

Pengaruh Infeksi Beberapa Jenis Virus Terhadap Penurunan Hasil Produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* Mill.) Di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar

IDA BAGUS GEDE MAHENDRA
TRISNA AGUNG PHABIOLA *)
KETUT AYU YULIADHI

PS Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80232 Bali
*)Email: trisnafabiola@gmail.com

ABSTRACT

Effect of Virus Infection Several Types of Decreased Production Plant Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill) in Dusun Marga Tengah, Kerta Village, Payangan District, Gianyar Regency

The purpose of this research is to know the how much yield loss due to virus infection on tomato plants as well as knowing viruses that attack tomato plants with symptoms of mosaic and yellow. This study was conducted from October 2016 through December 2016 held at Dusun Marga Tengah, Payangan, Gianyar. Activities undertaken during the study was the observation of symptomatic plant virus, harvesting, sampling symptomatic mosaic, yellow and serology ELISA (*Enzyme Link Immunosorbent Assay*). Field observations show that plants with mosaic symptoms have a higher incidence of the disease (21.75%) and plants with symptoms of yellow (13.17%). Tomato plants with mosaic symptoms resulted in an average yield of 498.54 grams with the highest rate of loss of 82.73% and a yellow tomato plants with symptoms caused average crop yield of 1672.50 grams with a loss rate of yield of 44.48%. The results of serologic testing by ELISA of leaf samples of tomato plants with mosaic symptoms were positively infected TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) and leaf samples of tomato plants with symptoms of infection PepYLCV (*Pepper yellow leaf curl virus*) positive yellow.

Keywords: *Tomato, Virus, Mosaic, Yellow, ELISA*

1. Pendahuluan

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* Mill.) merupakan salah satu komoditas sayuran penting di Indonesia. Buah tomat memiliki kandungan zat yang cukup lengkap dan baik. Tomat seperti halnya dengan sayuran dan buah-buahan lainnya, dapat diolah menjadi berbagai macam produk makanan. Komposisi zat gizi buah tomat dalam (100 g) adalah protein (1 g), karbohidrat (4,2 g), lemak (0,3 g), kalsium

(5 mg), fosfor (27 mg) zat besi (0,5 mg), vitamin A (karoten) 1500 SI, vitamin B (tiamin) 60 ug, vitamin C 40 mg (Yani dan Ade, 2004). Produksi tomat di Provinsi Bali, dari tahun 2011 mencapai 33.542 ton, kemudian pada tahun 2012 menjadi 30.880 ton, pada tahun 2013 turun lagi menjadi 19.464 ton, pada tahun 2014 mengalami kenaikan menjadi 25.609 ton, dan pada tahun 2015 turun lagi menjadi 16.716 ton (Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura Provinsi Bali 2015).

Penurunan produksi tomat selain dikarenakan penurunan luas panen, juga dapat disebabkan oleh serangan OPT (organisme pengganggu tanaman), salah satu OPT yang menyerang tanaman tomat adalah virus. Di Indonesia, virus yang banyak menyerang tanaman tomat adalah *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), *Potato virus Y* (PVY), *Potyvirus*, *PepYLCV* (*Pepper yellow leaf curl virus*) dan *Cucumber Mosaic Virus* (CMV). Virus patogen sangat sulit dikendalikan, karena virus hidup sebagai parasit obligat di dalam sel tanaman, sehingga usaha untuk mematikan virus hanya bisa dilakukan dengan mematikan sel atau jaringan tanaman inangnya. Sampai saat ini belum ada pestisida yang efektif mengendalikan patogen virus atau serangga vektornya (Watterson, 1993). Berdasarkan hal tersebut diatas perlu dilakukan deteksi virus melalui Uji ELISA (*Enzyme-linked Immunosorbent Assay*) terhadap tanaman yang bergejala virus dan penelitian mengenai pengaruh penyakit mosaik dan kuning terhadap penurunan produksi tomat (*Solanum lycopersicum* Mill.) di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar dengan mengamati gejala virus pada tanaman, dilanjutkan dengan kegiatan identifikasi dan Uji Serologi *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) di Laboratorium Fitopatologi Konsentrasi Perlindungan Tanaman Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Oktober 2016 sampai dengan Desember 2016.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah buku catatan, alat tulis, penggaris, label, kamera, tabung, plastik, *tissue*, peta ELISA, plastik gerus, ELISA reader, timbangan untuk sampel, *stirer* (pengaduk), *sentrifuse*, pH meter, tabung, pipet mikrotiter, tip (putih, kuning, biru), kulkas, oven, pinset, *microplate*, *microtube*, Bahan yang digunakan adalah 0,1 g daun tomat yang terinfeksi gejala virus, serbuk CaCl_2 , *buffer* 5 ml, air, dan aquades.

