

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Masa Inkubasi dan Gejala Pada Tanaman Indikator

Penyakit yang disebabkan oleh virus dapat di deteksi diantaranya dengan melakukan pengamatan melalui gejala, vektor ataupun tanaman indikator. Pada penelitian yang dilakukan ini, digunakan pengujian dengan tanaman indikator sebagai deteksi virus. Menurut Kelaniyangoda dan Madhubashini (2003), salah satu keberhasilan dalam pengujian metode deteksi virus adalah diujikan pada tanaman indikator dengan alasan murah dan mudah diterapkan jika dibandingkan pengujian menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Tanaman indikator yang digunakan dalam penelitian ini untuk deteksi CMV adalah *Chenopodium amaranticolor* dan *Gomphrena globosa*.



Gambar 6. \*(A) Gejala lesio lokal pada *Gomphrena globosa* yang terinfeksi CMV dan (B) Gejala lesio lokal pada *Chenopodium amaranticolor* yang terinfeksi CMV

\*Tanda panah menunjukkan gejala pada daun masing-masing dari tanaman indikator.

Masa inkubasi dari CMV pada tanaman indikator dan *G. globosa* adalah 9 hari dan untuk *C. amaranticolor* adalah 10 hari (Tabel 2). Gejala yang muncul pada kedua tanaman indikator ini adalah lesio lokal.

Tabel 2. Masa Inkubasi dan Gejala pada Tanaman Indikator

Tanaman Indikator	Masa Inkubasi	Gejala
<i>Gomphrena globosa</i>	9 hari	Lesio lokal
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	10 hari	Lesio lokal

Hasil menunjukkan bahwa gejala yang menyerang dan timbul pada *G. globosa* adalah lesio lokal. Hal tersebut dapat dilihat dari bagian daunnya yang menggulung ke arah dalam (Gambar 6). Sedangkan, untuk gejala serangan pada

*C. amaranticolor* adalah lesio lokal dengan terdapat seperti bintik-bintik atau klorotik pada bagian daun yang telah ditularkan oleh virus (Gambar 6).

#### 4.1.2 Masa Inkubasi dan Gejala Infeksi CMV pada Tanaman Mentimun

Masa inkubasi CMV tanaman mentimun pada penelitian yang telah dilakukan di lapang memberikan hasil masa inkubasi yang berbeda-beda. Virus muncul sekitar 7-10 hari setelah inokulasi (hsi) pada tanaman uji (Tabel 3). Berdasarkan hasil analisis ragam dari masa inkubasi CMV tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada interaksi maupun antar perlakuan (Lampiran 2 nomor 1) maka, hasil tersebut tidak dilanjutkan dengan uji lanjut BNT dengan taraf 5%. Inokulasi yang dilakukan dengan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) pada tanaman mentimun dengan dua faktor yang berbeda yaitu penggunaan perbedaan konsentrasi kitosan dengan metode dilukai dan tidak dilukai baik interkasi maupun perlakuan tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi (Lampiran 2 nomor 1) sehingga, aplikasi dari perbedaan konsentrasi kitosan dengan metode dilukai dan tidak dilukai secara mekanis tidak berbeda nyata terhadap masa inkubasi CMV tanaman mentimun.

Tabel 3. Rerata Masa Inkubasi CMV pada Tanaman mentimun

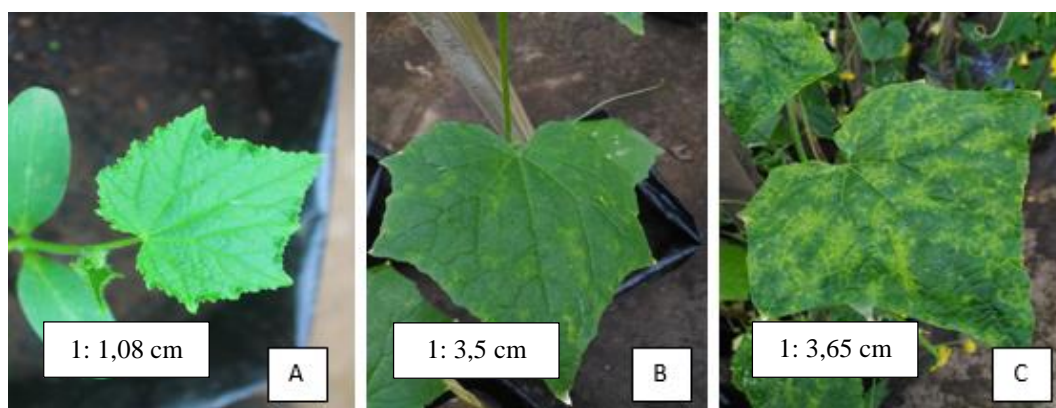
Konsentrasi Kitosan	Masa Inkubasi (hari)	
	Pelukaan Mekanis	Tanpa Pelukaan Mekanis
0%	7	7,33
0,008%	7,33	7,33
0,041%	8,67	7,67
0,83%	9,33	9,33
1, 25%	7,33	7,33

