menularkan virus menggunakan 10 ekor imago serangga vektor kutu daun *Aphis glycines* setelah makan akuisisi selama 1 jam pada tanaman sakit ke tanaman kedelai sehat (umur 10 hari) dan dibiarkan makan inokulasi selama semalam. Penularan dengan kutu daun akan memisahkan CMV-S dari *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) yang mungkin menginfeksi inokulum awal. Selanjutnya, tanaman hasil penularan dimurnikan dengan cara menginokulasi secara mekanis dan memanen lesio lokal klorotik dari tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor*. Lesio lokal selanjutnya diinokulasi secara mekanis ke tanaman kedelai sehat dan dipelihara dalam kotak kaca di rumah kaca hingga muncul gejala dan disiapkan sebagai sumber inokulum CMV-S.

Percobaan respons ketahanan terhadap CMV-S menggunakan sembilan varietas kedelai unggul sebagai perlakuan yang disusun dalam rancangan acak lengkap, dan masing-masing perlakuan terdiri atas 15 tanaman sebagai ulangan. Sembilan varietas yang diuji adalah Argomulyo, Anjasmoro, Burangrang, Cikuray, Detam 1, Detam 2, Grobogan, Sinabung, dan Wilis. Setiap varietas diberi perlakuan inokulasi CMV-S dan tanpa inokulasi (kontrol). Tanaman uji diinokulasi secara mekanis pada waktu daun trifoliat pertama membuka penuh (± 14 hari setelah tanam). Setelah diinokulasi, tanaman dipelihara dan dimasukkan ke dalam rumah kaca untuk melindungi tanaman dari serangga.

Pengamatan dilakukan terhadap parameter penyakit yaitu: periode inkubasi, tipe gejala, keparahan penyakit yang ditentukan pada empat minggu setelah inokulasi (MSI), indeks keparahan penyakit, dan titer virus. Periode inkubasi virus dihitung sejak virus diinokulasi hingga menunjukkan gejala pada tanaman. Keparahannya dihitung berdasarkan skor penyakit pada masing-masing tanaman uji. Kategori skor yang digunakan mengacu pada Ntui *et al.* (2014) yaitu:

- 0= tidak bergejala
- 1= gejala mosaik ringan: <25% dari jumlah daun
- 2= gejala mosaik kuning, malformasi: 25–50% dari jumlah daun
- 3= gejala mosaik berat: sampai 75% dari jumlah daun
- 4= gejala mosaik berat: >75% dari jumlah daun

Indeks keparahan penyakit (IKP) dihitung menggunakan rumus yang digunakan Ntui *et al.* (2014):

$$IKP = \frac{\sum n^b}{(N-1)T}$$

Keterangan:

n= jumlah tanaman pada masing-masing skor

b= skor 0-4

N= banyaknya skor yang digunakan

T= jumlah tanaman yang diamati

Kriteria indeks penyakit (IP) sebagai berikut:

Imun: IP= 0,0

Resisten: IP <2,5

Moderat resisten/toleran: IP= 2,5-5,0

Rentan: IP= 5,1-7,5

Sangat rentan: IP >7,5

Titer virus daun tanaman uji dideteksi secara serologi dengan metode *Double Antibody Sandwich ELISA* (DAS-ELISA) menggunakan antiserum spesifik CMV dengan protokol sesuai rekomendasi produsen pembuat antiserum (DSMZ, Jerman). Setiap varietas dibuat lima sampel komposit (satu komposit terdiri dari tiga tanaman), dan setiap komposit dideteksi duplo. Titer virus ditentukan dengan pembacaan hasil uji menggunakan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm. Uji positif jika nilai absorbansi ELISA (NAE) tanaman uji 2 kali lebih besar dari NAE kontrol negatif (tanaman sehat) (Bulletin OEPP/EPPO 2015).

