

Tanaman Penghalang dan Ekstrak Daun Pagoda untuk Mengendalikan Bean Common Mosaic Virus pada Kacang Panjang di Lapangan (Barrier Crop and Pagoda Leaf Extract to Control Bean Common Mosaic Virus on Yard Long Bean in the Field)

Damayanti, TA dan Pebriyeni, L

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB, Jln. Kamper, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, 16680

E-mail: triasmiradamayanti@gmail.com

Naskah diterima tanggal 15 Oktober 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 18 Februari 2015

ABSTRAK. *Bean common mosaic virus* (BCMV) merupakan salah satu virus penting penyebab penyakit mosaik pada kacang panjang. Di lapangan, virus ini ditularkan dan disebarkan oleh kutudaun secara nonpersisten dan terbawa benih sehingga pengendalian BCMV yang tepat perlu diupayakan. Penelitian bertujuan menguji keefektifan tanaman penghalang dan ekstrak daun pagoda yang diaplikasi secara tunggal atau kombinasi terhadap penekanan infeksi BCMV di lapangan. Jagung sebagai tanaman penghalang ditanam 4 minggu sebelum kacang panjang. Penyemprotan ekstrak daun pagoda pada daun dilakukan 1 hari sebelum penularan BCMV. Penularan BCMV oleh *Aphis craccivora* bersayap yang mengandung virus serta dilepaskan pada empat titik di lapangan. Peubah yang diamati adalah periode inkubasi, kejadian dan keparahan penyakit, serta titer BCMV. Gejala yang teramati bervariasi dari mosaik ringan sampai mosaik berat, mosaik kuning, kuning, tulang daun menjaring, serta malformasi daun dan buah. Periode inkubasi dari tanaman perlakuan relatif 1–2 hari lebih lama dibanding kontrol tanpa perlakuan. Kejadian, keparahan penyakit, dan titer BCMV dari tanaman perlakuan nyata lebih rendah dibandingkan kontrol. Di antara semua perlakuan yang diuji, aplikasi tanaman penghalang dikombinasikan dengan ekstrak daun pagoda merupakan perlakuan yang paling baik dalam menekan BCMV sebesar 68,43% di lapangan.

Katakunci: *Clerodendrum japonicum*; Kacang panjang; Pengendalian; Tanaman penghalang; Virus mosaik

ABSTRACT. *Bean common mosaic virus* (BCMV) is the one of an important virus and it considered as one of causal of mosaic diseases on yard long bean. The research was done to test the effectiveness of barrier crop and *pagoda* leaf extract which applied either singly or in combination to suppressed BCMV infection in the field. Maize as barrier crop was grown at 4 weeks prior yard long bean. *Pagoda* leaf extract was applied as leaf spraying at 1 day prior BCMV transmission. BCMV was transmitted by releasing viruliferous alatae *Aphis craccivora* at four site points in the field. The incubation period, disease incidence, severity, and BCMV titre were observed. The symptom were vary from mild up to severe mosaic to yellow mosaic, yellowing, leaf vein netting, leaf and fruit malformation. The incubation period of treatment plants were tend to 1–2 days longer than untreated control. The disease incidence, severity, and BCMV titre of the treatment plants were significantly lower than untreated control plants. Among tested treatments, application of barrier crop in combine with *pagoda* leaf extract was the best treatment in suppressing BCMV up to 68.43% in the field significantly.

Keywords : *Clerodendrum japonicum*; Yard long bean; Control; Barrier crop; Mosaic virus

Kacang panjang (*Vigna sinensis*) merupakan sayuran penting yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Produksi kacang panjang Indonesia berfluktuasi dari tahun ke tahun dan salah satu penyebabnya adalah karena gangguan penyakit. Pada tahun 2008–2009 telah terjadi ledakan penyakit mosaik kuning akibat serangan *bean common mosaic virus* (BCMV) strain *black eye cowpea* (BCMV-BIC) pada tanaman kacang panjang yang meluas di beberapa daerah di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Kejadian penyakit BCMV di lapangan dapat mencapai 80–100% (Damayanti *et al.* 2009).

Pengendalian penyakit virus secara umum dapat dilakukan dengan cara pengendalian serangga vektor, karantina, menggunakan benih yang sehat dan bebas virus, dan sebagainya. Selain itu pemanfaatan substansi antivirus dari ekstrak tanaman dilaporkan mampu mengendalikan beberapa virus karena mengandung

ribosome inactivating proteins (RIPs) (Verma *et al.* 1998) dan ekstrak tanaman merupakan salah satu agens yang dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman (Deepthi *et al.* 2007). Pengendalian penyakit virus yang efektif adalah menggunakan varietas tahan, namun tidak banyak tersedia kultivar komersial dan tahan virus di pasar.