2.3 *Survei Lokasi Pertanaman Tomat yang Terinfeksi Virus*

Lokasi sebaran penyakit virus pada tanaman tomat disurvei di lapangan terlebih dahulu untuk mengetahui lokasi pertanaman tomat milik petani di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Gianyar. Maka dalam penelitian ini ditentukan tujuh lokasi berdasarkan kejadian penyakit virus terbanyak.

2.4 *Pengambilan Sampel Tanaman Yang Bergejala Virus.*

Untuk verifikasi jenis virus dilakukan pengambilan sampel daun pucuk dari tanaman tomat yang menunjukkan gejala virus. Individu tanaman tomat yang diambil sebagai sampel adalah 10 % dari populasi tanaman yang ada di lapangan. Daun tanaman yang diambil sebagai sampel kemudian ditandai untuk mempermudah pengambilan sampel panen.

2.5 *Perhitungan Persentase Bergejala Virus*

Untuk mengetahui seberapa besar persentase penyakit dalam satu lokasi tanaman dapat dicari dengan rumus persentase tanaman bergejala virus (Purwaningsih, 2015) :

$$\text{Persentase tanaman bergejala} = \frac{\text{Jumlah tanaman bergejala virus}}{\text{Populasi tanaman per peta}} \times 100\% \dots(1)$$

2.6 *Penghitungan Hasil Panen*

Sampel panen diambil sepuluh persen (10%) dari populasi tanaman yang bergejala virus dan sehat yang ada di lokasi pengamatan. Penghitungan hasil panen dilakukan pada individu tanaman tomat yang sudah ditandai sebelumnya. Proses pemanenan dilakukan sebanyak empat kali, panen dilakukan setiap minggu. Dengan rumus (Purwaningsih, 2015) :

$$\text{Rata-rata hasil panen per tanaman} = \frac{\text{Jumlah rata-rata 4 kali panen}}{4} \dots\dots\dots(2)$$

Setelah mendapatkan rata-rata hasil panen, maka dapat dihitung persentase penurunan hasil panen berdasarkan rumus berikut :

$$= \frac{\text{Rata-rata hasil tanaman sehat} - \text{Rata-rata hasil tanaman bergejala virus}}{\text{Rata-rata hasil tanaman sehat}} \times 100\% \dots(3)$$

2.7 *Uji Serologi Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA)*

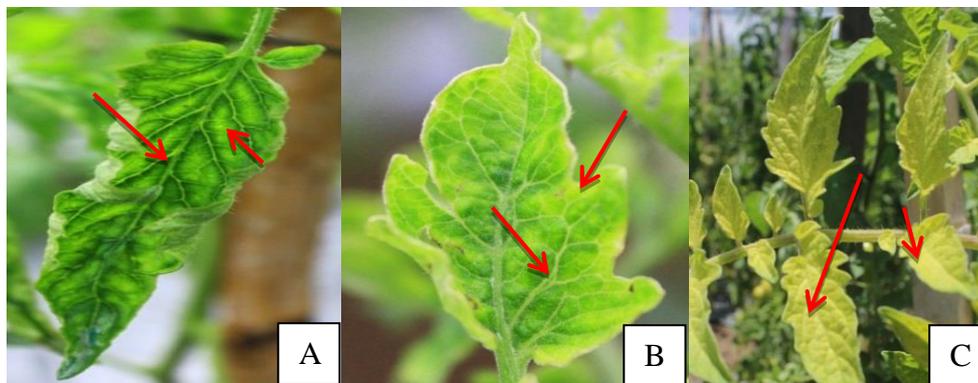
Metode serologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah ELISA dengan mengikuti prosedur dalam kit antiserum yang digunakan (Agdia, USA). Pada umumnya prosedur tersebut sebagai berikut. Serum anti-TMV, dan PepYLCV. Pada pengenceran 2×10^{-2} dalam bufer PBST-PB (PBST yang mengandung 0,2% *bovine serum albumin* dan 2% *polyvinylpyrrolidone*) dimasukkan sebanyak 100 μ l ke dalam sumuran ELISA-plate diinkubasi pada 37°C selama 2 jam. Setelah itu sumuran dicuci dengan PBST (8 mM Na_2HPO_4 , 14 mM KH_2PO_4 , 15 mM NaCl, 0,05% tween-20, pH

