

**DETEKSI *SOYBEAN MOSAIC VIRUS*
PADA TANAMAN KEDELAI DENGAN TEKNIK ELISA
DI SULAWESI TENGGARA**

TESIS

Oleh:

R. DEWIRATNA WULAN

NIM. G2A1 15 027



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HALU OLEO
KENDARI
2017**

**DETEKSI *SOYBEAN MOSAIC VIRUS*
PADA TANAMAN KEDELAI DENGAN TEKNIK ELISA
DI SULAWESI TENGGARA**

TESIS



Oleh:

R. DEWI RATNA WULAN

NIM. G2A1 15 027

**PROGRAM STUDI AGRONOMI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HALU OLEO
KENDARI**

2017

**DETEKSI *SOYBEAN MOSAIC VIRUS*
PADA TANAMAN KEDELAI DENGAN TEKNIK ELISA
DI SULAWESI TENGGARA**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Magister Pertanian pada Program Studi Agronomi
Program Pascasarjana Universitas Halu Oleo**

Oleh:

R. DEWI RATNA WULAN

NIM. G2A1 15 027

**KONSENTRASI HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGRONOMI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HALU OLEO
KENDARI
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Deteksi Soybean mosaic virus Pada Tanaman Kedelai Dengan Teknik ELISA di Sulawesi Tenggara

R. Dewi Ratna Wulan

G2A115.027

Agronomi

**Menyetujui:
Komisi Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Muhammad Taufik, M.Si.

Dr. La Ode Santiaji Bande, S.P., M.P.

Ketua

Anggota

Mengetahui,

**Direktur Program Pascasarjana
Universitas Halu Oleo,**

**Koordinator Program Studi
Agronomi,**

Prof. Dr. Ir. R. Marsuki Iswandi, M.Si.

Dr. Ir. Rachmawati Hasid, M.Si.

NIP. 19651128.199103.1.005

NIP. 19641013.199103.2.002

Tanggal Lulus: 15 Desember 2017



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : R. Dewi Ratna Wulan
Nomor Pokok : G2A1 15 027
Program Studi : Agronomi
Program Pendidikan : Pascasarjana
Universitas : Haluoleo

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tesis ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai peraturan yang berlaku.

Kendari, Desember 2017

Yang membuat pernyataan,



R. Dewi Ratna Wulan

G2A1 15 027

ABSTRAK

R. DEWI RATNA WULAN (G2A1 15 027) Deteksi *Soybean mosaic virus* Pada Tanaman Kedelai Dengan Teknik ELISA di Sulawesi Tenggara. Di bawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Muhammad Taufik, M.Si.** sebagai Pembimbing I dan **Dr. La Ode Santiaji Bande, S.P., M.P.** sebagai Pembimbing II.

Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan SMV berdasarkan gejala morfologi pada tanaman dan uji *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), mengetahui kejadian penyakit SMV, dan mengetahui keberadaan serangga yang menjadi vektor SMV di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara. Penelitian dilakukan dengan metode survei pada tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara yang merupakan sentra pertanaman kedelai yaitu Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka, yang dilanjutkan dengan uji serologi menggunakan teknik ELISA di laboratorium Serologi Karantina Tumbuhan, Balai Karantina Pertanian Kelas II Kendari, Sulawesi Tenggara dari Januari sampai Mei 2017. Variabel pengamatan terdiri dari kejadian penyakit SMV di lapang berdasarkan gejala morfologi, jenis serangga yang berperan sebagai vektor penyakit SMV, dan kejadian penyakit SMV berdasarkan hasil uji ELISA. Hasil uji ELISA menunjukkan bahwa sentra-sentra pertanaman kedelai di tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara yaitu Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka positif terinfeksi SMV dengan gejala khas yaitu permukaan daun tidak rata, daun mengecil dengan gambaran mosaik, daun seperti melepuh dengan warna hijau tua dan melengkung atau menggulung ke dalam dan ke luar, dan tepi daun mengalami klorosis. Diketahui pula tanaman kacang panjang yang berada di sekitar pertanaman kedelai juga terdeteksi positif terinfeksi SMV, sedangkan tanaman mentimun, gambas, dan cabai negatif SMV. Kejadian penyakit di lapang berdasarkan pengamatan gejala morfologi sebesar 39,77–64,00%, sedangkan kejadian penyakit di laboratorium berdasarkan uji ELISA sebesar 2,92–8,00%. Selain itu, ditemukan serangga yang berperan sebagai vektor SMV yaitu *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) di sentra-sentra pertanaman kedelai. Serangga *Empoasca paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) dan *Bemisia argentifolii* (sinonim *B. tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae) yang juga ditemukan pada pertanaman kedelai yang terinfeksi SMV memberikan informasi baru bahwa serangga tersebut diduga dapat menularkan SMV terutama di Sulawesi Tenggara, namun hal ini masih memerlukan pengujian lanjutan untuk membuktikan bahwa serangga tersebut berperan sebagai serangga vektor SMV.

Kata kunci : Kedelai, *Soybean mosaic virus*, ELISA, serangga vektor.

ABSTRACT

R. DEWI RATNA WULAN (G2A1 15 027) Detection of *Soybean mosaic virus* on Soybean with ELISA Technique in Southeast Sulawesi. Under supervision of **Prof. Dr. Ir. Muhammad Taufik, M.Si.** as Main Supervisor and **Dr. La Ode Santiaji Bande, S.P., M.P.** as Co-supervisor.

This research was aimed to detect the prevalence of SMV based on morphological symptoms on plant and *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) test to figure out the incidence of SMV disease and to find out the prevalence of insect vector of SMV in soybean growing areas in Southeast Sulawesi. Survey method was conducted in three regencies in Southeast Sulawesi, which were considered as soybean growing areas i.e. Regencies of Konawe, South Konawe, and Kolaka, then followed by serological assay using ELISA technique at Laboratory of Serology for Plant Quarantine, Agricultural Quarantine Service of Kendari, Southeast Sulawesi from January until May 2017. Observed variables were the incidence of SMV disease in the field based on morphological symptoms, type of insects that act as vector of SMV disease, and incidence of SMV disease based on result of ELISA. The results of ELISA test showed that soybean growing areas in three regencies of Southeast Sulawesi, i.e. Konawe, South Konawe, and Kolaka were positively infected by SMV with distinct symptoms such as uneven leaf surface, shrunked leaves with mosaic pattern, blistered leaves with dark green color and rolled in and out, and chlorosis of leaf margin. It was also found that neighbouring cowpea was positively infected by SMV; while the cucumbers, vegetable gourd, and chili pepper were negatively affected by this virus. Disease incidence of SMV on soybean growing areas in Southeast Sulawesi based on morphological symptoms in the field was 39,77–64,00% while disease incidence of SMV based on laboratory test using ELISA were 2,92–8,00%. In addition, a type of insects that act as vector of SMV, namely *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) was found in soybean growing areas. *Empoasca paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) and *Bemisia argentifolii* (synonym of *B. tabaci* biotype B) (Hemiptera: Aleyrodidae) insects were also found on soybeans infected by SMV, which provided a new information that those two insects were suspected to transmit SMV, particularly in Southeast Sulawesi, but further experiment is still needed to prove that those insects acts as SMV vectors.

Keywords: Soybean, *Soybean mosaic virus*, ELISA, insect vector.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan petunjuk yang diberikan sehingga Tesis dengan judul “Deteksi *Soybean mosaic virus* Pada Tanaman Kedelai Dengan Teknik ELISA Di Sulawesi Tenggara” dapat diselesaikan. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Master Pertanian dari Program Pascasarjana Agronomi Universitas Halu Oleo, Kendari.

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati di Indonesia yang permintaannya terus meningkat tetapi produksinya masih sangat dinamis. Salah satu kendala dalam meningkatkan produksi kedelai yaitu adanya infeksi *Soybean mosaic virus* yang dapat mengakibatkan kerugian ekonomi hingga petani mengalami gagal panen. Tesis ini membahas keberadaan SMV berdasarkan gejala morfologi dan uji ELISA, besarnya kejadian penyakit SMV berdasarkan gejala morfologi di lapang dan uji ELISA di laboratorium, dan keberadaan serangga vektor SMV di lapang.

Penulis berharap Tesis ini dapat memberikan informasi baru tentang keberadaan, kejadian penyakit, dan serangga vektor SMV di Sulawesi Tenggara, serta dapat menjadi acuan strategi pengendalian yang tepat. Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan, oleh karenanya kritik dan saran sangat penulis harapkan guna menyempurnakan penulisan ini.

Kendari, Desember 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Master Pertanian dari Program Pascasarjana Agronomi Universitas Halu Oleo, Kendari.

Seiring dengan terselesaikannya tesis ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kakanda terkasih Achmas Muhammad Yusuf, S.P., ananda Muhammad Dzulfiqar Yusuf, Ibunda Dedeh Sukaesih dan St. Rukiyah Dg Bau, Ayahanda R. Nata Kusumah dan Achmas Genda, kakak dan adik atas kasih sayang, perhatian, doa, dukungan moril dan materil yang diberikan. Terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Muhammad Taufik, M.Si. sebagai Pembimbing I dan Dr. La Ode Santiaji Bande, S.P., M.P. sebagai Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan sejak perencanaan penelitian hingga penyusunan tesis ini. Terima kasih kepada Kepala Badan Karantina Pertanian dan Kepala Balai Karantina Pertanian Kelas II Kendari, yang telah memberikan persetujuan izin belajar sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik dan lancar. Terima kasih kepada sahabat Penulis, Masanto, S.P., M.Sc., atas semangat, motivasi, diskusi dan masukan selama penulis menempuh pendidikan pascasarjana hingga terselesaikannya tesis ini.

Terwujudnya tesis ini tidak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Rektor, Direktur Pascasarjana dan Ketua Program Studi Agronomi Pascasarjana Universitas Halu Oleo yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk mengikuti pendidikan di Universitas Halu Oleo.
2. Dr. Ir. Rahayu M, M.P., Dr. Ir. Rachmawati Hasid, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. H. Andi Khaeruni R, M.Si., selaku Dosen penguji yang banyak memberikan masukan dan saran untuk perbaikan tesis ini.
3. Dosen di lingkup Program Studi Agronomi Pascasarjana yang telah membimbing penulis selama mengikuti pendidikan di Universitas Halu Oleo.
4. Pegawai dan staf administrasi Program Studi Agronomi dan Pascasarjana atas layanan administrasi selama masa pendidikan.
5. Rekan-rekan penulis di Kelas Pascasarjana Agronomi Universitas Halu Oleo atas bantuan dan kerja samanya.
6. Rekan-rekan pegawai Balai Karantina Pertanian Kelas II Kendari atas bantuan dan motivasinya.
7. Pihak-pihak yang ikut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan semoga Allah membalas kebaikan-kebaikan mereka dengan pahala yang berlipat ganda.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf bila ada kesalahan dalam penulisan tesis ini. Besar harapan penulis, semoga tesis ini dapat bermanfaat dan bernilai positif bagi semua pihak yang membutuhkan.

Kendari, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BIOGRAFI PENULIS	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Landasan Teori	6
2.1.1. Deskripsi Tanaman Kedelai (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	6
2.1.1.1. Taksonomi Tanaman Kedelai	6
2.1.1.2. Morfologi Tanaman Kedelai	6
2.1.1.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai	9
2.1.2. <i>Soybean Mosaic Virus</i> (SMV)	11
2.1.2.1. Taksonomi SMV	11
2.1.2.2. Biologi SMV	11
2.1.2.3. Kisaran Inang dan Gejala SMV	12
2.1.2.4. Transmisi SMV oleh Serangga Vektor	14
2.1.2.5. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi SMV	16
2.1.3. <i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay</i> (ELISA)	17
2.2. Penelitian Terdahulu	22
BAB III KERANGKA PIKIR DAN HIPOTESIS	25
3.1. Kerangka Pikir	25
3.2. Hipotesis	27
BAB IV METODE PENELITIAN	28
4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	28

4.2. Bahan dan Alat Penelitian	28
4.3. Rancangan Penelitian	29
4.4. Prosedur Penelitian	29
4.4.1. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	29
4.4.2. Pengamatan Gejala dan Kejadian Penyakit di Lapang	29
4.4.3. Pengambilan Sampel Tanaman	30
4.4.4. Pengamatan Serangga Vektor	31
4.4.5. Deteksi SMV Dengan Uji ELISA	32
4.4.5.1. <i>Coating Antibody</i>	32
4.4.5.2. <i>Coating Antigen</i>	33
4.4.5.3. <i>Coating Conjugate</i>	33
4.4.5.4. <i>Coating Substrate</i>	34
4.4.5.5. Pembacaan ELISA	35
4.4.6. Kejadian Penyakit SMV Berdasarkan Uji ELISA	35
4.5. Variabel Pengamatan	36
4.6. Analisis Data	36
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	37
5.1. Hasil	37
5.1.1. Gejala Mosaik di Lapang	37
5.1.2. Kejadian Penyakit Berdasarkan Gejala Morfologi di Lapang	39
5.1.3. Serangga Vektor Virus SMV di Lapang	40
5.1.4. Deteksi SMV Menggunakan Uji ELISA	43
5.1.5. Kejadian Penyakit SMV Berdasarkan Uji ELISA	47
5.2. Pembahasan	49
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	62
6.1. Kesimpulan	62
6.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1.1.	Variasi gejala mosaik pada pertanaman kedelai di tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara	37
Tabel 5.1.2.	Persentase kejadian penyakit akibat infeksi virus berdasarkan gejala morfologi di lapang	39
Tabel 5.1.3.	Jenis serangga yang diamati di Kabupaten Konawe Selatan, Konawe, dan Kolaka	41
Tabel 5.1.4a.	Nilai absorbansi hasil deteksi SMV pada sampel komposit tanaman kedelai dari tiga kabupaten	44
Tabel 5.1.4b.	Nilai absorbansi hasil deteksi SMV pada tanaman inang lainnya	47
Tabel 5.1.5.	Persentase kejadian penyakit SMV berdasarkan uji ELISA pada tanaman kedelai dari tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.2.	Gejala infeksi SMV pada tanaman kedelai. (a) gejala SMV pada tanaman kedelai umur 14 hst (Sumber: Inayati dan Yusnawan 2014), (b) gejala lanjut infeksi SMV, daun melengkung, (c) gejala SMV pada biji (Sumber: OMAFRA, 2009)	13
Gambar 3.1.	Bagan alur kerangka pikir	26
Gambar 4.4.3.	Pola pengambilan sampel secara diagonal	31
Gambar 5.1.1.	Variasi gejala mosaik di lapang. (a) mosaik berwarna hijau gelap dan hijau muda; (b) mosaik kuning, (c) pemucatan tulang daun, (d) permukaan daun tidak rata, tepi daun melengkung, (e) mosaik seperti lepuhan pada daun, (f) mosaik dengan tonjolan pada helai daun, daun keriting; (g) gejala mangkok (<i>cupping</i>); (h) penebalan pada daun, daun melengkung ke arah luar; (i) klorotik	38
Gambar 5.1.3.	Bentuk morfologi serangga yang diduga vektor SMV yang ditemukan di Kabupaten Konawe Selatan, Konawe, dan Kolaka. (a) <i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae), (b) <i>Empoasca paraterminalis</i> (Hemiptera: Cicadellidae), dan (c) <i>Bemisia argentifolii</i> (sinonim <i>Bemisia tabaci</i> biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae)	42
Gambar 5.1.4a.	Visualisasi warna hasil pengujian ELISA terhadap sampel komposit tanaman kedelai dari sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara. (a) Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan); (b) Desa Summersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan); (c) Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe), dan (d) Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka). Sumuran berwarna kuning dalam kotak hitam = sampel yang terdeteksi positif SMV, kotak hijau = kontrol negatif, kotak merah = kontrol positif	46
Gambar 5.1.4b.	Gejala positif pada tanaman kacang panjang (kiri) dan visualisasi warna hasil pengujian ELISA terhadap tanaman inang lain (kanan). C4 = sampel mentimun, D4 = kacang panjang, E4 = gambas, F4 = cabai, B9 = kontrol negatif, G9 = kontrol positif	47
Gambar 5.1.5.	Gejala pada daun yang positif terdeteksi SMV berdasarkan uji ELISA	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Denah pengambilan sampel Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	70
Lampiran 2	Denah pengambilan sampel Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	71
Lampiran 3	Denah pengambilan sampel Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	72
Lampiran 4	Denah pengambilan sampel Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	73
Lampiran 5	Data sampel tanaman kedelai dari tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara	74
Lampiran 6	Kejadian penyakit berdasarkan gejala morfologi di lapang	76
Lampiran 7	Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	77
Lampiran 8	Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	78
Lampiran 9	Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	79
Lampiran 10	Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	80
Lampiran 11	Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	81
Lampiran 12	Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	82
Lampiran 13	Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	83
Lampiran 14	Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	84
Lampiran 15	Nilai absorbansi ELISA pada tanaman inang lainnya	85

Lampiran 16	Perbedaan karakter morfologi kutu daun <i>A. craccivora</i> , <i>A. glycine</i> , dan <i>A. gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae)	86
Lampiran 17	Hasil identifikasi karakter morfologi serangga vektor <i>A. gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae)	87
Lampiran 18	Hasil identifikasi karakter morfologi <i>E. paraterminalis</i> (Hemiptera: Cicadellidae)	88
Lampiran 19	Hasil identifikasi karakter morfologi <i>B. argentifolii</i> (sinonim <i>B. tabaci</i> biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae)	89
Lampiran 20	Dokumentasi penelitian	90

BIOGRAFI PENULIS



R Dewi Ratna Wulan dilahirkan pada 23 Juni 1986 di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat, anak ke dua dari tiga bersaudara, pasangan bapak R. Nata Kusumah dan ibu Dedeh Sukaesih. Penulis menempuh tingkat dasar di SDN Pasawahan 1, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat (lulus 1998), kemudian melanjutkan pendidikan ke SLTPN 1 Pasawahan, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat (lulus 2001). Setelah itu, melanjutkan ke SMAN 1 Purwakarta, Jawa Barat (lulus 2004). Pada tahun 2004, penulis menempuh pendidikan S1 di Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian, Program studi Hama dan Penyakit Tanaman melalui Undangan Saringan Masuk IPB (USMI) dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S.P.) pada tahun 2008.

Setelah menyelesaikan program S1, penulis masih ikut berperan aktif menjadi asisten dosen IPB dan membantu melakukan berbagai penelitian dosen IPB, hingga pada awal 2009 lulus dalam ujian seleksi Tenaga Pendamping Penyuluh Pertanian Kementerian Pertanian dan ditugaskan di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Akhir 2009 penulis diangkat menjadi Pegawai Negeri Sipil di Badan Karantina Pertanian Republik Indonesia, dan dipercaya untuk bertugas di Balai Besar Karantina Pertanian Makassar hingga tahun 2012. Kemudian tahun 2012 penulis dipindahkan ke Balai Karantina Pertanian Kendari. Penulis juga aktif menjadi anggota dan pengurus Perhimpunan

Fitopatologi Indonesia Komisariat Daerah Cabang Sulawesi Tenggara sejak tahun 2015.

Tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan program pascasarjana S2 di Universitas Halu Oleo pada Program Studi Agronomi Konsentrasi Hama dan Penyakit Tumbuhan. Untuk memperoleh gelar Master Pertanian, penulis menyusun tesis berjudul Deteksi *Soybean mosaic virus* Pada Tanaman Kedelai Dengan Teknik ELISA di Sulawesi Tenggara.

Kendari, Desember 2017

(R. Dewi Ratna Wulan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia yang menjadi sumber protein nabati. Permintaan akan kedelai dari tahun ke tahun terus bertambah seiring dengan makin tingginya permintaan akan kedelai untuk diolah menjadi berbagai kebutuhan pangan bagi masyarakat Indonesia. Namun, permintaan tersebut tidak dapat diimbangi dengan peningkatan produksi kedelai dalam negeri. Kebutuhan kedelai tiap tahunnya diperkirakan sebanyak 2,5 juta ton tahun⁻¹, sedangkan produksi kedelai dalam negeri hanya sekitar 800.000 – 900.000 ton (Balitkabi, 2013).

Secara nasional produksi dan produktivitas kedelai masih sangat dinamis. Total produksi kedelai nasional menunjukkan penurunan yaitu dari 851.286 ton biji kering pada tahun 2011 menjadi 779.992 ton biji kering pada tahun 2013. Hal yang sama juga terjadi pada produktivitas kedelai nasional. Produktivitas kedelai di Indonesia pada tahun 2013 sebesar 14,16 kwintal ha⁻¹ (luas panen 550.793 ha), produktivitas tersebut lebih rendah dibandingkan produktivitas pada tahun 2012 yang mencapai 14,85 kwintal ha⁻¹ (luas panen 567.624 ha) dan 2011 hanya mencapai 13,68 kwintal ha⁻¹ (luas panen 622.254 ha) (BPS, 2016). Sementara potensi produksi ditingkat penelitian dan percobaan dapat mencapai 2 ton ha⁻¹ atau lebih (Suardana *et al.*, 2016). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi kedelai Provinsi Sulawesi Tenggara tahun 2014 sebesar 5.691 ton biji

kering dan diprediksikan meningkat pada tahun 2015 hingga sebesar 8.136 ton biji kering (BPS, 2015).

Salah satu faktor yang dihadapi dalam usaha meningkatkan produksi kedelai adalah infeksi *Soybean mosaic virus* (SMV) (Wang *et al.*, 2006). Tanaman muda yang terinfeksi akan menunjukkan gejala mosaik yang berat, daun yang terinfeksi lebih sempit dibandingkan dengan daun sehat. Selain itu, di sepanjang tulang daun menunjukkan gejala *dark green*, bagian tepi daun mengalami daun menggulung. Tanaman yang terinfeksi pada awal penanaman akan menunjukkan gejala petiol dan internoda yang memendek (Dongre dan Verma, 2012). Biji yang terinfeksi berwarna belang coklat berbentuk radial (Andayanie, 2012).

Virus SMV merupakan patogen tular benih dan penyebarannya di Sulawesi Tenggara masih terbatas. Hal ini disebabkan kedelai jarang ditanam oleh petani. Namun, seiring dengan Upaya Khusus (UPSUS) Kementerian Pertanian tahun 2014 untuk mencapai swasembada kedelai, maka hampir semua kabupaten melakukan penanaman kedelai. Hal ini berpotensi menyebarnya infeksi SMV karena benih yang ditanam sebagian besar berasal dari luar Sulawesi Tenggara.

Sampai saat ini belum banyak laporan mengenai penyakit SMV dan serangga vektornya di Sulawesi Tenggara. Penyebaran penyakit SMV pada tanaman kedelai di lapang ditentukan oleh keberadaan serangga vektor seperti aphid. Sekitar awal tahun 2015 telah ditemukan gejala mosaik pada kedelai yang dibudidayakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Sulawesi Tenggara yang mirip dengan gejala infeksi virus. Deteksi serologi membuktikan bahwa sap daun kedelai yang bergejala menunjukkan reaksi positif

dengan antiserum *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) dan *Soybean mosaic virus* (SMV) (Taufik *et al.*, 2015).

Temuan diatas sangat meresahkan karena dicurigai bahwa benih-benih kedelai yang terdapat di kalangan petani juga mengandung virus mosaik tersebut sehingga sangat perlu dilakukan deteksi bagaimana keberadaan SMV dan serangga vektor di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara, serta tingkat kejadian penyakit akibat infeksi SMV. Jika hal ini benar maka perlu dicari solusi penanganan yang tepat demi kelangsungan swasembada kedelai khususnya di wilayah Sulawesi Tenggara karena virus mosaik kedelai merupakan salah satu penyakit yang menimbulkan kerugian besar pada pertanaman kedelai (Wang, 2009). Kerugian yang diakibatkan infeksi SMV mencapai 8–50% pada kondisi suboptimum (Hill, 1999; Arif dan Hassan, 2002) dan mencapai 100% pada kondisi lingkungan yang tidak mendukung (Liao *et al.*, 2002).