Tanaman penghalang (*barrier crop*) yang ditanam dipinggir atau di antara tanaman utama merupakan tanaman sekunder yang dapat melindungi tanaman primer dari infeksi virus yang ditularkan kutudaun secara nonpersisten. Penggunaan tanaman penghalang termasuk suatu teknik budidaya yang mengarah pada teknik pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Tanaman penghalang ini berfungsi untuk mengalihkan vektor kutudaun makan pada tanaman tersebut sebelum masuk ke tanaman utama sehingga kutudaun yang pindah ke tanaman primer telah bebas

dari virus. Beberapa tanaman yang berfungsi sebagai tanaman penghalang infeksi virus nonpersisten antara lain adalah gandum, sorgum, bunga matahari, jagung oat, dan okra (Hussein & Samad 1993, Dhanju *et al.* 1995, Difonso *et al.* 1996, Avilla *et al.* 1996, Hooks *et al.* 1998, Fereres 2000, Anandam & Doraiswamy 2002).

Penggunaan tanaman penghalang berhasil diaplikasikan untuk mengendalikan beberapa virus seperti *potato leaf roll virus* (PLRV), *potato virus Y* (PVY), dan *bean yellow mosaic virus* (BYMV) (Mannan 2003, Saucke & Doring 2004, Jones 2005). Namun, potensi keberhasilan penggunaan tanaman penghalang sebagai taktik manajemen serangga vektor masih sangat sedikit mendapat perhatian dibandingkan strategi manajemen lainnya. Padahal taktik ini dapat dipertahankan untuk mengurangi kejadian penyakit dan penyebaran virus tular kutudaun secara non persisten (Hooks & Fereres 2006).

Berdasarkan hasil penelitian di rumah kaca, penggunaan jagung sebagai tanaman penghalang efektif menekan kejadian penyakit mosaik kuning yang disebabkan oleh BCMV pada kacang panjang sampai 93,33% (Suryadi *et al.* 2008) dan dapat ditekan sampai 100% dengan menggunakan ekstrak daun pagoda (Kurnianingsih & Damayanti 2012). Keefektifan penggunaan tanaman penghalang dan ekstrak daun pagoda dalam menekan BCMV masih sebatas percobaan rumah kaca. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah menguji keefektifan tanaman penghalang dan ekstrak daun pagoda baik digunakan secara tunggal ataupun kombinasi untuk menekan infeksi BCMV yang ditularkan kutudaun di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Agustus sampai Desember 2012 di Lahan Kebun Percobaan Cikabayan dan Laboratorium Virologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Faperta, IPB.

Perbanyakan Inokulum

Isolat BCMV strain *black eye cowpea* (BCMV-BIC) asal Cangkurawok, Bogor yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Virologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman IPB. Inokulum diperbanyak pada tanaman kacang panjang kultivar Parade. Kacang panjang yang berumur 7 hari setelah tanam (HST) diinokulasi dengan BCMV secara mekanis dan dipelihara sebagai sumber inokulum.

Penularan mekanis BCMV dilakukan sesuai dengan yang dilakukan oleh Damayanti *et al.* (2013). Daun sakit (sumber inokulum) digerus dalam bufer fosfat

pH 7 dengan perbandingan 1:10 (b/v). Sap dioleskan ke daun tanaman sehat yang telah diberi carborundum 600 mesh, kemudian setelah diinokulasi daun dibilas dengan air mengalir.

Penyiapan Kutudaun Bersayap yang Mengandung Virus

Aphis craccivora dari lapangan dibebasviruskan pada daun talas selama semalam. Kutudaun yang lahir dipelihara pada tanaman kacang panjang sehat. Identifikasi kutudaun dilakukan berdasarkan kunci identifikasi Blackman & Eastop (2000). Kemudian kutudaun dipindahkan pada tanaman sakit dan dibiarkan hingga muncul populasi kutudaun bersayap.

Persiapan Lahan dan Tanaman Uji

Petak percobaan berada pada lahan dengan kontur rata. Petak percobaan terdiri atas 24 petak, masing-masing berukuran 2 m × 5 m, dengan jarak antarpetak 60 cm. Petak perlakuan diacak dan setiap perlakuan terdiri atas enam petak ulangan. Sebagai tanaman penghalang, jagung varietas Pertiwi ditanam 4 minggu sebelum penanaman kacang panjang. Benih kacang panjang kultivar Parade ditanam sebanyak tiga benih per lubang. Tanaman yang paling baik dan seragam pertumbuhannya dipilih untuk digunakan sebagai tanaman uji, tanaman sisanya dicabut. Pemupukan dan pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai petunjuk Adijaya *et al.* (2005).

Pembuatan Ekstrak Tanaman

Daun pagoda (*Clerodendrum japonicum*) digerus dengan mortar dalam air steril 1 : 10 (b/v), kemudian disaring untuk mendapatkan ekstrak daun kasar. Ekstrak kasar diaplikasikan pada tanaman kacang panjang yang telah berumur 10 dan 20 HST dengan cara disemprotkan ke daun.

Perlakuan

Perlakuan yang diuji ada empat, yaitu TP+EDP= tanaman penghalang + ekstrak daun pagoda, TP = tanaman penghalang, EDP = ekstrak daun pagoda, dan K= kontrol. Penularan virus dilakukan dengan melepaskan kutudaun bersayap yang telah makan akuisisi pada tanaman sakit ke pertanaman pada empat titik sudut lahan percobaan. Tata letak percobaan disusun dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan enam petak tiap perlakuan sebagai ulangan.