Keterangan: Hasil angka tidak berbeda nyata, sehingga tidak dilanjutkan uji lanjut dengan uji BNT 5%

Faktor yang tidak mempengaruhi masa inkubasi dapat dikaitkan bahwa penyakit tanaman akan muncul saat adanya kontak antara tanaman rentan dengan patogen pada waktu yang tepat dan lingkungan mendukung akan patogen tumbuh. Faktor lainnya adalah ketahanan dari tanaman tersebut dari serangan penyakit serta umur tanaman yang masih muda sehingga, sangat rentan saat terinfeksi oleh patogen tanaman salah satunya adalah infeksi virus (Nurhayati, 2011).

Hasil (tabel 3) diatas menerangkan bahwa, masa inkubasi dari tanaman mentimun dengan perlakuan kontrol yaitu tanpa pemberian dari konsentrasi kitosan dan pelukaan secara mekanis serta diinokulasikan dengan CMV, memiliki masa inkubasi yang paling cepat muncul yaitu 7 hsi. Sedangkan, untuk masa inkubasi yang paling lama muncul gejala CMV adalah pada perlakuan konsentrasi 0,83% metode pelukaan mekanis muncul 9,33 hsi.

Gejala tanaman mentimun yang telah terinfeksi oleh CMV berdasarkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa, terdapat perubahan yang nyata dari bagian daunnya yaitu munculnya mosaik. Perubahan warna daun dari hijau, diikuti dengan bercak kekuningan yang saling berbatas tegas. Setelah itu, pada masa lanjut, perubahan warna daun terlihat semakin jelas antara warna hijau tua dan hijau muda serta diikuti dengan munculnya warna kuning. Tulang-tulang daun yang terkena pada tahap lanjut juga semakin jelas terlihat (Gambar 7). Perbedaan dari masa inkubasi dikarenakan tanaman masih memiliki jaringan yang muda dan patogen dapat masuk dengan mudah dan berkembang dengan baik (Muis, 2002).



Gambar 7. (A) Daun mentimun sehat, (B) daun mentimun yang terinfeksi CMV pada tahap awal, (C) Daun mentimun yang terinfeksi CMV pada tahap lanjut.

#### 4.1.3 Intensitas Penyakit CMV pada Tanaman Mentimun

Berdasarkan hasil perhitungan intensitas penyakit dari serangan CMV pada pada tabel anova, menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi kitosan memiliki hasil yang sangat berbeda nyata terhadap besarnya intensitas serangan. Pada perbedaan metode aplikasi tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata sedangkan, pada interaksi menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata (Lampiran 2 no 2-4). Saat hasil menunjukkan berbeda sangat nyata maka, dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 5% (Tabel 4).

Pengamatan intensitas penyakit dilakukan selama tiga minggu yang dilakukan satu minggu sekali. Kegiatan ini terhitung mulai dari minggu pertama

setelah dilakukannya inokulasi. Hasil yang berbeda-beda ditunjukkan oleh setiap perlakuan pada tanaman uji. Sifat dari CMV adalah penyebaran secara sistemik yang mulai terlihat gejalanya pada bagian daun masih muda. Pengamatan dan perhitungan untuk data intensitas penyakit dimulai dari bagian daun muda yang terserang.