Penyakit pada tanaman kedelai yang disebabkan oleh infeksi virus sangat sulit dikendalikan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain virus merupakan parasit obligat dan memiliki kisaran inang yang luas (Bos, 1994). Selain itu, seringkali tanaman yang terinfeksi oleh virus tidak menimbulkan gejala (laten), atau gejalanya tidak bersifat spesifik. Salah satu metode deteksi patogen termasuk virus adalah teknik *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA). Uji ELISA merupakan tes *immunochemical* cepat yang melibatkan sebuah enzim (protein yang mengkatalisis suatu reaksi biokimia), serta melibatkan antibodi atau antigen dan telah lama digunakan untuk mendeteksi berbagai patogen dengan akurasi yang cukup tinggi. Keuntungan utama dari diagnosis dengan teknik

ELISA terhadap patogen virus tanaman adalah spesifik, cepat dan dapat dipercaya. Metode ini juga dapat dimanfaatkan untuk karakterisasi dan identifikasi virus, serta untuk mengetahui morfologi dan sifat fisiko-kimia dari virion (Rogenmortel, 1982). Teknik ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi virus pada serangga vektor seperti yang telah dilaporkan oleh Taufik dan Bande (2002) yang berhasil mendeteksi virus CTV (*Citrus triteza virus*) dari tubuh kutu daun asal jeruk Siompu, Pulau Siompu, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan tersebut di atas timbul permasalahan yaitu :

1. Apakah infeksi SMV sudah ada di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara?
2. Berapa besar persentase kejadian penyakit SMV di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara?
3. Apakah ada serangga yang berperan sebagai vektor penyakit SMV di lapang?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan SMV berdasarkan gejala morfologis dan uji *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), mengetahui kejadian penyakit SMV, dan mengetahui keberadaan serangga yang menjadi vektor SMV di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademik, hasil penelitian tersebut dapat memberikan informasi baru tentang keberadaan dan kejadian penyakit, serta serangga vektor SMV pada tanaman kedelai di Sulawesi Tenggara.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam mengembangkan strategi pengendalian yang tepat, sekaligus sebagai bahan pembandingan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Deskripsi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

2.1.1.1. Taksonomi Tanaman Kedelai

Kedudukan tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut (Cahyono, 2007):

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Polypetales
Famili : Leguminosea
Genus : *Glycine*
Species : *Glycine max* (L.) Merrill

Kedelai memiliki sinonim *Soya max Piper* dengan nama umum Indonesia: kedelai, kacang kedelai, kedhele, dhele (Jawa), kacang kadele (Sunda).

2.1.1.2. Morfologi Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa perdu, tumbuh tegak, berdaun lebat dengan sifat morfologi yang beragam yang didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, batang, daun, polong, dan biji. Tinggi tanaman

berkisar antara 10 cm sampai dengan 200 cm, dapat bercabang sedikit atau banyak tergantung dari kultivar dan lingkungan hidup.

Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu, kedelai juga membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi (Adisarwanto, 2005). Perakaran kedelai dapat menembus tanah pada kedalaman \pm 150 cm, terutama pada tanah yang subur. Perakaran tanaman kedelai mempunyai kemampuan membentuk bintil (nodula-nodula) akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium* bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk menambat nitrogen bebas dari udara. Unsur nitrogen tersebut dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman kedelai, sedangkan bakteri *Rhizobium* memerlukan makanan yang berasal dari tanaman kedelai, sehingga proses ini merupakan interaksi yang saling menguntungkan (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga (Irwan, 2006).

Daun pertama yang keluar adalah daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya bersebrangan, daun yang terbentuk berselang-seling. Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (Cahyono, 2007). Daun mempunyai stomata, berjumlah antara 190–320 buah m^{-2} (Danarti dan Najarti, 1995). Batang, daun dan polong ditumbuhi bulu-bulu berwarna abu-abu atau coklat, namun ada juga kultivar yang tidak ditumbuhi bulu.

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna (hermaprodit), yakni pada tiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan kelamin jantan (benangsari), terletak dalam tandan dengan mahkota bunga berbentuk kupu-kupu, berwarna putih atau ungu (Purwono dan Purnamawati, 2007). Bunga tumbuh pada ketiak daun dan berkembang dari bawah lalu menyembul ke atas. Pada setiap ketiak daun biasanya terdapat 3–15 kuntum bunga, namun sebagian besar bunga rontok, hanya beberapa yang dapat membentuk polong (Sumarno, 2007). Periode berbunga tanaman kedelai cukup lama yaitu 3–5 minggu untuk daerah subtropik dan 2–3 minggu di daerah tropik. Jumlah bunga pada tipe batang determinate umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe indeterminate (Adisarwanto, 2005).

Umur kedelai sampai berbunga bervariasi tergantung varietasnya, tetapi pada umumnya dapat dipanen pada umur 80–90 hari. Pembungaan sangat dipengaruhi oleh lama penyinaran dan suhu. Tanaman kedelai termasuk tanaman

hari pendek, yang berarti tanaman tidak akan berbunga bila lama penyinaran melebihi batas kritis, yaitu sekitar 15 jam (Purwono dan Purnamawati, 2007).

Buah kedelai disebut buah polong seperti buah kacang-kacangan lainnya, yang tersusun dalam rangkaian buah. Polong kedelai yang sudah tua ada yang berwarna coklat, coklat tua, coklat muda, coklat kekuning-kuningan, coklat keputih-putihan dan kehitaman. Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7–10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Kedelai yang ditanam pada tanah subur pada umumnya dapat menghasilkan antara 100–200 polong/pohon. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1–10 buah dalam setiap kelompok tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan. Tiap polong kedelai berisi antara 1–5 biji (Suhaeni, 2007).

Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat–pipih sampai bulat lonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat dan hitam. Ukuran biji berkisar antara 6–30 gram 100 biji⁻¹. Di Indonesia ukuran biji kedelai diklasifikasikan dalam 3 kelas, yaitu biji kecil (6–10 gr 100 biji⁻¹), sedang (11–12 gr 100 biji⁻¹), dan besar (13 gr atau lebih 100 biji⁻¹). Biji–biji kedelai dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif (Cahyono, 2007).

2.1.1.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Iklim dan tanah merupakan dua komponen lingkungan tumbuh yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kedelai. Pertumbuhan kedelai tidak bisa optimal bila tumbuh pada lingkungan dengan salah satu

komponen lingkungan tumbuh optimal. Hal ini dikarenakan kedua komponen ini harus saling mendukung satu sama lain sehingga pertumbuhan kedelai bisa optimal.

Tanaman kedelai memerlukan kondisi yang seimbang antara suhu udara dengan kelembaban yang dipengaruhi oleh curah hujan. Secara umum tanaman kedelai memerlukan suhu udara yang tinggi dan curah hujan (kelembaban) yang rendah. Apabila suhu udara rendah dan curah hujan (kelembaban) berlebihan, menyebabkan penurunan kualitas kedelai yang dihasilkan (Suprapti, 2005).

Pada umumnya, kondisi iklim yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah daerah-daerah yang mempunyai suhu antara 25–28° C, kelembaban udara rata-rata 60%, penyinaran matahari 12 jam hari⁻¹ atau minimal 10 jam hari⁻¹, dan curah hujan paling optimum antara 100–400 mm bulan⁻¹ atau berkisar antara 300–400 mm 3 bulan⁻¹ (Cahyono, 2007).

Sewaktu masih mudah, kedelai memerlukan iklim basah, menjelang tua memerlukan iklim kering. Untuk memperoleh produksi yang baik, tanaman kedelai memerlukan hawa panas. Jika iklim terlalu basah, kedelai tumbuh subur tetapi produksi bijinya kurang (Suhaeni, 2007).

Menurut Firmanto (2011), tanaman kedelai mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap berbagai jenis tanah. Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase (tata air) dan aerasi (tata udara) tanah cukup baik. Dalam praktek di lapangan, sering digunakan pedoman yaitu apabila tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada suatu jenis tanah, tanaman kedelai pun dapat tumbuh baik pada jenis tanah tersebut. Selain itu, tanaman kedelai akan tumbuh

dengan baik dan berproduksi tinggi pada tanah yang subur dan gembur, kaya akan humus atau bahan organik dan memiliki pH (derajat keasaman) antara 5,8–7,0 dan ketinggian kurang dari 600 m dpl.

2.1.2. *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

2.1.2.1. Taksonomi SMV

Taksonomi virus SMV terbaru berdasarkan ICTV (2017) adalah sebagai berikut :

Famili : *Caulimoviridae*

Genus : *Soymovirus*

Spesies : *Soybean mosaic virus*

2.1.2.2. Biologi SMV

Partikel SMV berbentuk batang lentur, panjang 650–740 nm dan diameter 15–18 nm. Suhu inaktivasi SMV dalam cairan perasan yaitu 55–60° C selama 10 menit. Ketika sap tanaman disimpan pada suhu 4° C secara *in vitro* mampu bertahan selama 14–15 hari, dan titik batas pengenceran terakhir sekitar 10^{-3} sampai 10^{-5} (Hill, 1999). SMV paling stabil pada pH 6, dan infektifitasnya menurun bila terkena sinar ultraviolet atau berada dalam larutan sangat asam (pH < 4) atau sangat basa (pH > 9). Pada suhu 26° C translokasi dan replikasi virus terjadi dengan cepat, tetapi pada suhu di bawah 10° C translokasi virus terhenti (Bos, 1994).

Genom virus mosaik kedelai terdiri atas RNA utas tunggal berukuran panjang sekitar 9,6 kb (Adams *et al.*, 2005; Gagarinova *et al.*, 2008). Genom RNA virus dikemas dalam *shell* protein yang terbuat dari beberapa subunit salinan *coat protein* (CP). Genom RNA memiliki protein genom-linked virus (VPg) yang secara kovalen terikat pada ujung 5' dan memiliki polyadenylate (polyA) di ujung 3'. Genom juga mengandung 5' dan 3' *non-translated regions* (NTRs). Genom SMV menyandikan delapan protein yang pada awalnya merupakan satu protein besar yang kemudian mengalami pemotongan (*Post translationally processed*) menjadi protein virus (Mulia, 2008).

2.1.2.3. Kisaran Inang dan Gejala

Kisaran inang SMV terdiri atas kedelai dan tanaman yang berasal dari famili Fabaceae (Leguminosa), Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Passifloraceae, Schropulariaceae dan Solanaceae. Namun, inang yang paling utama diserang yaitu dari famili Leguminosa (Galvez, 1963; Hill, 1999).

Gejala SMV tergantung pada beberapa faktor seperti strain virus, genotipe inang, umur tanaman pada saat infeksi, dan kondisi lingkungan. Tanaman yang terinfeksi SMV umumnya menunjukkan gejala seperti tanaman menjadi berkerut, kerdil, daun melengkung, vena berwarna hijau gelap, daerah intervenal hijau terang, deformasi bunga, nekrosis, lesio lokal kadang-kadang nekrotik, dan nekrosis sistemik. Gejala SMV ini dapat terjadi pada suhu di atas 30° C (Hill, 1999). Infeksi SMV juga menyebabkan bintik-bintik dan ukuran benih lebih kecil sehingga menurunkan kualitas benih (Saleh, 2007). Infeksi SMV menghasilkan

gejala benih *mottle* (burik) dan *non-mottle*. Oleh karena itu benih *non-mottle* tidak dapat dijadikan jaminan bebas SMV. Infeksi virus pada benih dapat menyebabkan viabilitas atau daya tumbuh benih rendah. Virus ini akan aktif setelah benih disemaikan dan menyebabkan tanaman terinfeksi.



Gambar 2.1.2. Gejala infeksi SMV pada tanaman kedelai. (a) gejala SMV pada tanaman kedelai umur 14 hst (Sumber: Inayati dan Yusnawan, 2014), (b) gejala lanjut infeksi SMV, daun melengkung, (c) gejala SMV pada biji (Sumber: OMAFRA, 2009).

Infeksi virus yang terjadi dalam sel akan mempengaruhi sintesis protein dan asam nukleat tanaman. Infeksi virus juga akan mempengaruhi jumlah dan bentuk sel serta organel, seperti mitokondria dan kloroplas. Infeksi virus dengan gejala mosaik pada tanaman menyebabkan terjadinya peningkatan respirasi, penurunan fotosintesis, keseimbangan hormon yang tidak normal, penurunan kandungan air pada tanaman, sedangkan tanaman yang sehat tidak menunjukkan gejala tersebut. Gangguan fisiologis tanaman mengakibatkan tanaman inang menunjukkan gejala di seluruh bagian tanaman seperti tanaman menjadi kerdil, perubahan warna daun, ukuran, dan bentuk buah yang dihasilkan (Akin, 2006). Gejala awal tanaman kedelai yang terinfeksi SMV ditandai dengan tulang daun dan anak daun muda menjadi kuning jernih. Setelah itu daun menjadi tidak rata (berkerut) dan

menunjukkan gejala mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daun. Kemudian pada tepi daun tampak mengalami klorosis. Pada beberapa varietas kedelai terjadi gejala nekrotik disertai dengan tulang daun menjadi coklat, daun menguning, tanaman menjadi kerdil, batang dan tangkai daun menjadi berwarna coklat, tunas-tunas penuh bercak, daun cepat rontok, dan akhirnya tanaman mati (Prayogo, 2012).

2.1.2.4. Transmisi SMV oleh Serangga Vektor

SMV merupakan virus yang terbawa benih (Domier *et al.*, 2007). Tanaman kedelai yang terinfeksi SMV menghasilkan 30% atau lebih benih yang terinfeksi SMV pula tergantung pada kultivar dan waktu infeksi sebelum berbunga (Bos, 1972). Benih kedelai yang terinfeksi SMV merupakan sumber inokulum utama (*primary source of infection*), meskipun gulma dan tanaman lainnya juga dapat berfungsi sebagai reservoir SMV.

Virus SMV dapat ditransmisikan melalui serangga vektor. Transmisi antar tanaman kedelai di lapangan melalui serangga vektor dilakukan oleh lebih dari 32 spesies aphid yang berasal dari 15 genus yang berbeda secara non-persisten artinya virus ini diakuisisi oleh serangga (aphid) selama beberapa menit (kurang lebih 30 menit). Virus ini biasanya disimpan di bagian mulut serangga vektor kurang dari satu jam sebelum ditularkan ke tanaman sehat (Nurhayati, 2012). Penularan melalui aphid tergantung pada strain SMV dan spesies aphid. Beberapa spesies aphid yang dapat menjadi serangga vektor SMV yaitu

Acyrtosiphom pisum, *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. glycine*, *A. gossypii*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* dan *R. padi* (Cui *et al.*, 2011).

Aphid tidak hanya menyebabkan kerusakan langsung ke tanaman inang tetapi juga menjadi vektor virus mosaik. Ukuran tubuhnya sedang, berwarna hitam mengkilap dimana biologinya bervariasi tergantung pada iklim dan tanah. Bentuknya seperti buah pir, panjang sekitar 4 mm dan lunak. Bagian mulut terdiri atas jarum yang tajam berfungsi untuk menusuk tanaman dan mengisap cairan. Hidup secara bergerombol pada daun dan tunas muda. Aphid memiliki dua bentuk yaitu bentuk bersayap dan tidak bersayap. Hal ini terjadi karena koloni terbagi dua ketika koloni dipenuhi dengan aphid, beberapa aphid akan berubah menjadi bersayap dan terbang ke tempat baru untuk membentuk sebuah koloni baru. Biasanya sejak telur hingga menjadi imago, bentuknya tidak bersayap. Pada kondisi persediaan pakan terbatas, aphid akan membentuk sayap untuk berpindah tempat dan membentuk koloni baru. Aphid merusak tanaman dengan cara menghisap cairan daun atau bagian tanaman yang masih muda.

Aphid dewasa menghasilkan 2–20 keturunan setiap hari dan dalam keadaan optimum serangga dewasa mampu hidup selama 2 minggu. Aphid berkembangbiak dengan dua cara, yaitu secara seksual dan aseksual partenogenesis. Aphid yang baru lahir berwarna hialin kemudian berangsur-angsur berubah menjadi coklat dan akhirnya berwarna hitam. Nimfa yang baru lahir panjangnya sekitar 0,35 mm dengan lebar 0,18 mm. Aphid memakan permukaan bawah daun muda, jaringan batang muda dan polong dari tanaman dewasa. Dalam jumlah besar, aphid menyebabkan kerusakan langsung karena

aktivitas makannya. Tanaman menjadi kerdil, daun mengalami distorsi, tanaman gugur dan kematian pada bibit. Efek tidak langsung dan umumnya lebih berbahaya, bahkan dalam populasi kecil, aphid berperan dalam transmisi virus mosaik (Singh dan Allen, 1979).

2.1.2.5. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi SMV

Tanaman yang berasal dari benih yang terinfeksi dapat meningkatkan masalah penyakit karena virus ditularkan melalui benih. Selain itu, kondisi lingkungan yang mendukung reproduksi aphid sebagai vektor virus dapat meningkatkan intensitas penyakit.

Dampak infeksi sangat tergantung pada umur tanaman pada saat terinfeksi, kondisi lingkungan, genotipe tanaman, dan strain virus. Tanaman kacang kedelai dapat terinfeksi pada semua tahap perkembangan, tetapi gejala menjadi semakin kurang jelas bila infeksi terjadi pada tanaman tua. Suhu mempengaruhi lamanya masa inkubasi yaitu waktu antara infeksi virus sampai timbulnya gejala. Masa inkubasi berlangsung lebih lama pada suhu yang lebih rendah (14 hari pada suhu 18,5° C) dari pada suhu yang lebih tinggi (4 hari pada suhu 29,5° C). Ekspresi gejala lebih parah muncul pada suhu rendah (18–20° C) daripada suhu tinggi (27–30° C). Contohnya, gejala daun mengerut lebih parah muncul ketika tanaman berada pada suhu ±18° C. Genotipe tanaman inang juga menentukan kerentanan dan sensitivitasnya terhadap infeksi. Genotipe dan kultivar kedelai berbeda dalam kerentanan terhadap transmisi benih. Banyak sedikitnya bintik pada benih, sering dikaitkan dengan infeksi SMV, tetapi hal ini

tergantung pada kultivar, strain virus, dan suhu. Penyakit dapat dikendalikan dengan cara mengurangi sumber penularan virus, menekan populasi serangga vektor, dan menanam varietas yang toleran. Karakteristik tanaman mempengaruhi migrasi dan kepadatan populasi vektor pada pertanaman sehingga dapat digunakan untuk menurunkan penularan virus (Plantwise, 2016).

2.1.3. Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)

Teknik ELISA merupakan salah satu teknik serologi yang dapat digunakan untuk mendeteksi patogen tanaman secara efektif dan efisien. Sebagai teknik serologi, prinsip dasar ELISA adalah reaksi antara antigen (Ag) dengan antibodi (Ab) menjadi molekul Ag–Ab yang lebih besar dan mudah mengendap. Pengamatan hasil reaksi pada ELISA berdasarkan perubahan warna yang terjadi pada substrat pereaksi sesuai dengan label atau imunoprob (*immuno probe*) konjugat Ab–enzim. Perubahan warna terjadi akibat hidrolisa enzimatis pada reaksi antara konjugat Ab–enzim dengan substratnya, sehingga hasil ELISA lebih peka dan dapat dikuantifikasi (Converse dan Martin, 1990). Tahapan umum ELISA meliputi penempelan (*trapping*) Ag atau Ab pada media reaksi (*solid phase*), seperti cawan ELISA, diikuti penambahan konjugat Ab–enzim, dan diakhiri dengan penambahan substrat serta bufer penghenti reaksi (*blocking buffer*).

Teknik ELISA merupakan teknik serologi canggih yang menjanjikan untuk deteksi dan identifikasi patogen tumbuhan (Seal dan Elpninstone 1994, Converse dan Martin 1990). ELISA dapat diterima secara luas oleh penggunaannya, karena

memiliki banyak kelebihan, yaitu lebih efisien dalam penggunaan bahan kimia (1,0 ml antiserum dapat digunakan untuk menguji 10–20 ribu sampel); bahan kimia yang digunakan tidak berbahaya dan memiliki daya simpan lama; bahan yang diuji dapat langsung berupa ekstrak tanaman sakit tanpa harus mengisolasi patogennya terlebih dahulu; mempunyai kepekaan deteksi yang tinggi ($1\text{--}10\text{ ng virus ml}^{-1}$ dan $10^3\text{--}10^4$ sel bakteri ml^{-1}); prosedurnya relatif sederhana dan cepat, antara 5–24 jam; hasilnya dapat kuantifikasi; dapat digunakan untuk menguji sampel dalam jumlah besar sekaligus; dan dapat digunakan langsung di lapang.

Komponen utama perangkat ELISA terdiri atas Ab, Ag, imunoprob, substrat, reagen penghenti reaksi (*blocking reagent*), bufer, dan cawan ELISA. Perangkat ELISA dapat dirakit sendiri oleh peneliti atau diperoleh secara komersial dari berbagai perusahaan di luar negeri, seperti Agdia Inc. (Folkhart, Indiana), dan Neogen Inc. (Scotland).

Antibodi (ab) adalah immunoglobulin (Ig) dari hewan yang diimunisasi Ag patogen sasaran (AgP). Berdasarkan teknik produksi dan spesifisitas reaksinya, Ab dibedakan menjadi Ab poliklonal (PAb) dan Ab monoklonal (MAb), sedangkan menurut bentuk molekulnya dibedakan menjadi Ab dan $F(ab')_2$. Ab juga dibedakan menjadi Ab primer (AbP) dan Ab sekunder (AbS). AbP adalah Ab yang homolog atau bereaksi dengan AgP, diproduksi dengan mengimmunisasi hewan, seperti mencit dan kelinci, dengan AgP. AbS atau anti-AbP adalah Ab yang diproduksi dengan mengimmunisasi hewan lain seperti kambing (*goat*) dengan AbP.

Antigen (Ag) yang digunakan sebagai AgP pada teknik ELISA adalah partikel virus, sel bakteri, propagul jamur, atau senyawa protein dan polisakarida patogen yang antigenik, dapat merangsang timbulnya Ab pada hewan yang diimunisasi. AgP digunakan sebagai kontrol positif pada uji ELISA. Imunoprob untuk ELISA dibuat dengan mengkonjugasikan Ab dengan suatu enzim menjadi 'konjugat Ab-enzim'. Konjugat ini dapat dibuat dengan mengkonjugasikan AbP atau AbS dengan enzim tertentu. Enzim yang digunakan untuk membuat konjugat beragam, yang paling umum adalah *Alkaline Phosphatase* (AP) dan *Horse-radish Peroxidase* (HRP) (Converse dan Martin, 1990).

Senyawa kimia yang digunakan sebagai media (*substrate*) untuk reaksi enzimatik berbeda-beda, bergantung pada enzim yang digunakan. Enzim AP memerlukan *p-nitrophenyl phosphate* (PNPP) yang dilarutkan dalam *diethanolamine* 10%. Substrat ini dihidrolisis oleh enzim menjadi *p-nitrophenyl* (PNP) yang berwarna kuning. Enzim HRP menggunakan substrat *tetramethyl benzidine* (TMB) yang dilarutkan dalam *dimethylsulfoxide* (DMSO), substrat ini dihidrolisis menjadi enzim menjadi produk berwarna biru (Priou, 2001). Reagen lain yang diperlukan dalam ELISA adalah bufer, *blocking reagent*, dan pelarut substrat. Bufer dasar yang paling sering digunakan dalam ELISA adalah bufer fosfat (*Phosphate-Buffered Saline*, PBS) dan bufer karbonat. Bufer lain, seperti bufer ekstraksi, bufer pencuci, bufer Ab, bufer konjugat, dan bufer substrat dibuat dengan menambahkan senyawa kimia tertentu seperti Tween-20, *polyvinylpyrrolidone* (PVP), dan *2-mercaptoethanol* pada bufer dasar. Senyawa yang sering digunakan untuk *blocking reagents* adalah *bovine serum albumin*

(BSA), ovalbumin (OA), gelatin, susu skim, NaOH, dan asam sulfat (H_2SO_4) (Lazarovits, 1990).