Peubah Pengamatan

Peubah pengamatan yang diamati sebagai berikut :

1. Periode inkubasi virus dan tipe gejala
2. Persentase kejadian penyakit (KP) dihitung dari

minggu ke 1–8 setelah penularan BCMV terhadap semua tanaman uji ditiap petak dengan rumus :

$$\text{Kejadian penyakit} = \frac{\sum \text{tanaman terinfeksi}}{\sum \text{tanaman yang diuji}} \times 100\%$$

- Persentase keparahan penyakit dihitung dari minggu ke 1–8 setelah penularan BCMV terhadap semua tanaman uji ditiap petak dengan menggunakan skala kategori serangan sebagai berikut : 0 = tidak bergejala, 1 = gejala mosaik ringan, 2 = gejala mosaik sedang, 3 = gejala mosaik berat, dan 4 = gejala mosaik berat dengan malformasi daun yang parah, kerdil, atau mati (Gambar 1).

Nilai skor yang diukur dikonversi dalam nilai keparahan penyakit:

dimana :

$$I = \frac{\sum (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

I = Keparahen penyakit

n_i = Jumlah tanaman dengan skor ke-i

v_i = Nilai skor penyakit

N = Jumlah tanaman yang diamati

V = Skor tertinggi

Seluruh data intensitas penyakit digunakan untuk membuat grafik perkembangan penyakit. Menurut Strange (2003), total luas area di bawah kurva perkembangan penyakit (*area under disease progress curve*/AUDPC) dihitung dengan menggunakan rumus :



Gambar 1. Skor keparahan penyakit berdasarkan gejala. (a) skor 0, (b) skor 1, (c) skor 2, (d) skor 3, dan (e) skor 4 (*Disease severity scoring based on symptoms (a) score 0, (b) score 1, (c) score 2, (d) score 3, and (e) score 4*)

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i + t_{i+1}}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

dimana:

Y_i = Data pengamatan ke-i

Y_{i+1} = Data pengamatan ke-i+1

t_i = Waktu pengamatan ke-i

t_{i+1} = Waktu pengamatan ke-i+1

Tingkat hambatan relatif (THR) penyakit karena perlakuan dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{THR} = \frac{\text{AUDPC}_{\text{kontrol positif}} - \text{AUDPC}_{\text{perlakuan}}}{\text{AUDPC}_{\text{kontrol positif}}} \times 100\%$$

Titer BCMV dideteksi secara serologi pada sampel yang berumur 4 minggu setelah penularan.

Deteksi BCMV secara Serologi

BCMV dideteksi dengan metode *indirect* ELISA (I-ELISA) menggunakan antiserum spesifik BCMV dengan prosedur sesuai panduan produsen antiserum (Agdia Inc). Sampel uji diambil dari 10 tanaman contoh dari tiap petak perlakuan yang diambil secara diagonal menyilang. Setiap perlakuan dideteksi secara komposit masing-masing enam sampel komposit yang mewakili ulangan tiap perlakuan. Pengujian dinyatakan positif jika nilai absorbansi ELISA (NAE) tanaman uji nilainya dua kali NAE kontrol negatif (sehat). Persentase THR virus dihitung berdasarkan rumus;

$$\text{THR}_{\text{virus}} = \frac{\text{NAE kontrol} - \text{NAE perlakuan}}{\text{NAE kontrol}} \times 100\%$$

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Tata letak percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan enam petak tiap perlakuan sebagai ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) menggunakan MINITAB Release 14.12.0. Perlakuan yang memberikan pengaruh nyata diuji dengan uji lanjut *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Periode Inkubasi dan Tipe Gejala

Periode inkubasi ialah waktu yang dibutuhkan virus sejak inokulasi tanaman hingga gejala pertama pada

tanaman. Berdasarkan pengamatan diperoleh beragam periode inkubasi pada tiap perlakuan yang berkisar antara 11–13 hari setelah inokulasi (HSI). Periode inkubasi terpanjang ditunjukkan oleh perlakuan TP+EDP dan tersingkat pada perlakuan kontrol, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata (Tabel 1).

Gejala tanaman yang teramati bervariasi seperti mosaik ringan sampai berat, daun agak menggulung dan mengerut sepanjang tulang daun (malformasi daun), tulang daun menjaring (*vein netting*), dan malformasi pada daun-daun muda dan buah. Gejala yang diamati di lapangan ini lebih parah pada tanaman kontrol dibandingkan tanaman perlakuan lainnya. Gejala infeksi BCMV-BIC umumnya berupa mosaik, malformasi daun, penebalan tulang daun, dan klorosis ringan sampai sedang, namun tidak seterang dan sekuning yang diamati di lapangan. Gejala yang lebih parah terutama pada tanaman kontrol diduga karena adanya infeksi campuran virus lain yang terjadi secara alami bersama BCMV.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kejadian dan Keparahan Penyakit

Perkembangan kejadian penyakit diamati mulai 2 minggu setelah inokulasi (MSI) dan semakin meningkat hingga minggu ke-8. Kejadian penyakit tanaman perlakuan nyata lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa perlakuan pada 2–7 MSI, dan tidak berbeda nyata pada 8 MSI (Tabel 2, Gambar 2). Kejadian penyakit mulai minggu ke-1 sampai ke-8 sebesar 0–72,6% pada perlakuan TP+EDP, 0–71,1% pada perlakuan TP, 0–74,1% pada perlakuan EDP dan 0–77,8% pada kontrol tanpa perlakuan (K).