Tabel 4. Pengaruh Aplikasi Kitosan terhadap Intensitas Penyakit Tanaman Mentimun

Metode Aplikasi Kitosan	Konsentrasi Kitosan	Intensitas Penyakit (%)		
		1MSI	2 MSI	3 MSI
Pelukaan Mekanis	0%	34,83 f	45,45 fg	59,49 e
	0,008%	16,55 d	28,09 d	30,48 c
	0,041%	14,67 c	26,19 d	23,64 b
	0,83%	11,94 b	16,14 b	10,08 a
	1, 25%	19,05 e	32,96 e	29,78 c
Tanpa Pelukaan Mekanis	0%	8,43 a	9,67 a	11,00 a
	0,008%	20,59 e	42,83 f	42,22 d
	0,041%	18,89 e	31,39 e	29,26 c
	0,83%	16,03 cd	19,26 c	13,74 a
	1, 25%	23,33 f	45,83 g	42,33 d

Keterangan: \*Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dibelakangnya menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%

\*Data ditransformasi ke  $\text{Arcsin } \sqrt{x + 0,5}$  untuk data pada pengamatan minggu pertama setelah dilakukannya inokulasi sedangkan, untuk data minggu kedua dan ketiga setelah dilakukannya inokulasi ditransformasi ke  $\text{Arcsin } \sqrt{x}$  untuk keperluan analisis statistik

Perbedaan dari hasil intensitas serangan tanaman yang diaplikasikan kitosan, memiliki hasil lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol dikarenakan, kitosan mampu membantu untuk mengaktifkan sistem pertahanan tanaman yang selanjutnya menginduksi produksi pertahanan yang terdiri dari protein defensif atau pathogenesis related (PR). Protein tersebut dapat melindungi tanaman dari serangan patogen. PR protein mempunyai peran untuk mencegah multiplikasi, penyebaran serta lokalisasi virus pada jaringan tanaman yang terserang maupun yang secara diinokulasikan. PR protein ini akan terakumulasi pada bagian jaringan yang terinfeksi (Naylor *et al.*, 1998). Dari tabel faktor pertama (Gambar 9) yaitu pelukaan secara mekanis menunjukkan hasil intensitas penyakit pada tanaman perlakuan kontrol sebesar 59,49% sangat berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1,25% sebesar 29,78%. Pada perlakuan konsentrasi kitosan 0,83% memiliki pengaruh yang nyata terhadap kontrol dengan nilai intensitas 10,08%. Perlakuan konsentrasi kitosan 0,041% nilai intensitas 23,64% yang nilainya berbeda nyata terhadap kontrol. Nilai intensitas penyakit

pada perlakuan 0,008% sebesar 30,48% yang juga berpengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol.

Faktor kedua dengan metode tanpa pelukaan mekanis juga memiliki perbedaan nilai intensitas penyakit yang berbeda terhadap perlakuan kontrol. Pada perlakuan konsentrasi 1,25% tanpa pelukaan mekanis nilai intensitas yang dimiliki sebesar 42,33%. Hal tersebut sangat berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol dengan nilai intensitas hanya sebesar 11%. Perlakuan selanjutnya adalah konsentrasi 0,83% tanpa pelukaan mekanis yang memiliki nilai intensitas 13,74%. Nilai tersebut tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai intensitas yang dimiliki oleh perlakuan kontrol. Pada perlakuan konsentrasi 0,041% tanpa pelukaan mekanis menunjukkan nilai intensitas penyakit yang berbeda nyata terhadap kontrol yaitu sebesar 29,26% dan untuk perlakuan konsentrasi 0,008% tanpa pelukaan mekanis memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap kontrol dengan nilai intensitas sebesar 42,22%.

Hasil yang paling baik dari aplikasi berbagai macam konsentrasi kitosan serta perbedaan metode yang digunakan, ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi kitosan 0,83% dengan metode pelukaan secara mekanis sebesar 10,08% dan pada konsentrasi yang sama metode tanpa pelukaan secara mekanis sebesar 13,74%. Hal ini selaras dengan pendapat Damayanti *et al.*, (2014) bahwa kitosan dapat menekan kejadian dan keparahan penyakit dari BCMV pada tanaman kacang panjang dengan konsentrasi yang digunakan 1,0% dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi yang lebih rendah. Pada perlakuan dengan pemberian kitosan 1,25% menunjukkan gejala mosaik yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi kitosan lainnya yaitu sebesar 42,22%. Hal ini berujuk pada pemberian konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi dapat memunculkan gejala toksik pada tanaman yang selaras dengan penelitian dari (Khairani, 2014) bahwa, tanaman kedelai yang diberi larutan kitosan dengan konsentrasi 20% menyebabkan tanaman menjadi kerdil, layu, bercak dan mosaik dengan persebaran yang relatif merata pada satu bagian tanaman atau pada satu keseluruhan tanaman. Menurut Hadrami *et al.*, (2010) penggunaan kitosan yang efektif bergantung pada kombinasi dari inang dan virus, konsentrasi kitosan yang digunakan serta metode aplikasi yang dilakukan.