Umumnya ELISA dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *competitive assay* yang menggunakan konjugat antigen–enzim atau konjugat antibodi–enzim, dan *non-competitive assay* yang menggunakan dua antibodi. Pada ELISA *non-competitive assay*, antibodi kedua akan dikonjugasikan dengan enzim sebagai indikator. Teknik kedua ini seringkali disebut sebagai *Double Antibody Sandwich* (DAS) ELISA. Disebut “*sandwich*” ELISA karena dalam reaksinya AgP diapit (*sandwiched*) oleh dua lapis Ab, yaitu AbP dan Ab pada konjugat (imunoprob). Tahapan reaksi diawali dengan melekatkan AbP ke lubang cawan ELISA, diikuti berturut–turut dengan menambahkan AgP, konjugat AbP–enzim, dan substrat, dan diakhiri dengan penambahan *blocking reagent* (Converse dan Martin, 1990).

Varian ELISA yang potensial digunakan untuk deteksi dan identifikasi patogen tumbuhan adalah DAS–ELISA Langsung. Dikatakan DAS–ELISA Langsung, karena pengujian dilakukan dengan DAS–ELISA menggunakan imunoprob AbP–enzim. Tahapan reaksinya diawali dengan melekatkan AbP ke lubang cawan ELISA diikuti secara berturut–turut dengan menambahkan AgP, konjugat AbP–enzim, substrat, dan diakhiri dengan *blocking reagent*. Jika reagen yang pertama kali dimasukkan adalah AgP dan diikuti langsung dengan konjugat AbP–enzim, maka varian ini disebut ELISA Langsung, karena AgP tidak diapit AbP. Teknik DAS–ELISA Langsung biasanya digunakan untuk deteksi virus tanaman (Converse dan Martin, 1990).

Tahapan DAS ELISA yaitu *well* dilapisi atau ditemplei antigen, kemudian ditambahkan sampel (antibodi) yang ingin diuji. Setelah itu, ditambahkan antibodi kedua yang dikonjugasikan dengan enzim tertentu seperti peroksidase alkali. Antibodi kedua ini akan menempel pada antibodi sampel sebelumnya. Selanjutnya dimasukkan substrat enzim yang dapat menimbulkan warna tertentu saat bereaksi. Intensitas warna campuran diukur dengan spektrofotometer yang disebut ELISA *reader* hingga mendapatkan hasil berupa densitas optis (OD). Dengan menghitung rata-rata kontrol negatif yang digunakan, didapatkan nilai *cut-off* untuk menentukan hasil positif-negatif suatu sampel. Hasil OD yang berada di bawah nilai *cut-off* merupakan hasil negatif, dan demikian juga sebaliknya.

Metode *sandwich* ELISA memiliki kelemahan dan kelebihan. Kelemahan *sandwich* ELISA di antaranya adalah kemungkinan yang besar terjadinya hasil *false positive* karena adanya reaksi silang antara antigen yang satu dengan antigen lain. Hasil berupa *false negative* dapat terjadi apabila uji ini dilakukan pada *window period*, yaitu waktu pembentukan antibodi terhadap suatu virus baru dimulai sehingga jumlah antibodi tersebut masih sedikit dan kemungkinan tidak dapat terdeteksi. Sedangkan kelebihan dari metode *sandwich* ELISA adalah kemampuannya menguji sampel yang tidak murni, dan mampu mengikat secara selektif antigen yang dikehendaki. Tanpa lapisan pertama antibodi penangkap, semua jenis protein pada sampel (termasuk protein serum) dapat diserap secara kompetitif oleh permukaan lempeng, menurunkan kuantitas antigen yang terimobilisasi.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penyakit yang disebabkan oleh SMV pertama kali dilaporkan di Amerika Serikat pada tahun 1915 oleh Clinton (1916). Sejak saat itu, virus SMV telah ditemukan di Cina, Jepang, Korea Selatan, Kanada, Brazil, Australia dan negara lain di mana pun kedelai ditanam. Infeksi SMV biasanya menyebabkan kehilangan hasil yang parah dan pengurangan mutu benih. Kehilangan hasil biasanya berkisar 8–50% dalam kondisi alami (Hill, 1999; Arif dan Hassan, 2002) dan mencapai hingga 100% pada saat *outbreak* (Liao *et al.*, 2002). SMV merupakan patogen terbawa benih dan kutu daun berperan dalam penyebaran penyakit. Selain itu, SMV sering berinteraksi dengan virus lain dalam menginfeksi tanaman kedelai seperti *Bean pod mottle virus* (BPMV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV) dan *Tobacco ringspot virus* (TRSV) (Wang, 2009). Infeksi sinergis SMV dengan dua atau lebih virus menyebabkan kerusakan jauh lebih parah daripada infeksi oleh satu virus saja (Hill *et al.*, 2007; Wang, 2009).

Gejala yang disebabkan oleh SMV tergantung pada genotipe inang, strain virus, umur tanaman pada saat terinfeksi, dan lingkungan. Gejala yang ditimbulkan karena infeksi SMV pada tanaman kedelai berupa daun mengkerut, *dark green vein banding*, daerah intervena berwarna hijau muda, kerdil, daun keriting dan bintik-bintik/ *mottle* pada biji, deformasi bunga, *less pubescent*, nekrosis, lesio lokal kadang-kadang nekrotik, nekrosis sistemik dan *bud hawar* (ICTVdB Manajemen, 2006).

Di Indonesia, Andayani (2012) melaporkan bahwa sampel kedelai yang berasal dari Madiun, Ngawi, dan Magetan menunjukkan reaksi positif terhadap

antiserum SMV. Pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron, meyakinkan bahwa pada sampel yang positif terinfeksi SMV ditemukan adanya partikel filamen virus berukuran mendekati dengan 900 nm (Andayanie, 2012).

Taufik *et al.* (2015) melaporkan adanya infeksi virus mosaik pada tanaman kedelai di Sulawesi Tenggara. Sap tanaman kedelai yang terinfeksi virus mosaik diuji menggunakan teknik serologi ELISA dan menunjukkan adanya reaksi positif terhadap antiserum SMV, CPMMV, dan CMV. Temuan ini merupakan informasi pertama bahwa virus mosaik kedelai telah ada di Sulawesi Tenggara walaupun hanya sebatas di Kebun Percobaan.

Malvick (1992) melaporkan bahwa kejadian penyakit SMV bervariasi dari 1–30% atau lebih bergantung pada varietas tanaman, strain virus, dan waktu infeksi. Abney *et al.* (1976) melaporkan bahwa berdasarkan pengamatan di lapangan, vektor berperan dalam menyebarkan SMV dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman sehat dan kutu daun sebagai vektor SMV tidak setiap saat ditemukan pada pertanaman kedelai. Penyebaran penyakit mosaik kedelai di lapangan terjadi ketika spesies tertentu dari kutu daun menghisap sap tanaman kedelai yang terinfeksi kemudian menghisap sap tanaman yang sehat. Malvick (1992) menambahkan bahwa lebih dari 60 spesies kutu daun telah berhasil diidentifikasi pada pertanaman kedelai, dan setidaknya terdapat 31 spesies yang mampu menyebarkan virus secara nonpersisten, terutama di akhir musim tanam. Temuan terbaru dilaporkan oleh Taufik *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa kutu daun sebagai vektor SMV tidak ditemukan di kebun percobaan, tetapi ditemukan serangga lain yaitu *Empoasca* sp. yang berperan sebagai vektor.

Keberhasilan pengendalian penyakit tanaman sangat ditentukan oleh keberhasilan mendiagnosis penyakit secara cepat dan akurat. Di masa lalu, diagnosis penyakit dan identifikasi penyakit tanaman berdasarkan gejala, pengamatan morfologi, serta reaksi fisiologi dan biokimia. Teknik konvensional memerlukan waktu lama (2–4 minggu), banyak bahan kimia, mahal, dan kepekaannya rendah. Teknik ELISA adalah salah satu teknik serologi canggih yang menjanjikan untuk mendeteksi patogen tumbuhan dengan memanfaatkan reaksi antigen-antibodi. Interaksi antara keduanya dalam sumuran ELISA akan memberikan petunjuk positif keberadaan virus dalam jaringan tanaman yang diuji.

Di Indonesia, teknik ELISA telah digunakan untuk deteksi dan identifikasi beberapa virus patogen. Beberapa hasil penelitian melaporkan penggunaan teknik ELISA untuk mendeteksi keberadaan virus dalam tanaman diantaranya Jumanto *et al.* (2001) berhasil mendeteksi *Rice tungro virus* pada padi dan serangga vektornya, bahkan untuk seleksi ketahanan varietas padi terhadap penyakit tungro, *Citrus triteza virus* dari tubuh kutu daun asal jeruk Siompu, Pulau Siompu, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara (Taufik dan Bande, 2002), keberadaan *Cucumber mosaic virus* dan *Chilli veinal mottle virus* (Taufik *et al.*, 2005), *Patchouli mottle virus* pada tanaman nilam (Hartono dan Subandiyah, 2006), dan *Tobacco mosaic virus* (Taufik *et al.*, 2011) pada tanaman cabai asal Kabupaten Kolaka, Konawe Selatan, Kendari dan Konawe, Sulawesi Tenggara. Selain itu, *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam asal Sulawesi Tenggara berhasil dideteksi dengan teknik ELISA (Taufik *et al.*, 2014).

BAB III

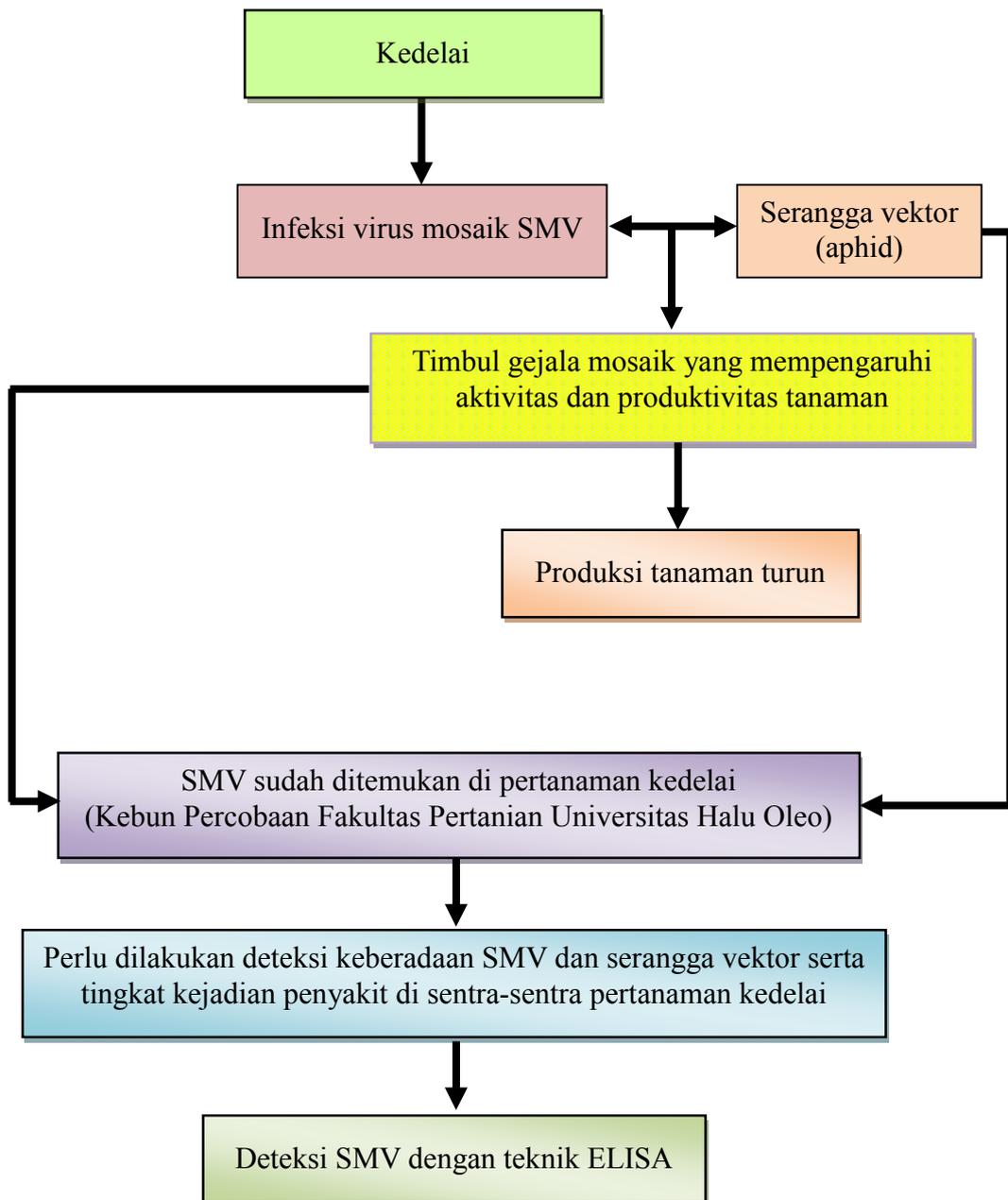
KERANGKA PIKIR DAN HIPOTESIS

3.1. Kerangka Pikir

Kedelai merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia yang menjadi sumber protein nabati, tetapi produksinya hingga saat ini belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satu faktor yang menurunkan produktivitas kedelai yaitu infeksi virus mosaik kedelai, terutama SMV yang dapat menimbulkan gejala berupa mosaik pada daun yang menghambat proses fotosintesis tanaman sehingga mempengaruhi aktivitas dan produktivitas tanaman. Virus SMV juga dapat terbawa sampai ke benih menyebabkan benih berwarna belang coklat berbentuk radial (*mottle*, burik). Infeksi SMV menimbulkan kerugian besar pada pertanam kedelai yaitu dapat menurunkan produktivitas sebesar 25,48–93,84%.

Sampai saat ini belum banyak laporan mengenai penyakit SMV dan serangga vektornya di sentra–sentra pertanaman kedelai. Namun, sekitar awal 2015 SMV telah ditemukan pada kedelai yang dibudidayakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Sulawesi Tenggara melalui teknik serologi ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*). Temuan tersebut sangat meresahkan karena dicurigai bahwa benih–benih kedelai yang terdapat di kalangan petani juga mengandung virus mosaik tersebut sehingga sangat perlu dilakukan deteksi bagaimana keberadaan SMV dan serangga vektor di sentra–sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara, serta tingkat kejadian penyakit akibat infeksi SMV.

Kerangka pikir sebagaimana dijelaskan di atas dapat dituangkan dalam bentuk bagan alur kerangka pikir sebagai berikut.



Gambar 3.1. Bagan alur kerangka pikir

3.2. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah maka dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut :

1. Ada infeksi SMV di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara.
2. Persentase kejadian penyakit SMV pada tanaman kedelai di Sulawesi Tenggara di atas 50%.
3. Minimal ada satu serangga yang berperan sebagai vektor SMV di lapang.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2017. Pengamatan dan pengambilan sampel tanaman kedelai dilakukan di desa atau kelurahan pada tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara yang menjadi sentra pertanaman kedelai, yaitu Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka. Uji ELISA dilakukan di Laboratorium Serologi Karantina Tumbuhan, Balai Karantina Pertanian Kelas II Kendari, Sulawesi Tenggara.

4.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman kedelai baik yang bergejala maupun tidak bergejala (*symptomless*), SMV Complete Kit DAS-ELISA (Agdia), larutan *buffer* (Agdia) yang terdiri dari *General Extract Buffer* (GEB), *PBST Wash Buffer*, *Carbonate Coating Buffer* (CCB), *ECI Buffer*, *PNP Substrate Buffer*, air destilata, aluminium foil, dan kertas tisu. Adapun alat-alat yang digunakan terdiri dari kamera digital, gunting, plastik sampel, *coolbox*, *dry ice*, plat mikrotiter, timbangan analitik, plastik gerus, mortar, pestel, mikropipet, *tip* mikropipet, pinset, botol vial, tabung *ependorf*, *vortex*, ELISA *reader*, dan alat tulis.

4.3. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode survei pada tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara yang merupakan sentra pertanaman kedelai. Sampel hasil pengamatan di lapang selanjutnya dilakukan uji ELISA di laboratorium (Lampiran 20).

4.4. Prosedur Penelitian

4.4.1. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanaman bergejala dan tidak bergejala SMV (*symptomless*) dilakukan di sentra pertanaman kedelai di Kabupaten Kolaka, Konawe, dan Konawe Selatan. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampling bertingkat (*stratified sampling*) berdasarkan luas pertanaman kedelai di setiap kecamatan dalam satu kabupaten. Kecamatan dengan pertanaman kedelai terluas pada masing-masing kabupaten dipilih sebagai daerah pengambilan sampel tanaman kedelai. Desa dengan pertanaman kedelai terluas menjadi tempat pengambilan sampel, sebanyak dua desa dalam satu kecamatan yang memiliki pertanaman kedelai terluas menjadi lokasi pengambilan sampel.

4.4.2. Pengamatan Gejala dan Kejadian Penyakit di Lapang

Pengamatan gejala dilakukan berdasarkan gejala morfologi di lapang pada daun yang terinfeksi virus, yaitu berupa gejala mosaik atau malformasi daun seperti daun tidak rata (berkerut), melengkung, dan tanaman kerdil. Berdasarkan hasil pengamatan gejala secara morfologi di lapang, ditentukan kejadian penyakit

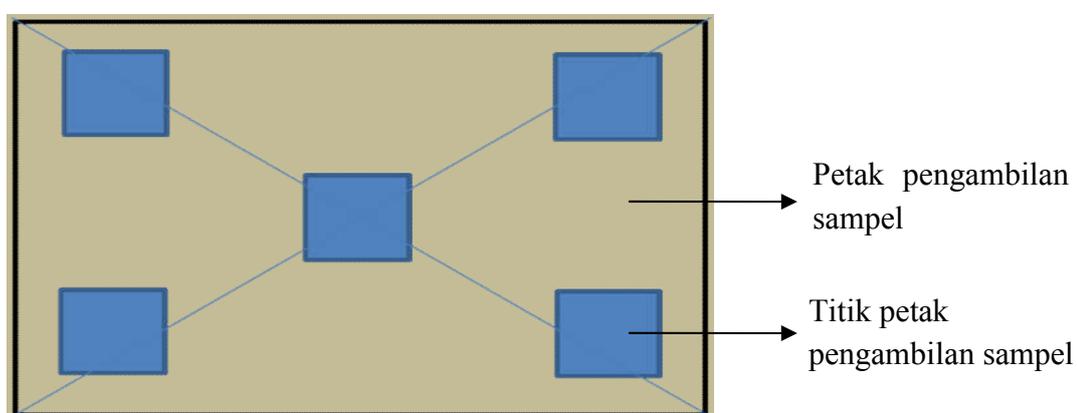
SMV di lapang. Gejala lapang dideskripsikan dan didokumentasikan menggunakan kamera digital. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap agroekosistem pertanaman kedelai yang meliputi varietas tanaman, umur tanaman, dan pengamatan gejala serta pengambilan sampel tanaman lain yang ada di sekitar pertanaman kedelai.

4.4.3. Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel dalam satu lahan dilakukan secara acak diagonal pada lokasi (desa) yang telah ditentukan sebagaimana dijelaskan pada tahap penentuan lokasi. Untuk memudahkan pengamatan dan pengambilan sampel serta sampel yang diambil mewakili tanaman dalam satu lahan, maka lahan kedelai yang berukuran 100–500 m² dibagi menjadi beberapa lahan kecil berukuran 50 m², sedangkan lahan kedelai berukuran > 500 m² dibagi menjadi beberapa lahan kecil berukuran 100 m². Selanjutnya luas petak pengambilan sampel dalam suatu lahan ditentukan 10% dari luas lahan, lalu dibagi menjadi lima titik petak pengambilan sampel (Lampiran 1–4). Tanaman yang berada pada titik petak pengambilan sampel dijadikan sebagai sampel uji. Sampel-sampel yang berasal dari satu titik petak pengambilan digabungkan menjadi satu sampel komposit (Lampiran 5). Sebagai informasi untuk mengetahui SMV menginfeksi tanaman selain kedelai di lapang, maka pengambilan sampel juga dilakukan pada tanaman lain yang ada di sekitar pertanaman kedelai.

Pengambilan sampel pada setiap tanaman kedelai dilakukan dengan mengambil daun *trifoliolate* bagian atas, tengah, dan bawah tanaman. Sampel daun

digunting menggunakan gunting steril, lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel kemudian diberi label nama sampel, lokasi pengambilan sampel (nama desa, kecamatan, dan kabupaten), dan tanggal pengambilan sampel. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam *coolbox* yang berisi *dry ice* untuk selanjutnya dilakukan uji ELISA di laboratorium.



Gambar 4.4.3. Pola pengambilan sampel secara diagonal

4.4.4. Pengamatan Serangga Vektor

Keberadaan serangga yang kemungkinan menjadi vektor SMV diamati di pertanaman. Serangga vektor yang ditemukan kemudian dikumpulkan lalu dimasukkan ke dalam botol vial yang berisi larutan alkohol 70%. Serangga vektor yang telah berhasil dikumpulkan selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan identifikasi. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakter morfologi serangga dengan mengacu pada Favret dan Miller (2012), Stoetzel *et al.* (1996), Zhang *et al.* (2010), Baig *et al.* (2015), dan Calvert *et al.* (2001) (Lampiran 16–19).

4.4.5. Deteksi SMV Dengan Uji ELISA

Deteksi SMV dengan uji ELISA pada sampel daun *trifoliata* kedelai dilakukan secara komposit, yaitu dengan menggabungkan semua sampel daun *trifoliata* yang berasal dari satu petak sampel yang sama menjadi satu sampel uji. Deteksi juga dilakukan terhadap sampel tanaman lain yang ada di sekitar pertanaman kedelai. Sebelum dilakukan pengujian, gejala infeksi virus pada daun *trifoliata* kedelai dari masing-masing tanaman dideskripsikan kemudian didokumentasikan dalam bentuk foto. Sampel daun komposit yang menunjukkan hasil positif, kemudian diuji kembali secara terpisah untuk mengetahui karakteristik gejala SMV yang sebenarnya.

Sampel daun yang didapatkan dari lapang dicacah dan ditimbang lalu dimasukkan ke kantong plastik, selanjutnya ditambahkan dengan larutan GEB. Perbandingan sampel dengan larutan GEB yaitu 1:10 (g/ml). Setelah itu sampel digerus dengan menggunakan alat penggerus sampai halus, lalu dishaker pada suhu ruang agar homogen. Sap tanaman yang diperoleh dari hasil gerusan digunakan sebagai antigen SMV. Selanjutnya dibuat peta pengujian sampel, lalu sumuran pada plat mikrotiter yang akan digunakan untuk pengujian diberi tanda untuk mengantisipasi plat terlepas saat pencucian.

4.4.5.1. *Coating Antibody*

Capture antibodi SMV ditambahkan dengan larutan CCB (1X) ke dalam tabung eppendorf dengan perbandingan 1:100 ($\mu\text{l}/\mu\text{l}$) memakai mikropipet kemudian dicampur menggunakan vortex. Larutan antibodi dipipet sebanyak 100 μl ke dalam masing-masing sumuran plat mikrotiter sesuai dengan peta yang

telah disiapkan. Setelah itu, plat mikrotiter diinkubasi dalam kotak plastik lembab selama 4 jam pada suhu ruang atau *overnight* dalam lemari es pada suhu 4° C, kemudian dicuci dengan PBST (1X) sebanyak 2 kali. Komposisi untuk membuat PBST (1X) terdiri dari buffer powder (PBST) yang ditambahkan air destilata dengan perbandingan 1:100 (g/ml).

