

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gejala pada Tanaman Indikator

Tanaman indikator sendiri ditentukan berdasarkan kepekaan dari tanaman terhadap virus tertentu. Pada penelitian tanaman indikator yang digunakan adalah *C. amaranticolor*. Pengamatan yang dilakukan pada tanaman indikator menunjukkan bahwa terdapat gejala khas pada tanaman tersebut (Gambar 6). Pada tanaman *C. amaranticolor* terdapat gejala lesio lokal. Masa inkubasi TuMV pada tanaman indikator *C. amaranticolor* adalah 10 hari. Tanaman indikator diinokulasi secara mekanis melalui sap dengan melukai tanaman indikator. Gejala yang muncul diduga karena virus yang menginvasi sel tanaman sehat. Firdaus (2009), menyatakan bahwa virus TuMV dapat menimbulkan gejala klorosis maupun lesio lokal pada tanaman *C. amaranticolor*.



Gambar 6. Gejala Lesio Lokal pada Tanaman Indikator *C. amaranticolor*.

4.2. Masa Inkubasi *Turnip Mosaic Virus* (TuMV)

Gejala TuMV pada tanaman sawi yang diuji dihitung mulai dari inokulasi sampai munculnya gejala serangan virus pada tanaman sawi. Gejala TuMV yang muncul pada tanaman sawi berbeda – beda. Berdasarkan hasil yang didapatkan dilapangan pada tanaman sawi yang tidak diberikan kitosan masa inkubasi mencapai 5-14 hari setelah inokulasi. Pada tanaman sawi yang diberikan perlakuan dengan kitosan masa inkubasinya berbeda – beda pula sampai yang terlama mencapai 27 hari setelah inokulasi. Menurut Bos (1990), virus mosaik dapat menimbulkan gejala pada daun memerlukan waktu 5-14 hari setelah inokulasi atau bahkan beberapa minggu sesudah virus masuk dalam jaringan sel tanaman.

Tabel 3. Rerata Masa Inkubasi (hari) Virus TuMV Tanaman Sawi.

Perlakuan	Infeksi TuMV	Masa Inkubasi (hari)
P0 kontrol Sehat	-	Tidak Bergejala

P1 kontrol tanpa kitosan*	+	7,75a
P2 kitosan 1.0% + inokulasi TuMV	+	14,75b
P3 kitosan 1.1% + inokulasi TuMV	+	11ab
P4 kitosan 1.2% + inokulasi TuMV	+	27d
P5 kitosan 1.3% + inokulasi TuMV	+	13b
P6 kitosan 1.4% + inokulasi TuMV	+	24,25cd
P7 kitosan 1.5% + inokulasi TuMV	+	20c

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata berdasarkan uji DMRT (5%).

