UJI KETAHANAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) TERHADAP CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*)

Oleh :

YUNITA FRIANDANI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UJI KETAHANAN BEBERAPA VARIETAS KEDELAI (*Glycine max*(L.) Merrill) TERHADAP CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*)

OLEH
YUNITA FRIANDANI
125040201111057
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Ketahanan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*)

Nama Mahasiswa : Yunita Friandani

NIM : 1250402001111057

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping II,
Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. NIP.19521028 197903 1 003	Fery Abdul Choliq, SP.,MP. MSc NIK. 201503 860523 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. NIP. 19550403 198303 1 003	Penguji II Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc NIK. 201503 860523 1 001
Penguji III Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. NIP. 19521028 197903 1 003	Penguji IV Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2016

Yunita Friandani

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Skripsi ini kupersembahkan untuk

kedua orang tuaku tercinta dan adikku tersayang . .

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac

RINGKASAN

YUNITA FRIANDANI. 125040201111057. Uji Ketahanan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*). Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc sebagai Pembimbing Pendamping.

Tanaman kedelai merupakan tanaman pangan setelah padi dan jagung. Kedelai termasuk komoditas pertanian yang sangat penting dan memiliki multiguna karena dapat dikonsumsi langsung atau digunakan sebagai bahan baku agroindustri. Perkembangan produksi kedelai di Indonesia tahun 2015 mencapai 998.870 ton. Namun konsumsi masyarakat mencapai 2,54 juta ton. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produksi kedelai dalam negeri adalah serangan virus tanaman. Virus tanaman yang menyerang kedelai adalah *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV). Infeksi CPMMV dapat menurunkan hasil antara 14-18%. Upaya peningkatan produksi kedelai salah satunya dengan mengembangkan benih kedelai yang tahan CPMMV. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari ketahanan dan pengaruh infeksi CPMMV terhadap pertumbuhan dan produksi enam varietas kedelai.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Virologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan Rumah Kasa (*Screen House)* di Kediri. Pelaksanaan penelitian pada bulan Mei-Juli 2016. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan kontrol dan inokulasi (CPMMV) pada enam varietas kedelai, yaitu Wilis (K1), Gema (K2), Anjasmoro (K3), Argomulyo (K4), Gepak Kuning (K5), dan Grobogan (K6). Masing-masing diulang 3 kali. Data pengamatan yang diperoleh dari percobaan dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

Gejala serangan CPMMV pada enam varietas kedelai adalah daun mosaik, belang, dan malformasi. Berdasarkan parameter yang digunakan untuk menghitung kategori ketahanan tanaman kedelai terhadap infeksi virus CPMMV yaitu, masa inkubasi, intensitas serangan, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong, bobot polong. Berdasarkan enam parameter diatas dapat dikategorikan bahwa varietas yang termasuk kategori rentan yaitu varietas Gema, Anjasmoro, dan Grobogan. Wilis merupakan varietas yang tahan terhadap infeksi virus CPMMV. Ketahanan suatu varietas tanaman dipengaruhi oleh sifat dari masing-masing varietas, lingkungan serta kemampuan virus dalam menginfeksi tanaman tersebut.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac

SUMMARY

YUNITA FRIANDANI. 125040201111057. Resistance Test of Soybean Varieties (*Glycine max* (L.) Merrill) to CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*). Supervised by Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc

Soybean is a crop after rice and maize. Soybean including agricultural commodities are very important and have a multifunction because it can be consumed or used as material for agro-industri. The development of soybean production in Indonesia in 2015 reached 998 870 tons. But, consumption people reached 2.54 million tons. One of the factors that cause the decline in domestic production of soybean is the attack of viruses of plants. *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) is a virus that attacks of soybean. CPMMV infection can yield losses between 14-18%. Efforts to increase soybean production either by developing soybean seeds resistant CPMMV. The research aims to study the resistance and influence of CPMMV infection on the growth and production of six varieties of soybean.

This research was conducted in the Laboratory of Virology, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and screen house in Kediri. Implementation of the study began in May-July 2016. The experimental was conducted using completely randomized design with control treatment and inoculation (CPMMV) on six varieties of soybean, that is Wilis (K1), Gema (K2), Anjasmoro (K3), Argomulyo (K4), Gepak Yellow (K5), and Grobogan (K6). Each treatment was repected three times. Observational data obtained from the experiments were analyzed using the F test at 5% level, then followed by significant data Duncan at the level 5%.

Symptoms of CPMMV in six varieties of soybean are leaf mosaic, mottle, and malformations. Based on the parameters used to calculate the category soybean plant resistance against CPMMV infection is, the incubation period, the intensity of the attacks, plant height, number of leaves, number of pods, pod weight. Based on the above six parameters that can be considered susceptible varieties are categorized Gema varieties, Anjasmoro and Grobogan. Wilis varieties are resistant varieties of CPMMV infections. Resistance of a variety of plant is influenced by the nature of each variety, the environment and the ability of the virus to infect the plant.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Uji Ketahanan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*)".

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Prof. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS. dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., MSc selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. dan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Dr. Ir. Sri Karindah, MS. selaku dosen pembimbing akademik atas segala nasihat dan bimbingannya kepada penulis, beserta seluruh dosen atas bimbingan dan arahan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan adik atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Juga kepada rekan-rekan HPT khususnya angkatan 2012 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Desember 2016

Penyusun

repository.ub.ac
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kediri pada tanggal 13 Juni 1993 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Supriyono dan Ibu Endah Purwati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Tanjung, Pagu, Kediri pada tahun 2000 sampai tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 1 Gampengrejo pada tahun 2006-2009. Pada tahun 2009 penulis studi di SMAN 1 Plosoklaten, Kediri. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur prestasi akademik. Penulis kemudian memilih minat studi Hama dan Penyakit Tumbuhan pada semester genap tahun ajaran 2014-2015.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i
SUMMARY ii
KATA PENGANTAR iii
RIWAYAT HIDUP iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR LAMPIRAN viii
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Kerangka Konsep Penelitian 2
1.3 Rumusan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Hipotesis 3
1.6 Manfaat Penelitian 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Sejarah dan Karakteristik Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) 4
2.2 *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) 5
2.3 Virus-virus yang Menyerang Kedelai 7
2.4 Varietas Kedelai Unggul 10
2.5 Deskripsi Enam Varietas Kedelai 11
2.6 Inokulasi Patogen 13
2.7 Mekanisme Patogen Menginfeksi Tanaman 14
2.8 Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen 17
2.9 Induksi Ketahanan Fisik dan Kimia 19
III. METODOLOGI 26
3.1 Kerangka Operasional Penelitian 26
3.2 Tempat dan Waktu 27
3.3 Alat dan Bahan 27
3.4 Metode Penelitian 27