Keparahan penyakit semua tanaman perlakuan juga nyata lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol tanpa perlakuan (Tabel 3, Gambar 3). Keparahan penyakit dari minggu ke-1 sampai ke-8 masing-masing sebesar 0–58,1% pada perlakuan TP+EDP, 0–58,5% pada perlakuan TP, 0–61,3% pada perlakuan EDP, dan 0–75,8% pada tanaman kontrol tanpa perlakuan (K).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap periode inkubasi dan tipe gejala BCMV pada tanaman (*Effect treatments on incubation periods and type of BCMV symptom in plants*)

Perlakuan ¹⁾ (<i>Treatments</i>)	Periode inkubasi (HSI ³) (<i>Incubation period</i>)	Tipe gejala ⁴⁾ (<i>Type of symptom</i>)
TP+EDP	13,50 ± 2,43 a ²⁾	Mr,Ms
TP	12,17 ± 2,32 a	Mr,Ms
EDP	12,33 ± 2,94 a	Mr,Ms
K	11,17 ± 3,13 a	Mr,Ms,Mb,Vn

¹⁾TP+EDP= tanaman penghalang + ekstrak daun pagoda (*barrier crop + pagoda leaf extract*), TP= tanaman penghalang (*barrier crop*), EDP= ekstrak daun pagoda (*pagoda leaf extract*), K=kontrol (*control*)

²⁾Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan $\alpha = 5\%$ (*value which is followed by the different letter in the same column showed significantly different based on DMRT test $\alpha = 5\%$*)

³⁾Hari setelah tanam (*day after planting*)

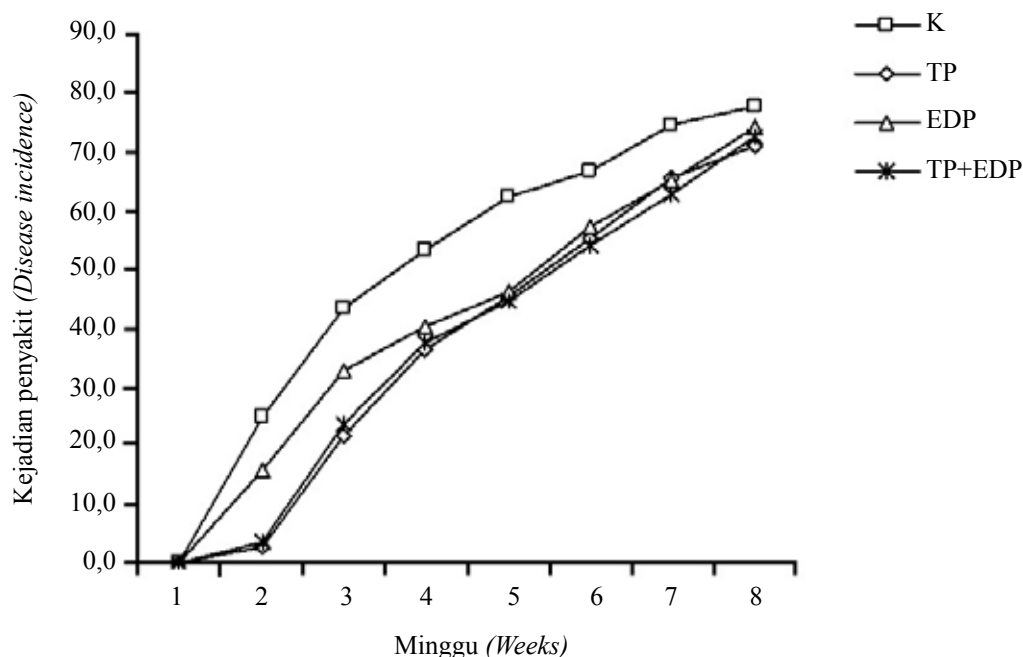
⁴⁾Mr = mosaik ringan (*mild mosaic*), Ms = mosaik sedang (*moderate mosaic*), Mb = mosaik berat (*severe mosaic*), Vn= *vein netting* (tulang daun menjala)

Tabel 2. Perkembangan kejadian penyakit (%) dari minggu ke 1–8 [*Development of disease incidence (%) from week 1–8*]

