

**LAPORAN TAHUNAN
HIBAH BERSAING
TAHUN ANGGARAN 2015**



**PENGENDALIAN PENYAKIT VIRUS PADA TANAMAN
CABAI DENGAN TEKNIK RAMAH LINGKUNGAN**

Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun

KETUA :

**Dr. Ir. I Dewa Nyoman Nyana, MSi
NIDN: 0020025402**

ANGGOTA:

- 1. Prof. Dr. Ir. I Gede Rai Maya Temaja, MP
NIDN: 0009106204**
- 2. Ir. I Ketut Siadi, MSi
NIDN: 0004035502**

Dibiayai oleh

**Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian
Nomor : 62/UN14.2/PNL.01.03.00/2015, tanggal 3 Maret 2015**

**UNIVERSITAS UDAYANA
NOVEMBER 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengendalian Penyakit Virus pada Tanaman Cabai dengan Teknik Ramah Lingkungan

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Ir. I DEWA NYOMAN NYANA M.Si
Perguruan Tinggi : Universitas Udayana
NIDN : 0020025402
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Agribisnis
Nomor HP : 08123910101
Alamat surel (e-mail) : dewanyana@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. I GDE RAI MAYA TEMAJA MP
NIDN : 0009106204
Perguruan Tinggi : Universitas Udayana

Anggota (2)
Nama Lengkap : Ir. I KETUT SIADI M.Si
NIDN : 0004035502
Perguruan Tinggi : Universitas Udayana
Institusi Mitra (jika ada) :
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 60.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 212.865.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



(Prof. Dr. Ir. I Nyoman Rai, M.S)
NIP/NIK 196305151988031001



Denpasar, 5 - 11 - 2015
Ketua,



(Ir. I DEWA NYOMAN NYANA M.Si)
NIP/NIK 195402201985031001

Menyetujui,
Ketua LPPM Unud



(Prof. Dr. Ir. I Nyoman Gde Antara, M.Eng)
NIP/NIK 196408071992031002



RINGKASAN

Serangan penyakit virus pada tanaman cabai merupakan masalah utama dalam menurunkan produksi cabai di Indonesia. Terjadinya ledakan penyakit virus pada pertanaman cabai sampai saat ini belum bisa dihindari, yang berdampak sangat besar pada ketidakcukupan suplay cabai bagi kebutuhan dalam maupun permintaan luar negeri. Tiga jenis gejala yang umum sebagai penyebab penyakit virus pada tanaman cabai yaitu dengan gejala mosaik, kuning dan khlorosis yang diinfeksi oleh jenis virus yang berbeda. Perbedaan sifat bioekologi dari virus-virus ini membawa konsekuensi kerumitan dalam penanggulangan penyakit yang ditimbulkannya.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengembangkan strategi pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai berdasarkan sifat-sifat bioekologi dari virus yang terlibat dalam menginduksi gejala, melalui serangkaian percobaan yang meliputi: (1) mencegah sumber inokulum primer di pertanaman cabai dan (2) menghalau kedatangan serangga vektor ke dalam pertanaman cabai.

Disain pengendalian yang dikembangkan dalam penelitian ini berdasarkan sifat-sifat bioekologi yang unik yang dimiliki dari masing-masing virus yang terlibat dalam menginduksi gejala pada tanaman cabai. Oleh karena itu, keberhasilannya dapat lebih mendekati yang diharapkan. Di samping itu, deteksi yang dilakukan guna menentukan penyebab gejala virus pada tanaman cabai telah dilakukan secara akurat melalui ELISA maupun RT-PCR. Diagnose penyebab penyakit dengan akurasi tinggi ini akan memberikan jaminan keberhasilan pengendalian yang lebih baik.

Adapun strategi pengendalian terhadap virus yang menginfeksi tanaman cabai dilakukan dengan teknik ramah lingkungan, berdasarkan sifat bioekologi virus yang terlibat dalam menginfeksi. Penyakit virus pada tanaman cabai yang mempunyai banyak jenis tanaman inang, strategi pengendaliannya didekati dengan pengendalian gulma sebagai tanaman inang, dan pencegahan sumber inokulum primer di pertanaman cabai dilakukan dengan membuat bibit bebas virus dengan melakukan pembibitan di rumah kaca kedap serangga, sedangkan untuk menghalau kedatangan serangga vektor ke dalam pertanaman cabai dilakukan dengan pemasangan mulsa plastik hitam perak dan barrier paranet. Semua strategi pengendalian ini dapat dilakukan sendiri-sendiri atau bersama-sama tergantung dari jenis virus yang mendominasi di daerah bersangkutan.

Adapun hasil penelitian yang didapatkan dari perlakuan penyiapan bibit bebas virus dan tanpa gulma adalah: hasil tertinggi dicapai pada penyiapan bibit bebas virus tanpa gulma (12.05 ton/ha), diikuti oleh perlakuan dengan mulsa plastik perak (11.41 ton/ha) dan terendah pada kontrol (4.21 ton/ha). Hasil Penelitian dengan perlakuan Net didapatkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan net merah (10.05 ton/ha), net putih (8.92 ton/ha) dan terendah adalah control (5.15 ton/ha). Hasil Penelitian dengan menggunakan mulsa plastik didapatkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan mulsa plastik perak (12.28 ton/ha), diikuti oleh mulsa plastik hitam (8.11 ton/ha) dan terendah pada control (5.05 ton/ha).

Kata kunci: Cabai, gulma, mulsa, net, virus

PRAKATA

Terjadinya ledakan penyakit virus pada pertanaman cabai sampai saat ini belum bisa dihindari, yang berdampak sangat besar pada ketidakcukupan suplay cabai bagi kebutuhan dalam maupun permintaan luar negeri. Tiga jenis gejala yang umum sebagai penyebab penyakit virus pada tanaman cabai yaitu dengan gejala mosaik, kuning dan khlorosis yang diinfeksi oleh jenis virus yang berbeda. Perbedaan sifat bioekologi dari virus-virus ini membawa konsekuensi kerumitan dalam penanggulangan penyakit yang ditimbulkannya.

Peledakan penyakit virus pada cabai telah terjadi hampir di semua daerah penghasil cabai di Indonesia, dan sebagian besar menunjukkan gejala virus berat. Pengetahuan petani yang terbatas mengenai bioekologi virus yang terlibat menginduksi penyakit pada tanaman cabai menyebabkan tindakan pengendalian yang dilakukan selama ini kurang berhasil bahkan menyebabkan pengeluaran biaya penanggulangan yang sia-sia. Sebagai akibatnya, produksi cabai yang dibudidayakan selalu lebih rendah dari potensi produksi yang sesungguhnya dan tentu pendapatan petani menjadi sangat berkurang. Disain pengendalian yang dikembangkan dalam penelitian ini berdasarkan sifat-sifat bioekologi yang unik yang dimiliki dari masing-masing virus yang terlibat dalam menginduksi gejala pada tanaman cabai. Oleh karena itu, keberhasilannya dapat lebih mendekati yang diharapkan. Di samping itu, deteksi yang dilakukan guna menentukan penyebab gejala virus pada tanaman cabai telah dilakukan secara akurat melalui ELISA maupun PCR. Diagnose penyebab penyakit dengan akurasi tinggi ini akan memberikan jaminan keberhasilan pengendalian yang lebih baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah berkenan memberikan dukungan dana penelitian untuk mengembangkan strategi pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai dengan teknik ramah lingkungan. Penulis berharap penelitian ini dapat menghasilkan luaran yang bermanfaat.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
Ringkasan	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	6
3.1 Tujuan.....	6
3.2 Manfaat Penelitian.....	6
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	9
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
BAB VI. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA.....	24
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Persentase tanaman bergejala virus.....	15
4.2 Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai	16
4.3 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil..	17
4.4 Persentase tanaman bergejala virus.....	18
4.5 Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai.....	19
4.6 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil.....	20
4.7 Persentase tanaman bergejala virus.....	20
4.8 Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai	21
4.9 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil.....	22

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Hasil amplifikasi gen coat protein virus	22

BAB I. PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu jenis sayuran penting yang dibudidayakan secara komersial di daerah tropis. Cabai menduduki areal paling luas, yaitu 20,6% di antara sayuran lain di Indonesia (DBPH, 2009). Menurut Nawangsih dkk. (1999) terdapat lima spesies cabai yang umum dibudidayakan di Indonesia, yaitu *Capsicum annuum* (cabai merah), *C. frutescens* (cabai rawit), *C. chinensis*, *C. bacctum*, dan *C. pubescens* (cabai gendot). Jenis cabai yang memiliki potensi ekonomis adalah *C. annuum* dan *C. frutescens*.

Produksi cabai di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan cabai nasional sehingga pemerintah harus mengimpor cabai yang mencapai lebih dari 16.000 ton per tahun (DBPH, 2009). Rataan produksi cabai nasional baru mencapai 4,35 ton /ha, sementara potensi produksi cabai dapat mencapai lebih dari 10 ton/ha. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi cabai di Indonesia adalah penyakit tanaman yang terjadi selama proses produksi di lapangan. Kendala biologis yang diakibatkan oleh serangan patogen virus pada cabai masih merupakan penyebab utama kegagalan panen, maka usaha untuk mengatasi penyakit cabai akibat virus sangat perlu mendapat perhatian (Suryaningsih dkk., 1996).