Parameter pertumbuhan yang diamati adalah tinggi tanaman dari minggu ke-1 sampai ke-4 setelah inokulasi (MSI) virus, masa berbunga pada 4 MSI, jumlah bunga mekar pada 5-6 MSI, dan indeks sensitivitas cekaman (S) berdasarkan jumlah bunga mekar. Indeks sensitivitas cekaman (S) dihitung berdasarkan rumus Fischer dan Maurer (1978):

$$S = \frac{(1-Y/Yp)}{(1-X/Xp)}$$

Keterangan:

Y : nilai rata-rata jumlah bunga mekar pada satu varietas yang diinfeksi CMV-S

Yp : nilai rata-rata jumlah bunga mekar pada satu varietas kontrol

X : nilai rata-rata jumlah bunga mekar pada semua varietas yang diinfeksi CMV-S

Xp: nilai rata-rata jumlah bunga mekar pada semua varietas kontrol.

Varietas dikatakan toleran terhadap cekaman jika nilai $S < 0,5$, agak toleran jika S antara $0,5 - \leq 1$, dan rentan jika $S > 1$. Data ditabulasikan pada program *Microsoft Excel 2010* dan dianalisis secara deskriptif berdasarkan hasil rata-rata setiap peubah parameter pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

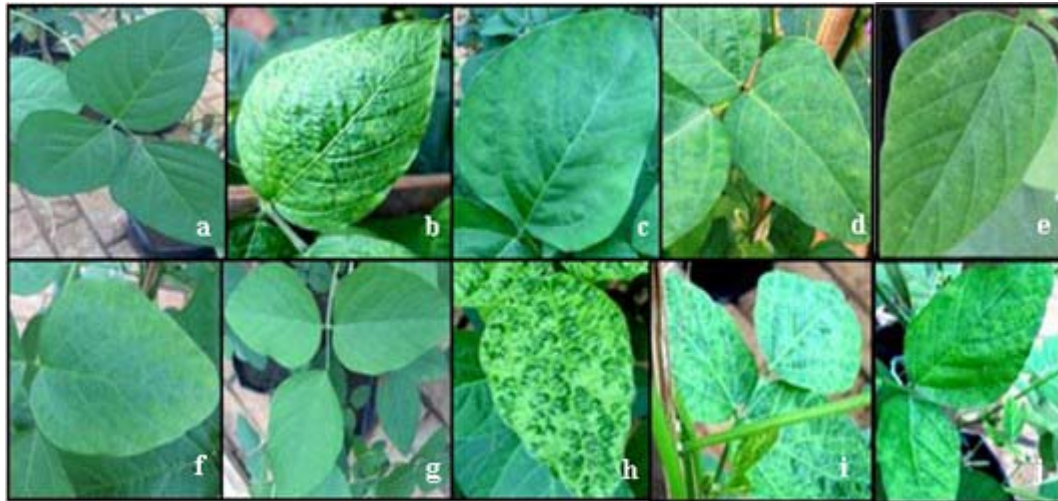
Pengaruh Infeksi CMV-S terhadap Parameter Penyakit

Penularan CMV-S secara mekanis pada sembilan varietas menunjukkan periode inkubasi dan tipe gejala yang berbeda-beda. Periode inkubasi terpendek ditunjukkan oleh varietas Grobogan dan Sinabung yaitu 8-14 hari setelah inokulasi (HSI) dengan gejala mosaik berat, penebalan tulang daun (*vein banding*), dan malformasi (Gambar 1h dan 1i). Periode inkubasi 8-17 HSI ditunjukkan oleh varietas Argomulyo, Anjasmoro, dan Wilis dengan gejala mosaik sedang, *rugos*, malformasi atau penebalan tulang daun (Gambar 1b, 1c, dan 1j). Periode inkubasi terpanjang 13-20 HSI ditunjukkan oleh varietas Detam 1, Detam 2, Cikuray, dan Burangrang dengan gejala mosaik ringan, tanpa atau dengan *rugos*, dan penebalan tulang daun (Gambar 1d, 1e, 1f, 1g, dan Tabel 1).