Minggu ke- (<i>Week</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)			
	K	TP	EDP	TP+EDP
1	0,0 ± 0,0 a ¹⁾	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
2	24,8 ± 23,5 a	2,6 ± 2,2 b	15,6 ± 11,2 ab	3,6 ± 5,3 b
3	43,3 ± 13,2 a	21,9 ± 7,1 b	32,9 ± 9,9 ab	23,7 ± 9,1 b
4	53,3 ± 9,2 a	36,3 ± 3,4 b	40,4 ± 8,1 b	37,4 ± 5,5 b
5	62,3 ± 15,0 a	45,2 ± 6,9 a	46,3 ± 6,5 a	44,8 ± 4,8 a
6	66,7 ± 4,7 a	55,2 ± 7,1 b	57,4 ± 7,5 b	54,1 ± 7,4 b
7	74,8 ± 5,4 a	65,4 ± 8,8 b	65,2 ± 7,3 ab	62,9 ± 12,6 b
8	77,8 ± 6,9 a	71,1 ± 9,0 a	74,1 ± 8,9 a	72,6 ± 14,9 a

¹⁾Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$ (*value which is followed by the same letter in the same row showed not different based on DMRT test $\alpha = 5\%$*)

Rerata kejadian penyakit dihitung dari keseluruhan tanaman dalam tiap petak ulangan pada tiap perlakuan (*Mean of disease incidence is measured from total plants in each replicate plots on each treatment*)



Gambar 2. Perkembangan kejadian penyakit tanaman dari minggu ke 1–8 (*Development of disease incidence from week 1–8*)

Pengaruh Perlakuan terhadap Titer BCMV

Nilai absorbansi ELISA (NAE) merupakan gambaran kuantitatif virus yang menginfeksi tanaman. NAE tanaman perlakuan TP+EDP yang diambil pada 4 MSI lebih rendah dibandingkan NAE kontrol tanpa perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan TP dan EDP. Pada 4 MSI keparahan penyakit pada semua tanaman perlakuan nyata lebih rendah dengan gejala yang sangat ringan dibandingkan keparahan tanaman kontrol (Tabel 3).

Perlakuan kombinasi TP + EDP menunjukkan NAE 2–3 kali lebih rendah dibandingkan perlakuan tunggal dan kontrol (Tabel 4). NAE perlakuan tunggal tidak berbeda nyata dengan kontrol walaupun lebih rendah. Hal ini menunjukkan perlakuan kombinasi TP + EDP lebih mampu menekan infeksi BCMV secara nyata.

Pengaruh Perlakuan terhadap Nilai AUDPC dan Penghambatan Penyakit dan Virus

Nilai AUDPC perlakuan TP+EDP dan TP secara nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan EDP dan kontrol. AUDPC perlakuan EDP lebih rendah dibandingkan kontrol, namun secara statistik tidak berbeda nyata (Tabel 4).

Penghambatan penyakit tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan TP (61,45%) dan penghambatan virus tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan TP+EDP (68,43%), sedangkan perlakuan EDP saja hanya mampu menekan penyakit dan virus sebesar 28,75% dan 32,50%.

Perlakuan tunggal TP mampu menghambat penularan BCMV melalui kutudaun. Kutudaun tidak dapat langsung menularkan BCMV ke tanaman kacang panjang karena terhalang tanaman jagung. Perlakuan EDP menunjukkan kurang mampu menekan penyakit jika dibandingkan perlakuan TP+EDP dan TP sehingga perlakuan terbaik dalam menekan BCMV di lapangan adalah perlakuan kombinasi TP+EDP. TP menghalangi penularan BCMV secara langsung ke tanaman kacang panjang dan EDP meningkatkan penghambatan infeksi BCMV yang terbawa oleh kutudaun.

Mekanisme penekanan kejadian penyakit virus adalah sebagai berikut: (1) tanaman penghalang berperan sebagai bak cuci (*sink*) untuk vektor virus nonpersisten yang kehilangan kemampuannya menularkan virus setelah akuisisi karena virus hilang pada tanaman penghalang, (2) tanaman penghalang yang lebih tinggi menjadi penghalang fisik (*physical barrier*) bagi kutudaun untuk menularkan virus, dan (3) kamuflase atau *masking* tanaman inang. Perilaku kutudaun bersayap sangat kuat merespons stimulus visual dan akan mendatangi tanaman karena adanya kontras antara latar belakang warna tanah dan warna hijau daun. Penggunaan tanaman penghalang menyebabkan kepadatan tanaman di lapangan lebih tinggi. Hal ini menyebabkan target tanaman utama kurang dikenali oleh kutudaun untuk dikolonisasi (Hooks & Fereres 2006).