Pengamatan yang pernah dilakukan peneliti di beberapa daerah sentra produksi cabai di Indonesia seperti di Cianjur, Garut (Jawa Barat), Brebes, Sragen (Jawa Tengah), Malang (Jawa Timur), dan Bali menemukan bahwa penyakit pada tanaman cabai yang disebabkan oleh virus selalu menjadi masalah di daerah tersebut. Diagnosis yang dilakukan melalui *enzyme-linked immunosorbentassay* (ELISA) menemukan bahwa penyakit yang menginduksi gejala mosaik tersebut berasosiasi dengan infeksi tiga jenis virus yang berbeda, yaitu *Tobacco mosaic virus* (TMV) dari golongan *Tobamovirus*, Cucumber mosaic virus (CMV) dari golongan *Cucumovirus* atau *Chili veinal motle virus* (ChiVMV) dari golongan *Potyvirus*, gejala kuning diinduksi oleh *Begomovirus* sedangkan gejala khlorosis diinduksi oleh *Luteo Virus* dari golongan *Luteovirus*.

Gejala awal yang ditemukan umumnya muncul pada pucuk tanaman dimana daun muda memperlihatkan perubahan warna belang hijau muda kekuningan diantara warna hijau normal atau hijau tua. Bagian yang berwarna hijau muda biasanya lebih tipis, sedangkan yang berwarna hijau tua lebih tebal dari normal. Seiring dengan perkembangan daun, bentuk daun menjadi berubah (malformasi) seperti berkerut atau asimetris, dan ukurannya mengecil. Pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan oleh

karenanya tanaman tampak kerdil. Buah yang dihasilkan oleh tanaman sakit sangat menurun, bahkan pada tanaman yang sangat kerdil tidak menghasilkan buah. Rata-rata tanaman yang sakit hanya mampu memproduksi 30% dari tanaman sehat (Dolores, 1996; Duriat, 1997). Kerugian akibat penyakit virus ini sudah banyak terjadi terutama di daerah-daerah sentra produksi cabai di Indonesia (Duriat, 1997). Kerugian akan semakin besar apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian yang tepat.

Sampai sekarang tindakan pengendalian yang dilakukan masih kurang memberikan hasil yang memadai karena beberapa alasan. Tanaman cabai yang sudah terlanjur terinfeksi tidak dapat disembuhkan karena belum ada bahan kimia yang bersifat kuratif; hampir semua varietas cabai yang dibudidayakan di Indonesia rentan terhadap infeksi virus (Duriat, 1997; Sulandari 2004; Taufik, 2005); sumber inokulum virus di lapang selalu tersedia karena pola penanaman cabai yang umumnya tidak serempak; serangga vektor selalu pada tingkat populasi yang efektif menularkan virus, sehingga kedua faktor terakhir ini memberikan tekanan infeksi yang sangat berat pada tanaman cabai muda yang baru dipindahtumbuhkan (*transplanting*).

Sifat-sifat bioekologi dari ketiga gejala virus ini (mosaik, kuning dan khlorosis) sudah banyak dipelajari (Taufik, 2005; Laemmlen, 2004; Palukaitis *et al.* 1992). Berdasarkan peta bioekologi ini beberapa disain tindakan pengendalian mungkin dapat disusun. Jenis-jenis gulma yang menjadi inang alternatif virus cabai perlu dibersihkan disekitar areal pertanaman cabai, baik sebelum maupun setelah cabai ditanam dilapangan sehingga dapat menghilangkan sumber inokulum primer. Penanaman bibit cabai bebas virus dilakukan dengan membuat bibit di rumah kaca kedap serangga untuk menghindari bibit terinfeksi oleh virus. Di samping itu, dua pendekatan yang mungkin dapat dilakukan agar kutudaun infeksiif tidak mendatangi pertanaman cabai yaitu dengan pemasangan mulsa yang bersifat menolak (*repellent*) kedatangan kutudaun dan menggunakan paranet (net) penghalang.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit virus pada tanaman cabai di Indonesia dapat terjadi di semua daerah dimana cabai ditanam dan dapat terjadi kapan saja sepanjang tahun. Kondisi ini terjadi karena kesulitan dalam penanggulangannya karena beberapa alasan. Di daerah tropis seperti Indonesia tidak terdapat musim dingin yang dapat memutus siklus penyakit; tanaman cabai ditanam dalam plot-plot sempit dalam suatu areal yang tanpa isolasi pula (Laemmle, 2004; Hadidi *et al.*, 1998). Alternatif pengendalian virus pada tanaman cabai tetap diusahakan untuk dapat mencari solusi mengatasi semua kendala yang telah disebutkan di atas. Strategi pengendalian yang berlandaskan pada sifat bioekologi virus penyebab penyakit mosaik, kuning dan khlorosis diharapkan dapat lebih efektif memecahkan masalah tersebut. Pengetahuan mengenai sifat bioekologi virus-virus yang terlibat dalam menginfeksi tanaman cabai mungkin akan memberikan arah yang tepat dalam menentukan strategi pengendalian yang dirancang dalam penelitian ini.

Tanaman cabai yang terinfeksi virus pada umumnya menunjukkan gejala mosaik, kuning dan khlorosis. Gejala mosaik yang terjadi pada tanaman cabai umumnya disebabkan oleh beberapa patogen virus, yaitu CMV (*Cucumber Mosaic Virus*), ChiVMV (*Chilli Veinal Mottle Virus*) dan TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) (Nyana, 2012).

Virus yang menginfeksi tanaman cabai juga menginfeksi tanaman spesies lain. Lebih dari 1800 spesies tanaman dilaporkan dapat terserang virus yang sama dengan virus yang menyerang tanaman cabai. Untuk mengendalikan virus yang menyerang tanaman, hal yang sangat penting dilakukan adalah mendiagnosis virus yang menyerang tanaman tersebut. Dengan hasil diagnosis tersebut, dapat digunakan sebagai panduan untuk pemberantasan (eradikasi) beberapa sumber virus yang potensial, sehingga tanaman cabai maupun tanaman dari spesies lain terhindar dari infeksi virus yang menyerang tanaman cabai (Edwarson dan Christie, 1997).

Tanaman cabai seringkali terserang virus dengan menunjukkan gejala mosaik, sehingga dapat menurunkan produksi buah cabai. Penyakit virus tersebut pada umumnya tersebar karena adanya vektor misalnya, *Myzus persicae* (aphids), *Bemisia tabaci* (lalat putih), *Thrips tabaci*. TMV merupakan virus yang diketahui dapat ditularkan melalui benih (*seed transmission*). TMV adalah virus dari golongan Tobamovirus, berbentuk batang kaku (tongkat), berukuran diameter sekitar 30 nm dan panjang sekitar 600 – 670 nm (Fauquet *et al.*, 2005). TMV adalah virus yang sangat stabil yang diketahui sampai saat ini. Virus ini telah dilaporkan dapat bertahan dalam tanah dan sisa tanaman terinfeksi

juga pada benih sebagai kontaminan dalam waktu cukup lama. Di samping itu, juga diketahui bahwa TMV dalam serpihan sisa tanaman mengkontaminasi baju pekerja dan dapat bertahan selama dua tahun. Demikian juga produk tembakau seperti rokok atau ceutu dapat membawa TMV dan dia dapat bertahan pada tangan beberapa jam setelah menyentuh produk tembakau tersebut (Igwegbe and Ogungbade, 1985). Dan oleh karena TMV dapat dengan mudah ditularkan dari dengan cara mekanik, maka virus akan terambil dari tanaman terinfeksi selama melakukan kegiatan budidaya dan tertular ke tanaman sehat dengan sentuhan tangan atau alat pertanian yang terkontaminasi. Tidak diketahui bahwa TMV mempunyai serangga vektor, sehingga penularan mekanik menjadi cara yang sangat penting untuk penyebaran penyakit.

CMV adalah virus dari golongan *Cucumovirus*, berbentuk bulat dengan diameter sekitar 30 nm, dan mempunyai empat jenis asam nukleat yang masing-masing berupa RNA utas tunggal (Palukaitis *et al.* 1992; Fauquet *et al.*, 2005). Sedangkan ChiVMV adalah virus dari golongan Potyvirus, berbentuk panjang lentur dengan panjang sekitar 650-750 nm dan diameter 12-13 nm, mempunyai satu jenis asam nukleat berupa RNA utas tunggal (Ong, 1995; Fauquet *et al.*, 2005). Kedua virus ini mempunyai banyak jenis tanaman inang (untuk CMV lebih dari 800 spesies tanaman inang) termasuk beberapa gulma yang tumbuh di sekitar pertanaman inang utama (Palukaitis *et al.* 1992; Ong, 1995). Banyaknya jenis tanaman inang akan memudahkan virus ini untuk bertahan pada saat tanaman inang utama tidak ada di lapangan. Penyebaran ke dua virus ini dapat dilakukan oleh lebih dari 60 spesies aphid, khususnya oleh *Aphis gossypii* dan *Myzus persicae* secara non-persisten (Palukaitis *et al.* 1992; Ong, 1995). Virus ini bisa ditularkan hanya dalam waktu 5-10 detik dan ditranslokasikan dalam waktu kurang dari satu menit. Kemampuan virus ini untuk ditranslokasikan menurun kira-kira setelah 2 menit dan biasanya hilang dalam 2 jam. Selain itu, beberapa isolat dapat kehilangan kemampuannya untuk ditularkan oleh spesies kutudaun tertentu tapi tetap dapat ditularkan oleh spesies kutudaun yang lain. Berbagai spesies gulma dapat menjadi inang virus ini, oleh karenanya dapat menjadi sumber virus bagi tanaman budidaya lain, termasuk tanaman cabai (Khetarpal *et al.*, 1998).