Periode inkubasi pada sembilan varietas kedelai unggul yang diuji berbeda-beda. Hal ini kemungkinan terkait perbedaan genetik setiap varietas sehingga kemampuan virus menginfeksi serta memperbanyak diri dalam jaringan tanaman inang juga berbeda. Selain itu respons inang tergantung pada kesiapan tanaman untuk menerima virus dan membantu perbanyak virus dalam jaringan tanaman (Hull 2014).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa infeksi CMV-S pada varietas yang berbeda menyebabkan variasi gejala, namun gejala umum yang ditunjukkan adalah mosaik dengan intensitas ringan sampai berat. Secara umum ekspresi gejala penyakit pada tanaman sangat dipengaruhi oleh kerentanan inang, strain virus, lingkungan, dan manusia dalam pemilihan kultivar yang ditanam (Agrios 2005).

Berdasarkan nilai indeks keparahan penyakit (IKP), varietas Grobogan mempunyai IKP tertinggi (mencapai 6,13), sedangkan IKP varietas Detam 1 terendah (0,45). Hasil deteksi serologi terhadap titer virus menunjukkan rata-rata nilai absorbansi ELISA (NAE) sembilan varietas bervariasi antara 0,435-0,802, dengan nisbah 2,18-4,01 kali lebih besar dibandingkan NAE kontrol sehat (Kse).



Gambar 1. Tipe gejala yang muncul pada sembilan varietas yang diinokulasi dengan CMV-S. a) tanaman sehat, b) Argomulyo, c) Anjasmoro, d) Burangrang, e) Cikuray, f) Detam-1, g) Detam-2, h) Grobogan, i) Sinabung, j) Wilis

Hasil ELISA ini selaras dengan nilai IKP, yaitu semakin rendah IKP, NAE juga semakin rendah. Varietas Grobogan mempunyai nisbah NAE tertinggi sebesar 4,01 kali NAE Kse, sedangkan varietas Detam 1 memiliki rasio NAE terendah sebesar 2,18 kali NAE Kse (Tabel 1). Beberapa varietas dengan IKP yang sangat rendah, tetapi positif terinfeksi CMV-S seperti pada varietas Detam 1, Detam 2, dan Burangrang (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga varietas tersebut memiliki ketahanan genetik yang cukup tinggi terhadap infeksi CMV-S, sehingga dapat menekan keparahan penyakit dan replikasi virus dalam tanaman. Fenomena penyembuhan gejala (*symptom recovery*) pada tanaman yang terinfeksi virus dapat terjadi karena peningkatan ketahanan tanaman sejalan dengan umur tanaman yang semakin tua, sehingga gejala tanaman menjadi

ringan dan konsentrasi virus dalam tanaman rendah (Ghosal dan Sanfacon 2015).