7,4) sebanyak lima kali. Sebanyak 0.1 g jaringan daun dilumatkan dengan mortar dalam 1 ml bufer ekstraksi TBS-Tween (0,02 M Tris, 0,5 M NaCl, 0,5% tween-20, pH 7,5). Sap dijernihkan dengan sentrifugasi 15.000 rpm selama 5 menit, lalu dimasukkan ke dalam sumuran ELISA-plate (100 μ l per sumuran) dan diinkubasi pada 37°C selama 2 jam. Setelah itu, sumuran dicuci dengan bufer PBST sebanyak 3 kali. *Alkaline phosphatase* (Sigma, USA) pada pengenceran 10^{-4} dalam bufer ECI sebanyak 100 μ l ditambahkan ke dalam sumuran, diinkubasi pada 37°C selama 2 jam, lalu dicuci dengan PBST. Larutan PNP (1 mg/ml *p-nitrophenyl phosphate* dalam 10% *triethanolamine*, pH 9,8) sebanyak 100 μ l ditambahkan ke dalam sumuran dan diinkubasi sampai muncul warna kuning (sekitar 30 menit). Nilai absorban diukur pada 405 nm dengan ELISA Reader.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengamatan gejala penyakit

Hasil survey lokasi daerah sebaran virus tanaman tomat di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar terdapat tujuh lokasi kebun tanaman tomat milik petani yang terinfeksi virus sampai dengan 50 % di setiap lokasinya. Berdasarkan hasil pengamatan gejala di lapangan dan hasil dari penelitian yang penulis dapat dari beberapa sumber, ditemukan dua gejala penyakit virus yang menyerang tanaman tomat, yaitu gejala mosaik dan gejala kuning seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daun tanaman tomat yang terinfeksi virus. (A) Gejala mosaik perubahan warna belang dan hijau muda kekuningan. (B) Gejala kuning tulang daun menebal, pinggir daun memucat sampai kuning terang. (C) Terlihat berupa *vein clearing* (pemucatan tulang daun), daun berwarna kuning cerah, dan daun pucuk berukuran kecil.

Tanaman tomat dengan gejala mosaik memperlihatkan gejala pada daun-daun muda berubah menjadi warna belang kuning hijau, keriting serta berkerut, tanaman kerdil, buah belang dan berwarna kuning. Gejala lain yang terlihat adalah munculnya garis nekrosis pada daun tanaman yang menyebabkan terjadinya gugur daun. Tanaman tomat dengan gejala kuning helaian daun yang diserangnya mengalami

malformasi, pemucatan tulang daun (*vein clearing*), daun yang sudah tua melengkung ke arah atas, tulang daun menebal, pinggir daun memucat sampai kuning terang. Apabila infeksi sudah lanjut, menyebabkan daun-daun pucuk berukuran kecil, tanaman kerdil dan bunga lebih sedikit, secara keseluruhan dari jauh tanaman akan nampak kuning cerah. Perubahan morfologi juga sering terjadi pada daun tanaman yang telah terinfeksi virus, yaitu perubahan bentuk bagian tumbuhan. Distorsi yaitu pengurangan ukuran bagian tumbuhan, gejala lain yaitu daun mengeriting, daun menggulung atau nekrosis yang meluas.

Berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh diagnosis identifikasi suatu penyakit yaitu gejala mosaik dan kuning pada tanaman tomat yang berasosiasi dengan virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) dan PepYLCV (*Pepper Yellow Leaf Curl Virus*). Namun, dari proses pengamatan gejala di lapangan saja, tidak cukup dalam menentukan virus penyebab suatu penyakit pada tanaman, karena gejala yang diduga disebabkan oleh virus pada saat pengamatan bisa saja disebabkan oleh adanya patogen lain, toksisitas dari serangga maupun adanya pengaruh biotik seperti kelebihan atau kekurangan unsur hara, stress lingkungan dan sebagainya (Agrios 2005). Selain itu, penyakit pada tanaman dapat terinfeksi oleh lebih dari satu macam virus, serta virus yang sama dapat menyebabkan gejala yang berbeda, oleh karena itu diperlukan deteksi virus pada jaringan tanaman (Sutrawati 2010). Deteksi virus dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan uji serologi melalui metode ELISA.