Cara penularan non-persisten ini menjadi penyebab kegagalan pengendalian penyakit mosaik pada tanaman cabai melalui pemberantasan kutudaun dengan insektisida. Kutudaun infeksi (membawa virus) yang mendatangi pertanaman cabai akan segera menularkan virus pada tanaman baru yang dihindarkannya, sehingga walaupun

kutudaun tersebut mungkin mati akibat pestisida yang diaplikasikan namun tanaman sudah terlanjur tertular virus.

Penyakit kuning di Indonesia diketahui disebabkan oleh infeksi begomovirus, *Pepper yellow leaf curl virus* (PepYLCV), family *Geminiviridae*, genus *Begomovirus* yang ditularkan oleh serangga *Bemisia tabaci* secara persisten (De Barrow *et al.*, 2008). Gejala yang muncul antara lain helaian daun yang diserangnya mengalami “vein clearing” dimulai dari daun-daun pucuk, kemudian berkembang menjadi warna kuning yang jelas, tulang daun menebal dan daun-daun menggulung ke atas dan apabila serangan nya sudah lanjut (infeksi lanjut), menyebabkan daun-daunnya mengecil dan berwarna kuning terang, tanaman kerdil dan tidak berbuah. Vektor dari virus ini (*Bemisia tabaci*) banyak dijumpai di daerah tropis dan subtropik, yang tersebar luas sampai jarak yang jauh dibawa oleh angin. Priode makan akuisisi berkisar antara 24-48 jam pada tanaman yang sakit dan umumnya cukup membuat serangga ini sangat infeksi. Virus kuning memiliki periode laten dalam tubuh serangga antara 4 sampai 20 jam, dan tetap infeksi setelah makan sampai beberapa hari hingga 35 hari atau lebih (Palukaitis *et al.* 1992).

Virus Luteo ditularkan oleh kutu daun secara persisten, dan virus ini tidak dapat ditransmisikan secara mekanis kecuali dengan teknik khusus, seperti penusukan dengan jarum halus. Spesies dari genus Luteo dapat ditemui di seluruh dunia dan menginfeksi berbagai tanaman monokotil dan tanaman dikotil, dan virus ini bereplikasi diri di jaringan floem (Frederick, 2003).

Penularan virus yang dilakukan oleh serangga sebagai vektor yang dapat langsung menularkan virus ke tanaman sehat segera setelah makan akuisisi pada tanaman sakit sumber virus dapat dihindari dengan mengitari tanaman cabai dengan menggunakan net. Kutudaun bersayap yang membawa virus, bila datang ke pertanaman cabai akan dihalangi oleh net sehingga tidak bisa masuk ke pertanaman cabai.

Pada kondisi udara tenang, telah diketahui bahwa kutudaun akan lebih banyak terbang ke arah lokasi yang berwarna hijau seperti adanya pertanaman. Dan telah diketahui pula bahwa kutudaun mempunyai prevalensi terhadap warna dan warna yang disukai maupun yang tidak disukai sangat tergantung dari spesies kutudaun. Dari spesies-spesies kutudaun yang sudah diteliti ternyata hampir semuanya menghindari pantulan cahaya abu-abu (Blackman dan Eastop, 2000). Sifat repellent dari cahaya abu-abu ini memberi peluang kepada kita untuk menggunakan mulsa plastik abu-abu metalik sebagai pemantul cahaya yang bersifat repellent terhadap kutudaun.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengembangkan strategi pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai berdasarkan sifat-sifat bioekologi dari virus yang terlibat dalam menginduksi gejala, melalui serangkaian percobaan yang meliputi: (1) mengukur kejadian dan intensitas serangan penyakit virus pada tanaman cabai di seluruh sentra produksi cabai di Bali, serta mengidentifikasi virus-virus yang berasosiasi dengan penyakit cabai; (2) mengetahui jenis dan kelimpahan serangga hama yang berperan sebagai vektor virus di pertanaman; (3) mencegah sumber inokulum primer di pertanaman cabai dan (4) menghalau kedatangan serangga vektor ke dalam pertanaman cabai.

Di samping itu, hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan pada pengkayaan ilmu pengetahuan dan teknologi antara lain melalui publikasi hasil penelitian yang diusulkan pada jurnal ilmiah nasional atau internasional. Dan hasil samping dari kegiatan penelitian ini adalah memberi bantuan kepada beberapa mahasiswa yang sedang menyelesaikan tugas akhirnya dengan melibatkannya dalam penelitian ini.

3.2 Manfaat Penelitian

Cabai merupakan salah satu jenis sayuran penting yang dibudidayakan secara komersial di daerah tropis. Cabai menduduki areal paling luas, yaitu 20,6% di antara sayuran lain di Indonesia. Produksi cabai di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan cabai nasional sehingga pemerintah harus mengimpor cabai yang mencapai lebih dari 16.000 ton per tahun. Rataan produksi cabai nasional baru mencapai 4,35 ton /ha, sementara potensi produksi cabai dapat mencapai lebih dari 10 ton/ha. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi cabai di Indonesia adalah penyakit tanaman yang terjadi selama proses produksi di lapangan. Kendala biologis yang diakibatkan oleh serangan patogen virus pada cabai masih merupakan penyebab utama kegagalan panen, maka usaha untuk mengatasi penyakit cabai akibat virus sangat perlu mendapat perhatian.

Peledakan penyakit mosaik pada cabai telah terjadi di banyak daerah penghasil cabai di Indonesia seperti di daerah Cianjur, Garut (Jawa Barat), Brebes, Sragen (Jawa Tengah), Malang (Jawa Timur), dan Bali (hasil pengamatan pengusul). Dari pengamatan tersebut juga diketahui bahwa hampir semua varietas cabai komersial seperti Cakra Putih, Hot Beauty, Jatilaba, Laris, Meteor, TM-999, Rama, Taruna, Tegar dan TIT Super

menunjukkan gejala virus berat. Hasil pengamatan ini memberi gambaran bahwa hampir semua varietas cabai komersial di Indonesia rentan terhadap infeksi virus. Oleh karena itu, strategi pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai selain menggunakan varietas resisten perlu diusahakan.

Pengetahuan petani yang terbatas mengenai bioekologi virus-virus yang terlibat menginduksi penyakit virus menyebabkan tindakan pengendalian yang dilakukan selama ini kurang berhasil bahkan menyebabkan pengeluaran biaya penanggulangan yang sia-sia. Sebagai akibatnya, produksi cabai yang dibudidayakan selalu lebih rendah dari potensi produksi yang sesungguhnya dan tentu pendapatan petani menjadi sangat berkurang.

Disain pengendalian yang dikembangkan dalam penelitian ini berdasarkan sifat-sifat bioekologi yang unik yang dimiliki dari masing-masing virus yang terlibat dalam menginduksi gejala pada tanaman cabai. Oleh karena itu, keberhasilannya dapat lebih mendekati yang diharapkan. Di samping itu, deteksi yang dilakukan guna menentukan penyebab gejala virus pada tanaman cabai telah dilakukan secara akurat melalui ELISA maupun RT-PCR. Diagnose penyebab penyakit dengan akurasi tinggi ini akan memberikan jaminan keberhasilan pengendalian yang lebih baik.

Penyakit virus pada tanaman cabai yang mempunyai banyak jenis tanaman inang, strategi pengendaliannya didekati dengan pengendalian gulma sebagai tanaman inang, dan pencegahan sumber inokulum primer di pertanaman cabai dilakukan dengan membuat bibit bebas virus dengan melakukan pembibitan di rumah kaca kedap serangga, sedangkan untuk menghalau kedatangan serangga vektor ke dalam pertanaman cabai dilakukan dengan pemasangan mulsa plastik hitam perak dan barrier paranet. Semua strategi pengendalian ini dapat dilakukan sendiri-sendiri atau bersama-sama tergantung dari jenis virus yang mendominasi di daerah bersangkutan.

