VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Virus pada Tanaman Indikator

Pengujian penularan CMV tanaman indikator *Gomphrena globosa* dan *Chenopodium quinoa* menunjukkan adanya perbedaan masa inkubasi serta gejala yang muncul. Berdasarkan hasil pengamatan, masa inkubasi dan gejala serangan pada tanaman indikator yang diinokulasi CMV tersaji pada tabel 1.

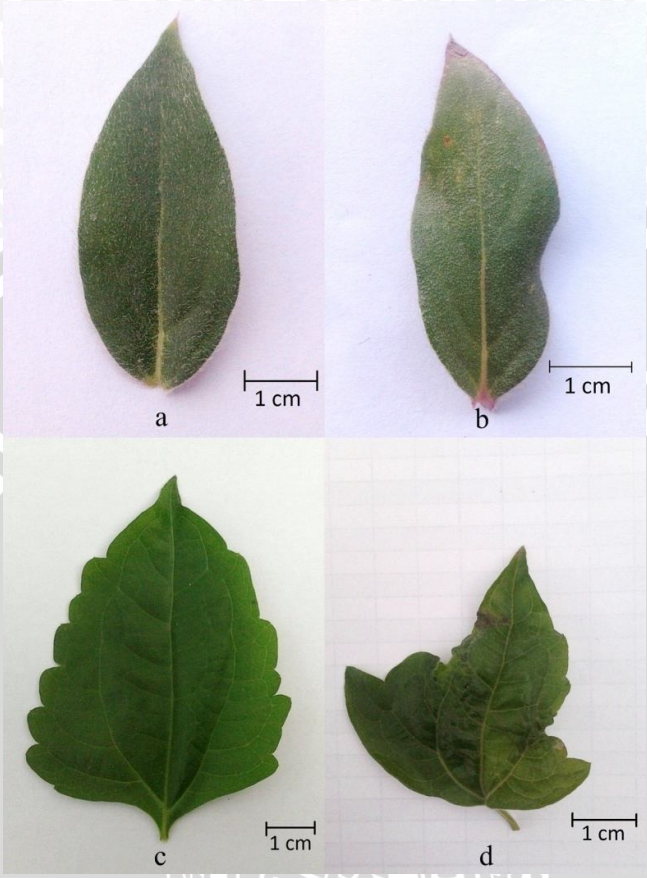
Tabel 1. Masa Inkubasi dan Gejala CMV pada Tanaman Indikator

Tanaman Indikator	Masa Inkubasi (hari)	Gejala
Gomphrena globosa	9-14	Lesio lokal, Mosaik, Malformasi
Chenopodium quinoa	5-8	Mosaik, Malformasi

Hasil pengamatan pada tanaman indikator *G. globosa* dan *C. quinoa* yang diinokulasi CMV (Tabel 1) menunjukkan bahwa tanaman *G. globosa* mempunyai masa inkubasi antara 9 sampai dengan 14 hsi (hari setelah inokulasi). Gejala yang muncul berupa terjadinya gejala lesio lokal pada daun yang telah diinokulasi CMV, gejala tersebut nampak pada hari ke 9 setelah inokulasi. Gejala selanjutnya pada hari ke 14 setelah inokulasi terjadi mosaik yaitu perubahan warna daun menjadi hijau pucat atau kekuningan dengan batas yang jelas dengan warna hijau daun dan kemudian diikuti perubahan bentuk atau malformasi yaitu terjadi penyempitan dan penggulungan pada lembaran daun (Gambar 5b). Gejala tampak pada daun *G. globosa* yang diinfeksi CMV pada pengujian ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Purivirojkul *et al.* (1978) bahwa gejala CMV pada *G. globosa* yaitu lesio lokal berwarna merah berukuran kecil dan terjadinya mosaik yang kemudian dilanjutkan dengan terjadinya malformasi yaitu daun melipat sehingga menjadi lebih sempit.