3.2 *Persentase Tanaman Bergejala Virus*

Berdasarkan hasil pengamatan pada 7 lokasi kebun tomat milik petani menunjukkan persentase kejadian penyakit dengan rata-rata persentase kejadian penyakit tertinggi didapatkan pada tanaman dengan gejala mosaik yaitu (21.75%) dan terendah pada tanaman dengan gejala kuning (13.17%) seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Persentase tanaman bergejala virus pada masing-masing lokasi di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar

Lokasi	Populasi		Persentase Kejadian Penyakit (%)	
	Tanaman	Tanaman Sehat	Mosaik	Kuning
Lokasi I	138	40.58	31.88	25.36
Lokasi II	250	60.4	13.6	11.6
Lokasi III	265	62.26	13.96	16.98
Lokasi IV	270	65.93	12.59	13.33
Lokasi V	235	64.68	19.15	7.66
Lokasi VI	199	50.25	19.1	5.53
Lokasi VII	205	36.1	41.95	11.71
Rata-rata		54.31	21.75	13.17

Dari tabel rata-rata persentase kejadian penyakit, menunjukkan persentase kejadian penyakit dengan gejala mosaik lebih tinggi dibandingkan dengan gejala kuning, hal ini dikarenakan pada lokasi tanaman dengan gejala mosaik tinggi terdapat tanaman tomat yang masih muda atau masih dalam fase vegetatif. Gejala virus pada tanaman akan lebih cepat tampak, apabila infeksi terjadi pada saat umur tanaman masih muda, yang disebabkan aliran energi atau metabolisme lebih cepat dibandingkan tanaman lebih tua. Rendahnya persentase kejadian penyakit kuning dibandingkan dengan gejala mosaik disebabkan karena umur tanaman yang sudah tua atau sudah dalam fase generatif, pada fase ini tanaman sudah memiliki ketahanan secara mekanis sehingga mampu mempertahankan dirinya terhadap serangan virus.

Kejadian penyakit di lapangan selain dikarenakan banyaknya jenis inang virus, juga dapat dipengaruhi oleh adanya keberadaan serangga vektor. Keberadaan serangga vektor yang dapat menularkan gejala mosaik yakni *Aphis gossypii*, *A. craccivora*, dan *A. spiraecola* (Dolores, 1996). Kutudaun menularkan virus mosaik pada tanaman tomat secara non persisten dari tanaman sakit (inang alternatif) ke tanaman tomat sehat. Semakin tinggi kelimpahan populasi kutudaun di pertanaman maka semakin tinggi pula tanaman tomat terserang penyakit dengan gejala mosaik. Serupa dengan penularan virus mosaik melalui serangga vektor, pada penyebaran penyakit kuning serangga vektor kutu kebul (*Bemesia tabaci*) dapat menularkan penyakit kuning secara persisten. Pranatayana, (2016) melaporkan bawa kutu kebul juga berpotensi memberikan sumber penularan utama dan awal serta membantu eksistensi virus di lahan pertanaman. Hal tersebut disebabkan selain pada tanaman inang alternatif, virus juga mampu bertahan pada konsentrasi tertentu di dalam tubuh kutu kebul meskipun tanpa melakukan replikasi. Berbeda dengan virus pada kutudaun yang memiliki waktu terbatas untuk bertahan pada stilet karena sifatnya non persisten, virus pada kutu kebul mampu bertahan lebih lama karena bersifat persisten sirkulatif. Bahkan ketika kutu kebul melakukan pergantian kulit, virus tetap bersifat virulen hingga serangga itu mati (Bos, 1983).