Signifikansi yang sangat penting dari penelitian ini adalah bahwa petani yang menginvestasikan modalnya pada tanaman cabai dapat mengimplementasikan strategi pengendalian penyakit virus yang didapatkan dalam penelitian ini. Untuk mencapai sasaran ini maka penelitian akan dilakukan di daerah penanaman sayur-mayur atau sentra produksi cabai, sehingga petak penelitian akan secara langsung menjadi demonstrasi plot bagi petani di sekitar lokasi penelitian sehingga mereka secara langsung dapat melihat hasilnya dan diharapkan akan termotivasi untuk mengadopsi teknologi yang didapatkan. Di samping itu, tim peneliti juga akan memberikan penyuluhan kepada kelompok tani setempat mengenai bioekologi virus tanaman sehingga diharapkan dapat merubah

tingkah laku budidaya tanaman cabai yang mengarah pada pengendalian virus.

Di samping menyiapkan perangkat pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai yang dapat diaplikasikan oleh petani, hasil penelitian ini juga akan memperkaya kasanah ilmu pengetahuan dengan mendistribusikannya dalam bentuk publikasi di dalam jurnal dalam maupun luar negeri. Penelitian ini juga melibatkan beberapa mahasiswa dengan harapan dapat membantu dalam penyediaan kebutuhan penelitian untuk penyusunan tulisan tugas akhir mereka.

BAB III. METODE PENELITIAN

Kegiatan Penelitian pada Tahun II (2015)

Percobaan 1: Pengendalian Penyakit Virus Cabai Melalui Penggunaan Bibit Bebas Virus dan Tanpa Gulma

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengendalikan penyakit virus melalui penanaman bibit bebas virus pada lahan yang selalu diusahakan bebas gulma.

Penyemaian Benih dan Penanaman Bibit Cabai. Varietas cabai yang digunakan dalam percobaan ini adalah cabai rawit lokal yang biasa ditanam petani setempat, yang sangat rentan terhadap penyakit virus. Setelah direndam semalam, benih cabai disemai dalam media steril dalam sebuah *tray* dan dilakukan penyiraman setiap hari. Pembibitan dilakukan di rumah kaca kedap serangga untuk menghindari terjadinya infeksi bibit dengan virus sebelum ditanam di lapangan. Setelah bibit cabai mencapai stadia berdaun empat (umur bibit 3 minggu), segera dipindahkan kedalam pot individu dengan diameter 5 cm dan dipelihara sampai bibit siap dipindahkan ke lapangan (umur bibit 5 minggu).

Penyiapan Lahan Tanpa Gulma. Lahan yang digunakan percobaan adalah lahan dengan ketersediaan air yang mencukupi di sentra penanaman sayur mayur di Desa Kerta Kecamatan Payangan Gianyar. Tempat ini dipilih agar tekanan infeksi virus dari luar pertanaman cukup tinggi karena beberapa alasan. Daerah penanaman sayur mayur menyediakan berbagai macam jenis tanaman yang dapat digunakan inang alternatif bagi virus sehingga berfungsi sebagai sumber inokulum bagi tanaman percobaan. Daerah penanaman sayur mayur menyediakan populasi berbagai jenis kutudaun (aphis) pada tingkat yang cukup tinggi sebagai agen pembawa (vektor) bagi virus ke dalam pertanaman percobaan. Disamping itu intensitas penggunaan lahan yang cukup tinggi akan memberikan peluang tumbuhnya gulma pada setiap aktifitas, sehingga berpeluang sebagai sumber inang alternatif virus.

Lahan diolah sebagaimana mestinya dan dibuat guludan dengan panjang 3,75 m dan lebar 1,0 m dengan jarak tanam 50 cm x 75 cm. Tanah guludan dicampur merata dengan pupuk kandang (atau pupuk organik lainnya) pada dosis tinggi yaitu sekitar 5 ton per hektar sebagai pupuk dasar. Pupuk NPK juga ditambahkan sesuai dengan dosis rekomendasi untuk daerah bersangkutan sebagai pupuk dasar. Selama pertumbuhan tanaman cabai dilapangan diusahakan agar tidak sampai ada gulma yang tumbuh di petak

percobaan. Demikian juga sebagai perlakuan kontrol, lahan diolah sama seperti di atas namun tidak melakukan penyiangan gulma. Tata letak petak percobaan diatur sedemikian rupa sehingga memenuhi kaidah rancangan percobaan acak kelompok. Efektifitas perlakuan ini terhadap perkembangan penyakit virus pada setiap petak percobaan dilakukan pengamatan setiap hari dengan mencatat perkembangan gejala virus yang terjadi pada semua individu tanaman pada setiap petak percobaan. Demikian juga akan dicatat produksi tanaman cabai dari beberapa tanaman contoh yang ditentukan secara sistematis. Pengaruh perlakuan bibit bebas virus tanpa gulma terhadap produksi tanaman cabai akan menentukan manfaat dari perlakuan ini. Konfirmasi infeksi virus pada tanaman bergejala dilakukan melalui pengujian serologi dengan teknik ELISA atau molekuler dengan teknik PCR atau RT-PCR

Identifikasi virus. Mengingat bahwa gejala yang sama dapat ditimbulkan oleh virus yang berlainan, maka pengumpulan isolat virus hanya berdasarkan pada gejala di lapang seperti yang diuraikan diatas, tentu mengandung resiko bahwa isolat yang diperoleh mungkin bukan dari spesies virus yang dimaksud dan mungkin juga isolat yang diperoleh bercampur dengan isolat virus lain (infeksi ganda). Untuk menghindari kesalahan ini, setiap sampel daun diuji melalui *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) menggunakan serum anti -CMV, -TMV, dan -ChiVMV sesuai dengan prosedur yang disarankan oleh perusahaan penyedia antiserum (Agdia, USA) atau uji molekuler dengan teknik PCR. Anti-CMV, -TMV, dan -ChiVMV digunakan karena virus ini telah dilaporkan dapat menginfeksi tanaman cabai dan tipe gejalanya kadang-kadang mirip, yaitu dengan gejala mosaik. Untuk virus Gemini (PepYLCV) juga telah dilaporkan dapat menyerang tanaman cabai (Nyana.,2012), tetapi gejala infeksi virus ini dapat dibedakan secara jelas dengan gejala CMV, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian ELISA terhadap PepYLCV. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang peneliti lakukan bekerja sama dengan Peneliti Virologi dari IPB dan Utsunomia University Japan menemukan bahwa disalah satu sentra tanaman cabai di Bali telah ditemukan virus baru pada tanaman cabai yaitu virus Luteo yang menginduksi gejala khlorosis. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan tersebut peneliti ingin lebih mendalam mengetahui dan mengidentifikasi virus-virus yang berasosiasi dengan penyakit cabai di Bali. Konfirmasi infeksi virus pada tanaman bergejala yang telah dikoleksi dilakukan melalui pengujian serologi atau molekuler.

Konfirmasi Infeksi Virus Melalui Pengujian Serologi. Untuk mengkonfirmasi infeksi virus pada jaringan tanaman cabai dilakukan melalui uji ELISA sebagai berikut: Sebanyak 0,5 ul antiserum terhadap virus TMV, CMV dan ChiVMV (Agdia, USA) di campurkan ke dalam 100 ul coating buffer (0.1 g magnesium klorid, 0,2 g sodium azid, dan 97 ml dietanolamin dilarutkan dalam 1000 ml dengan ph akhir 9,8) dan dimasukkan ke plat mikrotiter sebanyak 100 ul tiap sumuran plat kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 2 jam atau -4°C selama semalam. Selanjutnya plat mikrotiter dicuci sebanyak 6 kali dengan bafer PBST 1X (8 g sodium klorid, 1,15 g sodium fosfat *dibasic*, 0,2 g potassium fosfat *monobasic*, dan 0,5 g tween-20 yang dilarutkan dalam 1 l air dengan pH 7,4). Sebanyak 0,1 g jaringan daun pisang bergejala dilumatkan dengan mortar dalam 1 ml general *extract buffer* (1,3 g sodium sulfite, 20 g polyvinylpyrrolidone, 0,2 g sodium azide, 2 g *powdered egg (chicken)* albumin, dan 20 g tween-20 yang dilarutkan ke dalam 1 l PBST 1X dengan pH 7,4. Cairan perasan (sap) yang dihasilkan diambil sebanyak 100 ul kemudian dimasukkan ke dalam sumuran plat mikrotiter dan kemudian diinkubasikan selama waktu seperti tahap sebelumnya. Selanjutnya plat mikrotiter dicuci lagi sebanyak 6 kali dengan PBST 1X. Setelah dicuci dengan bufer PBST 1X, pada sumuran yang sama diisi 100 ul enzim konjugat yang sudah diencerkan dengan *buffer ECI* (2 g *bovine serum albumin*, 20 g *polyvinylpyrrolidone*, dan 0,2 g sodium azide yang dilarutkan dalam 1 l PBST 1X dan ph 7,4) dan diinkubasi pada 37°C selama 2 jam. Setelah pencucian, sumuran kemudian ditambah 100 ul larutan PNP (1 mg/ml *p-nitrophenyl phosphate* dalam 10% *triethanolamine*, pH 9,8) dan diinkubasi sampai muncul warna kuning ($\pm$ 30 menit). Nilai absorban diukur pada 405 nm dengan ELISA Reader.