4.4.5.2. Coating Antigen

Setelah tahap *coating antibody* dilakukan, selanjutnya dengan menggunakan mikropipet, secara berurutan antigen SMV (sap), kontrol negatif SMV, dan kontrol positif SMV dipipet sebanyak 100 µl ke dalam masing-masing sumuran plat mikrotiter sesuai dengan peta lalu diinkubasi kembali selama 2 jam pada suhu ruang di tempat gelap atau *overnight* dalam lemari es pada suhu 4° C. Setelah itu plat mikrotiter dicuci dengan larutan PBST (1X) sebanyak 7 kali.

4.4.5.3. Coating Conjugate

Enzim konjugat selalu disiapkan 10 menit sebelum digunakan. *Alkaline phosphatase enzyme conjugate* yang disediakan oleh produsen berbentuk konsentrat dan harus diencerkan dengan ECI *buffer* sebelum digunakan. Untuk membuat ECI *buffer* (1X), sesuai dengan protokolnya, sebanyak 0,5 g ECI *buffer* diencerkan ke dalam 15 ml air destilata. Namun untuk pengujian, *buffer* dibuat sebanyak yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah sumuran plat mikrotiter yang digunakan.

Enzim konjugat diencerkan dengan ECI *buffer* menggunakan perbandingan 1:100 (ml/ μ l). Larutan enzim konjugat sebanyak 100 μ l dipipet pada masing-masing sumuran plat mikrotiter, lalu diinkubasi dalam kotak plastik lembab selama 2 jam pada suhu ruang di tempat gelap, kemudian plat mikrotiter dicuci dengan PBST (1X) sebanyak 8 kali. Pada saat pencucian, sumuran plat mikrotiter harus diperiksa secara seksama untuk memastikan tidak ada gelembung udara dalam sumuran. Plat mikrotiter ditekan kuat pada kertas tisu untuk menghapus sisa larutan PBST dan gelembung udara. Jika gelembung udara masih tertinggal di dalam sumuran, ujung pipet bersih digunakan untuk memecahkan gelembung udara.

4.4.5.4. *Coating Substrate*

Solusi PNP disiapkan untuk tahap *coating substrate* sekitar 15 menit sebelum langkah *coating conjugate* berakhir. Hal yang harus diperhatikan pada saat menyiapkan solusi PNP adalah hindari bersentuhan langsung dengan PNP tablet dan hindari PNP tablet terekspos cahaya karena bisa menyebabkan warna latar belakang sumuran plat mikrotiter negatif.

Sebanyak 1 butir PNP tablet dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf* atau botol vial yang telah dibalut dengan aluminium foil agar tidak terkena cahaya, lalu sebanyak 5 ml PNP *substrat buffer* dimasukkan ke dalam tabung *eppendorf*. PNP *substrat buffer* merupakan *buffer* siap pakai yang sudah tersedia dalam kit SMV. Solusi PNP divortex hingga homogen lalu sebanyak 100 μ l solusi PNP dimasukkan ke dalam masing-masing sumuran plat mikrotiter. Setelah itu plat

mikrotiter diinkubasi dalam kotak plastik lembab selama 60 menit di ruang gelap dan plat mikrotiter harus terhindar dari cahaya.

4.4.5.5. Pembacaan ELISA

Plat mikrotiter dikeluarkan dari ruang gelap lalu diperiksa secara visual. Sumuran plat mikrotiter yang mengalami perubahan warna menunjukkan hasil positif, sedangkan sumuran plat mikrotiter yang tidak mengalami perubahan warna secara signifikan menunjukkan hasil negatif. Hasil pengujian ELISA hanya berlaku jika sumuran kontrol positif memberikan hasil yang positif yaitu sumuran berwarna kuning.

Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara menempatkan plat mikrotiter pada *ELISA reader*. Suatu sampel dinyatakan positif bila dari hasil pembacaan *ELISA reader* dengan panjang gelombang 405 nm, nilai absorbansi sampel tersebut berjumlah dua kali lebih besar dibandingkan dengan nilai absorbansi kontrol negatif. Apabila sampel telah dinyatakan positif, maka dapat diasumsikan bahwa OPT yang menimbulkan gejala mosaik pada tanaman kedelai adalah virus SMV.

4.4.6. Kejadian Penyakit SMV Berdasarkan Uji ELISA

Hasil deteksi ELISA digunakan untuk menentukan kejadian penyakit di laboratorium. Kejadian penyakit di laboratorium dihitung berdasarkan jumlah sampel yang positif terinfeksi SMV berdasarkan uji ELISA.

4.5. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari kejadian penyakit SMV di lapang berdasarkan gejala morfologi, jenis serangga yang berperan sebagai vektor penyakit SMV, dan kejadian penyakit SMV berdasarkan hasil uji ELISA.

Kejadian penyakit SMV baik berdasarkan gejala morfologi di lapang maupun berdasarkan hasil uji ELISA, dihitung menggunakan rumus :

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan : KP = kejadian penyakit,

n = jumlah tanaman yang menunjukkan gejala morfologi infeksi virus pada petak sampel di lapang/ jumlah tanaman yang positif terdeteksi virus melalui uji ELISA,

N = total tanaman dalam petak sampel di lapang/ total tanaman yang diuji ELISA.

4.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan ditabulasi secara sederhana dan dianalisis secara deskriptif. Hasil pembacaan ELISA *reader* dilakukan dengan menghitung nilai absorbansi masing-masing sampel yang diuji pada panjang gelombang 405 nm.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil

5.1.1. Gejala Mosaik di Lapang

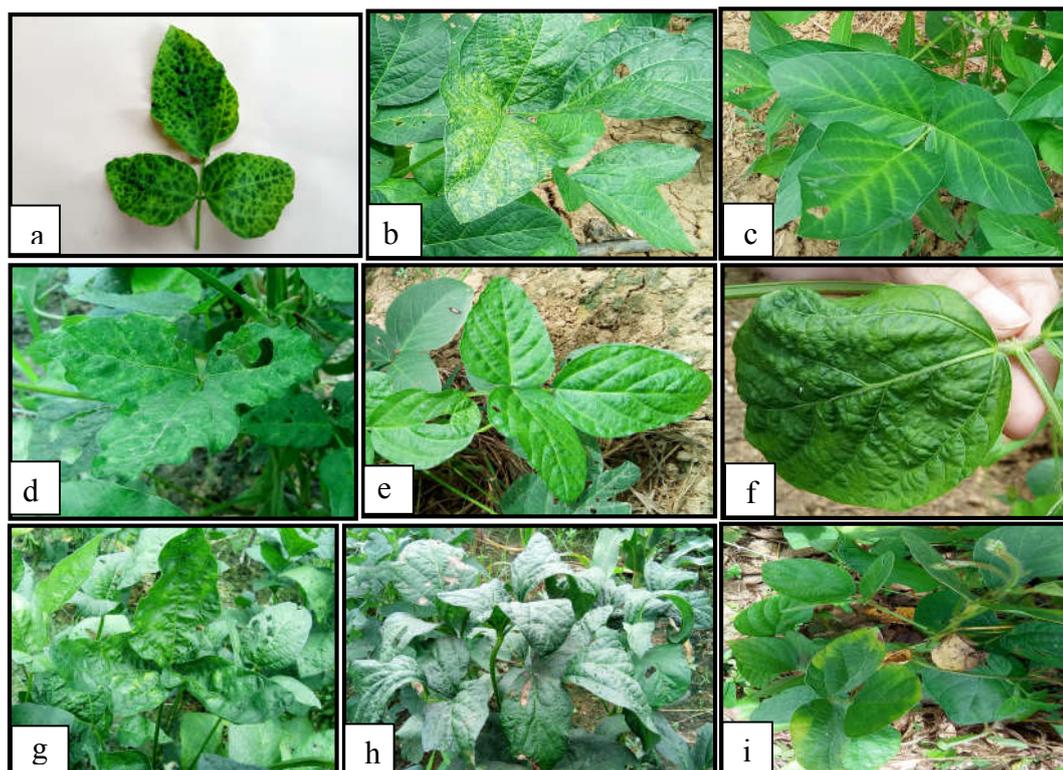
Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada tanaman kedelai di beberapa sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara yaitu Kecamatan Konda dan Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan), Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe), dan Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka) berhasil ditemukan gejala mosaik yang bervariasi. Variasi gejala mosaik pada pertanaman kedelai di tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara disajikan pada Tabel 5.1.1.

Tabel 5.1.1 Variasi gejala mosaik pada pertanaman kedelai di tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara

Lokasi	Varietas	Umur (hst)	Variasi Gejala
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	Argomulyo	60	ms, mk
	Anjasmoro	60	ms, mk, vc, tr
	Dering-1	60	ms, lp
	Dena-1	60	ms, lp
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	Anjasmoro	72	ms, tr, lp, kl, kr
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	Anjasmoro	50	ms, mk, kl, tr
	Dena-1	50	ms, vc, tr, lp, cp
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	Anjasmoro	30	ms, mk, vc, lp, kr, cp, tl

ms : mosaik berwarna hijau gelap dan hijau muda; mk : mosaik kuning; vc : pemucatan tulang daun; tr : permukaan daun tidak rata, tepi daun melengkung; lp : mosaik seperti lepuhan pada daun; kl : klorosis; kr : mosaik dengan tonjolan pada helai daun, daun keriting; cp : gejala mangkok (*cupping*); tl : penebalan pada daun, daun melengkung ke arah luar.

Hasil pengamatan menunjukkan gejala mosaik yang bervariasi pada setiap lokasi pengamatan. Secara umum, gejala yang tampak pada daun berupa mosaik sampai ke daun yang paling muda dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daun, daun melepuh dengan warna hijau tua dan melengkung ke dalam dan ke luar, pemucatan tulang daun, permukaan daun tidak rata, tepi daun melengkung, tulang daun menebal, dan terjadi klorosis. Berbeda dengan daun sehat yang tidak menunjukkan gejala mosaik. Variasi gejala mosaik yang ditemukan di lapang disajikan pada Gambar 5.1.1.



Gambar 5.1.1. Variasi gejala mosaik di lapang. (a) mosaik berwarna hijau gelap dan hijau muda; (b) mosaik kuning, (c) pemucatan tulang daun, (d) permukaan daun tidak rata, tepi daun melengkung, (e) mosaik seperti lepuhan pada daun, (f) mosaik dengan tonjolan pada helai daun, daun keriting; (g) gejala mangkok (*cupping*); (h) penebalan pada daun, daun melengkung ke arah luar; (i) klorotik.

5.1.2. Kejadian Penyakit Berdasarkan Gejala Morfologi di Lapang

Pengamatan gejala morfologi di lapang akibat infeksi virus meliputi gejala mosaik, daun menguning (*yellowing*), malformasi daun seperti daun tidak rata (berkerut), melengkung, daun keriting, gejala mangkok (*cupping*), klorosis, nekrotik disertai dengan menjadi cokelatnya tulang daun, dan tanaman kerdil. Hasil pengamatan persentase kejadian penyakit akibat infeksi virus berdasarkan gejala morfologi di lapang disajikan pada Tabel 5.1.2.

Tabel 5.1.2. Persentase kejadian penyakit akibat infeksi virus berdasarkan gejala morfologi di lapang

Lokasi	Varietas	Jumlah Tanaman yang Diamati	Jumlah Tanaman Bergejala	% KP	% Rata-Rata KP
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	Argomulyo	130	50	38,46	41,73
	Anjasmoro	130	52	40,00	
	Dering-1	130	60	46,15	
	Dena-1	130	55	42,31	
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	Anjasmoro	855	340	39,77	39,77
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	Anjasmoro	100	45	45,00	44,50
	Dena-1	100	44	44,00	
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	Anjasmoro	500	320	64,00	64,00

KP : Kejadian penyakit

% KP = (jumlah tanaman bergejala/jumlah tanaman yang diamati) x 100%

Berdasarkan hasil pengamatan gejala morfologi di lapang, dapat dilaporkan bahwa infeksi virus SMV penyebab penyakit mosaik pada kedelai di sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara berkisar antara 38% sampai dengan 64%. Secara umum dapat dicatat bahwa tanaman yang bergejala mendekati angka 50%, bahkan di Kabupaten Kolaka tanaman yang bergejala melebihi setengah populasi tanaman yang diamati. Rata-rata kejadian penyakit tertinggi berada di Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka) yaitu sebesar 64,00%, sedangkan rata-rata kejadian penyakit terendah berada di lokasi Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan) yaitu sebesar 39,77%. Kejadian penyakit rata-rata di Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan) dan Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe) masing-masing sebesar 41,73% dan 44,50% (Lampiran 6).

5.1.3. Serangga Vektor Virus SMV di Lapang

Pengamatan yang dilakukan di masing-masing lokasi pertanaman kedelai, menemukan adanya serangga yang kemungkinan menjadi vektor dari virus SMV. Setelah dilakukan identifikasi berdasarkan karakter morfologi, serangga yang diduga vektor virus SMV yaitu *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), *Empoasca paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae), dan *Bemisia argentifolii* (sinonim *Bemisia tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae). Jenis serangga yang diamati di pertanaman kedelai disajikan pada Tabel 5.1.3, sedangkan bentuk morfologi ketiga serangga tersebut disajikan pada Gambar 5.1.3.

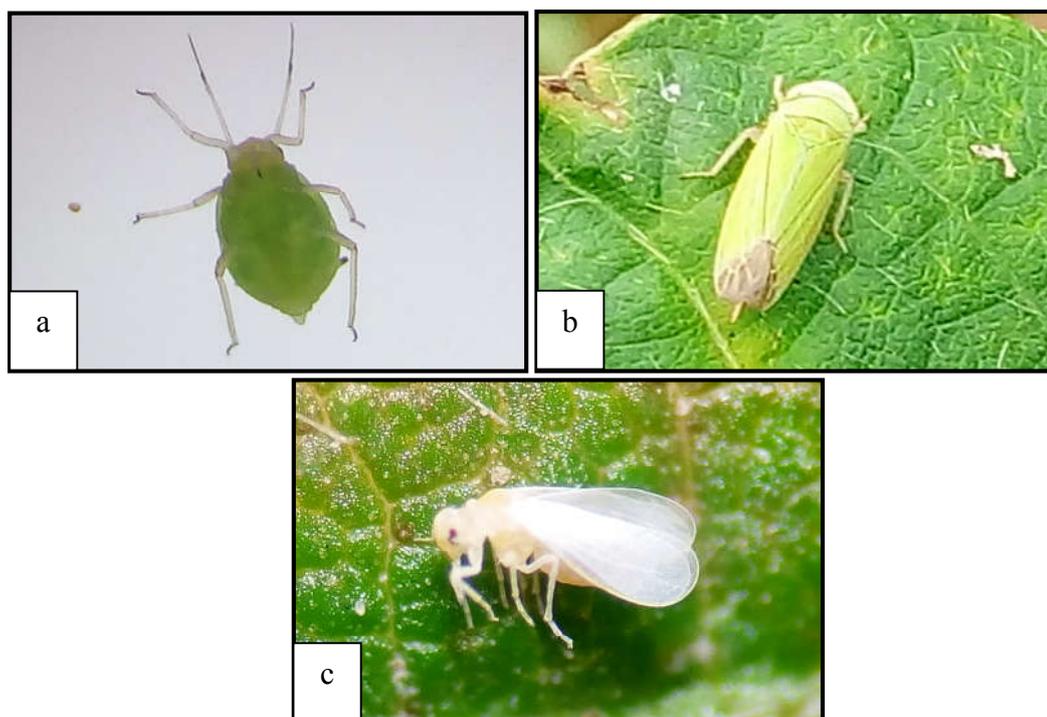
Tabel 5.1.3. Jenis serangga yang diamati di Kabupaten Konawe Selatan, Konawe, dan Kolaka

Lokasi	Jenis Serangga	Keterangan
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	<i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae)	Serangga vektor
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	<i>Empoasca paraterminalis</i> (Hemiptera: Cicadellidae)	Diduga serangga vektor
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	<i>Empoasca paraterminalis</i> (Hemiptera: Cicadellidae)	Diduga serangga vektor
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	<i>Bemisia argentifolii</i> (sinonim <i>B. tabaci</i> biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae)	Diduga serangga vektor

Kutu daun *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae) ditemukan hidup berkoloni di bawah permukaan daun dan pucuk, tubuhnya lunak, berbentuk seperti buah per, dan pergerakannya lambat. Kutu daun yang ditemukan di pertanaman kedelai merupakan jenis yang tidak bersayap, berwarna kuning kehijauan, memiliki kepala dengan tuberkel antena yang kurang berkembang, antena terdiri dari enam segmen, memiliki kornikel pada bagian ujung abdomen, kauda memiliki bentuk memanjang, ukuran kornikel lebih panjang daripada kauda, dan memiliki 2–4 lateral seta pada bagian lateral kauda (Lampiran 17).

Wereng *E. paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) ditemukan di pertanaman kedelai pada permukaan atas daun. Wereng *E. paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) memiliki tubuh kecil, pipih, dan berwarna hijau. Sama dengan serangga dari ordo Hemiptera lainnya, *E. paraterminalis* (Hemiptera:

Cicadellidae) memiliki sayap dan aktif berpindah tempat dari satu tanaman ke tanaman yang lain. Berdasarkan hasil identifikasi, ciri karakter morfologi *E. paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) yaitu batang aedeagus memiliki dua appendage, pada bagian ujung paramere terdapat enam buah gigi, anal tube appendage terdiri dari gigi besar yang terdapat pada bagian sub apikal. Subgenital plate memiliki bentuk sedikit bergelombang yang dilengkapi oleh makroseta, mikroseta, dan dua seta yang memanjang seperti rambut (Lampiran 18).



Gambar 5.1.3. Bentuk morfologi serangga yang diduga vektor SMV yang ditemukan di Kabupaten Konawe Selatan, Konawe, dan Kolaka. (a) *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), (b) *Empoasca paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae), dan (c) *Bemisia argentifolia* (sinonim *Bemisia tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Kutu kebul yang ditemukan di pertanaman yaitu *B. argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae). Kutu kebul ini merupakan sinonim dari *B. tabaci* biotipe B. Ciri-ciri morfologi dari *B. argentifolii* (sinonim *B. tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae) yaitu mata majemuk atas dan bawah dihubungkan oleh satu omatidium, antena terdiri dari 7 (tujuh) ruas, antena segmen ke III memiliki sensorial cone yang tidak mencapai primary sensorium pertama. Ciri khas morfologi *B. argentifolii* (sinonim *B. tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae) yang membedakannya dari biotipe non B adalah gonapophysis dan supragenital plate *B. tabaci* biotipe B tidak berpigmen (Lampiran 19).

5.1.4. Deteksi SMV Menggunakan Uji ELISA

Deteksi serologi SMV sebagai penyebab penyakit mosaik pada tanaman kedelai dilakukan guna mendeteksi keberadaan dan penyebaran SMV di sentra-sentra penanaman kedelai di Sulawesi Tenggara seperti Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka. Berdasarkan hasil deteksi serologi menggunakan uji ELISA diketahui bahwa tanaman kedelai yang terdapat di wilayah pengambilan sampel, telah positif terinfeksi oleh SMV. Sampel yang positif terinfeksi SMV ditunjukkan dengan nilai absorbansi sampel sebesar dua kali dari nilai absorbansi kontrol negatif yang terbaca oleh ELISA *reader* pada panjang gelombang 405 nm (Tabel 5.1.4a, Lampiran 7–14), dengan visualisasi warna hasil pengujian ELISA sebagaimana yang disajikan pada Gambar 5.1.4a.

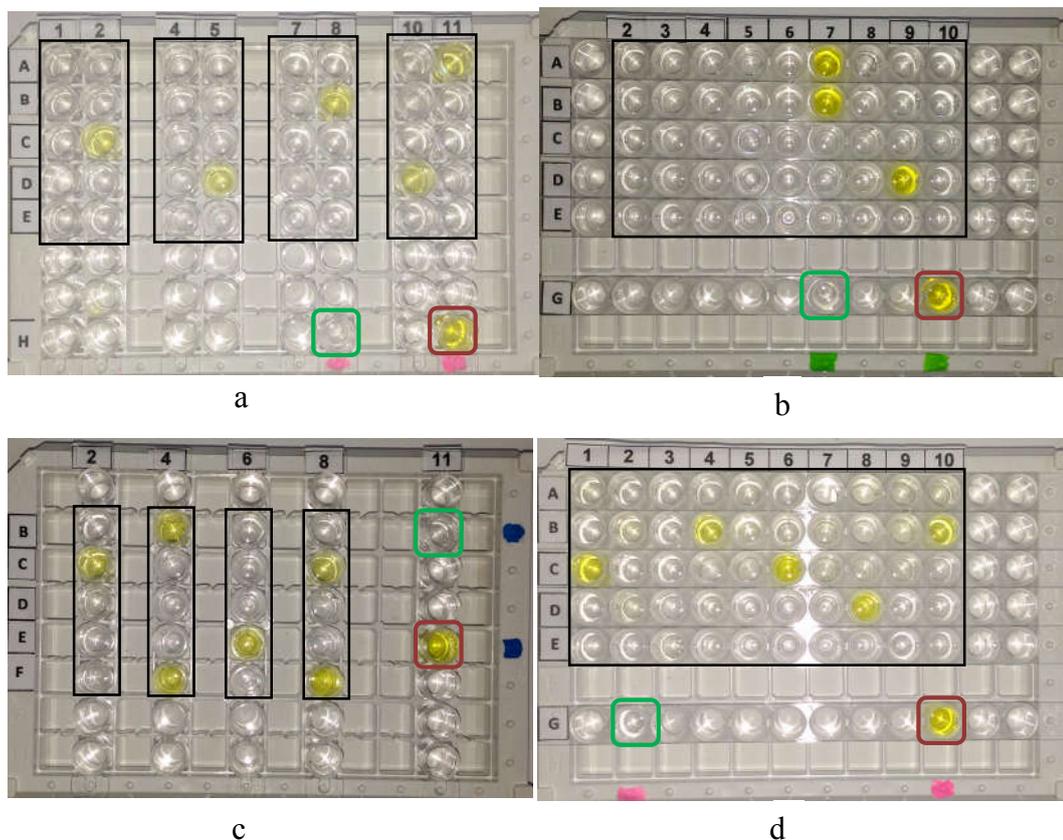
Tabel 5.1.4a. Nilai absorbansi hasil deteksi SMV pada sampel komposit tanaman kedelai dari tiga kabupaten

Nomor Petak Sampel	Nomor Lahan										Kontrol (-)	Kontrol (+)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Desa Lamomea, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan (L)												
1	0,130	0,125	0,127	0,143	0,116	0,130	0,119	0,240				
2	0,119	0,133	0,130	0,114	0,143	0,272	0,138	0,145				
3	0,124	0,289	0,132	0,121	0,127	0,122	0,149	0,136			0,109	1,044
4	0,125	0,124	0,135	0,263	0,137	0,118	0,229	0,131				
5	0,132	0,129	0,139	0,112	0,148	0,120	0,115	0,132				
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo, Kabupaten Konawe Selatan (S)												
1	0,125	0,164	0,113	0,139	0,171	0,381	0,116	0,127	0,159			
2	0,115	0,149	0,149	0,146	0,111	0,353	0,112	0,138	0,164			
3	0,126	0,190	0,126	0,152	0,143	0,126	0,140	0,124	0,132		0,104	1,053
4	0,196	0,116	0,137	0,117	0,163	0,173	0,127	0,281	0,121			
5	0,180	0,157	0,116	0,142	0,154	0,146	0,113	0,149	0,126			
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha, Kabupaten Konawe (B)												
1	0,104	0,289	0,117	0,162								
2	0,318	0,114	0,114	0,243								
3	0,125	0,123	0,115	0,139							0,103	1,044
4	0,131	0,130	0,223	0,179								
5	0,124	0,239	0,121	0,283								
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari, Kabupaten Kolaka (T)												
1	0,131	0,158	0,123	0,126	0,134	0,146	0,151	0,129	0,117	0,162		
2	0,133	0,153	0,139	0,225	0,119	0,137	0,146	0,134	0,129	0,271		
3	0,315	0,168	0,125	0,116	0,127	0,387	0,136	0,147	0,115	0,152	0,104	1,058
4	0,147	0,123	0,132	0,135	0,152	0,143	0,132	0,254	0,122	0,143		
5	0,139	0,111	0,117	0,142	0,148	0,152	0,122	0,141	0,139	0,135		

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV berdasarkan uji ELISA.
 Nilai absorbansi dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Secara umum, berdasarkan hasil deteksi serologi menggunakan uji ELISA diketahui bahwa SMV telah ditemukan di Kabupaten Konawe Selatan, Konawe, dan Kolaka. Dari Tabel 5.1.4a terlihat bahwa sebanyak lima dari 40 sampel komposit tanaman kedelai yang berasal dari Kabupaten Konawe Selatan yaitu dari Desa Lamomea, Kecamatan Konda terdeteksi positif SMV dengan nilai absorbansi antara 0,229 sampai 0,289, sedangkan yang berasal dari Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo berjumlah tiga dari 45 sampel komposit dengan nilai absorbansi 0,281 sampai 0,381. Sampel dari Kabupaten Konawe yang terdeteksi positif SMV berjumlah enam dari 20 sampel komposit, dan yang berasal dari Kabupaten Kolaka berjumlah lima dari 50 sampel komposit. Nilai absorbansi SMV sampel komposit dari Konawe dan Kolaka masing-masing sebesar 0,223–0,318 dan 0,225–0,387.