3.5 Persiapan Penelitian 28
3.5.1 Persiapan Inokulum dan Identifikasi Virus 28
3.5.2 Persiapan Media Tanam 28
3.5.3 Persiapan Benih Tanaman Uji 28
3.6 Pelaksanaan Penelitian 29
3.6.1 Penularan Virus 29
3.6.2 Pemeliharaan Tanaman 30
3.7 Variabel Pengamatan 31
3.7.1 Masa Inkubasi 31
3.7.2 Intensitas Serangan 31
3.7.3 Pertumbuhan Tanaman 32
3.7.4 Produksi Tanaman 33
3.8 Penilai Tingkat Ketahanan Tanaman 33
3.9 Perhitungan Prosentase Penurunan 34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1 Masa Inkubasi dan Gejala Serangan pada Tanaman Indikator yang Diinokulasi *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* 35
4.2 Masa Inkubasi dan Gejala Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* pada Tanaman Kedelai 36
4.3 Intensitas Serangan *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* pada Enam Varietas Kedelai 40
4.4 Pertumbuhan Tanaman Kedelai 43
4.4.1 Tinggi Tanaman 44
4.4.2 Jumlah Daun 45
4.5 Produksi Tanaman Kedelai 47
4.5.1 Jumlah Polong 47
4.5.2 Bobot Polong 49
4.6 Ketahanan Tanaman Kedelai Kedelai Terhadap Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* 50
V. KESIMPULAN DAN SARAN 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN 60

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Skala Kategori Serangan CPMMV pada Kedelai 30
2. Rerata Masa Inkubasi CPMMV pada Enam Varietas Kedelai 36
3. Gejala Serangan Khas pada Masing-Masing Varietas 39
4. Intensitas Serangan CPMMV pada Enam Varietas Kedelai 41
5. Rerata Tinggi Enam Varietas Kedelai 44
6. Rerata Jumlah Daun Enam Varietas Kedelai 46
7. Rerata Jumlah Polong Enam Varietas Kedelai 48
8. Rerata Bobot Polong Enam Varietas Kedelai 49
9. Nilai Indeks Ketahanan Enam Varietas Kedelai Terhadap Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) 51

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Teks

1. Partikel CPMMV pada SAP Daun Kacang Panjang 5
2. Gejala *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) (a: *Vigna unguiculata subsp. Sesquipedalis*, b: Kedelai, c: *Chenopodium amaranticolor*) 6
3. Gejala SMV pada tanaman kedelai 7
4. Gejala BYMV pada tanaman kedelai 8
5. Gejala BCMV pada tanaman kedelai 8
6. Gejala BPMV pada tanaman kedelai 9
7. Gejala SSV pada tanaman kedelai 9
8. Pembuatan SAP 30
9. Inokulasi Virus Secara Mekanik 30
10. Gejala *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) (a: Nekrotik pada *Chenopodium amaranticolor*, b*:* Malformasi pada *Vigna unguiculata)* 35

Nomor Halaman

Lampiran

1. Perhitungan Kategori Ketahanan Tanaman 60
2. Tabel Anova Enam Varietas Kedelai 65
3. Perhitungan Prosentase Penurunan 67
4. Diskripsi Varietas Kedelai 69

I. PENDAHULUAN

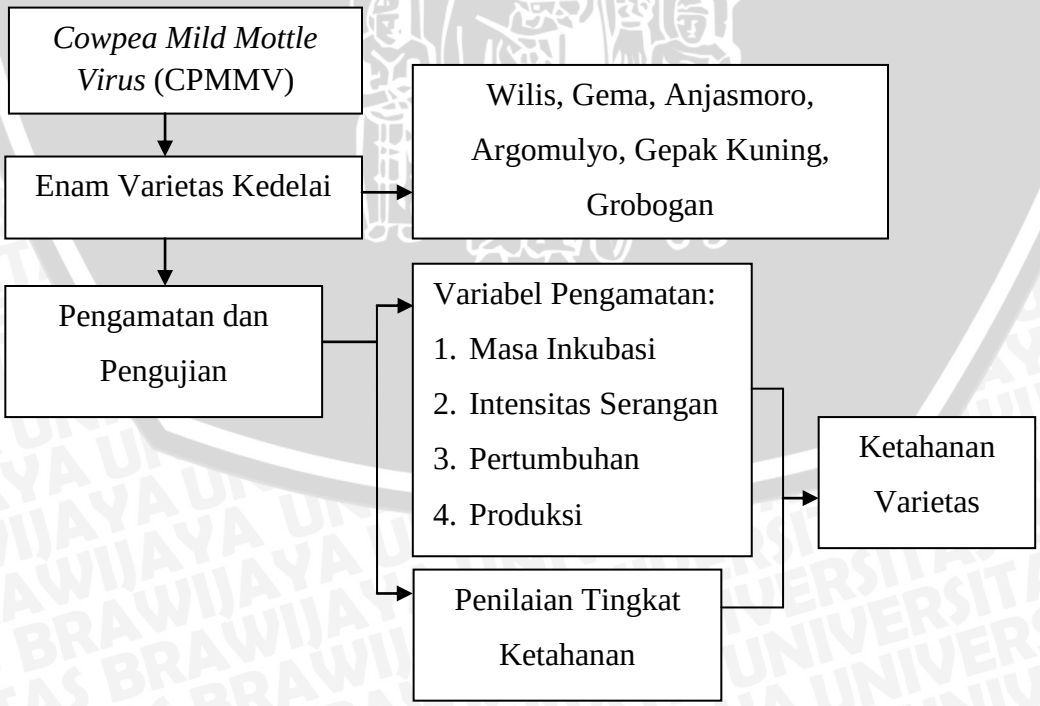
1.1 Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* L. Merill) adalah salah satu tanaman palawija yang menduduki posisi sangat penting untuk konsumsi pangan, pakan, dan bahan baku makanan (Supadi, 2009). Kebutuhan kedelai setiap tahun bertambah seiring dengan peningkatan laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kebutuhan protein dan kesehatan, namun produksi kedelai di Indonesia masih rendah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Menurut data Kementrian Pertanian, produksi kedelai tahun 2015 mencapai 998.870 ton biji kering kedelai. Peningkatan ini tidak mencukupi konsumsi masyarakat yang mencapai 2,54 juta ton. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diatasi pemerintah dengan impor yang semakin meningkat pertahunnya, namun baru 20-30% saja dari kebutuhan tersebut yang dapat dipenuhi (Kementrian Pertanian, 2015). Permasalahan tersebut terjadi karena adanya faktor yang mempengaruhi, salah satunya penyakit yang menyerang tanaman kedelai.

CPMMV merupakan virus yang ditemukan dari tanaman kedelai yang sakit, bahkan diperkirakan selalu muncul dimanapun kedelai ditanam. CPMMV merupakan contoh virus yang menyerang tanaman kedelai melalui hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Kerugian akibat infeksi CPMMV pada tanaman kedelai sangat mengkhawatirkan (Aliyu *et al*., 2012), sebagaimana disebutkan oleh Laguna *et al*. (2006), bahwa kedelai yang terserang CPMMV dapat mengalami penurunan hasil mencapai 90%, tergantung pada usia saat terinfeksi, strain virus dan kondisi lingkungan. Tavasoli *et al.* (2013) mengemukakan CPMMV menginfeksi tanaman kedelai kemudian memanfaatkan kinerja seluler tanaman sehingga dapat menggangu kerja fisiologis tanaman kedelai yang dapat mengurangi kemampuan produktivitasnya. Selain mengganggu kemampuan produktivitas kedelai, CPMMV juga dapat mempengaruhi morfologi tanaman kedelai.