Konfirmasi Infeksi Virus Melalui Uji Molekuler. Total RNA diekstrak dari 100 mg jaringan daun tanaman cabai menggunakan *Rneasy Plant Mini Kits* (Qiagen Inc., Chatsworth, CA., USA). Sampel RNA yang telah dimurnikan diresuspensikan dengan 40 μ l air bebas RNase, kemudian disimpan pada suhu -80°C sampai akan digunakan. Amplifikasi sebagian genom virus dilakukan menggunakan sepasang primer spesifik untuk virus bersangkutan. Reaksi RT dilakukan pada volume 20 μ l terdiri dari 3 μ l RNA hasil ekstraksi, 0,75 pmol primer, 500 mM dNTPs, 5 mM MgCl₂, 4 μ l bufer RT (250 mM Tris-HCl, pH 8,3, 375 mM KC, 15 mM MgCl₂, 50 mM DTT), 20 unit RNAsin *Ribonuclease inhibitor* (Promega, Madison, WI, USA), dan 65 unit MMLV *reverse transcriptase* (Promega, Madison, WI, USA). Reaksi RT dilakukan pada kondisi 25 °C

selama 5 menit, 42 °C selama 60 menit, diikuti dengan inaktivasi pada 72 °C selama 15 menit. Reaksi PCR dilakukan pada volume 50 µl terdiri dari 0,75 pmol *forward primer* dan *reverse primer*, 3 µl bufer reaksi (500 mM KCl, 100 mM Tris-HCl [pH 9,0 pada 25°C], 1,0% [vol/vol] triton X-100), dan 0,5 µl *taq* DNA polimerase (Promega, Madison, USA). Kondisi PCR awalnya adalah denaturasi pada suhu 94°C selama 4 menit, kemudian dilanjutkan dengan 45 siklus pada 94 °C selama 1 menit, 50 °C selama 1 menit, dan 72 °C selama 1 menit, dan diikuti dengan perpanjangan pada 72 °C selama 10 menit pada mesin PCR (Perkin Elmer 9700 *thermocycler*). Separasi DNA produk RT-PCR dilakukan pada gel agarose 1% dalam larutan penyangga TBE (54 g Tris base, 27,5 g Asam Borat, 20 ml EDTA 0,5 M, pH 8,0 dalam 1000 ml air) pada kondisi 70 V selama 2 jam. Amplicon divisualisasi dengan 2 µg/ml ethidium bromida dalam larutan penyangga TBE untuk elektroforesis. Setelah pewarnaan, gel kemudian difoto di atas cahaya ultra violet (310 nm) menggunakan kamera polaroid *Direct Screen* DS34 dan film polaroid FP-3000B SS.

Percobaan 2 : Pengendalian Penyakit Virus Cabai Melalui Penggunaan Paranet (Net)

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengendalikan penyakit virus melalui penanaman cabai di dalam penghalang paranet berwarna merah.

Penyiapan Lahan Paranet (Net). Lahan yang digunakan percobaan adalah lahan milik petani di Desa Kerta Kecamatan Payangan Gianyar, yang memiliki sumber inokulum virus cukup tinggi.

Lahan diolah sebagaimana mestinya dan dibuat guludan dengan panjang 3,75 m dan lebar 1,0 m. Tanah guludan dicampur merata dengan pupuk kandang (atau pupuk organik lainnya) pada dosis tinggi yaitu sekitar 5 ton per hektar sebagai pupuk dasar. Pupuk NPK juga ditambahkan sesuai dengan dosis rekomendasi untuk daerah bersangkutan sebagai pupuk dasar. Setiap empat guludan (petak) diitari dengan net khusus yang berwarna merah dan putih (yang diperoleh dari Center for Bioscience Research & Education, Utsunomiya University, 350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan). Jarak tanam setiap petak adalah 50 cm x 75 cm sesuai dengan jarak tanam kebiasaan petani setempat. Demikian juga sebagai perlakuan kontrol, lahan diolah sama seperti di atas namun tidak menggunakan net. Setiap perlakuan terdiri dari empat

petak, dan masing-masing perlakuan diulang sembilan kali. Tata letak petak percobaan diatur sedemikian rupa sehingga memenuhi kaidah rancangan percobaan acak kelompok.

Pengaruh Penggunaan Paranet (Net) terhadap Kejadian Penyakit Mosaik dan produksi Tanaman Cabai. Bibit cabai yang sebelumnya telah disiapkan dengan prosedur pembibitan seperti percobaan sebelumnya, selanjutnya dipindahtanamkan ke lahan yang sudah disiapkan. Percobaan dilakukan pada daerah sayur mayur dimana terdapat banyak sumber inokulum virus dan kutudaun yang siap setiap saat membawa virus ke dalam pertanaman cabai. Kutudaun yang membawa virus dari luar pertanaman adalah faktor penting terjadinya penyakit di dalam pertanaman, sehingga bila dapat mengurangi kedatangan kutudaun ke dalam pertanaman akan mengurangi dan bahkan meniadakan penyebaran penyakit. Pemasangan net yang mengitari tanaman cabai dapat mencegah masuknya kutudaun ke pertanaman cabai percobaan. Efektifitas net ini terhadap kutudaun akan diukur dengan mengamati perkembangan penyakit virus pada setiap petak percobaan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan mencatat perkembangan gejala virus yang terjadi pada semua individu tanaman pada setiap petak percobaan. Demikian juga akan dicatat produksi tanaman cabai dari beberapa tanaman contoh yang ditentukan secara sistematis. Konfirmasi infeksi virus pada tanaman bergejala dilakukan melalui pengujian serologi atau molekuler seperti prosedur yang sudah diuraikan sebelumnya.

Percobaan 3: Pengendalian Penyakit Virus pada Tanaman Cabai dengan Mulsa Plastik

Penyiapan Lahan dan Penanaman bibit. Lahan yang digunakan percobaan adalah lahan milik petani di Desa Kerta Kecamatan Payangan Gianyar yang memiliki sumber inokulum yang cukup tinggi

Lahan diolah sebagaimana mestinya dan dibuat guludan dengan panjang 3,75 m dan lebar 1,0 m. Tanah guludan dicampur merata dengan pupuk kandang (atau pupuk organik lainnya) pada dosis tinggi yaitu sekitar 5 ton per hektar sebagai pupuk dasar. Pupuk NPK juga ditambahkan sesuai dengan dosis rekomendasi untuk daerah bersangkutan sebagai pupuk dasar. Setelah dirapikan, tanah guludan ditutup dengan mulsa plastik yang berwarna abu-abu metalik, dan hitam (tersedia di toko pertanian) sedemikian rupa sehingga tanah guludan dari ujung ke ujung dan dari samping kanan ke kiri tertutup rapat. Lubang berdiameter 10 cm dibuat pada mulsa plastik dengan jarak

tanam 50 cm (ke arah lebar) x 75 cm (ke arah memanjang) sebagai jarak tanam. Demikian juga sebagai perlakuan kontrol, lahan diolah sama seperti di atas namun tidak menggunakan mulsa plastik. Bibit yang sebelumnya sudah disiapkan dengan prosedur pembibitan seperti yang diuraikan sebelumnya selanjutnya dipindahtanamkan di masing-masing petak yang sudah disiapkan. Tata letak petak percobaan diatur sedemikian rupa sehingga memenuhi kaidah rancangan percobaan acak kelompok.

Pengaruh Penggunaan Mulsa Terhadap Kejadian Penyakit Virus dan produksi Tanaman Cabai. Percobaan dilakukan pada daerah sayur mayur dimana terdapat banyak sumber inokulum virus dan kutudaun yang siap setiap saat membawa virus ke dalam pertanaman cabai. Efektifitas repellent mulsa ini terhadap kutudaun akan diukur dengan mengamati perkembangan penyakit virus pada setiap petak percobaan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan mencatat perkembangan gejala virus yang terjadi pada semua individu tanaman pada setiap petak percobaan. Demikian juga akan dicatat produksi tanaman cabai dari beberapa tanaman contoh yang ditentukan secara sistematis. Pengaruh perlakuan mulsa terhadap produksi tanaman cabai akan menentukan manfaat dari perlakuan ini. Konfirmasi infeksi virus pada tanaman bergejala dilakukan melalui pengujian serologi atau molekuler seperti prosedur yang sudah diuraikan sebelumnya.

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Percobaan 1: Pengendalian Penyakit Virus Cabai Melalui Penggunaan Bibit Bebas Virus dan Tanpa Gulma

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengendalikan penyakit virus melalui penanaman bibit bebas virus pada lahan yang selalu diusahakan bebas gulma.

5.1.1 Gejala Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman cabai pada perlakuan kontrol menunjukkan gejala terinfeksi virus yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman cabai pada perlakuan tanpa gulma dan mulsa plastik perak yaitu dengan gejala mosaik (60,1%), kuning (21%), dan gejala klorosis (11,1%) pada pengamatan 12 mst (minggu setelah tanam), sedangkan pada perlakuan tanpa gulma dan mulsa perak memiliki persentase gejala virus yang rendah dan hanya muncul gejala mosaik pada pengamatan 3 mst (Tabel 5.1).