+ = Muncul gejala TuMV, - = Tidak muncul gejala TuMV ,

* = Diinokulasi virus TuMV

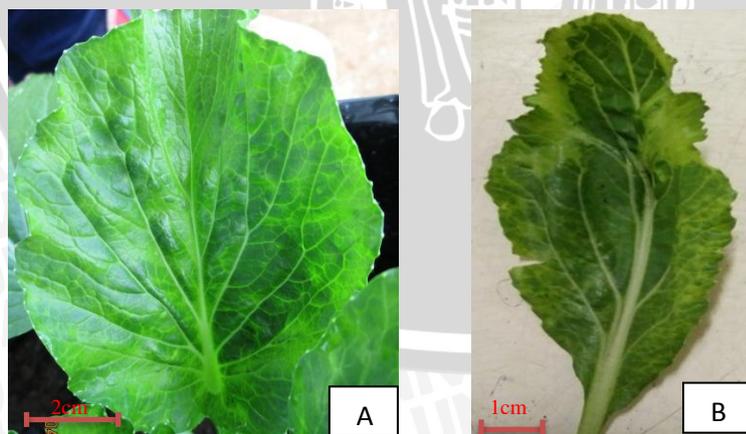
Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa masa inkubasi dari masing – masing perlakuan berbeda nyata. Pada tanaman kontrol sehat yang tidak diinokulasi menunjukkan tidak muncul gejala. Pada masa inkubasi sawi kontrol tanpa kitosan dengan inokulasi virus TuMV memiliki masa inkubasi 7,75 hari setelah inokulasi, masa inkubasi untuk perlakuan P1 yaitu dengan kitosan konsentrasi 1,0% menunjukkan 14,75 hari setelah inokulasi, masa inkubasi perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1,1% menunjukkan 11 hari setelah inokulasi, masa inkubasi kitosan dengan konsentrasi 1,2% menunjukkan 27 hari setelah inokulasi, masa inkubasi perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1,3% menunjukkan 13 hari setelah inokulasi, masa inkubasi perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1,4% menunjukkan 24,25 hari setelah inokulasi, dan masa inkubasi perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1,5% menunjukkan 20 hari setelah inokulasi. Pada setiap perlakuan tanaman sawi menunjukkan masa inkubasi yang berbeda – beda, pada hasil tersebut dapat dilihat bahwa yang paling lama masa inkubasinya adalah pada perlakuan kitosan dengan konsentrasi 1,2% dan masa inkubasi yang tercepat adalah pada tanaman sawi yang tidak diberikan kitosan yaitu pada perlakuan P1 7,75 hari setelah inokulasi.

Menurut Duffus, J.E., dan F.W. Zink. (1969) menyatakan bahwa TuMV memiliki rentang waktu tertentu melakukan invasi sampai menimbulkan gejala. Hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor internal dan juga eksternal. Faktor internal merupakan ketahanan dari tanaman itu sendiri dan yang kedua adalah faktor eksternal yaitu dapat dipengaruhi oleh lingkungan tempat tumbuh tanaman yang meliputi naungan, suhu dan juga musim pada saat tanaman itu ditanam. Atreya, (1990) menambahkan bahwa masa inkubasi TuMV juga berkembang pada daerah yang ternaungi mengurangi mobilitas vektor tersebut untuk berpindah ke tanaman lain. Hal ini menyebabkan sebaran virus menjadi sempit dan tidak banyak tanaman yang diinfeksi.

Efektifitas kitosan dalam menekan virus pada tanaman berbeda – beda, pada penelitian ini keefektifan kitosan dalam menekan virus tanaman sawi ditunjukkan pada konsentrasi 1,2% dengan masa inkubasi terpanjang yaitu 27 hari setelah inokulasi. Pada penelitian Pospieszny, dkk. (1991). Dilaporkan kitosan dapat menekan atau menghambat infeksi lokal *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV) pada konsentrasi 1,0% ditanaman tomat, dan pada penelitian Asmira, (2013). Dilaporkan pada konsentrasi 1,5% dapat memperpanjang masa inkubasi dari *Bean Common Mosaic Potyvirus* (BCMV) pada tanaman kacang panjang. Hal ini dapat didukung juga dengan pernyataan Simons, (2011) Kitosan dapat menginduksi berbagai respon biologis pada tanaman, tergantung pada struktur, jenis dan tahap perkembangan tanaman. Hal tersebut diketahui juga bahwa pada perlakuan yang diberikan kitosan dengan perlakuan kontrol yang tidak diberikan kitosan memiliki perbedaan masa inkubasi yang jelas berbeda, dan ini membuktikan bahwa kitosan dapat berperan sebagai antiviral yang dapat melindungi tanaman dari serangan virus. Dalam mekanismenya kitosan dapat mengganggu langkah dalam proses replikasi pada virus, dan kitosan menyebabkan kerusakan struktur virus (Chirkov dkk., 2000).