#### 4.1.4 Total Klorofil Tanaman Mentimun

Pengujian dari kandungan klorofil dilakukan setelah berakhirnya pengamatan dari intensitas penyakit. Hasil dari analisis ragam kandungan klorofil menunjukkan bahwa pada interaksi sangat berbeda nyata, perlakuan perbedaan konsentrasi kitosan juga menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata sedangkan, pada perlakuan metode aplikasi tidak berbeda nyata (Lampiran 2 nomor 5) sehingga, dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 5% (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Aplikasi Kitosan pada Kandungan Total Klorofil Tanaman Mentimun

Konsentrasi Kitosan	Total Klorofil (mg/l)	
	Pelukaan Mekanis	Tanpa Pelukaan Mekanis
0%	25,44 a	60,19 h
0,008%	35,25 e	25,67 ab
0,041%	40,72 f	28,11 c
0,83%	55,50 g	35,95 e
1, 25%	31,26 d	27,23 bc

Keterangan: \*Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%

Perbedaan hasil kandungan klorofil ini dikarenakan terdapat perubahan yang dimiliki oleh tanaman yang terserang patogen tumbuhan. Pada proses fotosintesisnya terjadi perubahan fungsi dan kloroplas yang tidak normal. Hal tersebut menimbulkan degenerasi yang menghambat jaringan muda. Hal lainnya adalah terjadinya reduksi dan rRNA dan menyebabkan penurunan serta aktivitas dari ribosom. Penyebab dari kloroplas yang tidak normal dikarenakan adanya toksin yang dikeluarkan oleh patogen yang dapat menghambat proses dari fotofosforilasi serta menekan sintesis dari klorofil (Yunasfi, 2008).

Hasil analisis dari total kandungan klorofil pada tiap perlakuan dengan metode pelukaan secara mekanis memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol positif memiliki kandungan nilai sebesar 25,44 mg/l. Dari tabel faktor pertama yaitu pelukaan secara mekanis menunjukkan hasil total klorofil pada tanaman perlakuan kontrol sebesar 59,49% sangat berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1,25% sebesar 31,26 mg/l. Pada perlakuan konsentrasi kitosan 0,83% memiliki pengaruh yang nyata terhadap kontrol dengan nilai total klorofil 55,50 mg/l. Perlakuan konsentrasi kitosan 0,041% nilai total klorofil 40,72 mg/l yang nilainya berbeda nyata terhadap kontrol. Nilai kandungan

klorofilpenyakit pada perlakuan 0,008% sebesar 35,25 mg/l yang juga berpengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol.

Hasil analisis dari total kandungan klorofil pada tiap perlakuan dengan metode tanpa pelukaan mekanis juga memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol negatif yang memiliki kandungan nilai klorofil sebesar 60,19 mg/l yang sangat berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi kitosan 1,25% sebesar 27,23mg/l. Pada perlakuan konsentrasi kitosan 0,83% memiliki pengaruh yang nyata terhadap kontrol dengan nilai total klorofil 35,95mg/l. Perlakuan konsentrasi kitosan 0,041% nilai total klorofil 28,11 mg/l yang nilainya berbeda nyata terhadap kontrol. Nilai kandungan klorofilpenyakit pada perlakuan 0,008% sebesar 25,67 mg/l yang juga berpengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol.