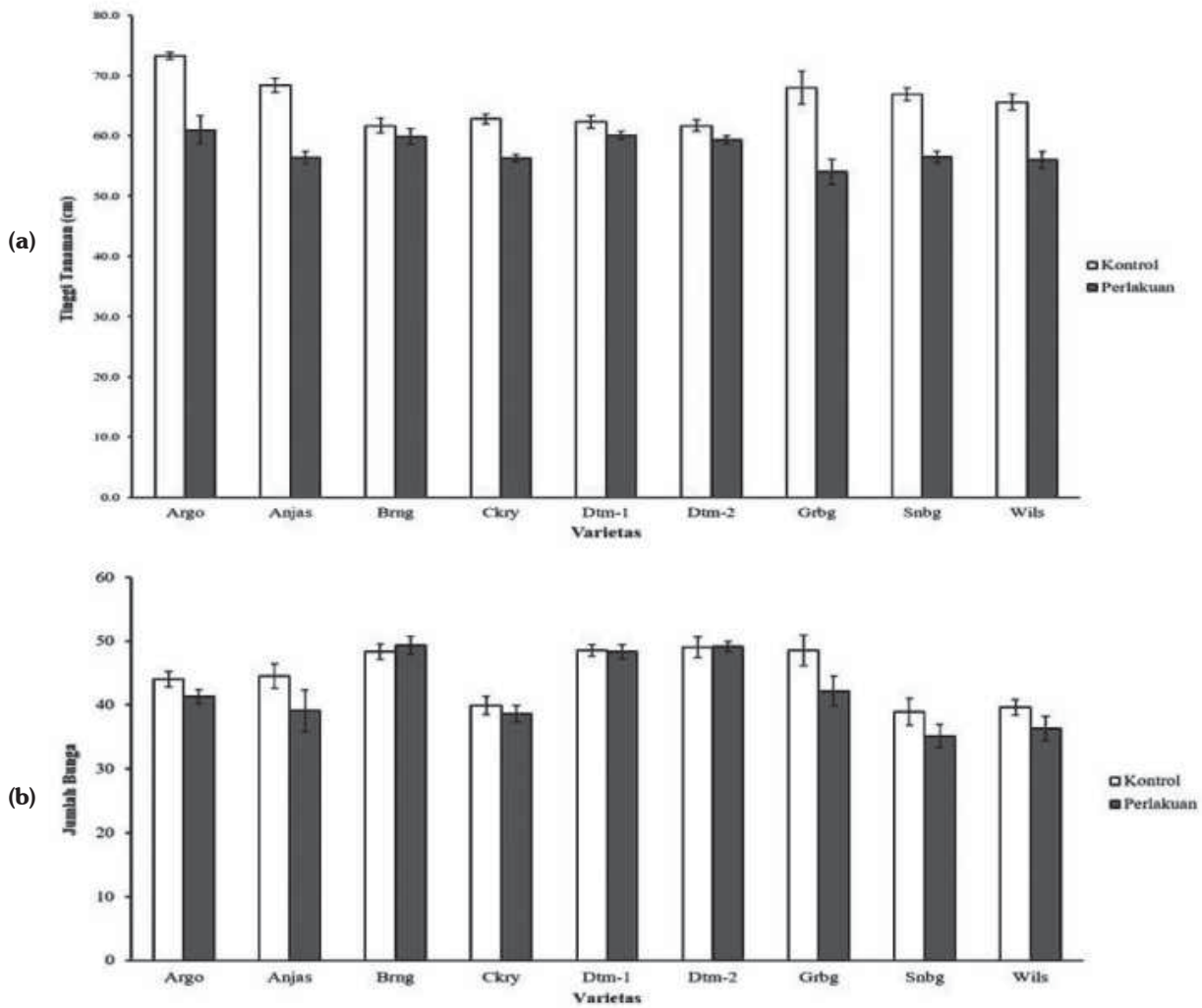
Pengaruh Infeksi CMV-S terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman

Tanaman kedelai yang diinokulasi CMV-S menunjukkan gangguan pertumbuhan dibandingkan dengan tanaman kontrol tidak diinokulasi CMV-S (sehat). Tinggi tanaman sembilan varietas yang diinokulasi CMV-S pada 4 MSI umumnya lebih rendah dibandingkan tanaman kontrol (Gambar 2a). Infeksi SSV (CMV-S) secara signifikan menghambat pertumbuhan tanaman yang diindikasikan oleh pertambahan tinggi tanaman yang lambat (Khalimi dan Suprpta 2011). Virus memanfaatkan asam amino dan nukleotida tanaman inang untuk replikasi yang menyebabkan tanaman kekurangan asam

Tabel 1. Pengaruh infeksi CMV-S terhadap periode inkubasi (PI), indeks keparahan penyakit (IKP), titer virus, dan tipe gejala pada sembilan varietas kedelai. Rumah kaca IPB University, MT Februari–Juni 2015