3.3 Hasil Panen dan Penurunan Hasil Tanaman Tomat

Panen pertama dilakukan pada saat umur tanaman 90 hari setelah tanam, dan panen selanjutnya dilakukan setiap satu minggu sekali sampai panen sebanyak empat kali. Dari tujuh lokasi, rata-rata hasil panen per tanaman paling tinggi pada tanaman dengan gejala kuning (1672.50 g) dan terendah pada tanaman dengan gejala mosaik (498.54 g). Sedangkan Rata-rata persentase penurunan hasil dari ketujuh lokasi, yang paling tinggi terdapat pada tanaman dengan gejala mosaik sebesar (82.73%) dan pada tanaman dengan gejala kuning sebesar (44.48%) seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata hasil panen dan rata-rata persentase penurunan hasil tanaman tomat di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar

Lokasi	Rata-Rata Hasil Panen per Tanaman (g)			Rata-rata Persentase Penurunan Hasil (%)	
	Sehat	Mosaik	Kuning	Mosaik	Kuning
Lokasi I	2960.00	355.00	367.50	88.01	87.58
Lokasi II	3587.50	370.00	2777.50	89.69	22.58
Lokasi III	2771.25	390.00	1046.25	85.93	62.25
Lokasi IV	2300.00	296.25	560.00	87.12	75.65
Lokasi V	3317.50	632.50	3092.50	80.93	6.78
Lokasi VI	2220.50	749.00	2166.25	66.27	2.44
Lokasi VII	3697.50	697.00	1697.50	81.15	54.09
Rata-rata	2979.18	498.54	1672.50	82.73	44.48

Berdasarkan persentase penurunan hasil panen tersebut menunjukkan bahwa adanya infeksi virus dengan gejala mosaik dan kuning sangat mempengaruhi hasil panen tanaman tomat. Tanaman tomat yang terinfeksi gejala mosaik lebih mempengaruhi hasil panen dibandingkan dengan tanaman yang bergejala kuning. Penurunan hasil pada tanaman dengan gejala mosaik disebabkan karena mulai dari awal, tanaman sudah mengalami hambatan pertumbuhan, karena sudah terjadi infeksi virus sejak tanaman dalam fase vegetatif.

Terjadinya gejala mosaik dan kuning pada tanaman akan dapat menyebabkan terganggunya proses fotosintesis yang pada akhirnya dapat berakibat pada pertumbuhan dan penurunan hasil tanaman. Perkembangan penyakit di lapangan dapat diperkirakan dari keberadaan serangga vektor, banyaknya sumber inokulum, dan penggunaan benih. Selain keberadaan serangga vektor, sumber inokulum dan penggunaan benih yang berasal dari tanaman yang terinfeksi virus merupakan faktor utama yang berperan dalam penurunan hasil tanaman tomat. Banyaknya jenis tanaman inang sebagai sumber inokulum akan memudahkan virus ini untuk bertahan pada saat tanaman inang utama tidak ada di lapangan.

Keberadaan tanaman alternatif dapat memfasilitasi dan menyediakan tempat bagi virus untuk bertahan hidup, memperbanyak diri dan membentuk strain virus baru. Distribusi benih dan bibit tanaman budidaya atau gulma terinfeksi virus dari satu lokasi ke lokasi yang lain sangat berperan penting pada penyebaran kejadian penyakit, mengingat virus dapat menular melalui benih. Sehingga keberadaan inang alternatif tersebut disamping sebagai penyedia tempat bertahan hidup virus juga memberikan dampak pada meluasnya penyebaran penyakit mosaik *lewat seedborne* (Shukla *et al.* 1994).

3.4 Hasil Uji ELISA Dengan Beberapa Antiserum.

Nilai absorbansi ELISA (NAE) merupakan gambaran kuantitatif virus yang menginfeksi tanaman. Uji ELISA pada sampel daun yang menunjukkan gejala mosaik menggunakan antiserum spesifik TMV (*Tobacco Mosaik Virus*) dengan kontrol negatif (-) (0,176), kontrol positif (+) (0,381), dan buffer (0,186), sedangkan pada tanaman dengan gejala kuning menggunakan antiserum spesifik PepYLCV (*Pepper yellow leaf curl virus*) dengan nilai kontrol negatif (-) (0,155), kontrol positif (+) (0,372) dan buffer (0,157) seperti terlihat pada (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai absorbansi sampel yang berasal dari 7 lokasi pengamatan tanaman tomat pada reaksi ELISA dengan menggunakan beberapa antiserum