Tabel 5.1
Persentase tanaman bergejala virus pada masing-masing perlakuan kontrol, tanpa gulma, dan mulsa plastik perak

Perlakuan	Persentase Tanaman yang Bergejala Virus (%)											
	3 Mst			6 Mst			9 Mst			12 Mst		
	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl
Kontrol	27,7	3,3	2,2	36,6	7	6,6	45,5	11,1	7,7	60	21,1	11,1
Tanpa Gulma	4,4	0	0	5,5	2,2	1,1	6,6	4,4	4,4	10	4,4	4,4
Mulsa Perak	3,3	0	0	6,6	2,2	1,1	7,7	3,3	3,3	11,1	4,4	4,4

Keterangan: M : Mosaik; K : Kuning; Kl : Klorosis

Persentase tanaman yang menunjukkan gejala virus pada perlakuan kontrol sudah mulai terlihat paling tinggi pada umur 3 mst diantara perlakuan tanpa gulma dan mulsa

plastik perak, sampai dengan pengamatan 12 mst. Tanaman pada perlakuan kontrol lebih banyak terinfeksi virus pada umur tanaman muda (3 mst), dimana virus lebih cepat menimbulkan gejala pada tanaman yang muda dibandingkan dengan tanaman yang tua, sehingga tanaman yang muda yang terinfeksi virus menimbulkan gejala yang lebih berat dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu.. Tingginya persentase gejala virus pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa tempat dimana dilakukan penelitian ini memiliki sumber inokulum virus dan jumlah populasi vektor yang tinggi. Kejadian ini berpengaruh nyata terhadap perkembangan tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil.

Tabel 5.2
Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai dengan gejala mosaik berdasarkan uji ELISA

Perlakuan	Jumlah tanaman yang bergejala mosaik	Tanaman Terinfeksi Virus*		
		CMV	TMV	ChiVMV
Kontrol	54	24 (44.4%)	8 (14.8%)	16 (29.6)
Tanpa Gulma	9	5 (55.5%)	2 (22.2%)	2 (22.2%)
Mulsa Perak	10	6 (60%)	1 (10%)	3 (30%)

* Keberadaan virus ditentukan berdasarkan uji ELISA

Berdasarkan hasil uji ELISA (Tabel 5.2) di dapatkan bahwa sampel yang dikoleksi berdasarkan atas gejala yang diamati terbukti positif terinfeksi virus. Hasil uji ELISA pada penelitian ini ditemukan ada 3 jenis virus yang berasosiasi dengan penyakit mosaik pada tanaman cabai yaitu CMV, TMV, dan ChiVMV. Rata-rata jumlah tanaman yang bergejala mosaik yang terinfeksi CMV adalah paling tinggi untuk semua perlakuan. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Nyana (2012), dimana tanaman cabai yang bergejala mosaik (57,4%) ternyata berasosiasi dengan infeksi tiga jenis virus yang berbeda, yaitu *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) atau *Chili veinal mottle virus* (ChiVMV) dan gejala kuning (9,2%) yang diinduksi oleh *Pepper leaf curl geminivirus* (PepLCV). Tanaman cabai yang bergejala kuning tidak dilakukan uji ELISA dan langsung dilakukan pengujian dengan teknik PCR, sedangkan tanaman cabai yang bergejala klorosis tidak dilakukan uji ELISA karena belum adanya antibodi spesifik, akan tetapi tanaman cabai yang bergejala klorosis dilakukan pengujian dengan uji molekuler yaitu RT-PCR.

5.1.2 Tinggi Tanaman, Jumlah Cabang dan Hasil

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma (97,35 cm) yang diikuti oleh perlakuan mulsa perak (95,64 cm), dan paling rendah pada kontrol (55,53 cm). Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan tanpa gulma tidak berbeda nyata dengan perlakuan mulsa perak, sedangkan perlakuan mulsa perak dan perlakuan tanpa gulma berbeda nyata dengan kontrol, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.1).

Tinggi tanaman sangat erat kaitannya dengan gejala virus yang muncul pada tanaman. Tingginya persentase gejala virus pada kontrol, menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan tanaman. Gejala virus yang muncul, menyebabkan terjadinya penurunan produksi hormon tumbuh dan jumlah klorofil yang menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan tanaman dan akan dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman (Agrios, 2005).

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah cabang maksimum tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma yaitu 13,14 buah, yang diikuti oleh perlakuan mulsa yaitu 13,11 buah dan paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol yaitu 11,01 buah. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa jumlah cabang primer tanaman cabai pada perlakuan tanpa gulma tidak berbeda nyata dengan perlakuan mulsa plastik perak, namun jumlah cabang primer tanaman cabai pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan mulsa perak dan tanpa gulma berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, dan hasil

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang (buah)	Hasil (ton/ha)
Kontrol	55,53 b	11,01 b	4,21 b
Tanpa Gulma	97,35 a	13,14 a	12,05 a
Mulsa Perak	95,64 a	13,11 a	11,41 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan pada taraf 5%

Hasil panen tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma (12,05 ton/ha) yang diikuti oleh perlakuan mulsa perak (11,41 ton/ha) dan paling rendah pada perlakuan kontrol (4,21 ton/ha). Hasil Analisis menunjukkan bahwa hasil panen pada perlakuan

tanpa gulma dan mulsa perak berbeda nyata dengan kontrol, dan mulsa perak tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa gulma berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (Tabel 5.3).

5.2 Percobaan 2 : Pengendalian Penyakit Virus Cabai Melalui Penggunaan Paranet (Net)

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengendalikan penyakit virus melalui penanaman cabai di dalam penghalang net.

5.2.1 Gejala Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman cabai pada perlakuan kontrol menunjukkan gejala terinfeksi virus yang paling tinggi dibandingkan dengan tanaman cabai pada perlakuan net merah dan net putih yaitu dengan gejala mosaik (42,2%), kuning (21,1%), dan gejala klorosis (11,1%) pada pengamatan 12 mst (minggu setelah tanam), sedangkan pada perlakuan net merah dan net putih memiliki persentase gejala virus yang rendah yaitu dengan gejala yang hampir sama (Tabel 5.4).

Tabel 5.4
Persentase tanaman bergejala virus pada masing-masing perlakuan kontrol, Net merah, dan Net putih

Perlakuan	Persentase Tanaman yang Bergejala Virus (%)											
	3 Mst			6 Mst			9 Mst			12 Mst		
	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl
Kontrol	15,5	1,1	2,2	26,6	3,3	3,3	35,5	8,8	7,7	42,2	21,1	11,1
Net Merah	0	0	0	2,2	0	0	3,3	2,2	0	6,6	4,4	3,3
Net Putih	0	0	0	4,4	2,2	0	7,7	3,3	3,3	10	4,4	4,4

Keterangan: M : Mosaik; K : Kuning; Kl : Klorosis

Persentase tanaman yang menunjukkan gejala virus pada perlakuan kontrol sudah mulai terlihat pada umur 3 mst diantara perlakuan yang lainnya. Virus lebih cepat menimbulkan gejala pada tanaman yang muda dibandingkan dengan tanaman yang tua,

sehingga tanaman yang muda yang terinfeksi virus menimbulkan gejala yang lebih berat dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu.. Prevelensi virus pada perlakuan net merah dan net putih lebih lambat dibandingkan dengan control, kerana serangga yang berperan sebagai vector virus terhalangi oleh net untuk mencapai tanaman cabai. Tingginya persentase gejala virus pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa tempat dimana dilakukan penelitian ini memiliki sumber inokulum virus dan jumlah populasi serangga vektor yang tinggi. Kejadian ini berpengaruh nyata terhadap perkembangan tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil.

Tabel 5.5
Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai dengan gejala mosaik berdasarkan uji ELISA

Perlakuan	Jumlah tanaman yang bergejala mosaik	Tanaman Terinfeksi Virus*		
		CMV	TMV	ChiVMV
Kontrol	38	20 (52.6%)	6 (15.7%)	9 (23.6)
Net Merah	6	3 (50 %)	2 (33.3%)	1 (16.6%)
Net Putih	9	6 (66.6%)	1 (11.1%)	2 (22.2%)

* Keberadaan virus ditentukan berdasarkan uji ELISA

5.2.2 Tinggi Tanaman, Jumlah Cabang dan Hasil

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan net merah (91,32 cm) yang diikuti oleh perlakuan net putih (89,71 cm), dan paling rendah pada kontrol (49,63 cm). Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan net merah tidak berbeda nyata dengan perlakuan net putih, sedangkan perlakuan net merah dan perlakuan net putih berbeda nyata dengan kontrol, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.6).

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah cabang maksimum tertinggi terdapat pada perlakuan Net merah yaitu 13,20 buah, yang diikuti oleh perlakuan Net putih yaitu 13,18 buah dan paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol yaitu 10,87 buah. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah cabang primer tanaman cabai pada perlakuan Net merah tidak berbeda nyata dengan perlakuan Net putih, namun berbeda nyata dengan kontrol berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.6).