Varietas	PI (HSI)	IKP	NAE ¹⁾ ELISA	Nisbah NAE Sampel/Kontrol Sehat (Kse) ²⁾	Tipe Gejala
Argomulyo	9 - 17	4,01	0,778±0,07	3,89	Mosaik sedang, <i>rugos</i> , malformasi
Anjasmoro	10 - 16	2,50	0,753±0,06	3,77	Mosaik ringan, <i>rugos</i> , <i>vein banding</i>
Burangrang	14 - 18	0,65	0,439±0,07	2,19	Mosaik ringan, <i>vein banding</i>
Cikuray	13 - 18	2,50	0,653±0,05	3,26	Mosaik ringan, <i>rugos</i> , <i>vein banding</i>
Detam 1	14 - 19	0,45	0,435±0,03	2,18	Mosaik ringan
Detam 2	13 - 20	0,63	0,448±0,03	2,24	Mosaik ringan
Grobogan	8 - 14	6,13	0,802±0,06	4,01	Mosaik berat, <i>vein banding</i> , malformasi
Sinabung	9 - 13	4,01	0,752±0,03	3,76	Mosaik sedang, <i>rugos</i> , <i>vein banding</i>
Wilis	10 - 17	3,87	0,769±0,05	3,84	Mosaik sedang, <i>rugos</i>
Kse	-	-	0,200±0,01	-	-

Keterangan: ¹⁾NAE: nilai absorbsansi ELISA; ²⁾Kse: kontrol sehat; Uji positif jika NAE sampel 2 x NAE Kse (NAE²⁾ 0,400)



Gambar 2. Pengaruh infeksi CMV-S terhadap tinggi tanaman (a) dan jumlah bunga mekar (b) sembilan varietas kedelai yang diinokulasi CMV-S dibandingkan tanaman kontrol. Argo: Argomulyo, Anjas: Anjasmoro, Brng: Burangrang, Ckry: Cikuray, Dtm 1: Detam 1, Dtm 2: Detam 2, Grbg: Grobogan, Snbg: Sinabung, Wils: Wilis

amino dan nukleotida untuk pertumbuhan. Selain itu, infeksi virus menyebabkan jumlah stomata berkurang dan laju transpirasi menurun secara nyata pada tanaman yang rentan dibandingkan dengan tanaman yang tahan (Murray *et al.* 2016).

Masa berbunga sembilan varietas kedelai yang diinokulasi CMV-S cenderung lebih lambat pada beberapa varietas (Argomulyo, Anjasmoro, Grobogan, Sinabung, Wilis), dan jumlah bunga lebih sedikit dibandingkan tanaman kontrol masing-masing varietas (Gambar 2b). Fenomena yang sama dilaporkan Harth *et al.* (2016), bahwa infeksi virus pada tanaman *Cucurbita pepo* juga menyebabkan penurunan jumlah bunga, produksi buah, dan jumlah polen per tanaman.

Secara umum, infeksi CMV-S menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai, tergantung varietas kedelai yang diuji. Infeksi virus menyebabkan perubahan akumulasi protein kloroplas (Sauza *et al.* 2019),

biasanya ditunjukkan dengan gejala akibat perubahan morfologi dan fisiologi tanaman inang yang mengakibatkan penurunan biomassa dan hasil tanaman (Zhao *et al.* 2016). Infeksi CMV dilaporkan menyebabkan penurunan luas daun dan kadar klorofil (Hamida dan Suhara 2013).

Berdasarkan pengukuran nilai indeks sensitivitas cekaman (S) yang dihitung dari jumlah bunga mekar menunjukkan bahwa varietas Burangrang, Detam 1, dan Detam 2 tergolong toleran, Cikuray tergolong agak toleran, sedangkan varietas lainnya tergolong rentan terhadap infeksi CMV-S (Tabel 2). Indeks sensitivitas terhadap cekaman ini tidak hanya dapat mengukur cekaman faktor biotik seperti infeksi patogen, namun dapat juga digunakan dalam menentukan perbedaan genetik tanaman terhadap cekaman abiotik (Jeki 2016).