Kandungan klorofil yang dimiliki oleh daun mentimun yang diaplikasikan kitosan pada dua metode berbeda dengan perlakuan kontrol memiliki kandungan total klorofil yang berbeda. Hasil total klorofil tertinggi adalah pada perlakuan kontrol positif . Pada perlakuan ini tidak diinfeksi oleh virus maupun tidak diaplikasikan dengan kitosan memiliki nilai total klorofil sebesar 60,19 mg/l dan pada perlakuan konsentrasi 0,83% metode pelukaan secara mekanis memiliki nilai total klorofil sebesar 55,50 mg/l. Kandungan total klorofil terendah dimiliki oleh perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 25,44 mg/l. Menurut Hamida dan Suhara (2013) bahwa, penurunan kandungan dari klorofil daun yang terinfeksi virus akan mempengaruhi fotosintesis yang pada tahap berikutnya mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

#### **4.2 Pembahasan Umum**

Pada penelitian ini, digunakan tanaman indikator sebagai deteksi virus. Tanaman indikator berfungsi sebagai tanaman yang dapat digunakan untuk mengetahui atau mendeteksi virus yang akan digunakan dan sifatnya yang spesifik. Gejala virus akan muncul jika tanaman indikator diinokulasikan atau diinfeksi dengan virus (Isnawati, 2009).

Dalam mendiagnosa virus yang bergejala pada tanaman uji, tanaman indikator yang digunakan adalah *Chenopodium amaranticolor* dan *Gomphrena globosa*. Kedua tanaman tersebut merupakan tanaman indikator yang digunakan untuk menguji keberadaan CMV. Gejala yang ditunjukkan dari seragan infeksi CMV adalah gejala lesio lokal. Pada tanaman *C. amaranticolor* gejala yang muncul adalah klorotik lesio lokal. Sedangkan pada tanaman *G. globosa*, pada daun bagian pinggir berubah menggulung ke arah dalam dan seragannya juga adalah

lesio lokal. Gejala pada tanaman indikator *C. amaranticolor* dan *G. globosa* muncul 9 hari setelah inokulasi dilakukan.

Perbedaan ataupun persamaan dari masa inkubasi pada tiap tanaman indikator yang berbeda, dapat dikaitkan dengan reaksi dari tanaman tersebut dalam bertahan diri dari serangan virus yang telah masuk ke dalam jaringan tanaman. Pengaruh dari munculnya virus pada tubuh tanaman dari inangnya juga dapat didukung dari keadaan lingkungan sekitarnya. Menurut Sumardiyono *et al.*, (2008) dalam Idris (2009) bahwa, CMV dapat berkembang dengan baik dan cepat jika didukung dengan keadaan iklim dan kandungan air saling mempengaruhi saat keadaan lembab penyakit pada tanaman akan muncul lebih cepat dibandingkan pada saat musim kemarau. Perkembangan dari virus tanaman dapat dikaitkan dengan kondisi tanaman inang yang rentan sehingga, ketahanan dari tanaman inang yang rentan dapat memudahkan virus untuk menginfeksi tanaman tersebut.

Hasil pengujian pada tanaman mentimun dengan dua faktor yang berbeda, tidak menunjukkan interaksi yang berpengaruh secara signifikan bagi masa inkubasi CMV terhadap tanaman mentimun. Dari analisis ragam diketahui, masa inkubasi terlama pada perlakuan konsentrasi 0,83 % pelukaan secara mekanis yang rata-rata masa inkubasi yang dimiliki adalah 9,33 hsi sedangkan untuk kontrol negatif adalah 7 hsi. Pengamatan masa inkubasi yang dilakukan antara 7 hingga 10 hari dari munculnya gejala pertama pada daun yang terserang oleh virus. Gejala pertama dari virus yang muncul pada tanaman inang, dapat dipengaruhi oleh faktor dari ketahanan yang dimiliki oleh tanaman dengan proses replikasi virus dalam tubuh tanaman tersebut. Meskipun antar interaksi tidak berpengaruh secara signifikan, kitosan mampu memperpanjang dari masa inkubasi (Damayanti *et al.*, 2014).