Upaya yang dilakukan dalam mengurangi serangan penyakit CPMMV sudah dilakukan melalui pembentukan varietas baru secara konvensional. Proses perbaikan genetik tersebut merupakan salah satu bagian dari strategi pemuliaan tanaman. Varietas dibentuk melalui proses persilangan dari tetua yang diharapkan dapat memperbaiki genetik tanaman kedelai yang tahan terhadap serangan penyakit CPMMV serta berdaya hasil tinggi (Zubaidah *et al*., 2010). Penelitian lain mengenai galur harapan kedelai juga telah banyak dilakukan dengan tujuan untuk panduan peningkatan mutu benih secara genetik (Adie, 2007). Di pasaran telah banyak varietas benih kedelai yang beredar dan sering digunakan masyarakat. Varietas-varietas tersebut, merupakan varietas yang diharapkan mampu meningkatkan produksi kedelai dan menghadapi berbagai kendala serangan virus yang menyerang. Namun varietas-varietas tersebut belum diketahui sifat ketahanannya terhadap serangan CPMMV, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai ketahanan varietas kedelai terhadap infeksi CPMMV.

1.2 Kerangka Konsep Penelitian



1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan ketahanan di antara enam varietas kedelai terhadap infeksi virus CPMMV?
2. Bagaimana virus CPMMV mempengaruhi pertumbuhan dan produksi enam varietas kedelai?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui mekanisme ketahanan enam varietas kedelai terhadap infeksi virus CPMMV.
2. Mengetahui pengaruh infeksi virus CPMMV terhadap pertumbuhan dan produksi enam varietas kedelai.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Enam varietas kedelai yang diuji memiliki perbedaan ketahanan, varietas Wilis lebih tahan terhadap infeksi virus CPMMV dibandingkan varietas lainnya.
2. Mekanisme ketahanan pada enam varietas kedelai mempengaruhi tingkat serangan CPMMV.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah memberikan informasi tentang varietas yang tahan terhadap infeksi CPMMV dan dapat digunakan sebagai tetua untuk pengembangan pemuliaan tanaman serta meningkatkan produksi kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah dan Karakteristik Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar *Glycine ururiencis*, merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang dikenal sekarang yaitu kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) yang berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Di Indonesia, budidayakan kedelai dimulai pada abad ke-17 sebagai tanaman makanan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai ke Indonesia berasal dari daerah Manshukuo kemudian menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan negara-negara lain di Amerika dan Afrika (Akin, 2003). Di Indonesia, kedelai banyak ditanam di dataran rendah yang tidak banyak mengandung air, seperti di pesisir utara Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Sulawesi Utara (Gorontalo), Lampung, Sumatera Selatan dan Bali.

Kedelai (*Glycine max (*L) Merrill) merupakan salah satu tanaman budidaya dengan kandungan nutrisi yang tinggi, diantaranya mengandung protein 30-50%. Kandungan protein yang tinggi memberi indikasi bahwa tanaman kedelai memerlukan hara nitrogen yang tinggi pula. Sampai saat ini, produksi kedelai di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan konsumen dalam negeri (Arifin, 2013).

Menurut Adisarwanto (2005), kedudukan tanaman kedelai dalam sistematik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Rosales
Family : Leguminoceae
Sub Family : Papilionoideae
Genus : *Glycine*
Species : *Glycine max* (L.) Merrill.

Secara umum, serangan virus pada tanaman kacang-kacangan diketahui sangat merugikan. Contoh serangan virus pada tanaman kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau) antara lain *Soybean Mosaic Virus* (SMV), *Soybean Stunt Virus* (SSV), *Soybean Dwarf Virus* (SDV), *Bean Yellow Mosaic Virus* (BYMV), *Bean Common Mosaic Virus* (BCMV), *Blackeye Cowpea Mosaic Virus* (BlCMV), *Soybean Yellow Mosaic Virus* (SYMV), *Peanut Mottle Virus* (PMoV), *Peanutstripe Virus* (PStV), *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV), *Peanut Mosaic Virus* (PMV), *Peanut Leafcurl*, *Mungbean Mosaic Virus* (MMV), dan *Black Gram Mottle Virus* (BGMV). Beberapa di antara virus-virus tersebut mempunyai arti ekonomi penting karena selain sering menimbulkan kerugian, juga dapat ditularkan lewat biji (*seed transmitted*) (Arifin, 2013).

2.2 *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV)

CPMMV pertama kali ditemukan oleh Brunt dan Kanten pada tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L.) di Ghana pada tahun 1973 tetapi dilaporkan di Nigeria pada tahun 1980 (Taiwo, 2001). CPMMV berbentuk partikel filament berukuran panjang sekitar 650 nm, diameter 13 nm, mengandung utas tunggal RNA, protein, dan tidak mengandung lipid. Virus ini masuk dalam anggota kelompok *Carlavirus*. CPMMV ditransmisikan secara non persisten oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Virus ini masuk dalam genus *Carlavirus* dalam family *Betaflexiviridae*. Transmisi non vektor dilakukan dengan inokulasi mekanis dan transmisi dengan benih telah dibuktikan positif dalam sejumlah tanaman inang di negara yang berbeda, tetapi ada juga yang melaporkan negatif (Tavasoli, 2009)

Gambar 1. Partikel CPMMV pada SAP Daun Kacang Panjang (Brito *et al*., 2012)

Kemampuan vektor untuk mengirimkan CPMMV biasanya dipertahankan untuk maksimum 20-60 menit. Gejala pada tanaman inang berbeda-beda dan dalam musim yang berbeda. Pada *Vigna unguiculata*, CPMMV menyebabkan bercak klorosis menyebar pada daun primer, bintik-bintik sistemik dan distorsi daun. Pada kacang tanah, menyebabkan lesi nekrotik, cincin klorosis atau pola jalur diikuti oleh klorosis daun sistemik, rolling dan nekrosis. Pada kedelai dan *Phaseolus* menyebabkan pembuluh darah mosaik dan klorosis, diikuti oleh nekrosis apikal, distorsi dan stunting. Namun, laporan pertama dari CPMMV di Tanzania adalah gejala ringan pada *Vigna mungo* dan infeksi tanpa gejala dari *Phaseolus vulgaris*. Pada tomat, CPMMV menyebabkan bintik-bintik dan mencolok pita vena kecil (EPPO/CABI, 1996).

Gambar 2. Gejala *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) (a: *Vigna unguiculata subsp. Sesquipedalis*, b: Kedelai, c: *Chenopodium amaranticolor*) (Brito *et al.*, 2012)

CPMMV telah tersebar luas di sentra-sentra produksi kedelai di Indonesia sejalan dengan meningkatnya populasi vektor virus yaitu hama kutu kebul *(Bemisia tabaci)* di lapangan. Infeksi CPMMV dapat mengakibatkan kehilangan sampai 90%, tergantung varietas dan umur tanaman kedelai pada saat terinfeksi. Infeksi CPMMV pada umur muda akan mengakibatkan kehilangan hasil yang lebih tinggi dibanding apabila terinfeksi pada umur yang lebih tua (Arifin, 2012).

2.3 Virus-Virus yang Menyerang Kedelai

CPMMV merupakan salah satu virus yang menyerang tanaman kedelai. Terdapat virus-virus lain yang dapat menyerang tanaman kedelai. Berikut beberapa virus yang menyerang tanaman kedelai:

1. *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

   Mosaik adalah penyakit virus dari tanaman kedelai dan kacang-kacangan lain yang disebabkan oleh *Soybean Mosaic Virus* (SMV). SMV dapat ditularkan oleh vektor yaitu kutu daun. Gejala yang ditimbulkan pada tanamn, yaitu benih kedelai akan berbintik-bintik sedangkan gejala pada daun berupa mosaik, klorosis dan daun berkerut atau melengkung.