Varietas Burangrang, Detam 1 dan Detam 2 termasuk toleran berdasarkan indeks sensitivitas cekaman. Ketiga varietas tersebut mampu mentolerir

Tabel 2. Nilai indeks sensitivitas jumlah bunga mekar sembilan varietas kedelai yang diinfeksi CMV-S

Varietas	Nilai Indeks Sensitivitas (S) ¹⁾	Klasifikasi
Argomulyo	1,23	Rentan
Anjasmoro	2,19	Rentan
Burangrang	0,24	Toleran
Cikuray	0,56	Agak toleran
Detam 1	0,09	Toleran
Detam 2	0,04	Toleran
Grobogan	2,23	Rentan
Sinabung	1,72	Rentan
Wilis	1,54	Rentan

Keterangan:¹⁾S <0,5=toleran; S: 0,5-≤1= agak toleran; S>1= rentan

infeksi CMV-S, yang ditunjukkan dari periode inkubasi yang lebih panjang, gejala penyakit yang lebih ringan, titer virus yang lebih rendah, dan pertumbuhan yang kurang terpengaruh. Infeksi virus membajak/modifikasi faktor-faktor tanaman (*host factors*) yang dapat mempengaruhi vigor dan *fitness* tanaman. Toleransi varietas Burangrang, Detam 1, dan Detam 2 terhadap infeksi CMV-S disebabkan virus *fitness* pada ketiga varietas ini berkurang melalui mekanisme pencegahan akumulasi virus atau meminimalkan konsentrasinya atau aktivitas protein virus, sehingga tanaman mampu membatasi kerusakan pada tanaman. Toleransi yang ditunjukkan oleh tanaman terhadap infeksi virus merupakan keseimbangan antara respons pertahanan (*defense response*) tanaman dan pertahanan balasan (*counter-defense*) virus (Paudel dan Sanfacon 2018).

Berdasarkan parameter penyakit (periode inkubasi, IKP, titer virus) dan parameter per-

tumbuhan (jumlah bunga mekar dan indeks sensitivitas cekaman) varietas Grobogan digolongkan rentan, varietas Argomulyo, Anjasmoro, Cikuray, Sinabung, dan Wilis termasuk toleran, dan varietas Burangrang, Detam 1 dan Detam 2 termasuk tahan terhadap infeksi CMV-S (Tabel 3).

Ketahanan yang ditunjukkan oleh varietas Burangrang, Detam 1 dan Detam 2 kemungkinan terkait dengan kemampuan tanaman secara genetik menghasilkan senyawa inhibitor. Varietas Burangrang adalah kedelai kuning yang tahan terhadap cekaman salinitas (Dianawati *et al.* 2013), sedangkan varietas Detam 1 dan Detam 2 adalah kedelai dengan kulit biji berwarna hitam yang kaya kandungan antosianin. Kandungan antosianin pada kulit biji kedelai hitam lebih tinggi dibandingkan kedelai kuning, seperti pada varietas Detam 1 (Agustin 2010). Hal ini kemungkinan menyebabkan kedelai dengan kulit biji berwarna hitam cenderung lebih tahan terhadap cekaman biotik, seperti patogen. Antosianin sebagai salah satu turunan flavonoid terlibat dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit karat (Lu *et al.* 2017), dan resistensi terhadap antraknosa pada mangga berkulit merah (Sivankalyani *et al.* 2016).

Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu cara pengendalian kultur teknis dalam mengendalikan CMV-S. Namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan sumber gen tahan untuk merakit kedelai dengan produksi tinggi dan tahan virus. Ketiga varietas yang menunjukkan respons tahan CMV-S dapat dipertimbangkan sebagai tetua pada perakitan varietas unggul yang berproduksi tinggi dan tahan CMV-S.