Tanaman indikator *C. quinoa* memiliki masa inkubasi selama 5 sampai dengan 8 hsi dengan gejala perubahan warna daun menjadi mosaik kuning tidak teratur yang selanjutnya terjadi malformasi pada daun yaitu daun mengeriting dan terjadi penyempitan sehingga menjadi lebih sempit (Gambar 5d) dibandingkan dengan daun *C. quinoa* yang sehat (Gambar 5c). Gejala tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Purivirojkul *et al.* (1978) bahwa gejala *C. quinoa* yang

diinokulasi CMV menunjukkan gejala mosaik yaitu warna hijau daun berubah menjadi kekuningan atau klorosis.



Gambar 5. Tanaman Indikator (a) Daun *G. globosa* Sehat, (b) Daun *G. globosa* Terinfeksi CMV, (c) Daun *C. quinoa* Sehat, (d) Daun *C. quinoa* Terinfeksi CMV

Berdasarkan pengujian CMV yang telah dilakukan pada tanaman indikator *G. globosa* dan *C. quinoa* diketahui bahwa inokulum CMV yang digunakan menunjukkan gejala yang sama dengan yang telah dijelaskan oleh Purivirojkul *et al.* (1978). Hal ini membuktikan bahwa inokulum yang digunakan adalah benar CMV sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

4.2. Identifikasi Gulma Berdaun Lebar pada Pertanaman Tomat

Inventarisasi gulma berdaun lebar dilakukan pada pertanaman tomat di Desa Tegalweru, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Identifikasi dilakukan dengan mengamati morfologi tanaman sampel yang masih utuh. Hasil dari identifikasi gulma berdaun lebar yang telah ditemukan pada pertanaman tomat menunjukkan enam jenis gulma berdaun lebar yang berbeda, yaitu: *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Synedrella nodiflora*, *Commelina diffusa*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea*. Menurut Moenandir (2010), gulma berdaun lebar yang dapat dijumpai pada pertanaman tomat antara lain *Alternanthera philoxeroides* (kremah). *Portulaca oleraceae* (krokot), *Ageratum conyzoides* (wedusan), *Amaranthus spinosus* (bayam duri), dan *Amaranthus retroflexus* (bayam-bayaman hijau).

Khetarpal *et al.* (1998) menjelaskan bahwa berbagai spesies gulma dapat menjadi inang CMV sehingga dapat menjadi sumber virus bagi tanaman budidaya lain. Beberapa jenis gulma yang dapat menjadi inang CMV antara lain *Datura stramonium*, *Datura metal*, *Triathema pentandra*, *Portulaca oleracea*, serta *Cyperus rotundus* (Iqbal *et al.*, 2011). Oleh karena itu enam jenis gulma yang telah ditemukan di pertanaman tomat tersebut berpeluang sebagai sumber inokulum CMV pada tanaman tomat.

4.3. Respon Gulma Berdaun Lebar terhadap Infeksi CMV

Penularan virus CMV dilakukan secara mekanis pada enam jenis gulma berdaun lebar yang berbeda, yaitu: *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Synedrella nodiflora*, *Commelina diffusa*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea*.

Pengamatan gejala pada enam gulma berdaun lebar yang diinokulasi CMV menunjukkan empat jenis gulma yang bereaksi positif. Keempat jenis gulma tersebut adalah *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea*. Sedangkan *Synedrella nodiflora* dan *Commelina diffusa* tidak menunjukkan gejala terinfeksi CMV.