4.3. Gejala Penyakit yang Disebabkan oleh *Turnip Mosaic Virus* (TuMV)

Gejala penyakit tanaman adalah kelainan atau penyimpangan dari keadaan normal tanaman akibat adanya gangguan penyakit, gejala dapat dilihat dengan mata telanjang. Kenampakan fisik dari suatu tanaman berbeda – beda tergantung dari bagaimana respon tanaman yang menjadikan gejala dari tiap tanaman satu sama lain juga berbeda.

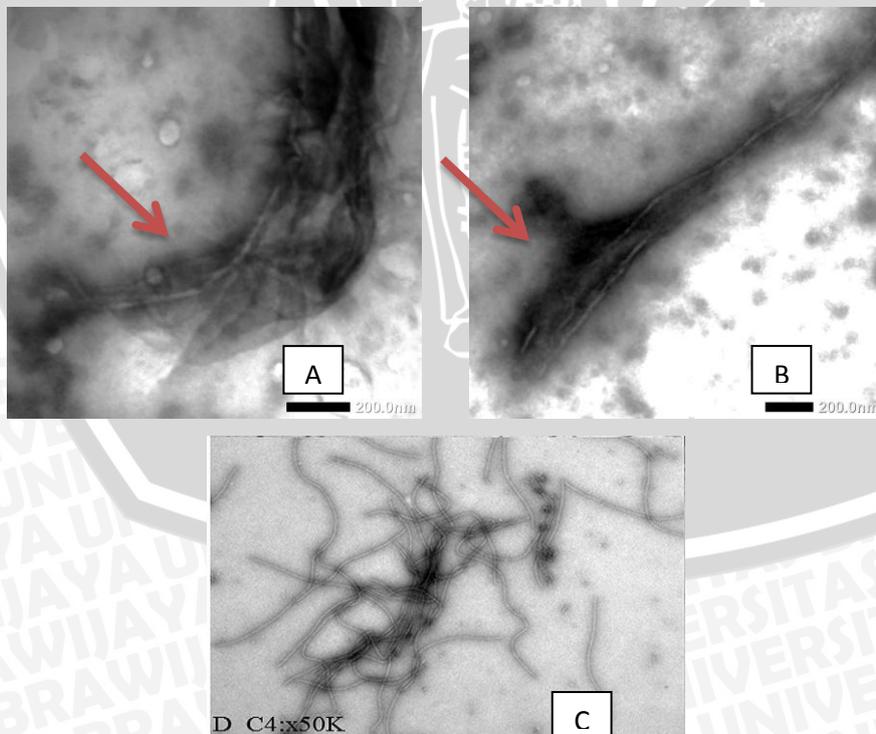


Gambar 7. Gejala serangan penyakit pada daun tanaman sawi tosan oleh virus TuMV (A) vein clearing (B) mosaic dan malformasi.

Pada tanaman sawi jenis toskan rentan terhadap *Turnip Mosaic Virus*. Gejala serangan yang muncul pertama kali pada daun muda, hal ini dikarenakan pada daun muda jaringan tanaman lebih aktif melakukan pertumbuhan dan pembelahan sel. Hal ini sesuai dengan yang di ungkapkan Mashari, (2008) dalam Putri, (2013) bahwa pergerakan virus tanaman lebih cepat terjadi pada jaringan yang masih muda dibandingkan dengan pergerakan virus tanaman pada jaringan yang lebih tua. Pada tanaman sawi yang diamati didapatkan 3 kenampakan gejala yang disebabkan TuMV yaitu *vein clearing*, dan juga malformasi atau adanya perubahan bentuk dari daun tanaman sawi yang tidak sama dengan bentuk tanaman sawi normal. Dari semua perlakuan, kenampakan gejala yang sangat terlihat adalah pada tanaman kontrol yang tidak diberikan kitosan. Pada tanaman sawi yang tidak diberikan kitosan menunjukkan 80% daun terserang oleh virus TuMV dengan kemunculan gejala yang tercepat

4.4. Morfologi Partikel *Turnip Mosaic Virus* (TuMV)

Partikel virus diamati dengan menggunakan *Transmission Electron Microscop* (TEM). Untuk indentifikasi awal bahwa yang akan diinokulasikan pada tanaman uji adalah benar merupakan TuMV maka dilakukan pengujian dengan melihat partikel virus dengan cara *Transmission Electron Microscop* (TEM). TEM ini juga dapat mengetahui dengan cukup jelas jenis suatu virus yang didapatkan.