Tabel 5.6 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, dan hasil

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang (buah)	Hasil (ton/ha)
Kontrol	49,63 b	10,87 b	5,15 c
Net Merah	91,32 a	13,20 a	10,05 a
Net Putih	89,71 a	13,18 a	8,92 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan pada taraf 5%

Hasil panen tertinggi terdapat pada perlakuan Net Merah (10,05 ton/ha) yang diikuti oleh perlakuan Net putih (8,92 ton/ha) dan paling rendah pada perlakuan kontrol (5,15 ton/ha). Hasil Analisis menunjukkan bahwa hasil panen pada perlakuan Net merah dan Net putih berbeda nyata dengan kontrol, dan Net merah berbeda nyata dengan perlakuan Net putih berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (Tabel 5.6).

5.3 Percobaan 3: Pengendalian Virus pada Tanaman Cabai dengan Mulsa Plastik

5.3.1 Gejala Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman cabai pada perlakuan kontrol menunjukkan gejala terinfeksi virus yang paling tinggi dibandingkan dengan tanaman cabai pada perlakuan mulsa perak dan mulsa hitam yaitu dengan gejala mosaik (42,2%), kuning (21,1%), dan gejala klorosis (11,1%) pada pengamatan 12 mst (minggu setelah tanam), sedangkan pada perlakuan mulsa hitam memiliki persentase gejala virus yang lebih rendah, dan yang terendah gejalanya adalah perlakuan mulsa perak (Tabel 5.7).

Tabel 5.7

Persentase tanaman bergejala virus pada masing-masing perlakuan kontrol, mulsa perak, dan mulsa mulsa hitam

Perlakuan	Persentase Tanaman yang Bergejala Virus (%)											
	3 Mst			6 Mst			9 Mst			12 Mst		
	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl	M	K	Kl
Kontrol	18,8	1,1	1,1	27,7	4,4	3,3	35,5	8,8	6,6	48,8	22,2	8,8
Mulsa perak	0	0	0	1,1	0	0	2,2	2,2	0	5,5	6,6	2,2
Mulsa hitam	1,1	0	0	3,3	1,1	0	5,5	3,3	1,1	10	11,1	4,4

Keterangan: M : Mosaik; K : Kuning; Kl : Klorosis

Persentase tanaman yang menunjukkan gejala virus pada perlakuan kontrol sudah mulai terlihat pada umur 3 mst diantara perlakuan yang lainnya. Virus lebih cepat menimbulkan gejala pada tanaman yang muda dibandingkan dengan tanaman yang tua, sehingga tanaman yang muda yang terinfeksi virus menimbulkan gejala yang lebih berat dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu.. Prevelensi virus pada perlakuan mulsa perak adalah paling rendah kerana mulsa perak berperanan sebagai penolakserangga yang berperanan sebagai vector virus. Tingginya persentase gejala virus pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa tempat dimana dilakukan penelitian ini memiliki sumber inokulum virus dan jumlah populasi vektor yang tinggi. Kejadian ini berpengaruh nyata terhadap perkembangan tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil.

Tabel 5.8
Jenis virus yang menginfeksi tanaman cabai dengan gejala mosaik berdasarkan uji ELISA

Perlakuan	Jumlah tanaman yang bergejala mosaik	Tanaman Terinfeksi Virus*		
		CMV	TMV	ChiVMV
Kontrol	44	21 (47.7%)	8 (18.2%)	10 (22.7)
Net Merah	5	2 (40 %)	1 (20%)	1 (20%)
Net Putih	9	4 (44.4%)	1 (11.1%)	2 (22.2%)

* Keberadaan virus ditentukan berdasarkan uji ELISA

4.3.2 Tinggi Tanaman, Jumlah Cabang dan Hasil

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan mulsa perak (105,24 cm) yang diikuti oleh perlakuan mulsa phitam (104,51 cm), dan paling rendah pada kontrol (63,33 cm). Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan mulsa perak tidak berbeda nyata dengan perlakuan mulsa hitam, sedangkan perlakuan mulsa perak dan perlakuan mulsa hitam berbeda nyata dengan kontrol, berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.9).

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah cabang maksimum tertinggi terdapat pada perlakuan mulsa perak yaitu 16,24 buah, yang diikuti oleh perlakuan mulsa hitam 16,22 buah dan paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol yaitu 12,01 buah. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah cabang primer tanaman cabai pada perlakuan mulsa perak tidak berbeda nyata dengan perlakuan mulsa hitam, namun jumlah cabang primer

tanaman cabai pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan mulsa perak dan mulsa hitam berdasarkan uji Duncan pada taraf 5% (Tabel 5.9).

Tabel 5.9 Pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, dan hasil

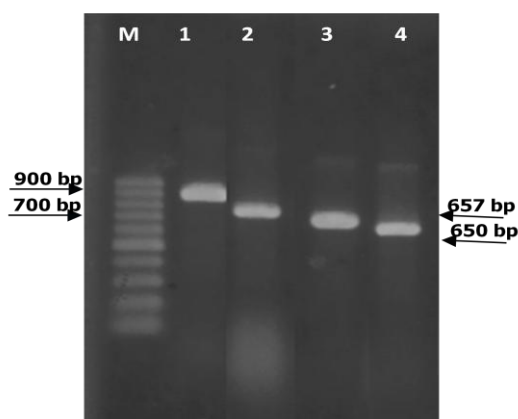
Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang (buah)	Hasil (ton/ha)
Kontrol	63,33 b	12,01 b	5,05 b
Mulsa Perak	105,24 a	16,24 a	12,28 a
Mulsa Hitam	104,51 a	16,22 a	8,11 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan pada taraf 5%

Hasil panen tertinggi terdapat pada perlakuan mulsa perak (12,28 ton/ha) yang diikuti oleh perlakuan mulsa hitam (8,11 ton/ha) dan paling rendah pada perlakuan kontrol (5,05 ton/ha). Hasil Analisis menunjukkan bahwa hasil panen pada perlakuan mulsa perak dan mulsa hitam berbeda nyata dengan kontrol, dan mulsa perak berbeda nyata dengan perlakuanmulsa hitam berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (Tabel 5.9).

5.4 Hasil Uji Molekuler terhadap virus yang Menginfeksi Tanaman Cabai

Hasil visualisasi elektroforesis menunjukkan bahwa sampel tanaman yang diujikan positif terinfeksi virus ChiVMV, PepYLCV, PeVYV dan CMV yang ditandai dengan terbentuknya pita DNA dari masing-masing isolat yang diujikan dengan panjang basa sesuai dengan primer yang digunakan (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Hasil amplifikasi gen CP dengan metode PCR. M=Marker DNA 100 bp (BioRad); (1)=ChiVMV;(2)= PepYLCV, (3)= CMV dan (4)= PeVYV

Pasangan primer untuk ChiVMV yaitu : ChiVMV F Ind (5'-AACCTGAGCGTA TAGTTTCA-3') dan ChiVMV R Ind (5'-TACGCTTCAGCAAGATT GCT-3'), kedua pasangan primer tersebut merupakan primer yang dapat mengamplifikasi bagian coat protein (CP) virus yang berukuran 900 bp (Jan *et al.*, 2000), dan hasil PCR untuk virus ChiVMV ini sekitar 900 bp yang sangat bersesuaian dengan prediksi dari primer yang didesain. Pasangan primer untuk PepYLCV yaitu CPPROTEIN-V1 yaitu (5'-TAATTCTAGATGTCTGAAGCGAC CCGCCGA-3') sedangkan CPPROTEIN-C1 yaitu: (5'-GGCCGAATTCTTAA TTTTGAACAGAATCA-3') (AVRDC, Taiwan), kedua pasangan primer tersebut akan mengamplifikasi bagian gen protein selubung (*coat protein*) yang berukuran 700 bp, dan hasil PCR untuk virus PepYLCV ini sekitar 700 bp yang sangat bersesuaian dengan prediksi dari primer yang didesain. Pasangan primer untuk PeVYV yaitu primer spesifik menurut Corre^a *et al.* (2005) adalah sebagai berikut yaitu primer F dengan susunan basa atau sekuen nukleotida (5'-AATTAA GGATCCAATACGGGAGGGGTTAGGAGAAAT-3') dan primer R dengan sekuen nukleotida (5'-AATTAAGTGCAGTTTCGGGTTGTGCAATTGCACAG TA-3'). Kedua primer tersebut merupakan primer yang dapat mengamplifikasi bagian coat protein (CP) virus yang berukuran 650 bp (Corre^a *et al.*, 2005), dan hasil PCR untuk PeVYV ini sekitar 650 bp yang sangat bersesuaian dengan prediksi dari primer yang didesain. Pasangan primer spesifik untuk virus CMV digunakan pasangan primer CMV-CP-F (5'-ATGGACAAATCTGAATCAACCAGTG3') dan CMV-CP-R (5'-TCAAAGTGGGAG CACCCCAGATGTG-3') yang didesain berdasarkan sekuen nukleotida RNA-2 dari CMV isolat cabai asal Thailand yang tersedia di GenBank dengan nomor akses FR820451. Pasangan primer ini akan melingkupi gen CP dari CMV secara utuh sehingga produk PCR diprediksi sepanjang 657 bp, dan hasil PCR untuk virus CMV ini sekitar 657 bp yang sangat bersesuaian dengan prediksi dari primer yang didesain.

BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Penelitian pada tahun ketiga (2016) akan difokuskan dalam mendesain metode pengelolaan penyakit virus dengan mengintegrasikan semua metode pengendalian yang telah diujikan pada penelitian tahun 2015.

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Pada penelitian di tahun kedua ini dihasilkan beberapa kesimpulan yang berkenaan dengan metode pengendalian virus berdasarkan sifat bioekologinya.

1. Hasil penelitian yang didapatkan dari perlakuan penyiapan bibit bebas virus dan tanpa gulma adalah: hasil tertinggi dicapai pada penyiapan bibit bebas virus tanpa gulma (12.05 ton/ha), diikuti oleh perlakuan dengan mulsa plastic perak (11.41 ton/ha) dan terendah pada kontrol (4.21 ton/ha).
2. Hasil Penelitian dengan perlakuan Net didapatkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan net merah (10.05 ton/ha), net putih (8.92 ton/ha) dan terendah adalah control (5.15 ton/ha).
3. Hasil Penelitian dengan menggunakan mulsa plastic didapatkan bahwa hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan mulsa plastik perak (12.28 ton/ha), diikuti oleh mulsa plastic hitam (8.11 ton/ha) dan terendah pada control (5.05 ton/ha).
4. Pada pertanaman cabai ditemukan tiga jenis penyakit yaitu dengan gejala mosaik, kuning dan klorosis yang masing-masing mempunyai gejala khas dan penyebab yang berbeda.
5. Penyakit kuning berasosiasi dengan infeksi PepYLCV, penyakit klorosis karena infeksi PeVYV, dan penyakit mosaik oleh salah satu dari TMV, CMV atau ChiVMV.

7.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk tahun ke tiga untuk mendapatkan formulasi metode pengendalian penyakit virus pada tanaman cabai dengan mengintegrasikan hasil Penelitian yang sudah didapatkan pada penelitian di tahun kedua ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Blackman RL, Eastop VF. 2000. *Aphids on the World's Crop. An identification and Information Guide 2nd eds*. New York : John Wiley and Sons.
- Dolores LM. 1996. Management of pepper viruses. *Proceeding of the A VNET II Final Workshop* Philippines 21-25 Februari 1995. AVRDC.
- [DBPH] Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2009. Luas Panen, Rata-rata Hasil dan Produksi Tanaman Hortikultura di Indonesia. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Duriat AS. 1996. Cabai merah: Komoditas Prospektif dan Andalan. Di dalam: Duriat AS, Widjaja W. Hadisoeganda A, Soetiarso TA dan Prabaningrum L, editor. *Teknologi Produksi Cabai Merah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hlm 1-3
- Duffus, J. E. 1972. Beet western yellows virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 89. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England. 4 p.
- De Barrow, P. J., S. H. Hidayat, D. Frohlich, S. Subandiyah, U. Shigenori. 2008. A Virus and its Vector, Pepper Yellow Leaf Curl Virus and *Bemisia tabaci*, Two New Invaders of Indonesia. *Biological Invasions* 10 (4): 411-433.
- Edwardson, J.R., R.G. Christie. 1997. Virus Infecting Peppers and Other Solanaceus Crop. University of Florida. USA.
- Fauquet C.M., Mayo M.A., Maniloff J., Desselberger U., Ball L.A. 2005. *Virus Taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses*. Elsevier Academic Press. Amsterdam.
- Everaarts AP. 1981. *Weed of Vegetables in the Highlands of Java*. Jakarta. Lembaga Penelitian Hortikultura.
- Frederick, E.G. 2003. Luteovirus Aphid Interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2003. 41:539-66
- Hadidi A., Khetarpal R.K., Koganezawa H. 1998. *Plant Virus Disease Control*. APS Press. St. Paul Minnesota.
- Igwegbe, E. C. K. and O. K. Ogungbade. 1985. "Evaluation of pepper cultivars under greenhouse conditions for resistance to a defoliation strain of tobacco mosaic virus," *Plant Disease* 69:899-900.
- Kaper, J.M., M.E. Tousignant, and L.M. Geletka. 1990. Cucumber mosaic virus-associated RNA-5. XII. Symptom modulating effect is codetermined by the helper virus satellite replication support function. *Res. Virol.* 141: 487-503.
- Khetarpal, R. K., B. Maisonneuve, Y. Maury, B. Chalhough, Dinant, H. Lecoq, A. Varma. 1998. Breeding for Resistance to Plant Viruses. *In: Hadidi A, Khetarpal RK, Koganezawa H (eds.) Plant Virus Disease Control*. APS Press. pp: 14-32.
- Laemmlen F. 2004. Viruses in pepper. Central coast agriculture highlights. Santa Barbara county. University of California Cooperative Extension. <http://www.central.coast.agriculture.highlights6523.pdf>. [22 juli 2006].

- Michael, P. E. 1994. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia : Jakarta.
- Matthews, REF. 1992. *Foundamentals of plant virology*. Academic Press, Inc. California.
- Nawangsih, A.A., H. Purwanto, W. Agung. 1999. *Budidaya Cabai Hot Beauty*. Cetakan kedelapan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nyana, D. N. 2012. *Isolasi dan Identifikasi Cucumber Mosaic Virus untuk Mengendalikan Penyakit Mosaik pada Tanaman Cabai (Capsicum spp.)*. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Udayana
- Ong C.A. 1995. Symptomatic variants of CVMV in Malaysia. *Proceeding of the AVNET II Midterm Workshop*. Philippines 21-25 Februari 1995. AVRDC.
- Palukaitis P, Roossinck MJ, Dietzgen RG, Francki RI. 1992. *Cucumber mosaic virus*. *Adv Virus Res* 41: 281-348.
- Sulandari S. 2004. *Karakterisasi Biologi, Serologi dan Analisis Sidik Jari DNA Virus Penyebab Penyakit Daun Keriting Kuning Cabai*. Disertasi SPs IPB. Bogor.
- Sastroutomo SS. 1990. *Ekologi Gulma*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Soerjani M, Kostermans AJGH, Tjitrosoepomo G. 1980. *Weed of Rice in Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Suryaningsih, R. Sutarya, A. S. Duriat .1996. Penyakit tanaman cabai merah dan pengendaliannya. *Teknologi Produksi Cabai Merah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. pp: 64-84.
- Taufik M. 2005. *Cucumber Mosaic Virus dan Chilli Veinal Mottle Virus: Karakterisasi Isolat Cabai dan Strategi Pengendaliannya*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Penelitian	Instansi
1	Dr. Ir. Ketut Ayu Yuliadi, MP	Entomologi	Fak. Pertanian Unud
2	Prof. Dr. Ir. I Nyoman Wijaya, MS	Entomologi	Fak. Pertanian Unud
3	Dr. Ir. I Dewa Nyoman Nyana, M.Si	Bioteknologi	Fak. Pertanian Unud

Lampiran 2. Artikel ilmiah yang sudah dipresentasikan pada “Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENASTEK) 2015”, di Ruang Sunset Hotel Patra Jasa pada tanggal 29-30 Oktober 2015



	Suardana, MSi		(Universitas Udayana)
17.05-17.15	Dr. Ir. I Ketut Suriasih, M.App.Sc.	KP -19	Pengaruh Pemberian Suplemen Daun Katu (Sauropus Androgynus L.Merr) Terhadap Produksi Dan Karakterist (Universitas Udayana)
17.15-17.25	Dr. drh. I Gusti Agung Arta Putra, M.Si	KP -20	Analisis Molekuler Gen Penyandi Protein Fusion (F) Dari Avian Paramyxovirus Tipe I Yang Diisolasi (Universitas Udayana)
17.25-17.35	DISKUSI (Sebagai Moderator, dipilih dari masing-masing peserta ruang)		

Seminar Paralel I : BIDANG KETAHANAN PANGAN (KP)-2 TEMPAT: Ruang BallRoom-D			
WAKTU	NAMA	KODE	JUDUL
13.00-13.10	Ir. Anthonius Wayan Puger, MS	KP -46	Performans Kelinci Lokal (Lepus Nigricollis) Yang Diberi Pakan Dasar Rumput Lapangan Disuplementas (Universitas Udayana)
13.10-13.20	Prof. Dr. Ir. Gusti Ayu Mayani Kristina Dewi, MS	KP -47	Pengaruh Biosuplemen Berprobiotik Asal Rayap Terhadap Performans Dan Produksi Karkas Itik Bali (Universitas Udayana)
13.20-13.30	I Nyoman Sumerta Miwada	KP -48	Profil Asam Amino Pada Gelatin Kulit Kaki Ternak Dan Kajian Potensi Antibakterinya (Universitas Udayana)
13.30-13.40	Dr. Ir. I Dewa Nyoman Nyana, M.Si	KP -49	Pengendalian Penyakit Virus Pada Tanaman Cabai Melalui Penggunaan Bibit Bebas Virus Dan Tanpa Gulma (Universitas Udayana)