Tabel 3. Respons ketahanan sembilan varietas kedelai terhadap infeksi CMV-S. Rumah kaca IPB University, MT Februari–Juni 2015

Varietas	PI ¹⁾	IKP ²⁾	Rasio NAE ³⁾ Sampel/Kse	Σ Bunga Mekar	S ⁴⁾	Respons
Argomulyo	++	++	++	+	++	Toleran
Anjasmoro	++	++	++	++	++	Toleran
Burangrang	+	+	+	-	-	Tahan
Cikuray	+	++	++	-	+	Toleran
Detam 1	+	+	+	-	-	Tahan
Detam 2	+	+	+	-	-	Tahan
Grobogan	++	+++	++	++	++	Rentan
Sinabung	++	++	++	+	++	Toleran
Wilis	++	++	++	++	+++	Toleran

Keterangan: ¹⁾Periode Inkubasi. ²⁾Indeks keparahan penyakit. ³⁾Nilai absorbansi ELISA, ⁴⁾Indeks sensitivitas cekaman. PI: + = gejala muncul lebih dari 12 hari, ++ = gejala muncul pada 7-14 hari, +++ = gejala muncul kurang dari 7 hari. IKP: + = <2,5 tahan, ++ = 2,5-5,0 toleran, +++ = 5,1-7,5 rentan. Rasio NAE Sampel/Kse(-): + = NAE 2<x<3 kali kontrol negatif, ++ = NAE 3<x<5 kali kontrol negatif, +++ = NAE >5 kali kontrol negatif. Σbunga mekar: - = tidak berbeda nyata dengan kontrol, + = berbeda nyata dengan kontrol, ++ = berbeda sangat nyata dengan kontrol