Sampel	Nilai Absorban/Antiserum			
	TMV	Keterangan	PepYLCV	Keterangan
Lokasi I	0,704	(+)	0,374	(+)
Lokasi II	0,409	(+)	0,465	(+)
Lokasi III	0,579	(+)	0,364	(+)
Lokasi IV	0,805	(+)	0,375	(+)
Lokasi V	0,740	(+)	0,467	(+)
Lokasi VI	0,545	(+)	0,475	(+)
Lokasi VII	0,847	(+)	0,431	(+)
Kontrol negative	0,176	(-)	0,155	(-)
Buffer	0,186	(-)	0,157	(-)
Kontrol positif	0,381	(+)	0,372	(+)

Keterangan: (+) = Positif (-) = Negatif

Berdasarkan hasil uji ELISA pada (Tabel 4.3) didapatkan bahwa sampel yang dikoleksi berdasarkan atas gejala mosaik dan kuning terbukti positif terinfeksi virus. Hasil uji ELISA dalam penelitian ini ditemukan bahwa virus yang berasosiasi dengan gejala mosaik yaitu TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) dan pada sampel daun tanaman dengan gejala kuning virus yang berasosiasi dengan gejala tersebut yaitu PepYLCV (*Pepper yellow leaf curl virus*). Perbedaan NAE berhubungan dengan konsentrasi virus yang ada pada masing-masing sampel melalui perubahan warna pada saat uji ELISA. Warna yang terdapat pada sumuran menunjukkan adanya virus dalam sampel tersebut dan tingkat warna yang dapat dilihat atau ukuran yang dapat terbaca pada kalorimeter sebanding dengan ukuran jumlah virus yang terdapat dalam sampel tersebut (Agrios, 2005).

Malole (1988) menyatakan bahwa penggunaan metode ELISA dimulai sejak diketahui bahwa protein termasuk antigen virus dapat melekat pada sumuran microplate, dengan demikian antigen atau antibodi dapat diabsorpsi pada permukaan microplate untuk tujuan identifikasi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tanaman Tomat di Dusun Marga Tengah, Desa Kerta yang ber gejala mosaik diinfeksi oleh virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) dan yang ber gejala kuning diinfeksi oleh PepYLCV (*Pepper yellow leaf curl virus*) .
2. Tanaman tomat dengan gejala mosaik menyebabkan kehilangan hasil yang lebih tinggi sebesar (82.73%), kemudian diikuti oleh gejala kuning (44.48%).

4.2 Saran

1. Menghindari penanaman tomat setelah tanaman cabai, karena tanaman cabai merupakan sumber inokulum bagi virus.
2. Perlu dilakukan budidaya tanaman yang baik, penggunaan benih sehat, penggunaan mulsa plastik, pembersihan lahan dari gulma tanaman, dan rotasi tanaman untuk memutus rantai makanan dari serangga vektor.

Daftar Pustaka

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Ed. Academic Press, New York.
- Bos, L. 1983. Pengantar Virologi Tumbuhan. Terjemahan Triharso, 1990. Yogyakarta: Gajah Mada Press., 389 pp.
- Direktorat Jenderal Hortikultura, 2015, Statistik Hortikultura Tahun 2015, Direktorat Jenderal Hortikultura Provinsi Bali.
- Dolores, L. M. 1996. Management of Pepper Viruses. Proceeding of the AVNET II Midterm Workshop. Philippines 21-23 February 1995. AVRDC.
- Malole BM. 1988. Virologi. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pranatayana, I. B. G. 2016. "Model Hubungan Antara Kejadian Penyakit Virus Dengan Populasi Serangga Vektor Dan Inang Alternatif Pada Tanaman Kacang Panjang". Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Purwaningsih, N. N. A. 2015. "Pengaruh Penyakit Virus Mosaik dan Kuning Terhadap Hasil Panen Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis L.*) di Desa Peraan, Baturiti, Tabanan". Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Sutrawati. M. 2010. Deteksi Serologi Virus Penyebab Penyakit Mosaik Pada Tanaman Cabai dengan DAS-ELISA. Jurnal Agriculture 17 (1) : 625-630.
- Shukla, D. D., Ward, C. W., Brunt, A. A. 1994. The Potyviridae. CAB International: Wallingford
- Watterson, J.C. 1993, Developemet and Breeding of Restitanci to pepper and tomato Viruse, In Kyle, M,M, (edit), Restitanci to Virus Diasenses of Vegetable, Timber Press, Oregon, Pp 80-101,
- Yani T & Ade Iwan S. 2004. Tomat : Pembudidayaan Secara Komersial. Penebar Swadaya. Jakarta.