Tabel 2. Respon gulma berdaun lebar setelah diinokulasi CMV

Jenis Gulma Berdaun lebar	Gejala	Masa lnkubasi (hari)
Commelina benghalensis	Ll, Mos, Mlf	9-10
Ageratum conyzoides	Mlf, Mos	10-12
Synedrella nodiflora	-	-
Commelina diffusa	-	-
Emilia sonchifolia	Mos	8-11
Portulaca oleracea	Mlf, Mos	6-8

Ket. : Ll = Lesio lokal, Mos = Mosaik, Mlf = Malformasi, - = Tanpa Gejala

Hasil inokulasi CMV pada *Commelina benghalensis* mula-mula menunjukkan gejala lesio lokal kemudian mosaik pada daun muda dan akan terus berkembang seiring dengan perkembangan gulma. Daun mengalami perubahan warna yaitu melemahnya warna hijau pada daun dan mengalami malformasi (Gambar 6b) yaitu daun menjadi lebih mengeriting dibandingkan dengan daun *Commelina benghalensis* yang sehat (Gambar 6a). Gejala muncul pada 9-12 hari setelah inokulasi.

Gejala infeksi CMV pada *Ageratum conyzoides* nampak pada 10-12 hari setelah inokulasi. Daun menunjukkan gejala malformasi yaitu daun berubah bentuk menjadi keriting dan menggulung ke dalam. Selanjutnya daun menunjukkan klorosis yaitu melemahnya warna hijau daun dan berubah menjadi mosaik kekuningan yang menyebar pada sekitar daun yang telah diinokulasi CMV (Gambar 6d).

Emilia sonchifolia yang telah diinokulasi oleh CMV menunjukkan gejala mosaik yang bersifat sistemik. Gejala muncul pada 8-11 hari setelah inokulasi dan cepat menyebar pada daun-daun lainnya. Daun menunjukkan belang berwarna hijau dan kuning dengan batas yang membaur yang selanjutnya akan menyebar sehingga warna daun berubah menjadi kekuningan seluruhnya. Infeksi CMV juga menyebabkan gulma ini menjadi terhambat pertumbuhannya sehingga tumbuhan menjadi kerdil (Gambar 6f).

Infeksi CMV pada *Portulaca oleracea* menunjukkan gejala malformasi pada daun yaitu daun berkerut dan mengeriting dan selanjutnya berubah warna menjadi mosaik (Gambar 6h). Gejala muncul pada 6-8 hari setelah inokulasi dan selanjutnya infeksi dapat mudah menyebar ke daun pada cabang-cabang lainnya.