Gambar 8. Morfologi partikel *Turnip mosaic virus* hasil tangkapan *Transmission Electron Microscop* (TEM). A&B) Berdasar hasil yang didapat. C) Berdasar Literatur (Willoughby, 2016).

Berdasarkan hasil foto TEM menunjukkan bahwa virus yang menyerang adalah kelompok dari *Potyvirus*, bentuk dari *Potyvirus* adalah seperti batang dan bersifat lentur. TuMV termasuk genus *Potyvirus* dalam famili *Potyviridae* yang mempunyai anggota paling banyak diantara virus-virus tumbuhan (Green dan Deng dkk., 1985). *Potyvirus* mempunyai partikel berbentuk batang lentur berukuran 15-20 x 720 nm dan mengandung genom monopartit berupa RNA untai tunggal yang terdiri dari 9830 nukleotida (Nicolas dan Laliberte, 1992). Ukuran partikel TuMV menurut penelitian Ping, (1978) berbentuk batang lentur berukuran 700-800 nm x 11-12 nm. Beberapa penelitian lain melaporkan bahwa ukuran partikel TuMV adalah 680-754 nm (Tomlison, 1970), 720 x 15-20 nm (Nicolas dan Laliberte, 1992), 700-800 nm x 12-13 nm (Sako, 1981).

4.5. Intensitas Serangan *Turnip Mosaic Virus* (TuMV) pada Tanaman Sawi

Pengamatan intensitas serangan TuMV dilakukan pada tanaman berumur tiga minggu kemudian diinokulasikan isolat TuMV hingga empat minggu setelah inokulasi. Berdasarkan Tabel 4 hasil pengamatan dari intensitas serangan virus dilapangan diketahui bahwa pada perlakuan yang tidak diberikan kitosan (P1) memiliki rerata serangan virus yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang diberikan kitosan.

Tabel 4. Rerata Intensitas Serangan TuMV.

Perlakuan	Rerata
P0 kontrol Sehat tanpa inokulasi	Tidak bergejala
P1 kontrol tanpa kitosan + inokulasi TuMV	82,6c
P2 kitosan 1,0% + inokulasi TuMV	44,62a
P3 kitosan 1,1% + inokulasi TuMV	43,97a
P4 kitosan 1,2% + inokulasi TuMV	50,92ab
P5 kitosan 1,3% + inokulasi TuMV	49,97ab
P6 kitosan 1,4% + inokulasi TuMV	57,75ab
P7 kitosan 1,5% + inokulasi TuMV	63,87b

Keterangan :Angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama dibelakangnya menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT (5%)

Dilihat dari data hasil analisi ragam menunjukkan bahwa dari masing – masing perlakuan dengan pemberian kitosan sebesar 1,1% yaitu pada perlakuan P3 yang memiliki intensitas serangan terendah yaitu dengan nilai rerata 43,97. Perlakuan kitosan yang memiliki intensitas serangan tertinggi yaitu pada perlakuan P7 dengan konsentrasi 1,5% dengan nilai rerata sebesar 63,87. Dari data intensitas penyakit tersebut memperlihatkan intensitas

penyakit yang beragam. Data pengamatan menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi kitosan yang diberikan pada tanaman sawi tidak dapat memberikan kesimpulan konsentrasi mana yang terbaik yang dapat mengurangi intensitas penyakit pada tanaman sawi tosan. Pada kitosan dengan konsentrasi yang paling tinggi didapati intensitas serangan yang juga meningkat hal ini diduga efek dari kitosan tidak selalu berbanding lurus, akan terjadi efek yang parabola jika kitosan yang ditambahkan semakin tinggi.