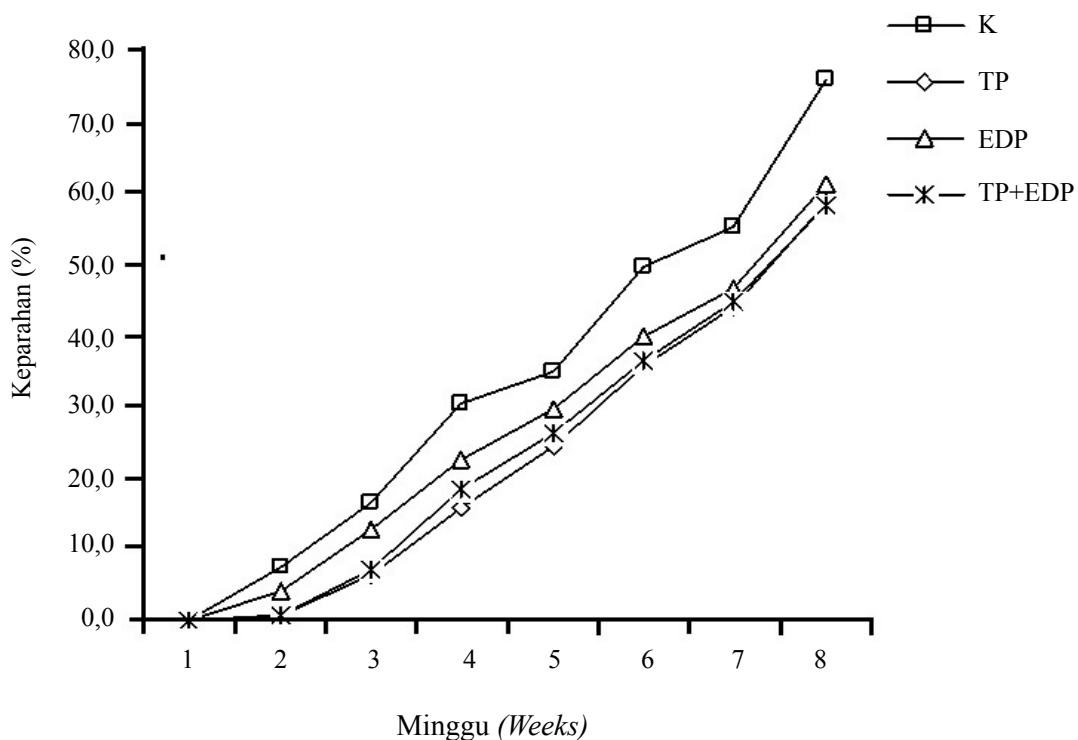
Penyebaran virus nonpersisten melalui kutudaun biasanya dimulai dari pinggiran pertanaman. Ada dua

Tabel 3. Perkembangan keparahan penyakit (%) dari minggu ke 1–8 [Development of disease severity (%) from week 1–8]

Minggu Ke- (Week)	Perlakuan (Treatments)			
	K	TP	EDP	TP+EDP
1	0,0 ± 0,0 a ¹⁾	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
2	7,5 ± 6,3 a	0,7 ± 0,7 b	4,1 ± 3,0 ab	0,6 ± 1,3 b
3	16,5 ± 8,7 a	6,5 ± 2,3 b	12,7 ± 5,6 ab	7,1 ± 3,2 b
4	30,6 ± 8,5 a	15,9 ± 3,5 c	22,4 ± 6,2 b	18,3 ± 4,3 bc
5	35,1 ± 9,0 a	24,5 ± 4,5 b	29,5 ± 5,2 ab	26,3 ± 3,9 b
6	49,4 ± 8,9 a	35,6 ± 5,5 b	39,9 ± 6,6 b	36,3 ± 3,4 b
7	55,2 ± 7,3 a	44,0 ± 5,5 b	46,7 ± 6,6 b	44,8 ± 4,0 b
8	75,8 ± 15,5 a	58,5 ± 6,9 b	61,3 ± 5,5 b	58,1 ± 8,0 b

¹⁾Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$ (value which is followed by the same letter in the same row showed not different based on DMRT test $\alpha = 5\%$)

Rerata keparahan penyakit dihitung dari keseluruhan tanaman dalam tiap petak ulangan pada tiap perlakuan (Mean of disease severity is measured from total plants in each replicate plots on each treatment)



Gambar 3. Perkembangan keparahan penyakit tanaman dari minggu ke 1–8 (Development of disease severity from week 1–8)

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap AUDPC, penghambatan penyakit, dan virus sampai pada 4 MSI (Effect treatment on AUDPC, disease and virus inhibition at 4 WPI)

Perlakuan ¹⁾ (Treatments)	AUDPC	THR Penyakit (relative inhibition level of disease), %	NAE (ELISA absorbance value)	THR virus (Relative inhibition level of virus), %
TP+EDP	16,85 ± 5,85 bc ²⁾	57,12	0,202 ± 0,086 b	68,43
TP	1,15 ± 4,21 c	61,45	0,423 ± 0,306 ab	33,91
EDP	28,00 ± 11,5 ab	28,75	0,432 ± 0,192 ab	32,50
K	39,30 ± 18,70 a	00,00	0,640 ± 0,248 a	00,00

¹⁾TP+EDP= tanaman penghalang + ekstrak daun pagoda (barrier crop + pagoda leaf extract), TP= tanaman penghalang (barrier crop), EDP= ekstrak daun pagoda (pagoda leaf extract), K=kontrol (control)