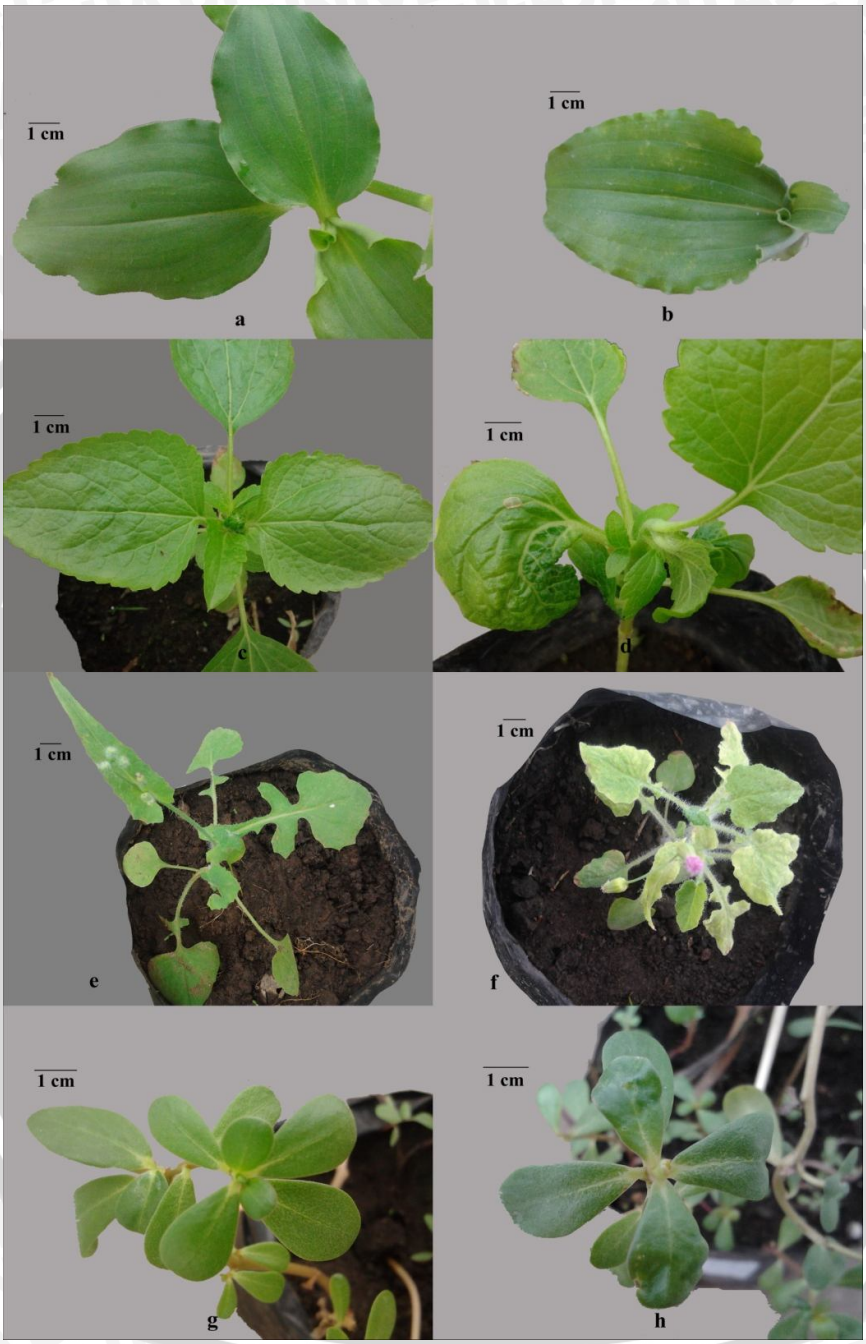
Berdasarkan hasil pengamatan *Portulaca oleracea* memiliki masa inkubasi yang lebih cepat dibandingkan dengan tiga gulma lainnya yaitu *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, dan *Emilia sonchifolia* (tabel 2), sedangkan *Synedrella nodiflora* dan *Commelina diffusa* tidak menunjukkan gejala terinfeksi CMV setelah diinfeksi CMV dan dilakukan pengamatan selama 14 hari.

Hasil gejala yang ditunjukkan masing-masing gulma berdaun lebar setelah diinokulasi CMV menunjukkan perbedaan antara gulma yang satu dengan yang lainnya. Perbedaan gejala CMV yang nampak pada beberapa gulma berdaun lebar tersebut diduga disebabkan oleh faktor jenis gulma yang diinfeksi, hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Bos (1990) bahwa virus mutlak bergantung pada sel tanaman inang untuk replikasinya, sehingga perbedaan fase pertumbuhan tanaman dan faktor lingkungan akan mempengaruhi perkembangan virus yang diekspresikan dalam bentuk gejala. Serangan virus juga tergantung kemampuannya dalam menginfeksi dan memperbanyak diri di jaringan inang serta kerentanan inang, yaitu kesiapan inang dalam menghadapi virus.

Enam jenis gulma yang telah diinokulasi CMV dan diinkubasi selama 14 hari tersebut selanjutnya dilakukan uji balik pada tanaman cabai. Gulma yang menunjukkan gejala terinfeksi CMV maupun yang tidak menunjukkan gejala dibuat sap dan diinokulasikan pada tanaman cabai sehat untuk dilakukan pengamatan. Penularan ini bertujuan untuk mengetahui apakah gejala yang muncul dari masing-masing gulma sebagai sumber inokulum CMV tersebut menunjukkan gejala yang sama dengan sumber inokulum cabai sebelumnya.