Mekanisme penekanan infeksi virus oleh kitosan disebabkan oleh kemampuannya menekan multiplikasi virus dan juga viroid pada tanaman serta meningkatkan respon hipersensitif tanaman terhadap infeksi virus, menghambat replikasi dan penyebaran keduanya dalam tanaman (Pospieszny, 1991). Selain itu nanopartikel kitosan dapat menghentikan pengkodean mRNA yang dibutuhkan untuk metabolisme virus dan viroid (Rabea dkk., 2003). Kemampuan dari kitosan yang menekan TuMV pada tanaman sawi tosan dalam penelitian ini diduga disebabkan oleh kemampuan kitosan dalam menginduksi ketahanan sistemik dari tanaman sawi tosan, seperti halnya yang pernah dilaporkan oleh Chirkov, dkk. (2001), pada tanaman kentang yang lebih tahan terhadap infeksi *Potato virus X* (PVX) setelah diberi perlakuan kitosan, pada penelitian Ramadhan, (2013), pada tanaman kacang panjang yang lebih tahan terhadap infeksi BCMV dengan penghambatan serangan virus mencapai 42,7% setelah diberi perlakuan kitosan.

Berdasarkan data yang telah didapat, dapat dilihat bahwa kitosan dapat mempengaruhi serangan virus. Virus yang menginfeksi tanaman akan mengganggu sistem ketahanan dari tanaman, mengganggu pertumbuhan tanaman, menimbulkan kerusakan pada sel dan juga jaringan tanaman hingga adanya perubahan bentuk dari tanaman yang biasa disebut dengan gejala dari serangan virus. Kitosan merupakan bahan kimia yang mampu mendorong pertumbuhan tanaman dan akar juga bersifat anti virus dengan menekan perkembangan virus dan menambah respon hipersensitif tanaman terhadap infeksi virus (Pospieszny dkk., 1991).

Kitosan dapat digunakan dalam menekan infeksi yang disebabkan oleh virus patogen tanaman dengan 2 cara baik melalui (induksi ketahanan) dan penghambatan langsung. Mekanisme kerja kitosan melalui *induce resistance* yakni melalui mekanisme deposisi kalus (*callose deposition*) *micro-oxidative burst*, respon hipersensitif mikro dan aktivitas antivirus yang terkait dengan produksi nitrit oksida dan aktivitas enzim phenylalanine ammonia-lyase (PAL), akumulasi fitoaleksin, PR (*pathogenesis related*) protein (glukanase, proteinase, peroksidase, *ribonuclease like protein*) dan *proteinaseinhibitor*, sintesis dan pembentukan

kalus. Mekanisme kerja kitosan dalam menghambat infeksi virus secara langsung yakni dengan menginaktivasi replikasi sehingga terhentinya multiplikasi dan penyebaran virus. Nanopartikel kitosan mengikat asam nukleat virus ketika penetrasi sehingga menyebabkan kerusakan pada virus dan menonaktifkan sintesis mRNA yang dikodekan oleh gen untuk metabolik dan infeksi virus atau viroid (Hemantaranjan, 2014).

4.6. Pengaruh Pemberian Kitosan pada Pertumbuhan dan Produksi Sawi

Parameter pertumbuhan yang diamati selama fase vegetatif tanaman sawi meliputi tinggi tanaman, dan luas daun. Sedangkan parameter produksi yang diamati pada tanaman sawi meliputi bobot basah tanaman sawi. Tinggi tanaman menunjukkan pertambahan panjang tanaman secara vertikal. Pengaruh perlakuan kitosan terhadap tinggi dapat dilihat pada Tabel 5.

4.6.1. Pengaruh Pemberian Kitosan pada Tinggi Tanaman Sawi

Pada Tabel 5 dapat dilihat pada keseluruhan perlakuan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata. Rerata tinggi tanaman ini jika dilihat perlakuan kontrol dengan perlakuan yang diberikan kitosan akan ada sedikit perbedaan dimana perlakuan yang diberikan dengan kitosan tinggi yang didapatkan lebih dari perlakuan kontrol.