²⁾Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan $\alpha = 5\%$ (value which is followed by the different letter in the same column showed significantly different based on DMRT test $\alpha = 5\%$)

macam perilaku serangga vektor seperti kutudaun yang menguntungkan untuk dimanfaatkan dalam pengendalian virus nonpersisten, yaitu (1) kutudaun tidak dapat membedakan antara inang dan bukan inangnya sampai kutudaun mencoba makan pada tanaman yang didatanginya dan (2) perilaku mencoba-coba dengan menusukkan stilet pada tanaman sebelum mulai makan (*probing*). Oleh karena TP lebih tinggi dari tanaman utama maka kutudaun akan terlebih dahulu mendatangi TP yang berada di pinggir pertanaman, kemudian kutudaun menusuk-nusukkan stilet yang membawa virus pada TP. Masa retensi virus nonpersisten yang singkat selama beberapa menit sampai beberapa jam (Astier *et al.* 2006) dalam stilet menyebabkan virus hilang pada TP selama masa *probing*, sebelum serangga vektor mencapai tanaman utama (Hooks & Fereres 2006). Selain itu, kutudaun menghabiskan lebih banyak waktu dan energi mencoba makan pada tanaman bukan inang (TP), sehingga alokasi energi menjadi lebih sedikit untuk mengkolonisasi dan makan pada inang utamanya (Powell *et al.* 1995).

Berdasarkan hasil deteksi serologi terhadap semua tanaman contoh dari tiap petak ulangan, pada perlakuan TP+EDP tidak satupun terdeteksi positif mengandung BCMV, walaupun beberapa tanaman menunjukkan gejala terinfeksi virus dengan gejala daun kuning pada bagian pucuk tanaman yang lebih tinggi dari TP (pada minggu ke-8 setelah perlakuan). Hal ini menunjukkan BCMV dapat dikendalikan dengan perlakuan kombinasi TP+EDP. Namun, karena adanya infeksi campuran yang terjadi secara alami di lapangan menyebabkan munculnya gejala yang berbeda dari gejala infeksi BCMV-BIC. Dalam penelitian ini tidak dilakukan deteksi terhadap virus lainnya yang menginfeksi secara alami di lapangan.

Keefektifan TP jagung dan EDP dalam menekan BCMV pada penelitian ini tidak seefektif di rumah kaca seperti yang telah dilaporkan Suryadi *et al.* (2008) dan Kurnianingsih & Damayanti (2012). Banyak faktor yang memengaruhi keefektifan pengendalian virus di lapangan, seperti faktor angin yang akan mempercepat vektor menemukan tanaman inang walaupun ada TP, adanya infeksi patogen lain (virus, cendawan) dan serangga lainnya.

Infeksi virus lain yang berasosiasi dengan penyakit mosaik kuning yang ditemukan di lapangan yaitu CMV (Damayanti *et al.* 2009) dan *mungbean yellow mosaic begomovirus* (Nurulita 2013, komunikasi pribadi) yang menginfeksi kacang panjang secara tunggal maupun ganda dengan BCMV. Infeksi campuran beberapa virus yang berbeda dapat menekan (*mutual antagonistik*) atau meningkatkan konsentrasi virus (*mutual sinergistik*) yang menginfeksi secara bersama.

Mutual antagonistik terjadi pada infeksi campuran antara *cauliflower mosaic caulimovirus* (CaMV) dan *turnip mosaic potyvirus* (TuMV) yang menginfeksi *brassica* (Martin & Elena 2009) dan antara *tobacco mosaic tobamovirus* (TMV) dan *potato virus X* (PVX) pada tomat (Bolagun *et al.* 2002). Hal ini menjelaskan NAE BCMV tanaman perlakuan yang relatif rendah dibandingkan dengan NAE awal inokulum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan tanaman penghalang dan ekstrak daun pagoda secara kombinasi efektif dalam menekan kejadian dan keparahan BCMV pada tanaman kacang panjang di lapangan dibandingkan perlakuan tunggal dan kontrol. Perlu dilakukan kajian terkait pentingnya komposisi tanaman penghalang dalam bentuk diversifikasi tanaman seperti tumpang sari, tanaman penutup, tanaman pinggir, atau tanaman antara, dan pengaruhnya terhadap perilaku serangga vektor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh kerjasama penelitian *International Plant Viruses Diseases Network* (IPVDN) –IPM CRSP tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adijaya, IN, Yasa, MR & Sukadana, M 2005, *Respon kacang panjang terhadap pemupukan organik dan anorganik di lokasi prima tani lahan kering Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Bali, Bali* [ID]: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali, diunduh 14 Februari 2013, <<http://ntb.litbang.deptan.go.id/ind/2006/TPH/responkcpanjang.doc>>.
2. Anandam, RJ & Doraiswamy, S 2002, 'Role of barrier crops in reducing the incidence of mosaic disease in chilli', *J. Plant Dis. Prot.*, vol. 109, pp. 109-12.
3. Astier, S, Albouy, J, Maury, Y, Robaglia, C & Lecoq, H 2006, *Principles of plant virology: Genome, pathogenicity, virus ecology*, Enfield (NH) Jersey Plymouth, Science Publishers.
4. Avilla, C, Collar, JL, Duque, M, Hernaiz, P, Martin, B & Fereres, A 1996, 'Cultivos barera como metodo de control de virus no persistentes en pimiento', *Bol. San. Veg. Plagas* 22, pp. 301-7.
5. Blackman, RL & Eastop, VF 2000, *Aphids on the world crop: An identification and information guide*, The Natural History Museum, London (UK).
6. Bolagun, OS, Xu, L, Teraoka, K & Hosokawa, D 2002, 'Effect of single and double infections with *potato virus X* and *tobacco mosaic virus* on disease development, plant growth and virus accumulation on tomato', *Fitopatol. Bras.*, vol. 27, no 3, pp. 241-8.
7. Damayanti, TA, Alabi, OJ, Naidu, RA & Rauf, A 2009, 'Severe outbreak of a yellow mosaic disease on the yard long bean in Bogor, West Java', *Hayati J. Biosci.*, vol. 16, no. 2, pp. 78-82.