Berdasarkan hasil dari uji balik ke tanaman cabai, enam jenis gulma berdaun lebar yang diujikan tidak semuanya menunjukkan gejala yang sama dengan sumber inokulum CMV cabai. Terdapat empat jenis gulma yang memiliki gejala serangan yang sama dengan sumber inokulum CMV dari enam jenis gulma yang telah diujikan. Keempat jenis tanaman cabai terinfeksi CMV gulma berdaun lebar yang memiliki sifat gejala yang sama dengan sumber inokulum dan berhasil dalam uji balik ke tanaman cabai tersebut antara lain *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea*. Sedangkan *Synedrella nodiflora* dan *Commelina diffusa* tidak menunjukkan gejala yang sama

dengan sumber inokulum CMV sehingga tidak digunakan untuk pengujian selanjutnya.



Gambar 6. Gejala Infeksi CMV pada Berbagai Gulma Berdaun Lebar (a) *Commelina benghalensis* sehat, (b) *Commelina benghalensis* terinfeksi CMV, (c) *Ageratum conyzoides* sehat, (d) *Ageratum conyzoides* terinfeksi CMV, (e) *Emilia sonchifolia* sehat, (f) *Emilia sonchifolia* terinfeksi CMV, (g) *Portulaca oleracea* sehat, (h) *Portulaca oleracea* terinfeksi CMV

4.4. Hasil Inokulasi CMV ke Tanaman Tomat

4.4.1. Hasil Percobaan Pengaruh jenis Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum terhadap Penularan CMV Melalui Vektor *Myzus persicae* pada Tanaman Tomat

Hasil inokulasi CMV ke tanaman tomat sehat melalui vektor diketahui bahwa empat jenis gulma berdaun lebar yang digunakan mempunyai potensi sebagai sumber inokulum CMV pada tanaman tomat.

Gejala yang muncul pada saat pengujian meliputi perubahan warna daun dan malformasi (perubahan bentuk). Tomat yang terinfeksi CMV mula-mula menunjukkan gejala mosaik yaitu warna hijau daun yang tidak merata karena dibeberapa bagian tercampur warna pucat atau kekuning-kuningan yang menyebar dengan batas membaur. Daun yang terserang CMV selanjutnya mengalami perubahan bentuk menjadi berkeriput, menyempit, serta terjadi penebalan pada tulang-tulang daun. Tanaman tomat kemudian akan terhambat pertumbuhannya dan pada beberapa tanaman akan menyebabkan kerdil. Gejala CMV pada tanaman tomat ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Hadiastono (2006) bahwa gejala CMV tomat berupa mosaik pada daun yang berkembang sempurna disertai malformasi, selanjutnya akan menyebabkan tanaman kerdil (Gambar 7). Pada awalnya gejala bersifat lokal hanya pada bagian daun yang diinokulasikan saja kemudian gejalanya menjadi sistemik yaitu menyerang seluruh bagian daun tanaman. Hadiastono (1998) mengemukakan bahwa penyebaran beberapa jenis virus dapat berlangsung secara sistemik karena dapat menginfeksi semua sel atau jaringan hidup tanaman.

Hasil analisis ragam dari inokulum empat jenis gulma berdaun lebar pada pengamatan sampai 14 hsi menunjukkan bahwa keempat jenis gulma berdaun lebar yaitu *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea* mempunyai pengaruh terhadap intensitas serangan CMV. Rata-rata intensitas serangan CMV yang berasal dari gulma berdaun lebar sebagai sumber inokulum setelah diuji BNT dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Intensitas Serangan CMV (%) pada Tanaman Tomat yang Diinokulasi Virus Menggunakan Vektor *M. persicae* dari Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum

Jenis Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum CMV	Intensitas Serangan CMV (%)
Commelina benghalensis	30,00 b
Ageratum conyzoides	23,33 ab
Emilia sonchifolia	13,33 a
Portulaca oleracea	43,33 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada uji BNT 5% (BNT=13.27)

Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan intensitas serangan antara empat jenis gulma berdaun lebar yang dijadikan inokulum CMV. Perlakuan yang memiliki intensitas serangan tertinggi adalah inokulum CMV dari gulma *Portulaca oleracea* yaitu sebesar 43,33%, kemudian dilanjutkan dengan perlakuan *Commelina benghalensis* sebagai inokulum sebesar 30% yang tidak berpengaruh nyata dengan *Ageratum conyzoides* sebesar 23,33% dan *Portulaca oleracea*. Intensitas serangan terendah terdapat pada perlakuan *Emilia sonchifolia* sebagai inokulum CMV yaitu sebesar 13,33%.

Perbedaan intensitas serangan CMV ini diduga karena adanya perbedaan konsentrasi virus yang terkandung pada empat jenis gulma yang diujikan. Gulma dengan konsentrasi virus tinggi akan menyebabkan tingkat serangan yang tinggi pula pada tanaman tomat yang ditulari. Perbedaan konsentrasi virus ini akan mempengaruhi kemampuan penularan pada masing-masing gulma. Hal ini sesuai dengan penjelasan dari Gaswanto *et al.* (2004) bahwa terhadap korelasi yang sangat nyata antara intensitas serangan penyakit dengan konsentrasi virus yang terkandung dalam tanaman. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Gaswanto *et al.* (2009) memberikan kesimpulan bahwa semakin tinggi konsentrasi virus pada tanaman maka akan memberikan indeks gejala penyakit yang tinggi pula.

Emilia sonchifolia memiliki tingkat serangan yang paling rendah serta *Synedrella nodiflora* dan *Commelina diffusa* yang tidak menunjukkan gejala terinfeksi CMV diduga karena gulma tersebut memiliki komponen kimia dalam sel yang berperan dalam menghambat perkembangan virus. Seperti yang

dijelaskan oleh Mathhews (1981) bahwa beberapa tanaman memungkinkan memiliki senyawa kimia yang dapat menjadi inhibitor terhadap infeksi virus contohnya adalah senyawa protein, fenolik, asam sitrat, serta aldehid. Senyawa-senyawa ini dapat menurunkan keberhasilan infeksi virus. Persentase serangan yang rendah serta tidak munculnya gejala serangan CMV pada tomat menunjukkan bahwa senyawa kimia berupa inhibitor yang terdapat pada gulma tersebut mampu menekan perkembangan virus.