Berdasarkan hasil uji serologi diketahui bahwa tanaman kedelai yang diperoleh dari lapang yang bergejala mosaik maupun gejala malformasi daun, menunjukkan positif terinfeksi SMV. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning pada sampel yang diuji. Tingkat kekuningan warna hasil pengujian adalah mulai dari kuning agak terang, kuning, hingga kuning terang sebagaimana yang disajikan pada Gambar 5.1.4a.



Gambar 5.1.4a. Visualisasi warna hasil pengujian ELISA terhadap sampel komposit tanaman kedelai dari sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara. (a) Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan); (b) Desa Summersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan); (c) Desa Belatu, Kecamatan Pongidaha (Kabupaten Konawe), dan (d) Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka). Sumuran berwarna kuning dalam kotak hitam = sampel yang terdeteksi positif SMV, kotak hijau = kontrol negatif, kotak merah = kontrol positif.

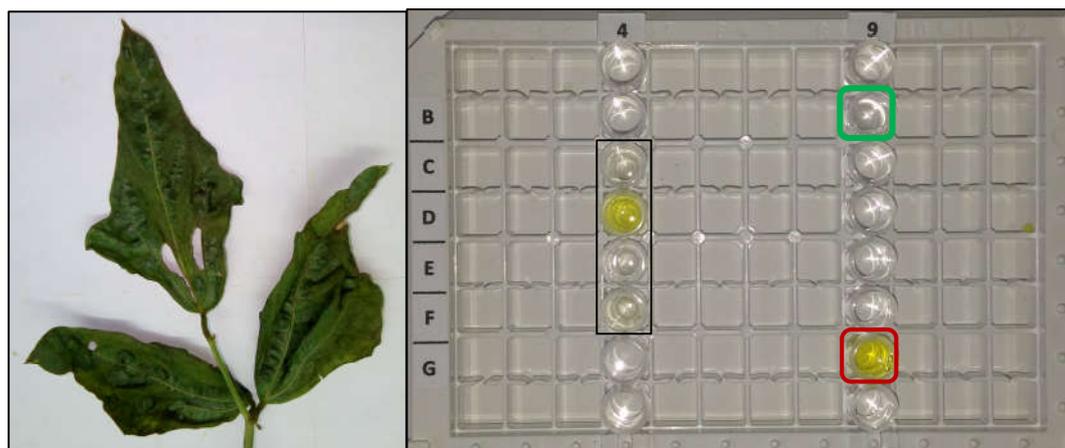
Selain itu, diketahui pula bahwa tanaman kacang panjang yang berada di sekitar pertanaman kedelai juga positif terinfeksi SMV dengan nilai absorbansi sebesar 0,554 (Tabel 5.1.4b, Lampiran 15). Adapun tanaman lainnya yaitu gambas, mentimun, dan cabai yang berada di sekitar pertanaman kedelai negatif SMV. Gejala positif pada tanaman kacang panjang dan visualisasi warna hasil

pengujian ELISA terhadap pada tanaman inang lainnya yang berada di sekitar pertanaman kedelai disajikan pada Gambar 5.1.4b.

Tabel 5.1.4b. Nilai absorbansi hasil deteksi SMV pada tanaman inang lainnya

Tanaman Inang	Nilai absorbansi	Keterangan
Mentimun	0,116	Negatif
Kacang panjang	0,554	Positif
Gambas	0,110	Negatif
Cabai	0,130	Negatif
Kontrol negatif (-)	0,104	
Kontrol positif (+)	1,058	

Nilai absorbansi sampel dihitung pada panjang gelombang 405 nm.



Gambar 5.1.4b. Gejala positif pada tanaman kacang panjang (kiri) dan visualisasi warna hasil pengujian ELISA terhadap tanaman inang lain (kanan). C4 = sampel mentimun, D4 = kacang panjang, E4 = gambas, F4 = cabai, B9 = kontrol negatif, G9 = kontrol positif.

5.1.5. Kejadian Penyakit SMV Berdasarkan Uji ELISA

Hasil uji ELISA pada 2075 sampel tanaman kedelai yang dikumpulkan dari tiga kabupaten sentra pertanaman kedelai yaitu Kabupaten Konawe Selatan,

Konawe, dan Kolaka menunjukkan bahwa sebanyak 81 sampel tanaman terinfeksi oleh SMV dengan kejadian penyakit sebesar 3,90%. Kejadian penyakit SMV tertinggi berasal dari lokasi pengambilan sampel Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe) yaitu sebesar 8,00% (sebanyak 16 sampel yang positif dari 200 total sampel). Kejadian penyakit terendah berasal dari lokasi pengambilan sampel Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan) yaitu sebesar 2,92% (sebanyak 25 sampel yang positif dari 855 total sampel). Persentase kejadian penyakit pada masing-masing lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 5.1.5.

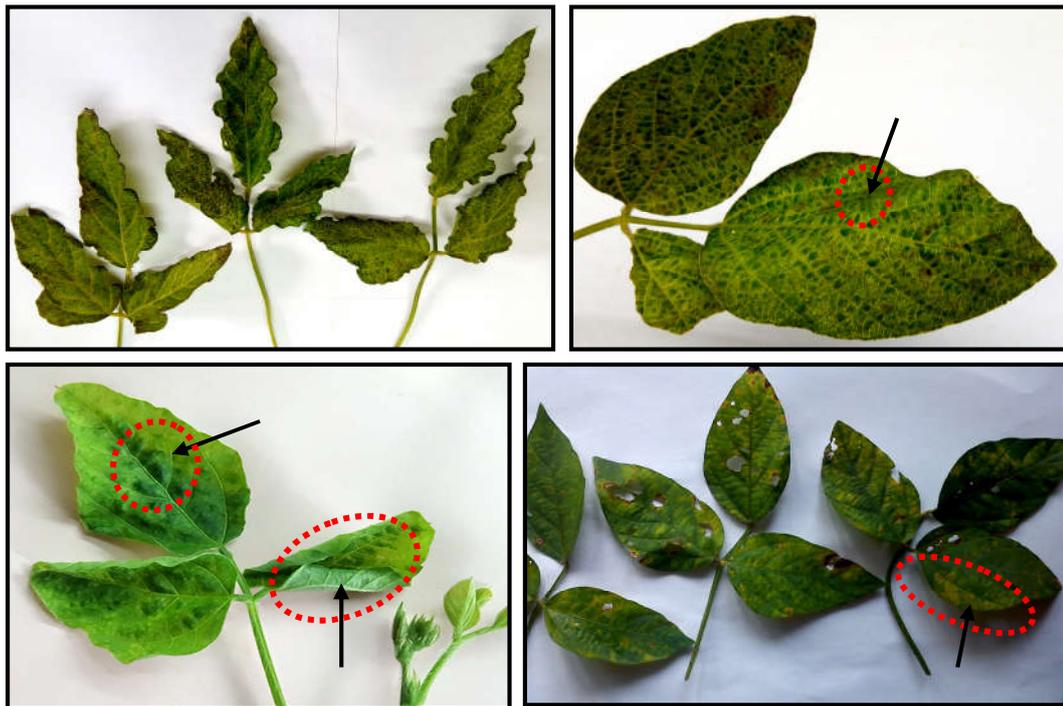
Tabel 5.1.5. Persentase kejadian penyakit SMV berdasarkan uji ELISA pada tanaman kedelai dari tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara

Lokasi	Sampel Uji	Sampel Positif	% KP
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	520	22	4,23
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	855	25	2,92
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	200	16	8,00
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	500	18	3,60
	2075	81	3,90

% KP = (jumlah sampel positif/jumlah sampel yang diuji)*100%

Gejala pada daun yang terdeteksi positif SMV menunjukkan beberapa gejala yang sama yaitu permukaan daun tidak rata, daun mengecil dengan gambaran mosaik, daun seperti melepuh dengan warna hijau tua dan melengkung atau

menggulung ke dalam dan ke luar, dan tepi daun mengalami klorosis. Gejala morfologi daun yang positif terdeteksi SMV berdasarkan uji serologi ELISA disajikan pada Gambar 5.1.5.



Gambar 5.1.5. Gejala pada daun yang positif terdeteksi SMV berdasarkan uji ELISA

5.2. Pembahasan

Perkembangan penyakit virus pada tanaman kedelai nampaknya semakin menarik untuk diamati mengingat perkembangan gejala virus di lapang semakin berkembang dari musim ke musim tanam berikutnya pada hampir semua komoditi pertanian, khususnya tanaman pangan seperti kedelai. Tingginya penanaman komoditi tersebut diprediksi akan meningkatkan perkembangan gejala virus atau kejadian penyakit virus termasuk SMV. *Soybean mosaic virus* memiliki serangkaian molekul asam nukleat (RNA atau DNA), dilindungi oleh protein

mantel atau membran lipoprotein yang berfungsi sebagai amplop, mampu mengorganisasi dirinya untuk melakukan replikasi di dalam sel inang yang sesuai (Wahyuni, 2005).

Gejala yang ditimbulkan akibat infeksi virus terdiri dari gejala lokal dan gejala sistemik. Tipe gejala lokal terjadi pada tumbuhan yang mempunyai sifat hipersensitif. Secara umum diketahui bahwa sel yang terinfeksi akan kehilangan klorofil dan pigmen-pigmen lainnya, kemudian mengalami klorosis sehingga timbul lesio. Jaringan yang membentuk lesio segera mati. Keadaan ini disebut lesio nekrotik lokal. Tipe gejala yang kedua yaitu gejala sistemik yang dihasilkan oleh interaksi inang dengan virus. Tipe gejala sistemik diantaranya yaitu mosaik, belang, kerdil, dan perubahan morfologi yang terjadi karena malformasi bagian tumbuhan (Agrios, 2005). Gejala mosaik yang merupakan salah satu tipe gejala sistemik berhasil ditemukan di semua lokasi pengamatan yaitu di Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka.

Deteksi infeksi virus pada tanaman tidak bisa dilakukan hanya berdasarkan gejala morfologi. Hal ini dikarenakan tanaman juga dapat memperlihatkan gejala seperti terinfeksi virus sebagai respon terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti ketidakseimbangan nutrisi, infeksi oleh patogen lain, gejala akibat serangan hama atau agen biotik, dan lain-lain (Van der Want dan Dijkstra, 2006). Meskipun gejala memberikan informasi penting untuk mendeteksi penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus, namun pengalaman di lapang yang memadai juga diperlukan ketika membuat keputusan diagnosis berdasarkan gejala. Diagnosis berdasarkan visual gejala di lapang biasanya

dikombinasikan dengan metode deteksi lainnya untuk menjamin hasil yang akurat. Metode yang banyak dikembangkan untuk mendeteksi virus tanaman yaitu pengamatan mikroskopis, teknik serologi, dan metode molekular. Namun, metode deteksi yang cepat dengan biaya terjangkau untuk dilakukan yaitu teknik serologi.

Berdasarkan hasil pengamatan, gejala infeksi virus di lapang sangat bervariasi. Variasi gejala yang ditemukan di lapang kemungkinan dapat disebabkan oleh varietas yang berbeda dan umur tanaman yang bervariasi saat pengambilan sampel. Umur tanaman kedelai di lapang saat pengamatan berkisar 30–72 hari setelah tanam (hst). Gejala yang ditemukan umumnya mosaik, permukaan daun yang tidak merata/ melepuh, penebalan tulang daun, malformasi daun, pinggiran daun melengkung ke atas (*cupping*) dan menguning. Menurut Andayanie (2012), gejala penyakit virus pada tanaman kedelai setelah melewati awal pertumbuhan (14–28 hst) sulit dibedakan karena gejalanya menjadi kompleks dan bervariasi. Hal ini dikarenakan reaksi kompatibel yang tampak secara makroskopis pada inang dipengaruhi oleh derajat ketahanan inang, faktor lingkungan, jenis dan strain virus, praktek bertani, dan vektor.

Gejala penyakit yang tampak di lapang tidak dapat diandalkan untuk mendiagnosis virus penyebab penyakit. Berdasarkan pengamatan di lapang, gejala mosaik yang disebabkan oleh SMV sangat sulit dibedakan dengan virus lainnya jika hanya berdasarkan pada gejala morfologi tanaman. Hal ini terutama disebabkan karena pengaruh strain virus, varietas, dan lingkungannya. Namun, berdasarkan hasil uji ELISA, daun-daun yang terdeteksi positif SMV menunjukkan beberapa gejala yang sama, dan diduga merupakan gejala khas dari SMV. Gejala-gejala yang

ditemukan di lapang pada penelitian ini sesuai dengan yang dideskripsikan oleh Hanurani (2001), yaitu awalnya muncul pemucatan tulang daun, kemudian gejala ini akan menghilang lalu diikuti oleh gejala mosaik, selanjutnya tepi daun melengkung ke bawah dan adanya daerah hijau gelap di sepanjang tulang daun.

Sulandari *et al.* (2014) mencatat bahwa fase vegetatif awal tingkat kejadian penyakit relatif rendah dan tingkat keparahan ringan sampai sedang diindikasikan dengan gejala yang timbul berupa *vein clearing* dan mosaik ringan. Seiring dengan bertambahnya umur tanaman maka gejala yang timbul makin berkembang dan pada umumnya tingkat kejadian penyakit semakin tinggi dan gejalanya semakin parah. Leisner *et al.* (1993) telah menguraikan bahwa tingkat pertumbuhan tanaman memberikan efek ketahanan yang berbeda dengan menggunakan tanaman *Arabidopsis* untuk mengamati distribusi *Cauliflower mosaic virus* (CaMV) (*the long-distance movement*). Hasilnya adalah jika tanaman membentuk bunga lebih awal atau mengalami proses penuaan lebih cepat maka virus tidak memiliki kemampuan untuk menginfeksi tanaman, sebaliknya jika pertumbuhan tanaman terhambat maka virus mudah menyebar di dalam tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa munculnya variasi gejala pada penelitian ini sangat mungkin disebabkan oleh perbedaan umur tanaman kedelai yang diuji atau faktor lain seperti strain virus yang menginfeksi. Di samping itu, Kone *et al.* (2017) melaporkan bahwa perbedaan waktu tanam juga mempengaruhi kejadian dan keparahan penyakit virus pada tanaman Cucurbitaceae. Perbedaan waktu tanam menyebabkan gejala penyakit yang disebabkan oleh *Cucumber mosaic virus* dan *Zucchini yellow mosaic virus*

muncul pada saat tanaman berumur 10–14 hst, tetapi diasumsikan bahwa gejala telah ada sejak tanaman berumur 7 hst. Khaeruni *et al.* (2016) juga mencatat bahwa penggunaan agens biologi dan bahan organik mempengaruhi keparahan penyakit SMV di lapang. Hal ini juga dapat menjadi dugaan bahwa variasi gejala dan kejadian penyakit di lapang dapat dipengaruhi oleh waktu tanam yang berbeda dan penggunaan agens biologi dan bahan organik pada tanaman.

Virus memerlukan media pembawa (*carrier*) yang dapat menyebarkan dan membawanya sampai pada petak pertanaman atau daerah lain. Salah satu cara penularan virus dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman sehat yaitu melalui serangga vektor (Harris *et al.*, 2001). Hal ini sesuai dengan temuan di lapang yaitu adanya serangga pada pertanaman yang menunjukkan gejala infeksi virus.

Serangga vektor virus yang terbanyak termasuk dalam ordo Hemiptera dan Thysanoptera. Ordo Hemiptera merupakan vektor virus tumbuhan yang paling dominan, yaitu 70% dari jumlah vektor (Akin, 2006). Serangga vektor yang termasuk ordo Hemiptera diantaranya kutu daun (Aphididae), kutu kebul (Aleyrodidae), wereng daun (Cicadellidae, Delphacidae, dan Membracidae), dan kutu putih (Pseudococcidae) merupakan vektor utama virus dan menjadi vektor hampir 400 spesies virus. Famili Aphididae merupakan vektor virus paling dominan dibandingkan famili lain dalam ordo Hemiptera (Fareres dan Moreno, 2009).

Di lapang, SMV terutama ditularkan dan disebarkan oleh serangga vektor. Pada penelitian ini, keberadaan serangga tersebut pada pertanaman kedelai yang menunjukkan gejala infeksi virus mengindikasikan bahwa serangga tersebut

kemungkinan diduga berperan sebagai serangga vektor. Temuan serangga kutu daun *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae) di pertanaman kedelai di Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan) memberikan informasi bahwa kutu daun *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae) di Sulawesi Tenggara dapat menularkan SMV. Hal ini sesuai dengan Noveriza *et al.* (2012) yang melaporkan bahwa penyakit mosaik kedelai dapat ditularkan non persisten oleh serangga vektor *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae). Roechan (1992), Sinclair dan Backman (1993) menyebutkan bahwa virus SMV di lapang terutama ditularkan oleh *A. glycine* (Hemiptera: Aphididae) dan *A. cracivora* (Hemiptera: Aphididae) secara non persisten. Adapun dalam kondisi rumah kaca SMV ditularkan oleh *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae) secara non persisten. Namun, peran *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae) sebagai vektor SMV di lapang sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cui *et al.* (2011).

Berdasarkan sifat retensi virus (lama virus bertahan dalam vektor), hubungan penularan virus oleh serangga vektor dibedakan atas penularan secara non persisten, semi persisten, dan persisten (Hogenhout *et al.*, 2008; Whitfield *et al.*, 2015). Berdasarkan keberadaan virus dalam tubuh vektor, penularan virus oleh vektor dibagi menjadi tular stilet (*stilet borne*) dan sirkulatif. Hubungan antara vektor dan virus didasarkan pada retensi virus dan keberadaan virus dalam vektor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu non sirkulatif yang mencakup non persisten dan semi persisten, serta sirkulatif (persisten) yang mencakup sirkulatif dan sirkulatif propagatif (Bos, 1994; Harris *et al.*, 2001).

Pada penularan non persisten kutu daun menularkan virus dari dan ke dalam parenkima inang. Perolehan dan inokulasi terjadi dalam periode makan yang pendek dari beberapa detik sampai beberapa menit. Vektor segera menjadi infeksiif sesudah pengambilan virus. Penularan virus secara semi persisten memerlukan waktu beberapa jam (10–100 jam) untuk tetap infeksiif dalam tubuh vektor sebelum ditularkan ke tumbuhan sehat yang sesuai. Adapun penularan persisten yaitu virus tetap persisten dalam tubuh vektor meskipun telah lebih dari 100 jam meninggalkan sumber virus. Penularan persisten dibedakan dalam bentuk sirkulatif dan propagatif. Virus sirkulatif masuk dalam tubuh vektor, menuju ke usus dan hemolimfe kemudian menetap sampai dapat dikeluarkan lagi melalui kelenjar saliva (ludah) dan cairan liur dalam mulutnya, sedangkan virus propagatif memperbanyak diri dalam tubuh vektor (Bos, 1990; Hogenhout *et al.*, 2008). Virus persisten adalah virus yang di dalam badan serangga mula-mula mengalami periode laten sebelum ditularkan ke tanaman sehat. Vektor tidak kehilangan daya infeksiinya setelah menginokulasi tanaman sehat atau ketika terjadi ganti kulit (transtadial), bahkan ada virus yang dapat ditularkan ke generasi berikutnya (transovarial) (Akin, 2006).

Sejauh ini, diketahui terdapat 16 spesies aphid yang dapat menularkan SMV, yaitu *Acyrtosiphon solani* Kaltenbach, *A. fabae* Scopoli, *A. gossypii* Glover, *A. nasturtii* Kaltenbach, *Myzus ornatus* Laing, *M. persicae* Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, dan *Neomyzus circumflexus* (Buckton) (Heinze and Kohler, 1941), *Ac. pisum* (Harris) (Conover, 1948), *A. craccivora* Koch, *Hyadaphis erysimi* Kaltenbach (Nariana dan Pingaley, 1960), *A. glycines*

Matsumura, *Rhopalosiphum prunifoliae* (Fitch) (Koshimizu and Iizuka, 1963), *Dactynotus sonchi* (L.), *Macrosiphum rosae* (L.), dan *Megoura viciae* (Buckton) (De Vasconcelos, 1966). Kemudian Abney *et al* (1976) melaporkan untuk pertama kali bahwa *D. ambrosiae* Thomas dan *R. maidis* Fitch positif menularkan SMV dari tanaman terinfeksi ke tanaman sehat. Di Indonesia, serangga vektor yang dapat menularkan SMV yaitu kutu daun *A. glycine* dan *A. craccivora* secara non persisten (Suseno *et al.*, 1992; Sulandari *et al.*, 2014), dan wereng hijau *Empoasca* sp. (Taufik *et al.*, 2015).