KESIMPULAN

Gejala dan ketahanan tanaman kedelai terhadap infeksi CMV-S beragam antarvarietas. Infeksi CMV-S menghambat tinggi tanaman dan jumlah bunga mekar. Varietas Grobogan tergolong rentan terhadap infeksi CMV-S, varietas Argomulyo, Anjasmoro, Cikuray, Sinabung, dan Wilis tergolong toleran, sedangkan varietas Burangrang, Detam 1, dan Detam 2 tergolong tahan. Ketiga varietas yang tergolong tahan berpotensi sebagai sumber ketahanan terhadap penyakit CMV-S dalam program pemuliaan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Badan Sumber Daya Manusia Pertanian Kementerian Pertanian RI untuk penulis pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin H. 2010. Hubungan antara kandungan antosianin dengan ketahanan benih terhadap pengusangan cepat beberapa varietas kedelai. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Asadi, Dewi N. 2010. Identifikasi sumberdaya genetik kedelai tahan virus kerdil kedelai. Buletin Plasma Nutfah 16(2): 107-112.
- Bulletin OEPP/EPPO. 2015. PM 7/125 (1) ELISA tests for viruses. Bulletin 45(3): 445-449.
- Damayanti TA, Wiyono S. 2015. Genetic diversity of *cucumber mosaic virus* strain soybean from several areas. Microbiology Indonesia 9(1): 44-49.
- Damayanti TA, Panjaitan MT. 2014. Aktivitas antivirus beberapa ekstrak tanaman terhadap *Bean common mosaic virus* strain *Black Eye Cowpea* (BCMV-BIC) pada kacang panjang. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika 14(1): 32-40.
- Dianawati M, Handayani DP, Matana YR, Belo SM. 2013. Pengaruh cekaman salinitas terhadap viabilitas dan vigor benih dua varietas kedelai (*Glycine max.* L.). AGROTROP: Journal on Agricultural Science 3(2): 35-41.
- Fischer RA, Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research 29:897-912.
- Ghosal B, Sanfacon H. 2015. Symptom recovery in virus-infected plants: Revisiting the role of RNA silencing mechanisms. Virology 479-480: 167-179.
- Hamida R, Suhara C. 2013. Pengaruh infeksi *Cucumber mosaic virus* (CMV) terhadap morfologi, anatomi, dan kadar klorofil daun tembakau Cerutu. Buletin Tanaman Tembakau, Serat, dan Minyak Industri 5(1): 11-19.
- Harth JE, Winsor JA, Weakland DR, Nowak KJ, Ferrari MJ, Stephenson AG. 2016. Effects of virus infection on pollen production and pollen performance: Implications for the spread of resistance alleles. American Journal of Botany 103(3): 577-583.
- Honda JS, Muhsin M, Iizuka N, Yoshida K. 1988. Comparisons among Indonesia isolates and Japanese strains of *Soybean stunt virus*. Japan Agricultural Research Quarterly 22(1): 14-19.
- Hong JS, Masuta C, Nakano M, Abe J, Uyeda I. 2003. Adaptation of *cucumber mosaic virus* soybean strain (SSVs) to cultivated and wild soybeans. Theoretical and Applied Genetic 107: 49-53.
- Hull R. 2014. Plant Virology. 5th Edition. Elsevier Inc. London, Massachusetts, San Diego.
- Jacquemond M. 2012. *Cucumber mosaic virus*. Advance of Virus Research 84: 439-504.
- Jeki. 2016. Indeks sensitivitas stres beberapa varietas padi gogo pada cekaman kekeringan. Agrotekbis 4(4): 369-373.
- Khalimi K, Suprpta DN. 2011. Induction of plant resistance against *Soybean stunt virus* using some formulations of *Pseudomonas aeruginosa*. Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences 17(1): 98-105.
- Kyrychenko AM, Kovalenko OG. 2018. Basic Engineering Strategies for Virus-Resistant Plants. Cytology and Genetic 52: 213-221.
- Lu Y, Chen Q, Bu Y, Luo R, Hao S, Zhang J, Tian J, Yao Y. 2017. Flavonoids accumulation plays an important role in the rust resistance of *Malus* plant leaves. Frontiers in Plant Science 8: 1-13.
- Mauck KE, De Moraes CM, Mescher MC. 2014. Biochemical and physiological mechanisms underlying effects of *Cucumber mosaic virus* on host-plant traits that mediate transmission by aphid vectors(. Plant, Cell, and Environment 37: 1427-1439.
- Murray RR, Emblow MSM, Hetherington AM, Foster GD. 2016. Plant virus infection control stomatal development. Scientific Reports 6: 1-7.
- Ntui VO, Kong K, Azadi P, Khan RS, Chin DP, Igawa T, Mii M, Nakamura I. 2014. RNAi-mediated resistance to *Cucumber mosaic virus* (CMV) in genetically engineered tomato. American Journal of Plant Sciences 5: 554-572.
- Paudel DB, Sanfacon H. 2018. Exploring the diversity of mechanisms associated with plant tolerance to virus infection. Frontiers in Plant Science 9: 1-20.
- Rahim YF, Damayanti TA, Ghulamahdi M. 2015. Deteksi virus yang menginfeksi kedelai di Jawa. Jurnal Fitopatologi Indonesia 11(2): 59-67.
- Sauza PFN, Garcia-Ruiz H, Carvalho FEL. 2019. What proteomics can reveal about plant-virus interactions? Photosynthesis-related proteins on the spotlight.

- Theoretical and Experimental Plant Physiology 31: 227-248.
- Sivankalyani V, Feygenberg O, Diskin S, Wright B, Alkan N. 2016. Increased anthocyanin and flavonoids in mango fruit peel are associated with cold and pathogen resistance. *Postharvest Biology and Technology* 111:132-139.
- Sulandari S, Hartono S, Maryudani YMS, Paradisa YB. 2014. Deteksi dan sebaran *Soybean mosaic virus* (SMV) dan *Soybean stunt virus* (SSV) di berbagai sentra produksi kedelai di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 8(2): 71–78.
- Waqar I. 2017. Management of plant virus diseases; farmer's knowledge and our suggestions. *Hosts and Viruses* 4(2): 28-33.
- Zhao J, Zhang X, Hong Y, Liu Y. 2016. Chloroplast in plant-virus interaction. *Frontiers in Microbiology* 7: 1-20.
-