Gambar 3. Gejala SMV pada tanaman kedelai (Almeida *et al*. 2004)

   Pada daun muda menunjukkan gejala paling cepat. Gejala akan tampak jelas pada temperatur yang lebih dingin dan sering menghilang ketika panas. Gejala SMV dapat menyerupai virus lainnya, hal ini membuatnya sulit untuk mendiagnosanya. Pada varietas kedelai modern, tingkat penyebaran virus melalui biji antara 0-5%. Selain itu lebih dari 30 spesies kutu daun mengirimkan SMV di seluruh dunia, termasuk *Aphis glycines* (Almeida *et al*., 2004).

2. *Bean Yellow Mosaic Virus* (BYMV)

   BYMV memiliki kisaran inang yang luas, mudah menular secara mekanis, dan memiliki lebih dari 20 spesies kutu daun dengan cara penularan non persisten. Gejala beberapa strain BYMV membuat permukaan daun berbintik-bintik dan berkerut. Pada daun muda tanaman yang terinfeksi menunjukkan bintik kuning yang menyebar atau tidak terbatas di sepanjang vena utama (Lawrence, 2010).

Gambar 4. Gejala BYMV pada tanaman kedelai (Lawrence, 2010)

3. *Bean Common Mosaik Virus* (BCMV)

Bean Common Mosaic Virus (BCMV) merupakan salah satu penyebab mosaik pada kacang panjang dan termasuk virus penting yang dapat menyebabkan penurunan produksi (Zheng *et al*., 2002). Infeksi BCMV menjadi salah satu penyebab penyakit mosaik kuning di Jawa Barat dan Jawa Tengah dengan insidensi penyakit mencapai 100% (Damayanti *et al.*, 2009). Penyebab penting tersebarnya penyakit ini ialah sifat BCMV yang merupakan patogen tertular benih (Udayashankar *et al.*, 2010).

Gambar 5. Gejala BCMV pada tanaman kedelai (Damayanti *et al.* 2009)

Gejala infeksi BCMV pada tanaman kacang-kacangan berupa daun berwarna kuning terang, penebalan pada tulang daun, dan permukaan daun tidak rata akibat pertumbuhan urat daun tidak sebanding dengan pertumbuhan helaian daun (Zheng *et al*., 2002). Gejala infeksi BCMV yang lain berupa

mosaik berupa lepuhan, pola warna kuning dan hijau pada daun, malformasi daun, daun menggulung, tanaman menjadi kerdil, dan polong serta biji yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman sehat (Flores-Estévez *et al*., 2003; Udayashankar *et al.*, 2010).

4. *Bean Pod Mottle Virus*

Gambar 6. Gejala BPMV pada tanaman kedelai (Lawrence, 2010)

BPMV merupakan salah satu virus penting dari tanaman kedelai. Ini pertama kali dilaporkan di Arkansas pada tahun 1951 dengan penurunan produksi sebesar 10-60%, tergantung pada variasi dan geografis daerah, dengan penurunan hasil tertinggi terjadi ketika virus menginfeksi tanaman di awal musim. Gejala pada kedelai yang terinfeksi dapat bervariasi tergantung pada varietas. Gejala yang ditimbulkan berupa bintik klorosis ringan (Lawrence, 2010).

5. *Soybean Stunt Virus* (SSV)

Gambar 7. Gejala SSV pada tanaman kedelai (Balitkabi, 2015)

Virus ini juga dikenal sebagai *Cucumber Mosaic Cucumovirus, Soybean Stunt Strain* (CMV-SS). Gejala yang ditimbulkan akibat adanya serangan virus ini adalah mosaik pada daun dan tanaman tidak dapat tumbuh normal. SSV dapat menginfeksi sampai ke biji dan menimbulkan gejala berbentuk cincin berwarna coklat. Selain menyerang kedelai virus ini juga menyerang tanaman tembakau dan gulma jenis *C. amaranticolor*. SSV ditularkan secara non persisten oleh aphis dan penularan juga dapat melalui biji (Balitkabi, 2015).

2.4 Varietas Kedelai Unggul

Varietas memegang peranan penting dalam perkembangan penanaman kedelai karena untuk mencapai produktivitas yang tinggi sangat ditentukan oleh potensi daya hasil dari varietas unggul yang ditanam. Potensi hasil biji di lapangan masih dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik varietas dengan pengelolaan kondisi lingkungan tumbuh. Bila pengelolaan lingkungan tumbuh tidak dilakukan dengan baik, potensi daya hasil biji yang tinggi dari varietas unggul tersebut belum tercapai.

Proses pembentukan varietas kedelai unggul dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu introduksi, seleksi galur, dan persilangan varietas atau galur yang sudah ada. Tujuan pembentukan varietas unggul kedelai yaitu untuk meningkatkan produktivitas kedelai yang tidak dapat dipecahkan melalui pendekatan agronomi. Ada beberapa aspek yang dapat dicapai melalui pembentukan varietas unggul ini, antara lain sebagai berikut:

1. Meningkatkan potensi daya hasil biji
2. Memperpendek umur masak atau panen
3. Memperbaiki sifat ketahanan terhadap serangan penyakit utama kedelai, yaitu karat daun dan virus
4. Menambah sifat ketahanan terhadap hama utama

Pendukung utama dalam pengembangan kedelai melalui pengembangan teknologi produksi yaitu menciptakan varietas unggul. Selama kurun waktu sejak

tahun 1918-2004 telah berhasil dilepas sebanyak 60 varietas kedelai. Upaya-upaya pengembangan varietas unggul tanaman kedelai sebenarnya sudah dimulai sejak tahun 1916 dengan cara memasukkan varietas dari luar negeri, antara lain Cina, Taiwan, Manchuria, dan Amerika Serikat, namun demikian kegiatan hibridisasi atau persilangan-persilangan baru dimulai pada tahun 1930. Beberapa varietas yang berasal dari introduksi yaitu Otan, No. 27 (1918), dan No. 29 (1924) yang berasal dari Taiwan (Arifin, 2013).

2.5 Deskripsi Enam Varietas Kedelai

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill merupakan salah satu komoditas pangan bergizi tinggi sebagai sumber protein nabati dan rendah kolesterol dengan harga terjangkau. Kedelai juga merupakan komoditas pangan yang penting setelah padi dan jagung. Seiring berkembangnya pertanian di Indonesia, banyak diciptakan varietas-varietas kedelai baru yang memiliki berbagai keunggulan. Berikut deskripsi enam varietas kedelai yang digunakan dalam penelitian (Suhartina, 2005) :

1. Varietas Wilis

   Variatas Wilis dilepas pada 21 Juli 1983. Varietas ini dihasilkan dari hasil seleksi keturunan persilangan Orba x No. 1682. Tinggi tanaman dapat mencapai ±50 cm. Umur matang varietas ini sekitar 85-90 hari dengan hasil panen rata-rata 1,6 t/ha. Varietas Wilis memiliki ukuran biji kecil, yaitu berat biji per 100 gr hanya mencapai ±10 gr. Keunggulan varietas ini, yaitu ketahanan terhadap penyakit diantaranya tahan rebah, agak tahan karat daun dan agak tahan virus.