Proses dari masa inkubasi virus dapat dikaitkan dengan kemampuan dari virus dalam menyebarkan diri di dalam tubuh tanaman hingga gejala pertama muncul. Semakin cepat dari proses penyebaran virus di dalam sel tanaman, gejala secara sistemik akan muncul dalam waktu yang cepat sehingga, keparahan yang muncul akan semakin tinggi juga (Hull, 2002). Menurut Hadiastono (2010), dalam persebaran dan pergerakan yang dilakukan oleh virus di dalam tubuh tanaman, akan bereaksi saat adanya kompatibilitas antara virus yang menyerang dan tanaman inang yang diserang. Pergerakan yang cepat dari virus tanaman ke seluruh bagian dari jaringan dan organ tanaman inang dipengaruhi oleh kecepatan dari gerakan aliran sitoplasma dan aktifitas yang dimiliki oleh sel tanaman. Menurut



(Agrios, 2005), hal ini juga dipengaruhi oleh gen tahan yang dimiliki oleh tanaman dari varietas yang berbeda memiliki perbedaan tingkat kerentanan terhadap patogen yang menyerang dan penyebaran virus ke dalam sel-sel tanaman inang yang dibawa oleh jaringan pengangkut akan secara pasif menuju ke arah bagian jaringan daun muda. Perbedaan masa inkubasi dari setiap tanaman dapat dikaitkan dengan sistem ketahanan dari tanaman itu sendiri dan pengaruh dari tingkat virulensi virus yang menyerang atau menginfeksi (Syahierah, 2010). Sistem pertahanan yang dimiliki oleh tumbuhan berinteraksi dengan inang, patogen serta lingkungan (Agrios, 2005).

Gejala dari infeksi CMV adalah mosaik hijau yang berbatas dengan kuning, tulang daun menjadi tebal, ukuran daun terjadi penyempitan (malformasi) serta tanaman menjadi kerdil (Zitter dan Murphy, 2009). Pada penelitian yang dilakukan, gejala yang timbul pada perlakuan kontrol positif menunjukkan tipe mosaik berwarna hijau tua dan muda serta kuning saling berbatas tegas, tulang daun terlihat menebal. Pada tanaman uji yang diberi dengan kitosan, terlihat beberapa daun memiliki gejala yang sama meskipun, tidak menunjukkan gejala yang parah seperti pada perlakuan kontrol.

Perlakuan kitosan konsentrasi kitosan 0,83% dengan metode pelukaan mekanis menunjukkan hasil yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya serta kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa dengan perlakuan tersebut, dapat menekan dari intensitas penyakit bahkan pada minggu ketiga pengamatan terjadi penurunan (tabel 4) sebesar 16,14% menjadi 10,08%. Sedangkan dengan perlakuan konsentrasi yang sama dengan metode tidak dilukai juga menunjukkan hasil intensitas yang rendah yaitu sebesar 13,74%. Hal ini dapat diduga bahwa tanaman pada perlakuan ini terinfeksi CMV dari adanya vektor yang menyebarkannya dan tanaman inang yang rentan. Menurut Jones (2010), CMV disebarkan oleh vektor serangga yaitu Aphid. CMV dapat ditularkan oleh lebih dari 60 spesies kutu daun. Beberapa diantaranya adalah *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* dan *Aphis gossypii*. Infeksi virus tanaman yang disebarkan oleh vektor pembawa, memiliki tipe mulut menusuk menghisap. Penyebaran dan perkembangan dari virus di dalam tubuh inang tergantung dari tanaman tersebut dan kemampuan virus dalam bermultiplikasi (Hadiastono, 2010).

Kemampuan kitosan dalam menghambat infeksi CMV dengan konsentrasi yang berbeda dan metode berbeda memiliki kemampuan dalam menghambat infeksi CMV pada tanaman mentimun. Kitosan 0,83% dengan metode pelukaan

secara mekanis dapat lebih menekan intensitas penyakit dibandingkan dengan perlakuan kitosan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan mampu menghambat penyebaran virus dan viroid secara sistemik pada tanaman. Proses penyebaran dan replikasi dari virus mampu dihambat baik dengan pemberian kitosan sehingga, perlakuan dengan kitosan dapat membuat infeksi sistemik dari virus tidak dapat berkembang (Chirkov, 2002,). Tingkat dari infeksi virus yang dapat ditekan oleh kitosan memiliki variasi sesuai dari berat molekul yang dimiliki oleh kitosan (Chirkov *et al.*, 2006). Kitosan dapat membantu untuk mengaktifkan sistem pertahanan tanaman yang selanjutnya menginduksi produksi pertahanan yang terdiri dari protein defensif atau pathogenesis related (PR). protein tersebut dapat melindungi tanaman dari serangan patogen. PR protein mempunyai peran untuk mencegah multiplikasi, penyebaran serta lokalisasi virus pada jaringan tanaman yang terserang maupun yang secara diinokulasikan. PR protein ini akan terakumulasi pada bagian jaringan yang terinfeksi (Naylor *et al.*, 1998).