Tabel 5. Rerata Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi (cm)
P0 kontrol Sehat tanpa inokulasi	4,75
P1 kontrol tanpa kitosan + inokulasi TuMV	5
P2 kitosan 1,0% + inokulasi TuMV	5,87
P3 kitosan 1,1% + inokulasi TuMV	6,47
P4 kitosan 1,2% + inokulasi TuMV	6
P5 kitosan 1,3% + inokulasi TuMV	5,6
P6 kitosan 1,4% + inokulasi TuMV	5,82
P7 kitosan 1,5% + inokulasi TuMV	5,87

Keterangan : TN : Menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Jika perlakuan kitosan dari konsentrasi 1,0% sampai perlakuan kitosan 1,5% dibandingkan angka yang menunjukkan tinggi tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Tinggi tanaman dipengaruhi oleh aktifitas hormon pertumbuhan yang berperan dalam pemanjangan batang yaitu auksin. Auksin merangsang pertumbuhan dengan cara pemanjangan sel dan menyebabkan dominasi ujung. Pada perlakuan P3 tanaman sawi jenis toskan memiliki tinggi yang secara kasat mata terlihat berbeda dengan perlakuan kontrol P1 yang tidak diberikan kitosan (Gambar 9). Hal ini diduga dengan pemberian kitosan pada

tanaman dapat meningkatkan sintesis auksin pada tanaman sawi. Kitosan dapat meningkatkan aktifitas sintesis hormon auksin melalui jalur independen triptofan (Uthairatnakij dkk., 2007).



Gambar 9. Tinggi tanaman sawi tosan tanpa pemberian kitosan (P1U1) dengan sawi tosan dengan pemberian kitosan (P3U3).

4.6.2. Pengaruh Pemberian Kitosan pada Luas Daun Tanaman.

Parameter luas atau lebar daun diperoleh dengan menggunakan *leaf area meter*. Berdasarkan hasil yang didapatkan pada parameter luas daun, perlakuan yang diberikan kitosan terlihat pada Tabel 6 dimana perlakuan yang diberikan kitosan dengan yang tidak diberikan kitosan tidak berbeda nyata.

Tabel 6. Rerata Luas Daun Tanaman

Perlakuan	Luas (cm)
P0 kontrol Sehat tanpa inokulasi	163,75 a
P1 kontrol tanpa kitosan + inokulasi TuMV	158,75a
P2 kitosan 1,0% + inokulasi TuMV	162,25 a
P3 kitosan 1,1% + inokulasi TuMV	230 b
P4 kitosan 1,2% + inokulasi TuMV	175,5 a
P5 kitosan 1,3% + inokulasi TuMV	168,75 a
P6 kitosan 1,4% + inokulasi TuMV	177,5 ab
P7 kitosan 1,5% + inokulasi TuMV	172,5 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama dibelakangnya menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT (5%).

Jika kontrol dibandingkan dengan tanaman yang diberikan kitosan akan ada perbedaan yang nyata yaitu antara P0 dengan P3 dimana P0 didapati luas daunnya sebesar 63,75cm sedangkan pada P3 didapati luas daunnya sebesar 230cm. Antara kontrol yang di inokulasi virus dengan kontrol yang tidak diinokulasi virus tidak ada perbedaan nyata, selisih luas daun antar perlakuan kontrol sangat kecil. Perbedaan luas daun tanaman ini di duga karena pengaruh dari kitosan yang diberikan ke tanaman sawi. Kitosan dapat meningkatkan

faktor tumbuh pada panjang batang daun, angka pertumbuhan daun, termasuk panjang dan lebar daun (Wanichpongpan dkk., 2000). Sesuai dengan Chibu dan Shiyama, (2001). Efek kitosan dapat mempengaruhi peningkatan tinggi tanaman, luas daun, bobot basah dan bobot kering tanaman.