2. Varietas Gema

   Varietas ini dilepas pada 9 Desember 2011, yang dihasilkan dari seleksi persilangan galur introduksi Shirome dengan varietas Wilis. Varietas Gema dapat ditanam pada lahan sawah maupun tegal. Tinggi tanaman ±55 cm. Umur tanaman mencapai ±73 hari yang merupakan kategori umur genjah. Potensi hasil panen ±3,06 ton/ha. Varietas ini memiliki ukuran biji sedang dengan berat per 100 bijinya ±11,90 gr. Beberapa ketahanan terhadap hama yang dimiliki varietas Gema, diantaranya peka terhadap hama penghisap polong, agak tahan penggerek

polong, dan moderat terhadap ulat grayak. Sedangkan untuk penyakit yaitu peka terhadap virus CMMV dan moderat penyakit karat.

3. Varietas Anjasmoro

Dilepas pada 22 Oktober 2001, yang merupakan hasil seleksi massa dari populasi galur murni Mansuria. Varietas ini memiliki tinggi 64-68 cm. Anjasmoro merupakan varietas unggul umur dalam, yaitu ±92 hari dengan daya hasil sebesar 2,03-2,25 t/ha. Selain berumur dalam, Anjasmoro juga masuk kategori varietas unggul biji besar, dengan berat biji per 100 gr mencapai 15,3 gr. Sifat ketahanan yang dimiliki, diantaranya tahan rebah, dan moderat terhadap karat daun. Sedangkan sifat unggul lainnya berupa polong yang tidak mudah pecah.

4. Varietas Argomulyo

Varietas ini berasal dari introduksi dari Thailand, oleh PT. Nestle Indonesia pada tahun 1988 dengan nama asli Nakhon Sawan 1, namun baru dilepas di Indosesia pada tahun 1998. Argomulyo memiliki tinggi 40 cm dan daya hasil 1,5-2 t/ha. Sama halnya dengan Anjasmoro, Argomulyo juga merupakan varietas unggul biji besar, yaitu berat per 100 gr mencapai 16,0 gr. Umur panen tanaman 80-82 hari (umur genjah). Varietas ini juga tahan terhadap rebah dan tolerat karat daun. Keunggulan lain Argomulyo adalah varietas ini sesuai untuk bahan baku susu kedelai.

5. Varietas Gepak Kuning

Gepak Kuning dilepas pada tahun 2008, yang berasal dari hasil seleksi varietas local Gepak Kuning. Varietas ini dapat mencapai tinggi 55 cm dengan umur tanaman 73 hari (umur genjah). Gepak Kuning masuk dalam varietas unggul biji kecil, yaitu berat per 100 gr mencapai 8,25 gr. Sedangkan daya hasilnya 2, 86 ton/ha. Beberapa ketahanan terhadap hama diantaranya agak tahan ulat grayak, *Aphis* sp, penggulung daun dan *Phaedonia* sp. Varietas ini dapat beradaptasi baik di lahan sawah dan tegal, baik pada musim hujan maupun kemarau.

6. Varietas Grobogan

Varietas Grobogan berasal dari pemurnian populasi Lokal Malabara Grobogan dan dilepas tahun 2008. Grobogan memiliki tinggi 50-60 cm. Umur

tanaman ini ±76 hr (umur genjah) dengan rata-rata hasil 2,77 ton/ha. Varietas ini termasuk dalam varietas unggul biji besar, yaitu bobot biji per 100 gr mencapai ±18 gr. Tanaman dapat beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik. Sifat lainnya yaitu polong masak tidak mudah pecah.

2.6 Inokulasi Patogen

Inokulasi adalah terjadinya kontak patogen dengan inang. Bagian awal yang harus ditembus patogen untuk masuk ke dalam tanaman adalah lapisan lilin pada permukaan daun, ketebalan kutikula dan ketebalan epidermis. Pada beberapa patogen, penetrasi langsung ke sel epidermis sulit dilakukan. Ketebalan dinding sel epidermis menentukan resistensi tanaman terhadap patogen. Tanaman yang mempunyai dinding sel epidermis biasanya tahan, walaupun bila terjadi perlukaan maka resistensi tersebut menjadi patah. Virus bergerak secara pasif yakni melalui air, angin, aliran metabolisme dan lain-lain bukan melalui polen, spora atau alat gerak lainnya. Melalui pelukaan secara mekanis, virus dapat menginfeksi tanaman dengan mudah tanpa harus menembus dinding epidermis dan lapisan kutikula tanaman. Pelukaan tersebut harus tidak merusak jaringan tanaman yang menyebabkan nekrosis. Inokulasi CPMMV yang sering dilakukan adalah inokulasi secara mekanis, yakni menggunakan SAP. Penularan secara mekanik melalui cairan tanaman sakit biasanya dilakukan untuk menguji sifat ketahanan tanaman, salah satunya ketahanan terhadap CPMMV (Abadi, 2003).

Infeksi CPMMV berkorelasi erat dengan peningkatan aktifitas *peroksidase* pada tanaman yang terinfeksi virus. Penemuan ini disetujui berdasarkan laporan mengenai interaksi inang. Menurut Riedle (1997), pada kotiledon, tingkat *peroksidase* meningkat dalam waktu tiga hari setelah inokulasi sebagai reaksi terhadap keberadaan virus. Peningkatan ini dideteksi pada semua kotiledon yang diinokulasi virus, meskipun tidak ada perbedaan dari tanaman sehat yang terlihat

Berbagai penelitian yang berkaitan dengan virus sering menggunakan penularan secara mekanis, karena tingkat keberhasilannya dinilai cukup tinggi.

Penularan virus secara mekanik pada tanaman memberikan hasil yang optimal. Tanaman yang diinokulasi virus akan mengeluarkan gejala sesuai karakteristik virus tersebut. Berdasarkan penelitian Hadiastono (2010), tanaman yang terinfeksi virus mosaik, diduga akan ditemukan atau mengandung seratus ribu bahkan lebih dalam setiap sel atau jaringan. Penyebaran virus secara sistemik dari beberapa jenis virus dapat berlangsung secara menyeluruh, dan menginfeksi semua sel atau semua jaringan yang hidup. Menurut Abadi (2003), kondisi yang mendukung terjadinya infeksi yaitu : inokulum dalam jumlah yang cukup, arah angin, jarak antara inokulum dengan tumbuhan inang, jumlah dan ukuran inang, dan sifat permukaan tumbuhan inang (kasar tidaknya, adanya lapisan lilin dan sebagainya).

2.7 Mekanisme Patogen Menginfeksi Tanaman

Tumbuhan dikatakan sehat atau normal, apabila tumbuhan tersebut dapat melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya sesuai dengan potensial genetik terbaik yang dimilikinya (Agrios, 2005). Tumbuhan menjadi sakit apabila tumbuhan tersebut diserang oleh patogen atau dipengaruhi oleh agensia abiotik. Penyakit tumbuhan akan muncul bila terjadi kontak dan terjadi interaksi antara dua komponen (tumbuhan dan patogen). Untuk mendukung perkembangan penyakit maka harus adanya interaksi adanya tiga komponen yaitu patogen yang virulen, tanaman yang rentan dan lingkungan yang mendukung.