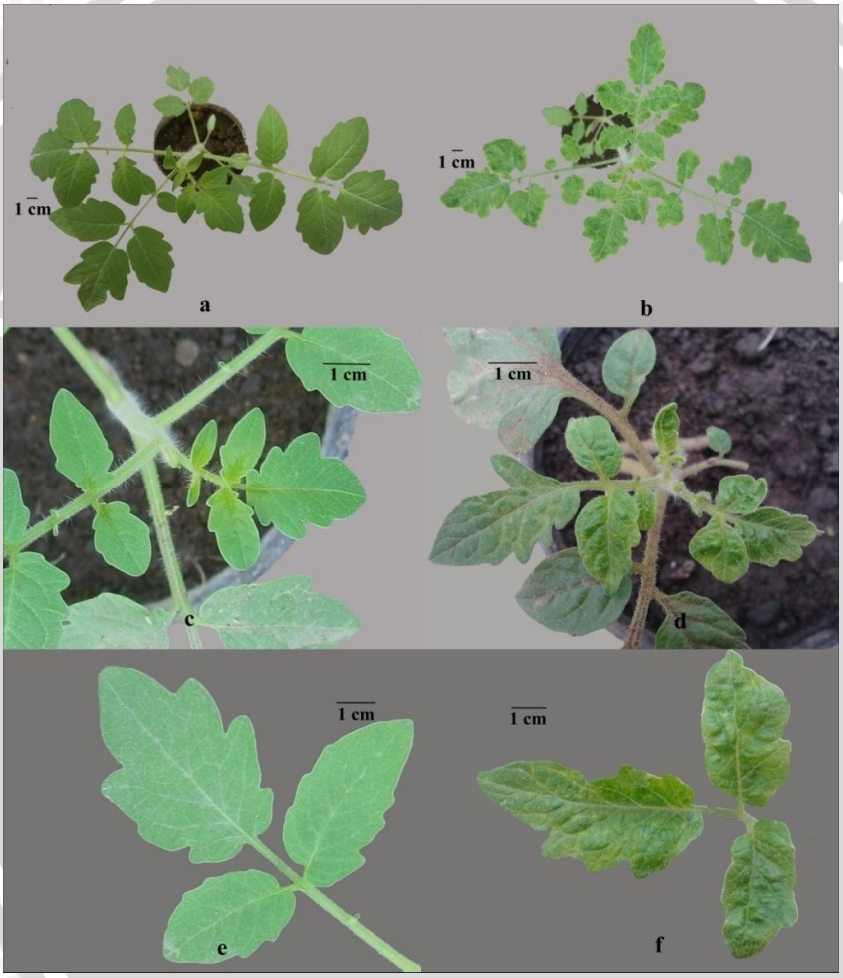
Tabel 4. Rata-rata Masa Inkubasi CMV pada Tanaman Tomat yang Diinokulasi Virus Menggunakan Vektor *M. persicae* dari Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum

Jenis Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum CMV	Masa Inkubasi (hari)
Commelina benghalensis	6,00 a
Ageratum conyzoides	7,67 b
Emilia sonchifolia	8,67 b
Portulaca oleracea	5,67 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata pada uji BNT 5% (BNT=1.61)

Berdasarkan rata-rata masa inkubasi hasil penularan isolat empat jenis gulma berdaun lebar menunjukkan adanya perbedaan. Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa isolat CMV *Portulaca oleracea* memliki masa inkubasi paling cepat yaitu 5,67 hari, tidak berbeda nyata dengan *Commelina benghalensis* yang mempunyai masa inkubasi 6 hari. Masa inkubasi kedua gulma tersebut berpengaruh nyata dengan gulma *Ageratum conyzoides* yaitu 7,67 hari dan *Emilia sonchifolia* dengan masa inkubasi 8,67 hari. Adanya perbedaan masa inkubasi tersebut bisa dipengaruhi oleh jenis tanaman serta kecepatan multiplikasi virus dalam jaringan tanaman. Dugaan ini diperkuat oleh Hadiastono (2010) yang menyatakan bahwa Pergerakan dan penyebaran virus di dalam tanaman akan terjadi apabila ada kompatibiltas antara virus dan inangnya. Keberhasilan menginfeksi bergantung pada virus dalam tanaman inang yang harus dapat bergerak dari sel yang satu ke sel yang lain dan harus dapat memperbanyak diri di dalam sebagian besar atau semua sel yang dilalui sehingga dapat memunculkan gejala serangan.

Tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa gulma *Portulaca oleracea* mempunyai masa inkubasi terpendek dan intensitas serangan CMV tertinggi, sehingga *Portulaca oleracea* merupakan gulma yang memungkinkan lebih berperan sebagai sumber inokulum CMV pada pertanaman tomat dibandingkan dengan *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, dan *Emilia sonchifolia* karena penularan virus berlangsung secara cepat pada jaringan inang.