Pengamatan terhadap serangga *E. paraterminalis* (Hemiptera : Cicadellidae) yang ditemukan di pertanaman kedelai yang terinfeksi SMV di Desa Summersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan) dan Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe) memberikan informasi terbaru terkait spesies wereng yang diduga berperan sebagai vektor SMV di lapang. Sebelumnya, Taufik *et al.* (2015) melaporkan bahwa *Empoasca* sp. sebagai vektor virus telah ditemukan pada pertanaman kedelai yang terinfeksi SMV di kebun percobaan. Namun, belum mengungkapkan bahwa wereng yang berada pada kebun percobaan tersebut adalah spesies *E. paraterminalis*. Selain itu, ditemukan pula serangga kutu kebul *B. argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) di pertanaman kedelai yang terinfeksi SMV. Kutu kebul *B. argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) merupakan *B. tabaci* biotipe B. Hasil penelitian ini bisa dikatakan sebagai informasi baru karena spesies tersebut merupakan biotipe baru yang ditemukan di Sulawesi Tenggara. Quintero *et al.*, 1998 melaporkan bahwa *B. argentifolii* tersebar luas di negara-negara bagian Amerika Latin. Pada tanaman tomat,

serangga ini menyebabkan kerusakan langsung sehingga menimbulkan kerugian hingga ratusan juta dolar setiap tahunnya. Di lapang, serangga ini menyebabkan kerusakan tidak langsung pada tanaman karena aktifitas makannya, keberadaan serangga ini juga sangat merugikan terutama karena berperan sebagai vektor virus yaitu Begomovirus, Crinivirus, Ipomovirus, Torradovirus, dan Carlavirus (Navas-Castillo *et al.*, 2011). Di Sulawesi Tenggara, *B. tabaci* ditemukan pada tanaman cabai yang positif terinfeksi virus gemini (Taufik *et al.*, 2017). Keberadaan *E. paraterminalis* (Hemiptera : Cicadellidae) dan *B. argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) di pertanaman yang terinfeksi SMV menimbulkan dugaan bahwa kemungkinan kedua serangga ini dapat berperan menularkan virus SMV. Namun, hal ini masih memerlukan pengujian lebih lanjut misalnya melalui uji penularan serangga vektor, deteksi ELISA dengan menguji tubuh serangga atau teknik deteksi yang lebih sensitif yaitu teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk menyimpulkan bahwa kedua serangga merupakan serangga vektor SMV.

Ketersediaan sumber inokulum berupa tanaman sejak awal pertumbuhan dan didukung adanya serangga vektor yang aktif pada lahan tersebut sangat memungkinkan virus dengan cepat tersebar luas dan mempengaruhi kejadian penyakit. Variasi gejala yang ditemukan pada setiap lokasi pengamatan disebabkan karena faktor varietas, umur tanaman saat dilakukan pengamatan, dan ekosistem pertanaman. Oleh karena itu, gejala penyakit yang tampak di lapang tidak dapat dijadikan sebagai dasar untuk mendiagnosis penyakit virus.

Di lapang, infeksi ganda kemungkinan bisa terjadi. Satu tanaman bisa terinfeksi oleh lebih dari satu virus dan menunjukkan gejala yang mirip antara satu virus dengan virus lainnya. Pada pengamatan lapang, semua gejala yang tampak pada tanaman dihitung sebagai tanaman yang terinfeksi. Hal ini terbukti dari nilai persentase kejadian penyakit akibat infeksi SMV pada tanaman kedelai berdasarkan gejala morfologi di lapang lebih tinggi daripada kejadian penyakit uji ELISA di laboratorium. Hasil deteksi ELISA menunjukkan banyak sampel uji bereaksi negatif karena beberapa penyebab. Kemungkinan pertama adalah virus penyebab penyakit mosaik kedelai bukan SMV. Kemungkinan kedua adalah virus tersebut merupakan salah satu anggota genus *Soymovirus* lainnya. Kemungkinan ketiga karena spesifitas antibodi rendah, sehingga masih mampu bereaksi dengan virus lain.

Pengamatan berdasarkan gejala lapang belum bisa membedakan apakah tanaman tersebut terinfeksi SMV atau bukan karena gejala yang tampak begitu bervariasi dan kompleks. Oleh karena itu, persentase kejadian penyakit di lapang berdasarkan pengamatan gejala lapang lebih tinggi daripada persentase kejadian penyakit berdasarkan hasil uji serologi di laboratorium. Untuk menjamin akurasi hasil pengujian, diperlukan teknik pengujian yang lebih sensitif, misalnya teknik PCR. Teknik PCR merupakan teknik deteksi yang sangat sensitif dan dapat diandalkan untuk mendeteksi patogen meskipun konsentrasinya sangat rendah di dalam jaringan tanaman. Beberapa peneliti telah berhasil menggunakan teknik tersebut dengan hasil yang sangat sensitif, akurasi yang tinggi dan cepat (Taufik *et al.*, 2010; Andayanie, 2011).

Kondisi pertanaman pada saat dilakukan pengambilan sampel yaitu berumur 30–72 hst. Hal ini mengakibatkan gejala yang muncul pada tanaman menjadi lebih bervariasi dan kompleks. Hal ini sesuai dengan laporan Andayanie (2012), bahwa gejala khas SMV muncul pada awal pertumbuhan (14–28 hst) karena infeksi SMV terjadi melalui benih. Meskipun kemungkinan terdapat bersamaan dengan virus lain, terutama setelah melewati awal pertumbuhan. Pengamatan gejala penyakit virus SMV pada tanaman kedelai setelah melewati awal pertumbuhan (14–28 HST) menjadi sulit dibedakan karena gejalanya menjadi kompleks dan bervariasi.

Secara umum, virus yang sama dapat menghasilkan gejala yang berbeda pada inang lain atau gejala yang sama dapat disebabkan oleh virus yang berbeda, bahkan beberapa virus dapat menyebabkan gejala yang terlihat tidak jelas atau menyebabkan infeksi tanpa gejala, sehingga tidak semua gejala mosaik kedelai disebabkan oleh SMV. Keanekaragaman gejala ini disebabkan oleh umur tanaman dan lingkungan saat terjadinya infeksi, virus terbawa benih dan sumber inokulum lain yang menghasilkan gejala yang beranekaragam di lapangan. Selain itu, gejala yang tampak sering dikacaukan dengan gejala penyakit fisiologis karena kekurangan unsur hara (Hull, 2002).

Metode ELISA merupakan suatu metode pengujian serologi yang didasarkan pada terbentuknya kompleks ikatan antara antibodi dengan antigen di dalam sumuran plat mikrotiter ELISA yang terbuat dari bahan plastik. Jika terjadi reaksi kompatibel antara antibodi dengan antigen akan ditunjukkan dengan adanya perubahan warna (Dijkstra *et al.* 1998). Pengamatan secara visual terhadap

perubahan warna yang terjadi pada plat mikrotiter ELISA menunjukkan perbedaan warna kuning (Anggraini, 2011; Taufik *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil uji ELISA diketahui bahwa tanaman kedelai yang diperoleh dari lapangan baik bergejala mosaik maupun gejala malformasi daun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1.5, menunjukkan positif terinfeksi SMV. Taufik *et al.* (2014) mengungkapkan bahwa sampel positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning pada sampel yang diuji. Perubahan warna menjadi kuning pada sumuran sampel uji yang diduga terinfeksi SMV menunjukkan bahwa sampel uji bereaksi positif dengan antiserum SMV.

Visualisasi warna yang dihasilkan setiap sampel uji berbeda-beda mulai dari kuning agak terang, kuning, hingga kuning terang. Perbedaan warna ini jelas terlihat pada dua sampel komposit yang berasal dari Desa Summersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan), satu sampel komposit dari Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe) dan dua sampel komposit dari Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka). Sampel-sampel positif ini menunjukkan perubahan warna yang terang dibandingkan sampel-sampel positif lainnya. Perubahan warna ini didukung pula dengan nilai absorbansi sampel yang lebih tinggi dari nilai absorbansi sampel lainnya. Hal ini diduga memiliki keterkaitan dengan jumlah partikel virus SMV yang terkandung pada sampel tanaman uji.

Perbedaan intensitas perubahan warna pada hasil uji ELISA dapat mencerminkan konsentrasi partikel virus yang terkandung dalam sap, sehingga intensitas warna kuning yang lebih terang mengindikasikan bahwa pada sap

tersebut terkandung partikel virus yang lebih banyak dibanding dengan intensitas warna kuning yang lebih rendah. Namun pada dasarnya semua sampel yang menunjukkan perubahan warna menjadi kuning adalah positif mengandung SMV (Wahyuni, 2005).

Pada penelitian ini diperoleh informasi bahwa, selain menginfeksi kedelai SMV juga positif menginfeksi tanaman kacang panjang yang berada di sekitar pertanaman kedelai. Adapun tanaman inang lain yang berada di sekitar pertanaman kedelai yaitu tanaman mentimun, gambas, dan cabai negatif SMV. Gejala ditimbulkan pada tanaman kacang panjang yang terinfeksi SMV berupa mosaik berwarna hijau tua dan muda dengan batasan yang sangat jelas. Kacang panjang yang merupakan salah satu anggota dari famili Leguminosa adalah salah satu inang dari virus mosaik kedelai. Hal ini sesuai dengan informasi bahwa kisaran inang SMV yaitu tanaman dari famili Fabaceae (termasuk Leguminosa), Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Passifloraceae, Schropulariaceae dan Solanaceae, tetapi Leguminosa merupakan inang utama SMV (Galvez, 1963; Hill, 1999). Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dikatakan memberikan informasi baru mengenai keberadaan penyakit SMV, kejadian penyakit, dan serangga vektornya, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan mengenai langkah-langkah pengendalian penyakit tanaman terutama penyakit yang disebabkan oleh SMV di Sulawesi Tenggara.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil uji ELISA menunjukkan bahwa sentra-sentra pertanaman kedelai di tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara yaitu Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, dan Kolaka positif terinfeksi SMV.
2. Kejadian penyakit di lapang berdasarkan pengamatan gejala morfologi sebesar 39,77–64,00%, sedangkan kejadian penyakit berdasarkan uji ELISA sebesar 2,92–8,00%.
3. Jenis serangga yang menjadi vektor SMV di sentra-sentra pertanaman kedelai di Sulawesi Tenggara, yaitu *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae).

6.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi efektivitas serangga *E. paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae) dan *B. argentifolii* (sinonim *Bemisia tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae) dalam menularkan virus SMV. Selain itu, perlu dilakukan penggunaan teknik deteksi yang lebih sensitif misalnya teknik PCR untuk memastikan persentase kejadian penyakit di lapang dan kajian tentang keragaman genetik virus SMV di Sulawesi Tenggara, serta penyusunan strategi pengendalian di masa datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [Balitkabi] Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2013. Varietas unggul kedelai. <http://www.litbang.deptan.go.id/varietas>. Diakses tanggal 5 Desember 2016.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. *Produksi Padi dan Palawija (Angka Ramalan II 2015)*. No. 02/11/74/Th.III, 02 November 2015.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Tanaman Pangan Menurut Provinsi (Dinamis). <https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/53#subjekViewTab3|accordion-daftar-subjek3>. Diakses tanggal 23 September 2016.
- [CABI] Centre in Agricultural and Biological Institute. 2007. *Crop Protection Compendium [CD-ROM]*. London (UK): CABI Publish.
- [ICTV] International Committee on Taxonomy of Viruses. 2017. Template for taxonomic proposal to the ICTV Executive Committee Creating Species in an existing genus. <https://talk.ictvonline.org/ICTV/proposals/2003.P111-112.Caulimo.Soy.pdf>. Diakses tanggal 1 Desember 2017.
- Abney T.S., J.O. Silling, T.L. Richards, D.B. Broersma. 1976. Aphids and Other Insects as Vectors of *Soybean mosaic virus*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jee/69.2.254>.
- Adams, M.J., J.F. Antoniw, C.M. Fauquet. 2005. Molecular criteria for genus and species discrimination within the family Potyviridae. *Archives of Virology* 150 (3): 459–479.
- Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology 5th Edition*. University of Florida : Elsevier Academic Press Publications.
- Akin, H.M. 2006. *Virologi Tumbuhan*. Yogyakarta : Kanisius.
- Andayanie, W.R. 2011. Penyakit mosaik kedelai dan pengelolaan *Soybean mosaic virus* terbawa benih. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Halaman 335–347.
- Andayanie, W.R. 2012. Diagnosis penyakit mosaik (*Soybean mosaic virus*) terbawa benih kedelai. *J HPT Tropika* 12 (2): 185–191.
- Anggraini, S. 2011. Deteksi *Bean common mosaic potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) berdasarkan teknik serologi dan polymerase chain reaction. Tesis. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

- Arif, M., S. Hassan. 2002. Evaluation of resistance in soybean germ plasm to *Soybean mosaic potyvirus* under field conditions. *Online Journal of Biological Sciences* 2: 601–604.
- Baig, M.M., A.K. Dubey, V.V. Ramamurthy. 2015. Biology and morphology of life stages of three species of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) from India. *The Pan-Pacific Entomologist* 91(2) : 168–183.
- Bos, L. 1972. *Soybean mosaic virus*. Descriptions of Plant Viruses No 93. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists : Kew, England.
- Bos, L. 1994. *Pengantar Virology Tumbuhan*, Triharso (Penerjemah). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Cahyono, B. 2007. *Kedelai*. CV. Semarang : Aneka Ilmu.
- Calvert, L.A., M. Cuervo, Z.A. Arroyave, L.M. Constantino, A. Bellotti, D. Frochlich. 2001. Morphological and mitochondrial dna marker analyses of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) colonizing cassava and beans in Colombia. *Annals of The Entomological Society of America* 94 (4): 512–519.
- Clinton, G.P. 1916. Reports of the botanist for 1915: soybeans. Annual Report. Connecticut Agricultural Experiment Station. Hal. 446.
- Conover, R. A. 1948. Studies of two viruses causing mosaic diseases of soybeans. *Phytopathol* 38: 724–35.
- Converse, R.H., R.R. Martin. 1990. ELISA methods for plant viruses. *Di dalam* Hampton, R., Ball, E., dan De Boer, S. (Eds.). *Serological Methods for Detection and Identification of Viral and bacterial Plant Patogens*. A Laboratory Manual APS Press : St Paul, Minn.
- Cui, X., X. Chen, A. Wang. 2011. Detection, Understanding and Control of *Soybean mosaic virus*, Soybean - Molecular Aspects of Breeding, Dr. Aleksandra Sudaric (Ed.), ISBN: 978-953-307-240-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/soybean-molecular-aspects-of-breeding/detectionunderstanding-and-controlof-soybean-mosaic-virus>
- Danarti, Najati. 1995. *Palawija, Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- De Vasconcelos, F. A. T. 1966. Contribucae para o estudo do virus do mosaico da soja. *Rev. Appl. Mycol.* 45: 523.
- Dijkstra, J., C. P. de Jager. 1998. *Practical Plant Virology Protocol and Exercises*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

- Domier, L.L., T.A. Steinlage, H.A. Hobbs, Y. Wang, G. Herrera-Rodriguez, J.S. Haudenshield, N.K. McCoppin, G.L. Hartman. 2007. Similarities in seed and aphid transmission among *Soybean mosaic virus* isolates. *Plant Disease* 91: 546–550.
- Dongre, P., M.T. Verma. 2012. A Survey of Identification of Soybean Crop Diseases. *IJAR CET* 1 (8): 2278–1323.
- Fareres, A., A. Moreno. 2009. Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Research* 141: 158–168.
- Favret, C., Miller, G.L. 2012. AphID. Identification Technology Program, CPHST, PPQ, APHIS, USDA; Fort Collins, CO. <http://AphID.AphidNet.org> Diakses tanggal 21 April 2017.
- Firmanto, B.H. 2011. *Praktis Bercocok Tanam Kedelai Secara Intensif*. Bandung : Penerbit Angkasa.
- Gagarinova, A.G., M. Babu, V. Poysa, J.H. Hill, A. Wang. 2008. Identification and molecular characterization of two naturally occurring *Soybean mosaic virus* isolates that are closely related but differ in their ability to overcome *Rsv4* resistance. *Virus research* 138 (1): 50–56.
- Galvez, G.E. 1963. Host range, purification, and electron microscopy of *Soybean mosaic virus*. *Phytopathology* 53: 388–393.
- Hanurani, H. 2001. *Pengaruh Infeksi Soybean Stunt Virus (SSV), Soybean Mosaic Virus (SMV) Tunggal dan Ganda Terhadap Komponen Hasil Beberapa Varietas/ Galur Kedelai*. Tesis, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Harris, K.F., O.P. Smith, J.E. Duffus. 2001. *Virus-Insect-Plant Interaction*. Florida : Academic Press.
- Hartono, S., S. Subandiyah. 2006. Pemurnian dan deteksi serologi *Patchouli mottle virus* pada tanaman nilam. *J Perlindungan Tanaman* 12 (2): 74-82.
- Hill, J.H. 1999. Soybean Mosaic Virus. In *Compendium of Soybean Diseases*, (4th edn). Editor : Hartman GL, Sinclair JB, Rupe JC. Halaman 70–71. Minnesota, USA : American Phytopathological Society.
- Hill, J.H., N.C. Koval, J.M. Gaska, C.R. Grau. 2007. Identification of field tolerance to *Bean pod mottle* and *Soybean mosaic viruses* in soybean. *Crop Science* 47: 212–218.
- Hogenhout, S.A., E.D. Ammar, A.E. Whitfield, M.G. Redinbaugh. 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu. Rev. Phytopathol* 46: 327–59.

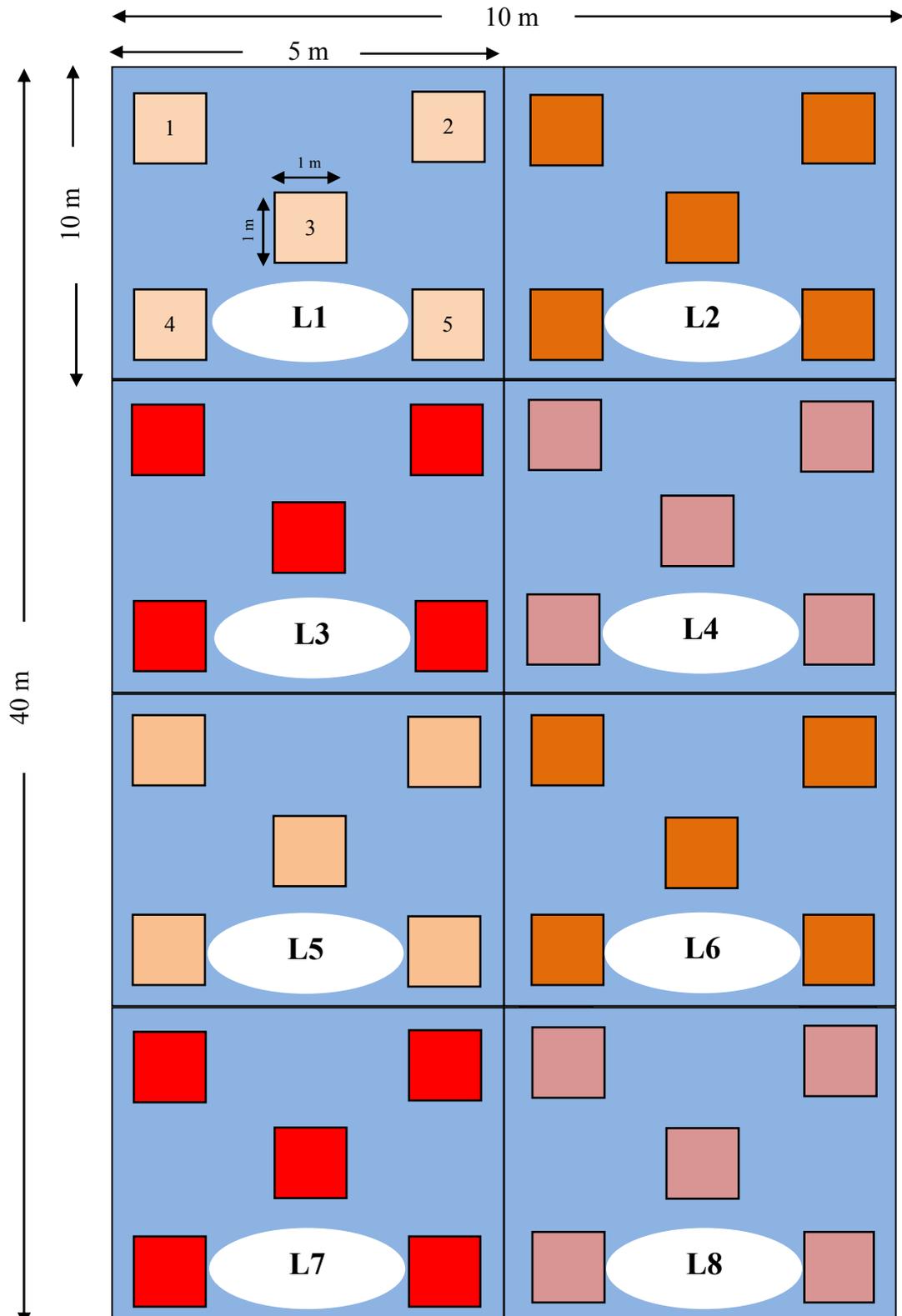
- Hull, R. 2002. *Matthews' Plant Virology*. Fourth edition. Tokyo : Academic Press.
- ICTVdB Management. 2006. *Soybean mosaic virus*. In ICTVdB – The Universal Virus Database, version 4, Editor : Büchen-Osmond, C. New York, USA : Columbia University.
- Jumanto, I., Bahagiawati, H. Manzila, Purwanti, M.A. Suhendar, M. Iman, R. Habib, D. Damayanti, Syamsudin, Suyono. 2001. Produksi perangkat diagnostik dan peningkatan efisiensi teknik deteksi dan identifikasi penyakit dan hama tumbuhan. Laporan Hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 2001. BB-Biogen, Bogor.
- Irwan, W.A. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merrill)*. Jatinangor : Universitas Padjajaran.
- Khaeruni, A., D. Satriana, T. Wijayanto, D. Harnowo, A.A.R. Syafar, A. Wahab. 2016. Effect of biological agents (biofresh) and organic matter to progress of *Soybean mosaic virus* (SMV) and yield of soybean in Sub-Optimal Ultisol land. *Int J Biosci* 8(5): 136–145.
- Kone, N., E. Asare-Bediako, S. Silue, D. Kone, O. Koita, W. Menzel, S. Winter. 2017. Influence of planting date on incidence and severity of viral disease on cucurbits under field condition. *Annals of Agricultural Science* 62: 99–104.
- Koshimizu, Y., N. Iizuka. 1963. Studies on soybean virus diseases in Japan. *Tokyo Nat. Agric. Exp. Stn. Bull.* 27: 1–103.
- Lazarovits, G. 1990. The dot immunobinding assay (DIA)–Bacteria. *Di dalam* Hampton, R., Ball, E., dan De Boer, S. (Eds.). *Serological Methods for Detection and Identification of Viral and bacterial Plant Patogens*. APS Press : St Paul, Minn.
- Leisner, S.M., R. Turgeon, S.H. Howell. 1993. Effect of host plant development and genetic determinants on the long-distance movement of *Cauliflower mosaic virus* in *Arabidopsis*. *The Plant Cell* 5: 191–202.
- Liao, L., P. Chen, G.R. Buss, Q. Yang, S.A. Tolin. 2002. Inheritance and allelism of resistance to soybean mosaic virus in Zao 18 soybean from China. *Journal of Heredity* 93 (6): 447–452.
- Malvick, K. 1992. Virus Diseases of Soybeans. Report on Plant Disease Department of Crops Sciences University of Illinois at Urbana-Champaign. RPD No: 505.
- Markham, P.G., I.D. Bedford, S. Liu, M.S. Pinner. 1994. The transmission of *Gemini viruses* by *Bemisia tabaci*. *Pesticide Science* 42: 123–128.