Kejadian penting dalam siklus penyakit meliputi: inokulasi (penularan), penetrasi (masuk tubuh), infeksi (pemanfaatan nutrien inang), invasi (perluasan serangan ke jaringan lain), penyebaran ke tempat lain dan pertahanan patogen. Berikut uraian tahapan mekanisme infeksi patogen (Adinugraha, 2008):

1. Inokulasi atau penularan

   Bagian dari patogen atau patogen yang terbawa agen tertentu yang mengadakan kontak dengan tanaman disebut inokulum atau penular. Dengan demikian inokulum merupakan bagian dari patogen atau patogen itu sendiri yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Pada jamur atau cendawan, inokulum dapat berupa miselium, spora, atau sklerotium. Pada bakteri, mikoplasma, dan

virus, inokulumnya berupa individu bakteri, individu mikoplasma, dan patikel virus itu sendiri. Pada tumbuhan parasitik, inokulum dapat berupa fragmen tumbuhan atau biji dari tumbuhan parasitik tersebut. Pada nematoda, inokulum dapat berupa telur, larva, atau nematoda dewasa.

Langkah-langkah yang terjadi pada proses inokulasi, dimulai dari : inokulum patogen sampai ke permukaan tubuh tanaman inang melalui perantaraan angin, air, serangga dan sebagainya. Meskipun inokulum yang dihasilkan patogen banyak sekali tetapi yang dapat mencapai tanaman inang yang sesuai hanya sedikit sekali. Beberapa tipe inokulum yang terbawa tanah, seperti zoospora dan nematoda dapat mencapai tanaman inang yang sesuai melalui substansi yang dikeluarkan oleh akar tanaman.

Semua patogen memulai melakukan serangan pada tingkat pertumbuhan vegetatif. Dengan demikian, spora jamur dan biji tumbuhan parasitik harus berkecambah terlebih dahulu. Untuk melakukan perkecambahan diperlukan suhu yang sesuai dan kelembaban dalam bentuk lapisan air pada permukaan tanaman. Keadaan basah atau bentuk lapisan air ini harus berlangsung cukup lama sampai patogen mampu masuk atau melakukan penetrasi ke dalam sel atau jaringan. Jika hanya berlangsung sebentar maka patogen akan kekeringan dan mati, sehingga gagal melakukan serangan.

2. Penetrasi

Penetrasi merupakan proses masuknya patogen atau bagian dari patogen ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang. Patogen melakukan penetrasi dari permukaan tanaman ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang melalui empat macam cara, yaitu secara langsung menembus permukaan tubuh tanaman, melalui lubang-lubang alami, melalui luka, dan melalui perantara (pembawa, vektor). Ada patogen yang dapat melakukan penetrasi melalui beberapa macam cara dan ada pula yang hanya dapat melakukan penetrasi melalui satu macam cara saja. Sering patogen melakukan penetrasi terhadap sel-sel tanaman yang tidak rentan sehingga patogen tidak mampu melakukan proses selanjutnya atau bahkan patogen mati tanpa menyebabkan tanaman menjadi sakit.

Tumbuhan parasitik dan nematoda melakukan penetrasi dengan cara langsung. Kebanyakan jamur parasit melakukan penetrasi pada jaringan tanaman dengan secara langsung. Spora jamur yang berkecambah akan membentuk buluh kecambah yang dapat digunakan untuk melakukan penetrasi, baik langsung menembus permukaan maupun melalui lubang alami dan luka. Bakteri biasanya melakukan penetrasi melalui luka atau dimasukan oleh perantara tertentu dan sedikit sekali yang masuk melalui lubang-lubang alami permukaan tanaman. Virus dan mikoplasma dapat melakukan penetrasi dengan melalui luka atau dimasukan oleh perantara atau vektor. Bakteri, virus, dan mikoplasma tidak pernah melakukan penetrasi secara langsung.

3. Infeksi

Infeksi merupakan suatu proses dimulainya patogen memanfaatkan nutrien (‘sari makanan’) dari inang. Proses ini terjadi setelah patogen melakukan kontak dengan sel-sel atau jaringan rentan dan mendapatkan nutrien dari sel-sel atau jaringan tersebut. Selama proses infeksi, patogen akan tumbuh dan berkembang di dalam jaringan tanaman.

Infeksi yang terjadi pada tanaman inang, akan menghasilkan gejala penyakit yang tampak dari luar seperti : menguning, berubah bentuk (malformasi), atau bercak (nekrotik). Beberapa proses infeksi dapat bersifat laten atau tidak menimbulkan gejala yang tampak mata, akan tetapi pada saat keadaan lingkungan lebih sesuai untuk pertumbuhan patogen atau pada tingkat pertumbuhan tanaman selanjutnya, patogen akan melanjutkan pertumbuhannya, sehingga tanaman menampakan gejala sakit.

4. Invasi

Invasi merupakan tahap pertumbuhan dan perkembangan patogen setelah terjadi infeksi. Individu jamur dan tumbuhan parasitik umumnya melakukan invasi pada tanaman dimulai sejak proses infeksi dengan cara tumbuh dalam jaringan tanaman inang, sehingga tanaman inang selain kehilangan nutrien, sel-selnya atau jaringan juga rusak karenanya.

Bakteri, mikoplasma, virus, dan nematoda melakukan invasi dan menginfeksi jaringan baru di dalam tubuh tanaman dengan jalan menghasilkan keturunan (individu-individu patogen) dalam jaringan yang terinfeksi. Keturunan patogen ini kemudian akan terpindah secara pasif ke dalam sel-sel jaringan lain melalui plasmodesmata (untuk virus), floem (untuk virus, mikoplasma), xilem (untuk beberapa jenis bakteri) atau dapat pula berpindah secara aktif dengan jalan berenang dalam lapisan air, seperti nematoda dan beberapa jenis bakteri motil (mempunyai alat gerak).

Patogen tanaman melakukan perkembangbiakan menggunakan beberapa cara. Jamur dengan membentuk spora, baik spora seksual maupun spora aseksual. Tumbuhan parasit melakukan perkembangbiakan menggunakan biji. Bakteri, dan mikoplasma berkembangbiak dengan membelah (fisi) sel. Virus melakukan replikasi pada sel-sel tanaman inang, dan nematoda berkembangbiak dengan bertelur.

5. Penyebaran

Penyebaran patogen berarti proses berpindahnya patogen atau inokulum dari sumbernya ke tempat lain. Penyebaran patogen dapat terjadi secara aktif maupun pasif. Penyebaran pasif yang berperan besar dalam menimbulkan penyakit, yaitu dengan perantaraan angin, air, hewan (terutama serangga), dan manusia. Beberapa patogen dapat melakukan penyebaran secara aktif, misalnya nematoda, zoospora dan bakteri motil. Ketiga macam inokulum ini mampu berpindah dalam jarak yang relatif pendek (mungkin hanya beberapa milimeter atau sentimeter) dengan menggunakan kekuatan sendiri sehingga kurang efektif dari segi perkembangan penyakit.