Gambar 7. Gejala Infeksi CMV pada Tomat (a) Tanaman tomat sehat, (b) Tanaman tomat terinfeksi CMV, (c) Pucuk tanaman tomat sehat, (d) Pucuk tanaman tomat terinfeksi CMV, (e) Daun tomat sehat, (f) Daun tomat terinfeksi CMV

4.4.2. Hasil Pengujian Indeks Infektivitas

Hasil pengujian indeks infektivitas menunjukkan perbedaan nilai indeks infektivitas antar perlakuan empat jenis gulma berdaun lebar sebagai inokulum CMV. Berdasarkan hasil pengamatan, nilai indeks infektivitas pada masing-masing perlakuan gulma berdaun lebar sebagai sumber inokulum CMV tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Indeks Infektivitas CMV pada Tanaman Tomat yang Diinokulasi Virus dari Gulma Berdaun Lebar sebagai Sumber Inokulum

Jenis Gulma Berdaun Lebar	Nilai Indeks Infektivitas
Commelina benghalensis	67
Ageratum conyzoides	41
Emilia sonchifolia	21
Portulaca oleracea	79

Pengujian indeks infektifitas ini dilakukan pada lima taraf pengenceran yang berbeda dari masing-masing isolat CMV gulma berdaun lebar yaitu dari pengenceran 10^{-1} sampai dengan 10^{-5}. Beberapa indikator yang digunakan untuk menentukan indeks infektivitas yaitu pengenceran tingkat akhir, persentase tanaman yang terinfeksi pada masing-masing pengenceran, serta waktu yang dibutuhkan saat munculnya gejala (Diener, 1979).

Hasil pengujian keempat jenis isolat CMV menunjukkan bahwa gulma berdaun lebar pada taraf pengenceran $1:10^5$ tidak menunjukkan respon terjadinya gejala infeksi CMV pada tanaman tomat. Hal ini diduga karena pada batas pengenceran $1:10^5$ CMV menjadi berkurang stabilitasnya dan menjadi inaktif sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman tomat yang diuji. Hasil pengamatan tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Semangun (2000) bahwa virus dapat bertahan dalam sap dengan titik pengenceran antara $1:10^3$-10^4. Gonzalves dan Garnsey (1989) dalam Suhara dan Supriyono (2007) juga menyebutkan bahwa CMV mempunyai batas pengenceran akhir $1:10^4$.

Konsentrasi virus pada setiap perlakuan pengenceran berpengaruh terhadap respon tanaman yang menunjukkan gejala serangan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pengenceran yang diujikan menunjukkan tanaman yang terinfeksi semakin sedikit

dari 3 tanaman tomat yang diamati pada masing-masing perlakuan. Perlakuan pengenceran yang tinggi juga menyebabkan munculnya gejala CMV pada tomat semakin lama pada pengujian indeks infektifitas ini, sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan Diener (1979) bahwa tanaman akan menunjukkan gejala serangan yang lebih lama setelah diinokulasi oleh virus dengan pengenceran yang tinggi.

Tabel 5 menunjukkan nilai indeks infektivitas yang berbeda antara empat jenis gulma berdaun lebar yang dijadikan inokulum. Perlakuan yang memiliki indeks infektivitas tertinggi adalah dari gulma *Portulaca oleracea* yaitu 79, kemudian dilanjutkan dengan perlakuan gulma *Commelina benghalensis* sebesar 67 dan *Ageratum conyzoides* sebesar 41. Indeks infektivitas terendah terdapat pada perlakuan dari gulma *Emilia sonchifolia* yaitu dengan nilai 21.

Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa gulma *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea* mempunyai potensi sebagai sumber inokulum CMV bagi tanaman tomat dengan intensitas serangan dan nilai indeks infektivitas yang berbeda. Sedangkan gulma *Synedrella nodiflora* dan *Commelina diffusa* tidak mempunyai potensi sebagai sumber inokulum virus CMV pada pertanaman tomat. Langkah awal dalam pengendalian CMV pada pertanaman tomat dapat dilakukan dengan mewaspadai gulma *Commelina benghalensis*, *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, dan *Portulaca oleracea* yang menampakkan gejala seperti yang telah dideskripsikan dengan segera dilakukan eradikasi untuk mencegah terjadinya penularan virus ke tanaman tomat.