4.6.3. Pengaruh Pemberian Kitosan pada Bobot Basah Tanaman sawi

Bobot basah tanaman di hitung di akhir yaitu pada saat pemanenan tanaman sawi. Berdasarkan hasil yang didapatkan perlakuan kitosan yang diberikan pada tanaman sawi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot basah tanaman sawi.

Tabel 7. Rerata Bobot Basah Tanaman Sawi

Perlakuan	Rerata (gr/tan)
P0 kontrol Sehat tanpa inokulasi	199,57 a
P1 kontrol tanpa kitosan + inokulasi TuMV	203,7 a
P2 kitosan 1,0% + inokulasi TuMV	244,05 ab
P3 kitosan 1,1% + inokulasi TuMV	276,5 b
P4 kitosan 1,2% + inokulasi TuMV	260,72 ab
P5 kitosan 1,3% + inokulasi TuMV	235,8 ab
P6 kitosan 1,4% + inokulasi TuMV	256,62 ab
P7 kitosan 1,5% + inokulasi TuMV	235,3 ab

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama dibelakangnya menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT (5%).

Pada P0 dan P1 memiliki rata – rata bobot basah yang rendah yaitu berturut – turut 199,57g dan 203,7g perlakuan P0 dan P1 ini merupakan perlakuan yang tidak diberikan kitosan. Perlakuan yang diberikan kitosan yaitu pada perlakuan P2 sampai dengan P7 dimana hasil yang didapatkan pada perlakuan pemberian kitosan didapatkan P3 merupakan perlakuan yang tertinggi dengan nilai 276,5g.

Bobot basah merupakan salah satu dari parameter meningkat atau tidak produksi tanaman sawi yang telah diberikan kitosan. Dan dari pemberian kitosan 1,1% pada perlakuan P3 ini dapat di katakan bobot basah tanaman tinggi walaupun adanya aktifitas dari serangan virus TuMV di sawi tosan ini. Hal ini sesuai dengan Wanichpongpan, dkk. (2001). Yang menyatakan aplikasi kitosan menunjukkan kitosan bekerja sebagai faktor positif dalam meningkatkan tunas, dan akar panjang, bobot basah dan total gula larut sukrosa.

Dari data analisis ragam pengaruh kitosan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi tidak ada yang menunjukkan perbedaan yang nyata. Kitosan memang

mengandung fitohormon yang dapat membantu pertumbuhan, perkembangan dan juga produksi tanaman namun dalam kasus ini diduga konsentrasi yang digunakan belum membantu secara signifikan. Karena tumbuhan akan tumbuh secara optimal jika kandungan hara didalam tanah juga berimbang. Buckman, (1969) menyatakan bahwa suatu tanaman akan tumbuh dan mencapai tingkat produksi tinggi bila unsur hara yang di butuhkan tanaman berada dalam keadaan cukup tersedia dan berimbang didalam tanah. Selain itu dikarenakan faktor dari tanamannya itu sendiri sehingga kitosan yang diberikan tidak berpengaruh secara nyata pada pertumbuhan dan produksi tanaman sawi.

Heddy, (2008) mengatakan bahwa genotip tanaman menetapkan jarak dari hasil tanaman dan ditentukan oleh sekumpulan sifat yang diturunkan, fenotip diproduksi oleh genotip khusus hasil interaksi ciri-ciri genotip dengan lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh.

Pernyataan tersebut diperkuat oleh Sitompul dan Guritno (1995), perbedaan susunan genetik merupakan salah satu faktor penyebab keragaman penampilan tanaman. Program genetik yang akan diekspresikan pada berbagai sifat tanaman yang mencakup morfologi tanaman yang menghasilkan keragaman pertumbuhan tanaman. Keragaman penampilan tanaman akibat perbedaan susunan genetik selalu mungkin terjadi sekalipun bahan tanaman yang digunakan berasal dari jenis tanaman yang sama.