2.8 Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen

Tanaman tahan menurut Keller (2000) adalah tanaman yang memiliki kemampuan untuk bertahan terhadap keberadaan dan multiplikasi patogen yang dapat ditunjukkan dengan berkurangnya gejala penyakit dan kemampuan membatasi kehilangan hasil. Setiap tanaman memberikan respon yang berbeda terhadap infeksi

patogen, khususnya virus. Respon tersebut dapat berupa perubahan morfologi dan fisiologi tanaman. Ketahanan terhadap patogen adalah kemampuan tanaman untuk mencegah masuknya patogen atau menghambat perkembangan dan penyebaran patogen dalam jaringan tanaman. Menurut Batara (2004), tanaman akan mempertahankan diri dengan dua cara yaitu: (1) adanya sifat-sifat struktural pada tanaman yang berfungsi sebagai penghalang fisik dan akan menghambat patogen untuk masuk dan menyebar di dalam tanaman, dan (2) respon biokimia yang berupa reaksi-reaksi kimia yang akan terjadi di dalam sel dan jaringan tanaman, sehingga patogen dapat mati atau terhambat pertumbuhannya.

Pada kondisi normal, tanaman mempunyai pertahanan diri terhadap infeksi berbagai patogen. Pertahanan awal tanaman terhadap patogen adalah permukaan tanaman yang harus ditembus patogen. Menurut Abadi (2003), pertahanan struktural pada tanaman antara lain: jumlah serta kualitas lapisan lilin dan kutikula pada permukaan sel epidermis, struktur dinding sel epidermis, ukuran, kerapatan serta bentuk stomata dan lentisel, ketebalan dinding sel dalam jaringan yang akan menghambat perkembangan patogen. Semangun (2001), mengemukakan bahwa setiap varietas mempunyai variasi ketahanan yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jenis dan jumlah gen yang terdapat dalam masing-masing varietas. Ketahanan tanaman ditentukan oleh beberapa faktor yaitu virulensi patogen, umur tanaman, kondisi tanaman dan keadaan lingkungan di sekeliling tanaman.

Sifat ketahanan tanaman terdiri dari dua macam yaitu ketahanan vertikal dan ketahanan horizontal. Ketahanan vertikal adalah tanaman yang tahan terhadap beberapa ras patogen dan rentan terhadap ras lain dari patogen yang sama, dikendalikan oleh satu atau beberapa gen disebut sebagai ketahanan monogenik atau oligogenik. Ketahanan horizontal adalah semua tanaman yang mempunyai tingkat ketahanan yang efektif melawan setiap patogen yang menginfeksi dan dikendalikan oleh banyak gen sebagai disebut ketahanan multigenik (Abadi, 2003).

Selain ketahanan di atas, terdapat ketahanan tanaman terinduksi. Ketahanan tanaman terinduksi adalah fenomena dimana terjadi peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi oleh patogen setelah terjadi rangsangan. Ketahanan ini merupakan

perlindungan tanaman bukan untuk mengeliminasi patogen tetapi lebih pada aktivitas dari mekanisme pertahanan tanaman. Ketahanan terinduksi dikategorikan sebagai perlindungan secara biologi pada tanaman dimana tanaman adalah target metode ini bukan patogennya. Induksi resistensi atau imunisasi atau resistensi buatan adalah suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen-gen baru. Induksi resistensi menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif dan atau menstimulasi mekanisme resistensi alami yang dimiliki oleh inang. Ada dua bentuk ketahanan terinduksi yang umum yaitu *Sytemic Acquired Resistance* (SAR) dan *Induced Systemic Resistance* (ISR). Ketahanan tanaman terinduksi dapat dipicu dengan penambahan bahan-bahan kimia tertentu, mikroorganisme non patogen, patogen avirulen, ras patogen inkompatibel, dan patogen virulen yang infeksinya gagal karena kondisi lingkungan tidak mendukung. Ketahanan tanaman terinduksi karena penambahan senyawa kimia atau menginokulasikan patogen nekrotik sering diistilahkan dengan induksi SAR. Induksi SAR dicirikan dengan terbentuknya akumulasi asam salisilat (*salicylic acid*, SA) dan protein PR (patogenesis-related proteins, PR). Sedangkan ketahanan terinduksi karena agen biotik non-patogenik sering dikenal dengan ISR, seperti oleh rizobakteria (Lakani, 2008).

2.9 Induksi Ketahanan Fisik dan Kimia

Tanaman memiliki ketahanan dalam merespon patogen yang menyerangnya, salah satu ketahanan yang berhubungan langsung adalah ketahanan fisik dan kimia, yaitu terkait morfologi dan senyawa yang dihasilkan tanaman untuk menekan penyebaran patogen. Berikut uraian ketahanan fisik dan kimia pada tanaman (Semangun, 1996; Bos, 1994):

1. Ketahanan Fisik atau Mekanis

   a. Ketahanan mekanis pasif.

   Tumbuhan yang mempunyai ketahanan mekanis pasif mempunyai struktur morfologi yang menyebabkan sukar diinfeksi oleh patogen. Misalnya tumbuhan mempunyai epidermis yang berkutikula tebal, adanya lapisan lilin, mempunyai

mulut kulit sedikit dan sebagainya. Sebagai contoh Karet klon LCB 870 sangat tahan terhadap penyakit embun tepung (*Oidium heveae*) karena daun-daun mudanya mempunyai kutikula tebal. Ketahanan padi terhadap penyakit karat berhubungan dengan endapan asam kersik (silisium) pada dinding sel epidermis yang lebih tebal berkorelasi positif dengan ketahanan padi terhadap penyakit bercak coklat (*Dreshslera oryzae*).

Adanya lapisan lilin pada permukaan kutikula menyebabkan permukaan tumbuhan tidak basah pada waktu hujan. Ini dapat menghindarkan berkecambahnya spora jamur, sedangkan bakteri, zoospore jamur dan nematode tidak dpat berenang ke tempat yang memungkinkan terjadinya infeksi. Susunan kimia lilin juga berpengaruh terhadap ketahanan. Ketahanan padi terhadap bercak coklat berkorelasi positif dengan fraksi alkan total dari lapisan lilin pada permukaan daun. Beberapa patogen tidak dapat memasuki mulut kulit jika mulut kulit mempunyai lubang sempit. Misalnya *grapefruit* (*Citrus paradisi*) dengan mulut kulit yang lubangnya lebih lebar daripada jeruk keprok (*C. reticulata*), lebih rentan terhadap bakteri kanker jeruk (*Xanthomonas campestris pv. citri*). Mulut kulit beberapa kutivar gandum yang tahan terhadap penyakit karat lebih lama menutup pada siang hari sehingga mengurangi infeksi *Puccinia graminis*. Sejalan dengan hal ini, lentisel yang cepat bergabus menyebabkan umbi kentang lebih tahan terhadap infeksi *Streptomyces scabies*, penyebab penyakit kudis. Teh klon PS1 sangat tahan terhadap cacar the karena pucuknya mempunyai bulu-bulu (trikoma) yang lebat. Selain itu daun muda klon ini mempunyai mulut kulit yang kurang rapat.

b. Ketahanan mekanis aktif.