8. Damayanti, TA, Haryanto & Wiyono, S 2013, 'Pemanfaatan kitosan untuk pengendalian *bean common mosaic virus* (BCMV) Pada Kacang Panjang', *J.HPT Trop.*, vol. 13, no. 2, hlm.110-6.
9. Deepthi, N, Madhusudhan, KN, Udayashankar, AC, Kumar, HB, Prakash, HS & Shetty, HS 2007, 'Effect of plant extracts and acetone precipitated proteins from six medicinal plants against tobamovirus infection', *Inter. J. Virol.*, vol. 3, no. 2, pp. 80-7.
10. Dhanju, KS, Chowfla, SC & Handa, AK 1995, 'Effect of barrier crops and spacing on the incidence of mosaic disease and yield of french bean', *Legume Res.*, vol. 18, pp. 113-6.
11. Difonzo, CD, Ragsdale, DW, Radcliffe, EB, Gudmestad, NC, Secor, GA & Ebesu, RH 1996, 'Crop borders reduce *potato virus Y* incidence in seed potato', *Ann. Appl. Biol.*, vol. 129, pp. 289-302.
12. Fereres, A 2000, 'Barrier crops as a cultural control measure of non persistently transmitted aphid-borne viruses', *Virus Res.*, vol. 71, pp. 221-31.
13. Hooks, CRR, Valenzuela, HR & Defrank, J 1998, 'Incidence of pest and arthropod natural enemies in zucchini grown in living mulches', *Agric. Ecosys. Environ.*, vol. 69, pp. 217-31.
14. Hooks, CRR & Fereres, A 2006, 'Protecting crops from non persistently aphid-transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool', *Virus Res. J.*, vol. 120, pp. 1-6.
15. Hussein, MY & Samad, NA 1993, 'Intercropping chilli with maize or brinjal to suppress populations of *Aphis gossypii* Glov, and transmission of chili viruses', *Int. J. Pest Manage.*, vol. 39, pp. 216-22.
16. Jones, RAC 2005, 'Patterns of spread of two non-persistently aphid-borne virus in lupin stands under four different infection scenarios', *Ann. Appl. Biol.*, vol. 146, no. 3, pp. 337-50.
17. Kurnianingsih, L & Damayanti, TA 2012, 'Lima ekstrak tumbuhan untuk menekan infeksi *bean common mosaic virus* pada tanaman kacang panjang', *J. Fitopatol. Indones.*, vol. 8 no.6, hlm. 155-60.
18. Mannan, MA 2003, 'Some aspects of integrated management of potato aphid, *Myzus persicae* (Sulz.)', (Homoptera: Aphididae)', *Thai J. Agric. Sci.*, vol. 36, pp. 97-103.
19. Martin, S & Elena, SF 2009, 'Application of game theory to the interaction between plant virus during mixed infections', *J. Gen. Virol.*, vol. 90, pp. 2815-20.
20. Powell, G, Pirone, T & Hardie, J 1995, 'Aphid stylet activities during *potyvirus* acquisition from plants and an *in vitro* system that correlate with subsequent transmission', *European J. Plant Pathol.*, vol. 101, pp. 411-20.
21. Saucke, H & Doring, TF 2004, '*Potato virus Y* reduction by straw mulch in organic potatoes', *Ann. Appl. Biol.*, vol. 144, pp. 344-55.
22. Strange, RN 2003, *Introduction to plant pathology*, John Willey and Sons Ltd, New York (US).
23. Suryadi, D, Defaosandi, A, Nursyamsih & Supatmi 2008, '*Barrier crop* untuk mengendalikan penyakit mosaik pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.)', PKM, Bogor (ID):Institut Pertanian Bogor.
24. Verma, HN, Baranwal, VK & Srivastava, S 1998, 'Antiviral substances of plant origin', di dalam Hadidi A, Khetarpal RK & Koganezawa H, (eds.), *Plant viruses diseases control*, St. Paul (US)', APS Press., pp. 154-62.