Infeksi yang diakibatkan oleh CMV terhadap tanaman dapat menghambat aktifitas dari proses fotosintesis. Menurut Agrios (2005), infeksi virus dapat menyebabkan turunnya produksi hormon dan jumlah klorofil dari tanaman yang terserang. Tanaman yang terserang virus dalam menghasilkan klorofil a dan klorofil b serta karotenoid akan mengalami penurunan dan tidak dapat menghasilkan senyawa fosofrilase yang memiliki peran sebagai senyawa untuk pertumbuhan dan juga perkembangan dari tanaman. Senyawa tersebut antara lain asam organik, asam amino, gula serta protein. Penurunan dari senyawa tersebut dapat membuat gejala muncul dan intensitas dari penyakit akan semakin tinggi (Hemida, 2005). Menurut Funayama dan Terashima (2006), organel utama yang diserang oleh virus tumbuhan adalah kloroplas. Laju fotosintesis dapat menurun karena bentuk dari kloroplas menjadi abnormal.

Total kandungan klorofil dari hasil analisis ragam (Tabel 5) dari setiap perlakuan menunjukkan hasil interaksi yang sangat berbeda nyata. Nilai klorofil yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 60,19 mg/l diikuti dengan perlakuan konsentrasi 0,83% metode pelukaan mekanis sebesar 55,50 mg/l. Sedangkan untuk nilai total klorofil terendah ditunjukkan dari perlakuan kontrol negatif dengan nilai sebesar 25,44 mg/l. Klorosis pada tanaman karena pembentukan dari klorofil yang terhambat dan membuat laju pembentukan klorofil sama ataupun dapat lebih kecil dari laju degradasi klorofil. Akumulasi gula dan akumulasi karbohidrat akan membuat daun mengalami

klorosis dikarenakan pembentukan dari klorofil yang terhambat. Daun yang terinfeksi oleh virus akan mengalokasikan nitrogen untuk virus tetap bereplikasi sehingga jika kandungan nitrogen dalam daun sedikit maka, saat terkena sinar matahari penurunan klorofil akan terjadi (Funayama dan Terashima, 2006).

Kitosan yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang baik. Hal tersebut dikarenakan aplikasi dengan kitosan dapat menurunkan dari intensitas penyakit dapat membantu ketahanan tanaman uji dari serangan CMV. Penurunan intensitas penyakit juga mempengaruhi dari kandungan klorofil pada daun tanaman uji. Pada beberapa variabel pengamatan konsentrasi kitosan, menunjukkan bahwa konsentrasi 0,83% dengan metode dilukai dapat menekan infeksi serangan CMV dan memiliki nilai klorofil yang tidak berbeda jauh dari perlakuan kontrol negatif (Tabel 5). Menurut Faoro dan Iriti (2006), kitosan masuk ke tanaman melalui stomata dan bekerja langsung pada sel-sel yang terdekat. Kitosan bekerja dengan membuat tanaman merespon secara SAR dengan melalui akumulasi dari  $H_2O_2$ . Kitosan mampu meningkatkan ketahanan tanaman dari stress karena faktor biotik yaitu infeksi patogen serta dapat meningkatkan toleransi oleh faktor abiotik nya. Perbedaan dari konsentrasi kitosan mempengaruhi parameter perkembangan penyakit yang menginfeksi (Damayanti *et al.*, 2014).

Pemberian dari kitosan menunjukkan hasil yang baik terhadap tanaman uji, akan tetapi belum dapat menghentikan atau menghilangkan laju dari infeksi virus secara keseluruhan. Penggunaan kitosan hanya dapat mengurangi intensitas serangan dari virus. Hal ini dikarenakan perlakuan untuk menginduksi ketahanan tanaman secara eksternal belum dapat menjadikan tanaman sehat atau tidak terserang tetapi, dapat meningkatkan ketahanan tanaman serta menghambat munculnya penyakit (Suganda *et al.*, 2002).