- Mulia, Y. 2008. *Uji daya gabung karakter ketahanan beberapa genotipe kedelai [Glycine max (L.) merril]*. Tesis, Pascasarjana Universitas Lampung, Lampung.
- Nariana, T. K., K. V. Pingaley. 1960. A mosaic disease of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). *Ind. Phytopathol* 13: 130–6.
- Navas-Castillo, J., E. Fiallo-Olivé, S. Sánchez-Campos. 2011. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology* 49: 219–248.
- Noveriza, R., G. Suastika, S.H. Hidayat, U. Kartosuwondo. 2012. Penularan *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam melalui vektor *Aphis gossypii*. *J Fitopatologi* 8 (3): 65–72.
- Nurhayati. 2012. *Virus Penyebab Penyakit Tanaman*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Plantwise. 2016. Plantwise Knowledge Bank :soybean mosaic (*Soybean mosaic virus*). <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=48750>. Diakses tanggal 26 Juli 2016.
- Polston, J. E., P. K. Anderson. 1997. The emergence of whitefly-transmitted *Gemini viruses* in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Dis.* 81: 1358–1369.
- Prayogo, Y. 2012. Keefektifan cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (zare & gams) terhadap *Bemisia tabaci* gen. Sebagai vektor *Soybean mosaic virus* (SMV) pada tanaman kedelai. *Superman : Suara Perlindungan Tanaman*. 2 (1): 11–21.
- Priou, S. 2001. NCM-ELISA kit for the detection of *R. solanacearum* in potato. Instructions for use. Lima Peru : CIP.
- Purwono, H., Purnamawati. 2007. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Quintero, C., C. Cardona, D. Ramírez, N. Jiménez. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.* 24: 23–28.
- Roechan, M. 1992. *Penyakit-Penyakit Virus pada Tanaman Kedelai*. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Rogenmortel, M.V.H. 1992. Serology and Immunochemistry of Plant Viruses. New York : Academic Press.
- Rukmana, S.K., Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai, Budidaya Pasca Panen*. Yogyakarta : Kanisius.

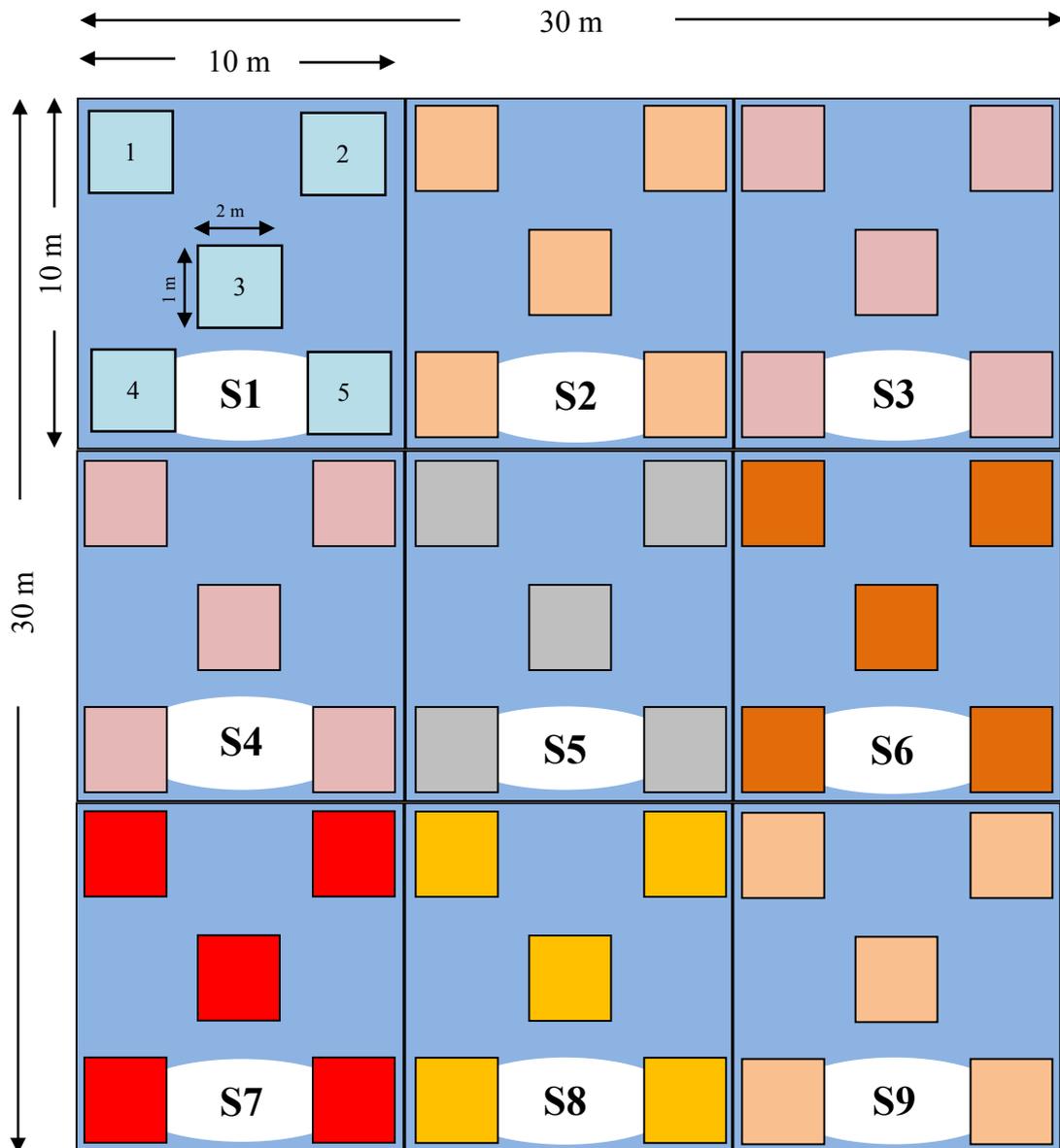
- Saleh, N. 2007. Sistem produksi kacang-kacangan untuk menghasilkan benih bebas virus. *J Iptek Tanaman Pangan* 2 (1): 56–78.
- Seal, S.J., Elphinstone. 1994. Advances in identification and detection of *P. solanacearum*. Di dalam Hayward, AC., dan Hartman, GL. (Eds.). *The Disease and Its Causative Agent, P. solanacearum*. Wallingford, UK : CAB International.
- Sinclair, J.B., P.A. Backman. 1993. *Compendium of Soybean Diseases*. 2nd Ed. St. Paul, Minnesota : APS Press.
- Singh, S.R., D.J. Allen. 1979. *Cowpea Pests and Diseases*. Nigeria : International Institute Of Tropical Agriculture.
- Suardana, I.K., I.G.A.A. Ambarawati, I.D.P.A. Suardi. 2016. Analisis usahatani penangkaran benih kedelai (kasus di Subak Kusamba, Kecamatan Dawan, Kabupaten Klungkung). *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata* 5 (1): 1–9.
- Suhaeni, N. 2007. *Petunjuk Praktis Menanam Kedelai*. Bandung : Nuansa.
- Sumarno. 2007. *Teknik Produksi dan Pengembangan Kedelai*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sulandari, S., S. Hartono, Y.M.S., Maryudani, Y.B. Paradisa. 2014. Deteksi dan sebaran *Soybean mosaic virus* (SMV) dan *Soybean stunt virus* (SSV) di berbagai sentra produksi kedelai di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 18 (2): 71–78.
- Suprapti, M. 2005. *Kedelai Tradisional*. Yogyakarta : Kanisius.
- Suseno, R., G. Suastika, Y.M. Kusumah. 1992. Studi beberapa aspek pengendalian virus terbawa benih kedelai yang ditularkan kutu daun virus bantut kedelai (*Soybean stunt virus/ SSV*) dan virus mosaik kedelai (*Soybean mosaic virus/SMV*). Laporan akhir penelitian pendukung PHT dalam rangka pelaksanaan program nasional pengendalian hama terpadu. Kerjasama proyek prasarana fisik BAPPENAS dengan Faperta IPB. 44 hal.
- Stoetzel, M.B., G.L. Miller, P.J. O'Brien, J.B. Graves. 1996. Aphids (Homoptera : Aphididae) colonizing cotton in the United States. *Florida Entomologist* 79: 193–205.
- Taufik, M., L.O.S. Bande. 2002. Deteksi keberadaan *Citrus tristeza virus* (CTV) dan serangga vektornya pada jeruk Siompu di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Habitat* 8(3): 185–192.
- Taufik, M., A.P. Astuti, S.H. Hidayat. 2005. Survei infeksi *Cucumber mosaic virus* dan *Chilli veinal mottle virus* pada tanaman cabai dan seleksi ketahanan beberapa kultivar cabai. *Jurnal Agrikultura* 16(3): 146-152.

- Taufik, M., A. Khaeruni, T. Pakki, Gianto. 2010. Deteksi keberadaan *Citrus vein phloem degeneration* (CVPD) dengan teknik PCR (*polymerase chain reaction*) di Sulawesi Tenggara. *J. HPT Tropika* 10 (1): 73-79.
- Taufik, M., A. Khaeruni, W.S. Rombe. 2011. Penggunaan ELISA untuk mendeteksi *Cucumber mosaic virus* dan *Tobacco mosaic virus* pada tanaman cabai. *Jurnal Fitomedika* 7(3): 195-200.
- Taufik, M., A. Hasan, A. Khaeruni, H.S. Gusnawaty, S. Mamma. 2014. Deteksi *Potyvirus* pada nilam (*Pogostemon cablin* (blanco) benth) dengan teknik ELISA di Sulawesi Tenggara. *J Agroteknos* 4 (1): 53–57.
- Taufik, M., H.S. Gusnawaty, A. Hasan, M.D. Rahim. 2015. Mosaic disease : as a challenge for soybean production in Southeast Sulawesi. *Proceeding 2nd International Conference on Sustainability Development*. 28 February-1 March 2015. Bali. Indonesia. Hal.117–124.
- Taufik, M., S.H Hidayat, R. Syaman, R.D.R. Wulan, A.L.P. Putra. 2017. Keberadaan virus gemini dan serangga vektornya di Sulawesi Tenggara. Kumpulan Abstrak Seminar Nasional dan Kongres XXIV Perhimpunan Fitopatogi Indonesia. Kendari, Sulawesi Tenggara 3–5 Oktober 2017.
- Triwiratno, A., M.E. Dwiastuti, A. Supriyanto. 1999. Quick detection of citrus greening by PCR method with spesific and universal primer. *Ind. J. Biotech* 6: 271–275.
- Wahyuni, W.S. 2005. *Dasar-Dasar Virologi Tumbuhan*. Yogyakarta : UGM Press. ISBN 979-420-578-8.
- Wang, A. 2009. *Soybean mosaic virus: research progress and future perspectives. Proceedings of World Soybean Research Conference VIII* (www.wsrc2009.cn). Beijing, China.
- Wang, L.L., E.T. Wang, J. Liu. 2006. Endophytic occuption of root nodules and roots of melilotus dentatus by *Agrobacterium tumefaciens*. *Microb. Ecol.* 52: 436–443.
- Whitfield A.E., B.W. Falk, D. Rotenberg. 2015. Insect vector-mediated transmission of plant viruses. *Virology* 479: 278–289.
- Van der Want, J.P.H., J. Dijkstra. 2006. A history of plant virology. *Arch Virol* 151: 1467–1498.
- Zhang, Y.L., Liu, Y., Qin, D.Z. 2010. Review of *Empoasca* (*Distantasca*) *Dworakowska* (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae: Empoascini), with description of two new species from China. *Zootaxa* 2497: 37–61.

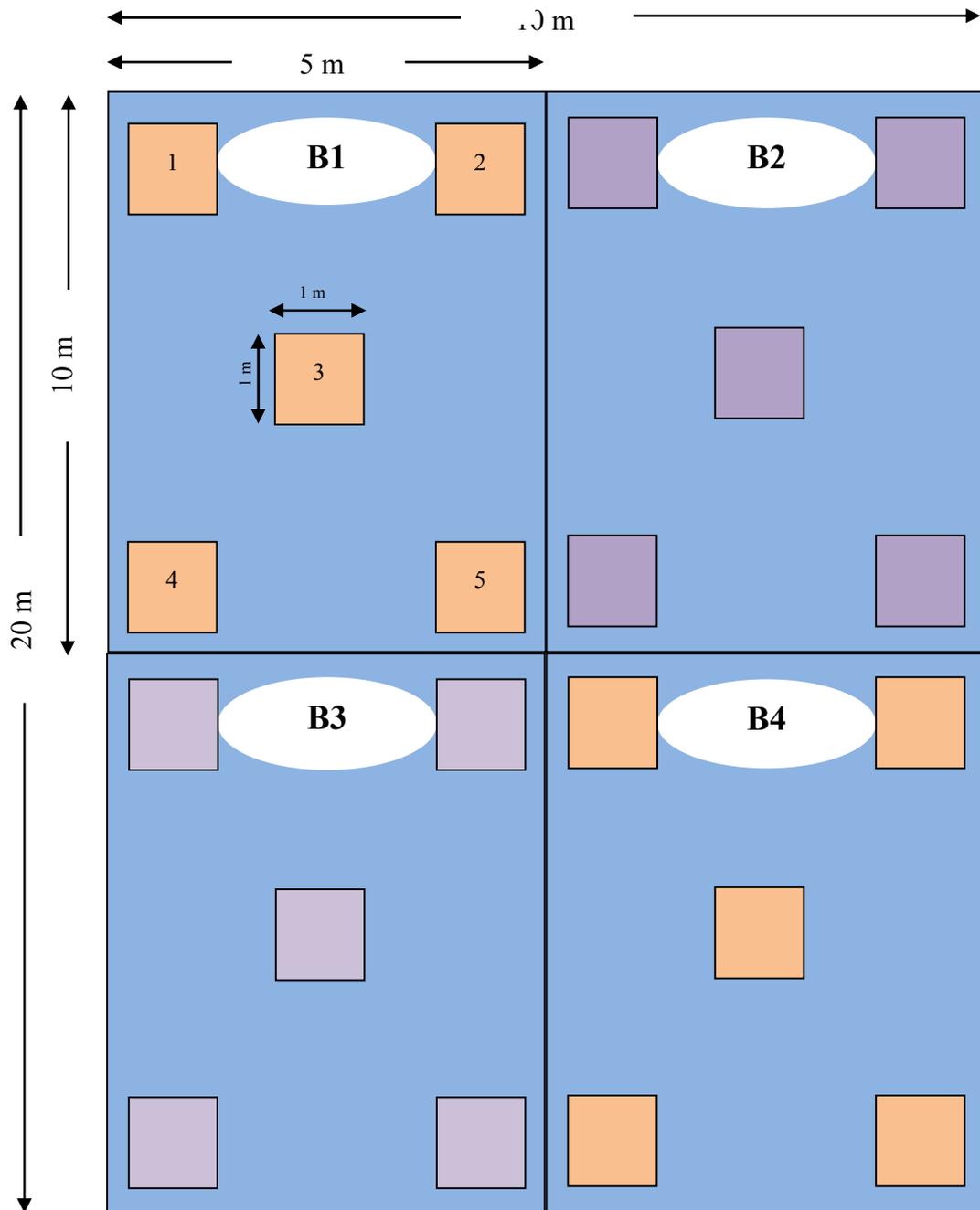
Lampiran 1. Denah pengambilan sampel Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)



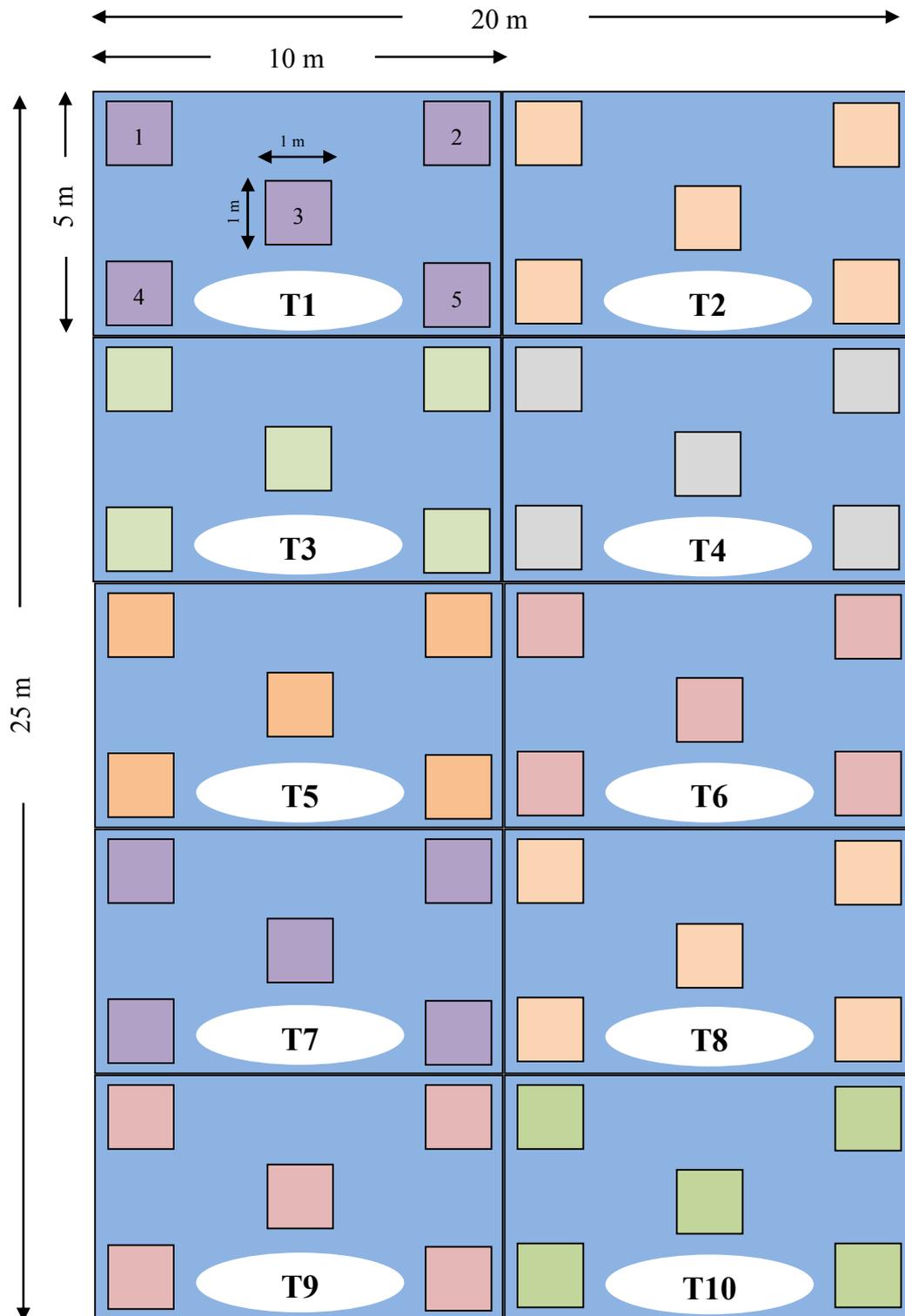
Lampiran 2. Denah pengambilan sampel Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)



Lampiran 3. Denah pengambilan sampel Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)



Lampiran 4. Denah pengambilan sampel Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)



Lampiran 5. Data sampel tanaman kedelai dari tiga kabupaten di Sulawesi Tenggara

Nama Lokasi (luas m ²)	Lahan	Varietas	Umur Tanaman (hst)	Jarak Tanam (cm)	Luas Lahan (m ²)	Luas Keseluruhan Petak Pengambilan Sampel (m ²)	Luas Setiap Titik Petak Pengambilan Sampel (m ²)	Jumlah Sampel di Setiap Petak Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel di Setiap Lahan	Total
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan) (400 m ²)	L1	Argomulyo	60	25x30	50	5	1	13	65	520
	L2			25x30	50	5	1	13	65	
	L3	Anjasmoro	60	25x30	50	5	1	13	65	
	L4			25x30	50	5	1	13	65	
	L5	Dering-1	60	25x30	50	5	1	13	65	
	L6			25x30	50	5	1	13	65	
	L7	Dena-1	60	25x30	50	5	1	13	65	
	L8			25x30	50	5	1	13	65	
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan) (900 m ²)	S1	Anjasmoro	72	35x30	100	10	2	19	95	855
	S2			35x30	100	10	2	19	95	
	S3			35x30	100	10	2	19	95	
	S4			35x30	100	10	2	19	95	
	S5			35x30	100	10	2	19	95	
	S6			35x30	100	10	2	19	95	
	S7			35x30	100	10	2	19	95	
	S8			35x30	100	10	2	19	95	
	S9			35x30	100	10	2	19	95	

hst : hari setelah tanam

Lanjutan

Nama Lokasi (luas m ²)	Lahan	Varietas	Umur Tanaman (hst)	Jarak Tanam (cm)	Luas Lahan (m ²)	Luas Keseluruhan Petak Pengambilan Sampel (m ²)	Luas Setiap Titik Petak Pengambilan Sampel (m ²)	Jumlah Sampel di Setiap Petak Pengambilan Sampel	Jumlah Sampel di Setiap Lahan	Total
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe) (200 m ²)	B1	Anjasmoro	50	35x30	50	5	1	10	50	200
	B2			35x30	50	5	1	10	50	
	B3	Dena-1	50	35x30	50	5	1	10	50	
	B4			35x30	50	5	1	10	50	
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari, (Kabupaten Kolaka) (500 m ²)	T1	Anjasmoro	30	35x30	50	5	1	10	50	500
	T2			35x30	50	5	1	10	50	
	T3			35x30	50	5	1	10	50	
	T4			35x30	50	5	1	10	50	
	T5			35x30	50	5	1	10	50	
	T6			35x30	50	5	1	10	50	
	T7			35x30	50	5	1	10	50	
	T8			35x30	50	5	1	10	50	
	T9			35x30	50	5	1	10	50	
	T10			35x30	50	5	1	10	50	
Total Sampel									2.075	

hst : hari setelah tanam

Lampiran 6. Kejadian penyakit berdasarkan gejala morfologi di lapang

Nama Lokasi	Varietas	Luas Lahan (m ²)	Σ Tanaman Bergejala	Σ Tanaman yang Diamati	Kejadian Penyakit (%)	Rata-Rata Kejadian Penyakit (%)
Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)	Argomulyo	50	26	65	40,00	41,73
		50	24	65	36,92	
	Anjasmoro	50	26	65	40,00	
		50	26	65	40,00	
	Dering-1	50	28	65	43,08	
		50	32	65	49,23	
	Dena-1	50	29	65	44,62	
		50	26	65	40,00	
Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)	Anjasmoro	100	31	95	32,63	39,77
		100	39	95	41,05	
		100	24	95	25,26	
		100	39	95	41,05	
		100	46	95	48,42	
		100	51	95	53,68	
		100	30	95	31,58	
		100	43	95	45,26	
Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)	Anjasmoro	50	25	50	50,00	44,50
		50	20	50	40,00	
	Dena-1	50	26	50	52,00	
		50	18	50	36,00	
Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)	Anjasmoro	50	30	50	60,00	64,00
		50	31	50	62,00	
		50	29	50	58,00	
		50	37	50	74,00	
		50	37	50	74,00	
		50	35	50	70,00	
		50	34	50	68,00	
		50	34	50	68,00	
50	27	50	54,00			
50	26	50	52,00			

% Kejadian penyakit = (jumlah tanaman bergejala/jumlah tanaman yang diamati)*100%

Lampiran 7. Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)

Date 3 Februari 2017 _____ Test *Soybean mosaic virus* (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	L1.1 0,130	L2.1 0,125		L3.1 0,127	L4.1 0,143		L5.1 0,116	L6.1 0,130		L7.1 0,119	L8.1 0,240	
B	L1.2 0,119	L2.2 0,133		L3.2 0,130	L4.2 0,114		L5.2 0,143	L6.2 0,272		L7.2 0,138	L8.2 0,145	
C	L1.3 0,124	L2.3 0,289		L3.3 0,132	L4.3 0,121		L5.3 0,127	L6.3 0,122		L7.3 0,149	L8.3 0,136	
D	L1.4 0,125	L2.4 0,124		L3.4 0,135	L4.4 0,263		L5.4 0,137	L6.4 0,118		L7.4 0,229	L8.4 0,131	
E	L1.5 0,132	L2.5 0,129		L3.5 0,139	L4.5 0,112		L5.5 0,148	L6.5 0,120		L7.5 0,115	L8.5 0,132	
F												
G												
H								K(-) 0,109			K(+) 1,044	

L1.1 : sampel berasal dari lahan 1 petak 1; L2.1 : sampel berasal dari lahan 2 petak 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.
Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 8. Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Lamomea, Kecamatan Konda (Kabupaten Konawe Selatan)

Date 11 Februari 2017 _____ Test *Soybean mosaic virus* (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	L2.3.1 0,182	L2.3.9 0,227	L4.4.1 0,169	L4.4.9 0,243	L6.2.1 0,229	L6.2.9 0,164	L7.4.1 0,221	L7.4.9 0,108	L8.1.1 0,092	L8.1.9 0,241		
B	L2.3.2 0,161	L2.3.10 0,134	L4.4.2 0,142	L4.4.10 0,228	L6.2.2 0,124	L6.2.10 0,242	L7.4.2 0,063	L7.4.10 0,103	L8.1.2 0,237	L8.1.10 0,116		
C	L2.3.3 0,224	L2.3.11 0,149	L4.4.3 0,218	L4.4.11 0,163	L6.2.3 0,163	L6.2.11 0,123	L7.4.3 0,217	L7.4.11 0,132	L8.1.3 0,107	L8.1.11 0,124		
D	L2.3.4 0,184	L2.3.12 0,158	L4.4.4 0,235	L4.4.12 0,132	L6.2.4 0,219	L6.2.12 0,193	L7.4.4 0,115	L7.4.12 0,220	L8.1.4 0,120	L8.1.12 0,236		
E	L2.3.5 0,253	L2.3.13 0,159	L4.4.5 0,159	L4.4.13 0,136	L6.2.5 0,153	L6.2.13 0,237	L7.4.5 0,156	L7.4.13 0,108	L8.1.5 0,114	L8.1.13 0,228		
F	L2.3.6 0,131		L4.4.6 0,157		L6.2.6 0,182		L7.4.6 0,136		L8.1.6 0,229			K(-) 0,107
G	L2.3.7 0,263		L4.4.7 0,137		L6.2.7 0,261		L7.4.7 0,096		L8.1.7 0,126			
H	L2.3.8 0,141		L4.4.8 0,216		L6.2.8 0,173		L7.4.8 0,085		L8.1.8 0,107			K(+) 1,044

L2.3.1 : lahan 2 petak 3 sampel 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+) : kontrol positif.

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 9. Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Summersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)

Date 3 Maret 2017 _____ Test *Soybean mosaic virus* (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		S1.1 0,125	S2.1 0,164	S3.1 0,113	S4.1 0,139	S5.1 0,171	S6.1 0,381	S7.1 0,116	S8.1 0,127	S9.1 0,159		
B		S1.2 0,115	S2.2 0,149	S3.2 0,149	S4.2 0,146	S5.2 0,111	S6.2 0,353	S7.2 0,112	S8.2 0,138	S9.2 0,164		
C		S1.3 0,126	S2.3 0,190	S3.3 0,126	S4.3 0,152	S5.3 0,143	S6.3 0,126	S7.3 0,140	S8.3 0,124	S9.3 0,132		
D		S1.4 0,196	S2.4 0,116	S3.4 0,137	S4.4 0,117	S5.4 0,163	S6.4 0,173	S7.4 0,127	S8.4 0,281	S9.4 0,121		
E		S1.5 0,180	S2.5 0,157	S3.5 0,116	S4.5 0,142	S5.5 0,154	S6.5 0,146	S7.5 0,113	S8.5 0,149	S9.5 0,126		
F												
G							K(-) 0,104			K(+) 1,053		
H												

S1.1 : sampel berasal dari lahan 1 petak 1; S2.1 : sampel berasal dari lahan 2 petak 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.
Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 10. Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Sumbersari, Kecamatan Moramo (Kabupaten Konawe Selatan)

Date 10 Maret 2017 _____ Test *Soybean mosaic virus* (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		S6.1.1 0,177	S6.1.2 0,291	S6.1.3 0,285	S6.1.4 0,309	S6.1.5 0,124	S6.1.6 0,286	S6.1.7 0,172	S6.1.8 0,183	S6.1.9 0,169	S6.1.10 0,311	
B		S6.1.11 0,281	S6.1.12 0,112	S6.1.13 0,149	S6.1.14 0,176	S6.1.15 0,293	S6.1.16 0,163	S6.1.17 0,299	S6.1.18 0,304	S6.1.19 0,276		
C		S6.2.1 0,286	S6.2.2 0,288	S6.2.3 0,183	S6.2.4 0,292	S6.2.5 0,302	S6.2.6 0,136	S6.2.7 0,122	S6.2.8 0,294	S6.2.9 0,129	S6.2.10 0,282	
D		S6.2.11 0,179	S6.2.12 0,164	S6.2.13 0,258	S6.2.14 0,158	S6.2.15 0,292	S6.2.16 0,110	S6.2.17 0,126	S6.2.18 0,113	S6.2.19 0,297		
E		S8.4.1 0,229	S8.4.2 0,266	S8.4.3 0,173	S8.4.4 0,254	S8.4.5 0,172	S8.4.6 0,118	S8.4.7 0,143	S8.4.8 0,182	S8.4.9 0,263	S8.4.10 0,193	
F		S8.4.11 0,096	S8.4.12 0,110	S8.4.13 0,246	S8.4.14 0,118	S8.4.15 0,244	S8.4.16 0,128	S8.4.17 0,119	S8.4.18 0,197	S8.4.19 0,124		
G												
H							K(-) 0,109				K(+) 1,076	

S6.1.1 : lahan 6 petak 1 tanaman 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 11. Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)

Date 7 April 2017 Test Soybean mosaic virus (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A												
B		B1.1 0,104		B2.1 0,289		B3.1 0,117		B4.1 0,162			K(-) 0,103	
C		B1.2 0,318		B2.2 0,114		B3.2 0,114		B4.2 0,243				
D		B1.3 0,125		B2.3 0,123		B3.3 0,115		B4.3 0,139				
E		B1.4 0,131		B2.4 0,130		B3.4 0,223		B4.4 0,179			K(+) 1,044	
F		B1.5 0,124		B2.5 0,239		B3.5 0,121		B4.5 0,283				
G												
H												

B1.1 : sampel berasal dari lahan 1 petak 1; B2.1 : sampel berasal dari lahan 2 petak 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.
Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 12. Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Desa Belatu, Kecamatan Pondidaha (Kabupaten Konawe)

Date 15 April 2017 Test Soybean mosaic virus (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		B1.2.1 0,193	B1.2.2 0,203	B1.2.3 0,171	B1.2.4 0,305	B1.2.5 0,287	B1.2.6 0,143	B1.2.7 0,112	B1.2.8 0,257	B1.2.9 0,243	B1.2.10 0,129	
B		B2.1.1 0,232	B2.1.2 0,149	B2.1.3 0,253	B2.1.4 0,109	B2.1.5 0,115	B2.1.6 0,173	B2.1.7 0,249	B2.1.8 0,141	B2.1.9 0,153	B2.1.10 0,230	
C		B2.5.1 0,093	B2.5.2 0,105	B2.5.3 0,116	B2.5.4 0,098	B2.5.5 0,230	B2.5.6 0,186	B2.5.7 0,087	B2.5.8 0,125	B2.5.9 0,267	B2.5.10 0,115	
D		B3.4.1 0,276	B3.4.2 0,193	B3.4.3 0,093	B3.4.4 0,188	B3.4.5 0,154	B3.4.6 0,104	B3.4.7 0,231	B3.4.8 0,123	B3.4.9 0,121	B3.4.10 0,113	
E		B4.2.1 0,127	B4.2.2 0,105	B4.2.3 0,258	B4.2.4 0,146	B4.2.5 0,236	B4.2.6 0,095	B4.2.7 0,146	B4.2.8 0,166	B4.2.9 0,131	B4.2.10 0,150	
F		B4.5.1 0,187	B4.5.2 0,243	B4.5.3 0,179	B4.5.4 0,091	B4.5.5 0,259	B4.5.6 0,133	B4.5.7 0,087	B4.5.8 0,145	B4.5.9 0,170	B4.5.10 0,103	
G												
H							K(-) 0,114				K(+) 1,207	

B1.2.1 : lahan 1 petak 2 tanaman 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 13. Nilai absorbansi ELISA sampel komposit tanaman kedelai dari Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)

Date 5 Mei 2017 Test Soybean mosaic virus (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	T1.1 0,131	T2.1 0,158	T3.1 0,123	T4.1 0,126	T5.1 0,134	T6.1 0,146	T7.1 0,151	T8.1 0,129	T9.1 0,117	T10.1 0,162		
B	T1.2 0,133	T2.2 0,153	T3.2 0,139	T4.2 0,225	T5.2 0,119	T6.2 0,137	T7.2 0,146	T8.2 0,134	T9.2 0,129	T10.2 0,271		
C	T1.3 0,315	T2.3 0,168	T3.3 0,125	T4.3 0,116	T5.3 0,127	T6.3 0,387	T7.3 0,136	T8.3 0,147	T9.3 0,115	T10.3 0,152		
D	T1.4 0,147	T2.4 0,123	T3.4 0,132	T4.4 0,135	T5.4 0,152	T6.4 0,143	T7.4 0,132	T8.4 0,254	T9.4 0,122	T10.4 0,143		
E	T1.5 0,139	T2.5 0,111	T3.5 0,117	T4.5 0,142	T5.5 0,148	T6.5 0,152	T7.5 0,122	T8.5 0,141	T9.5 0,139	T10.5 0,135		
F												
G		K(-) 0,104								K(+) 1,058		
H												

T1.1 : sampel berasal dari lahan 1 petak 1; T2.1 : sampel berasal dari lahan 2 petak 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 14. Nilai absorbansi ELISA sampel positif hasil komposit tanaman kedelai dari Kelurahan Ranomentaa, Kecamatan Toari (Kabupaten Kolaka)

Date 18 Mei 2017 Test Soybean mosaic virus (SMV)

Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		T1.3.1 0,125	T1.3.2 0,239	T1.3.3 0,287	T1.3.4 0,156	T1.3.5 0,241	T1.3.6 0,236	T1.3.7 0,111	T1.3.8 0,113	T1.3.9 0,109	T1.3.10 0,231	
B		T4.2.1 0,223	T4.2.2 0,119	T4.2.3 0,157	T4.2.4 0,183	T4.2.5 0,221	T4.2.6 0,171	T4.2.7 0,143	T4.2.8 0,235	T4.2.9 0,219	T4.2.10 0,140	
C		T6.3.1 0,239	T6.3.2 0,173	T6.3.3 0,181	T6.3.4 0,104	T6.3.5 0,136	T6.3.6 0,093	T6.3.7 0,249	T6.3.8 0,180	T6.3.9 0,153	T6.3.10 0,116	
D		T8.4.1 0,231	T8.4.2 0,187	T8.4.3 0,174	T8.4.4 0,190	T8.4.5 0,228	T8.4.6 0,108	T8.4.7 0,153	T8.4.8 0,235	T8.4.9 0,223	T8.4.10 0,146	
E		T10.2.1 0,257	T10.2.2 0,193	T10.2.3 0,237	T10.2.4 0,134	T10.2.5 0,104	T10.2.6 0,133	T10.2.7 0,129	T10.2.8 0,139	T10.2.9 0,243	T10.2.10 0,157	
F												
G				K(-) 0,108					K(+) 1,063			
H												

T1.3.1 : lahan 1 petak 3 tanaman 1, dan seterusnya; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.

Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 15. Nilai absorbansi ELISA pada tanaman inang lainnya

Date 7 Mei 2017 Test Soybean mosaic virus (SMV)

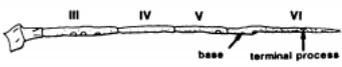
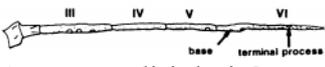
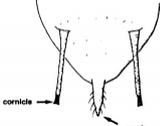
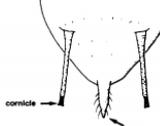
Test performed by R. Dewi Ratna Wulan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A												
B									K(-) 0,104			
C				M 0,116								
D				KP 0,554								
E				G 0,110								
F				C 0,130								
G									K(+) 1,058			
H												

M : mentimun; KP : kacang panjang; G : gambas; C : cabai; K(-) : kontrol negatif; K(+): kontrol positif.

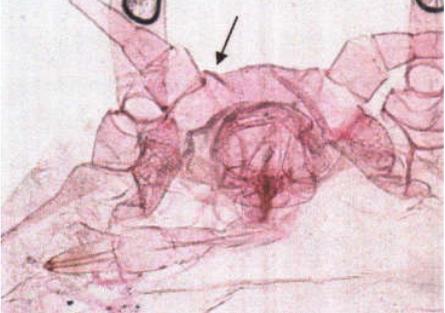
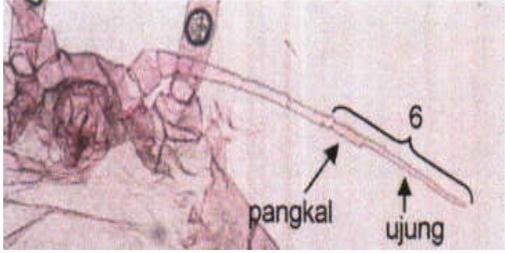
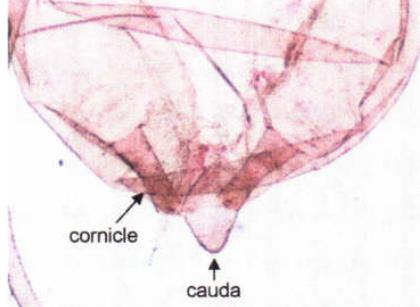
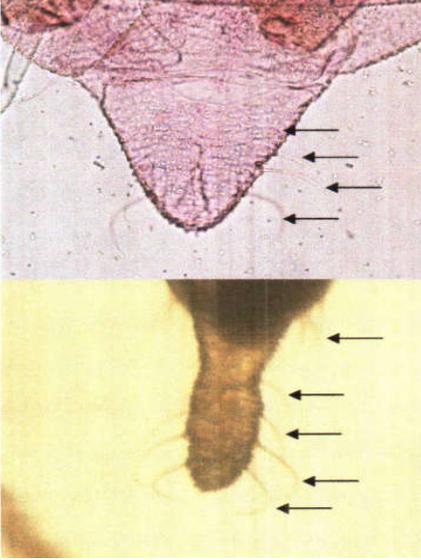
Angka-angka yang berada pada kotak kuning menunjukkan bahwa sampel terdeteksi positif SMV yang dihitung pada panjang gelombang 405 nm.

Lampiran 16 Perbedaan karakter morfologi kutu daun *A. craccivora*, *A. glycine*, dan *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae)

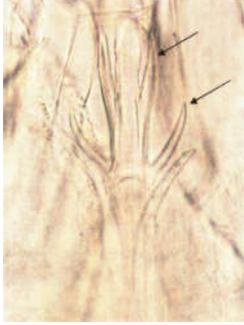
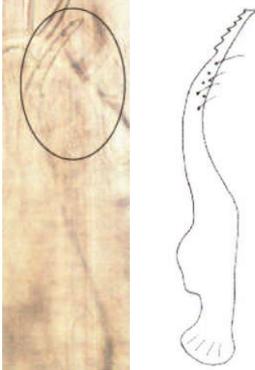
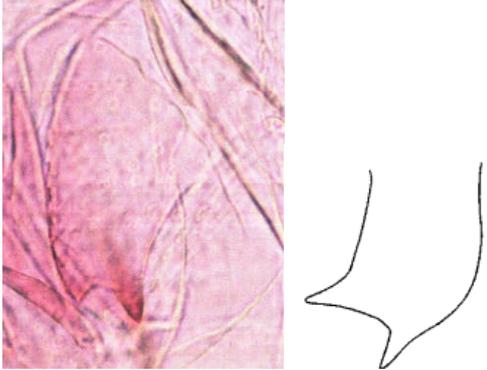
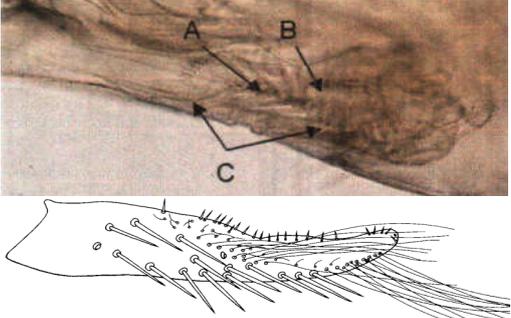
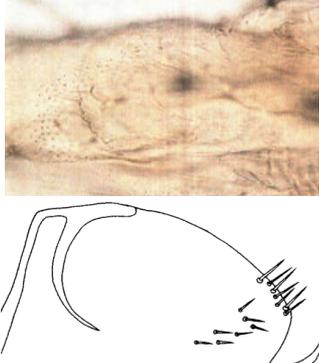
<i>A. craccivora</i> (Hemiptera: Aphididae)	<i>A. glycine</i> (Hemiptera: Aphididae)	<i>A. gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae)
		
Tubuh berwarna coklat gelap atau hitam mengkilap	Tubuh hijau pucat kekuningan	Tubuh berwarna hijau dengan bercak hijau tua
		
Antena terdiri dari 6 ruas, terminal proses lurus dan lebih panjang dari basal antena	<i>Siphunculi</i> berwarna hitam	Antena terdiri dari 6 ruas, terminal proses lurus dan lebih dari 2x panjang basal antena
		
Memiliki kornikel, kauda memanjang	Kauda dengan 3 lateral seta dan agak membulat di bagian bawah	Memiliki kornikel, kauda memanjang
		
Tuberkel antena tidak berkembang		Tuberkel antena tidak berkembang
		
Abdomen bagian dorsal dengan bercak hitam		Abdomen bagian dorsal dengan bercak hitam
		
Kauda dengan lateral seta, berbentuk sedikit memajang		Kauda lebih pendek daripada kornikel
		
		2-4 lateral seta pada kauda, memanjang dan membulat

Sumber : Stoetzel *et al.* (1996), Favret and Miller (2012).

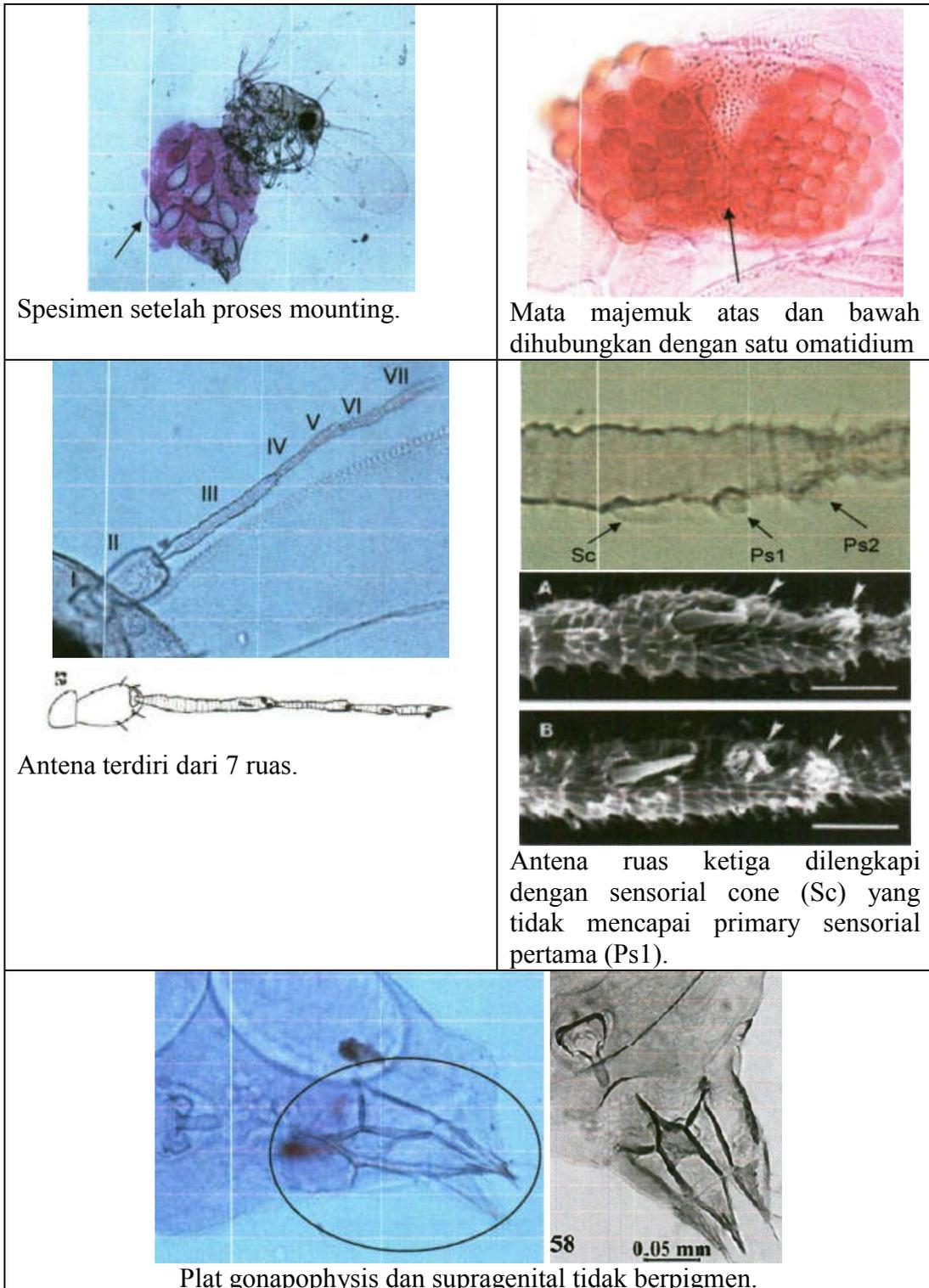
Lampiran 17 Hasil identifikasi karakter morfologi serangga vektor *A. gossypii* (Hemiptera: Aphididae)

 <p>Spesimen sebelum proses mounting, berwarna kekuningan.</p>	 <p>Bagian dorsal abdomen tanpa tanda hitam, terdapat kornikel, dan kauda memanjang.</p>
 <p>Kepala dengan tuberkel antena yang kurang berkembang.</p>	 <p>Antena terdiri dari 6 segmen, segmen keenam dengan bagian ujung lurus dan lebih panjang daripada pangkalnya.</p>
 <p>Kornikel lebih panjang daripada kauda.</p>	 <p>Kauda dengan lateral 2-4 lateral seta.</p>

Lampiran 18 Hasil identifikasi karakter morfologi *E. paraterminalis* (Hemiptera: Cicadellidae)

 <p>Spesimen setelah proses mounting.</p>	 <p>Batang aedeagus dengan 2 appendage.</p>
 <p>Paramere dengan 6 gigi pada bagian ujungnya</p>	 <p>Anal tube appendages dengan gigi besar di bagian sub-apikal</p>
 <p>Plat sub genital agak bergelombang, dilengkapi makroseta (A), mikroseta (B), dan dua gerombol seta panjang seperti rambut (C).</p>	 <p>Pygofer jantan tampak lateral, memiliki seta yang kokoh/ kaku.</p>
 <p>Ventral pygofer appendage dengan ujung yang melengkung ke atas.</p>	

Lampiran 19 Hasil identifikasi karakter morfologi *B. argentifolii* (sinonim *B. tabaci* biotipe B) (Hemiptera: Aleyrodidae)



Lampiran 20 Dokumentasi penelitian



A



B



C



D



E



F



G



H

Keterangan gambar

- A. Pengamatan gejala dan serangga vektor di lapang.
- B. Kutu daun *Aphis* sp. (Hemiptera: Aphididae) di pertanaman kedelai.
- C. Wereng *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) di pertanaman kedelai.
- D. Kutu kebul *Bemisia* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae) di pertanaman kedelai.
- E. Identifikasai serangga vektor berdasarkan karakter morfologi.
- F. Sap hasil gerusan sampel daun kedelai.
- G. Deteksi SMV dengan uji ELISA.
- H. Pembacaan nilai absorbansi sampel menggunakan ELISA reader pada panjang gelombang 405 nm.