Mekanisme resistensi pasif adalah hasil sifat-sifat fisika dan kimia tumbuhan yang membatasi perkembangan patogen. Sifat-sifat ini sudah ada, terlepas dari berkontaknya patogen dengan tumbuhan inang. Pada resistensi aktif atau dinamik, mekanisme hanya bekerja setelah inang mengalami invasi patogen. Mekanisme ketahanan aktif merupakan hasil interaksi antara sistem genetik tumbuhan inang dengan patogen. Pada umumnya mekanisme

pertahanan aktif dianggap mempunyai arti yang lebih penting daripada mekanisme pertahanan pasif. Pertahanan mekanis yang aktif terutama terdiri atas reaksi ketahanan yang bersifat histologis, ini terjadi dengan pembentukan lapisan sel yang membatasi bagian tumbuhan yang terinfeksi dan terbentuknya bengkakan mirip kalus (kalosit) pada dinding sel. Di sekitar bagian yang terinfeksi dapat terbentuk lapisan pemisah yang terdiri atas lapisan gabus, sel-sel yang terisi gom (blendok), sel-sel absisi dan tilosis. Gabus luka berbentuk jaringan penyembuh bergabus yang melokalisasi patogen dalam jaringan yang terinfeksi. Hasil metabilisme patogen dapat memacu terbentuknya lapisan ini. Jamur marga *Elsinoe* (*Sphaceloma*), penyebab penyakit kudis, dapat memacu pembentukan sel-sel gabus, sehingga tumbuhan terasa kasar dan tampak berkudis. Misalnya ini terjadi pada penyakit kudis ubi jalar (*Elsinoe batatas*). Lapisan gabus juga terbentuk di sekeliling bercak nekrotik pada daun, misalnya yang terjadi pada bercak daun bit gula karena *Cercospora beticola*.

Infeksi patogen dapat menyebabkan terbentuknya gom yang terdapat pada sel-sel jaringan pada atau di sekitar bagian yang terinfeksi. Ada gom yang terutama terdiri atas pentosan yang bereaksi mirip peptin dan ini terjadi karena terlarutnya membrane yang berkayu. Selai itu terdapat blendok yang beraksi mirip lignin. Pada padi yang tahan terhadap karat atau blas di dalam sela-sela sel terjadi endapan yang mirip dengan gom luka yang melokalisasi jamur di dalam bagian yang mengalami infeksi awal. Lapisan absisi atau lapisan pemisah terjadi di sekitar bagian daun yang terinfeksi yang dapat menyebabkan bagian ini terlepas, sehingga terjadi gejala “lubang gotri” (shot-hole). Satu atau dua lapis sel sekitar bercak menjadi turgesen, berdinding tipis, dan seperti meristem. Jika lamella tengahnya terlarut, kesenjangan terjadi antara jaringan yang sehat dengan yang nekrotik. Sel-sel membengkak dan membulat terutama sel-sel palisade dan parenkim bunga karang, yang menyebabkan jaringan yang terinfeksi terlepas. Di belakang lapisan absisi ini sering terjadi lapisan sel yang tersusun seperti batu bata, rapat, bergabus dan sedikit berlignin. Kadang-kadang disini juga terjadi lapisan sel bergabus yang mencegah penguapan yang

berlebihan karena adanya jaringan yang terlepas. Tilosis terbentuk di dalam pembuluh kayu kebanyakan tumbuhan yang berada dalam berbagai cekaman dan infeksi kebanyakan patogen pembuluh.

Tilosis merupakan pertumbuhan yang luar biasa dari protoplas sel parenkim hidup di sampingnya, yang menonjol ke dalam ruang xylem melalui noktah. Tilosis mempunyai dinding selulosa yang tergantung dari banyak dan ukurannya dapat sama sekali menyumbat pembuluh yang bersangkutan. Pada beberapa varietas tilosis dibentuk dengan cepat dalam jumlah yang banyak mendahului patogen, pada saat patogen masih berada dalam akar-akar muda dan sama sekali menghentikan kemajuan patogen. Kecepatan pembentukan tilosis ini menentukan ketahanan tumbuhan terhadap patogen.

2. Ketahanan Kimia

Ketahanan ini terjadi karena adanya proses kimia untuk membentuk senyawa tertentu. Senyawa yang dihasilkan merupakan hasil metabolisme yang menimbulkan ketidakcocokan antara tanaman inang dengan patogen. Karena itu, patogen tidak dapat berkembang di dalam tubuh tanaman.

a. Ketahanan kimiawi pasif.

Suatu parasit hanya dapat menyerang tumbuhan tertentu yang mempunyai isi sel yang susunan kimianya cocok baginya. Karena kebanyakan jenis tumbuhan susunan kimiannya berbeda dengan jenis lainnya, pada umumnya parasit tertentu hanya dapat menyerang jenis tumbuhan tertentu dan tidak menyerang jenis lainnya. Umbi kentang yang tahan terhadap busuk lunak (*Erwinia carotovora*), kurang mengandung gula reduksi daripada yang rentan. Pada padi ketahanan terhadap penyakit karat berkorelasi negative dengan kadar nitrogen, nitrogen terlarut, asam-asam amino dan amina. Sedangkan ketahanan terhadap penyakit bercak coklat (*Dreschslera oryza*) berkorelasi negatif dengan kadar nitrogen total, asam amino bebas dan protein total.

Pada contoh lainnya, ketahanan kimiawi disebabkan karena adanya substansi yang menghambat, misalnya asam-asam minyak, ester, senyawa fenol dan zat-zat penyamak tertentu. Beberapa senyawa fenol dan zat-zat fenol dan

zat penyamak terdapat dengan kadar tinggi dalam jaringan muda yang tahan terhadap patogen. Jika jaringan menjadi tua, kadar zat penghambat menurun, demikian pula ketahanannya terhadap infeksi. Pada tomat muda terdapat tomatin yang mempunyai aktivitas anti jamur. Penelitian di Amerika Serikat menunjukkan bahwa ada korelasi antara kandungan riboflavin daun kacang tanah dengan ketahanannya terhadap penyakit bercak daun. Dalam beberapa hal ketahanan kimiawi telah lama diketahui. Misalnya Walker (1923), mengetahui bahwa *Colletotrichum circinans* tidak menyerang umbi lapis bawang yang mempunyai kulit luar kemerah-merahan atau kekuningan. Tetapi jika kulit yang berwarna ini dihilangkan, semua jenis bawang dapat diserang. Jika zat warna dari kulit berwarna tadi diekstrasi , ternyata jamur tidak dapt berkembang normal jika ditumbuhkan pada ekstrak tersebut, padahal jamur ini dapat tumbuh biasa dalam ekstrak bawang yang berkulit putih. Setelah dilakukan analisis diketahui bahwa subtansi toksik tadi adalah asam protokatekuat (*protocatechuic acid*) dan katekol (*catechol*). Zat warna merah pada rosella merah menyebabkan tanaman tahan terhadap penyakit busuk kaki hitam.

Beberapa tumbuhan tahan menghasilkan protein yang dapat menghambat enzim hidrolitik perusak sel yang dihasilkan oleh patogen. Di lain pihak sel tumbuhan inang mengandung enzim hidrolitik, seperti glukanase dan kitinase yang mampu merusak dinding sel patogen, yang menyebabkan inang tahan terhadap infeksi. Sebaliknya ketahanan dapat disebabkan karena tidak tersediannya senyawa tertentu yang diperlukan bagi perkembangan patogen. Spora tahan dari jamur *Plasmodiphora brassicae* dan *Spongospora subterranean* hanya dapat berkecambah jika ada perangsang yang terdapat dalam eksudat tumbuhan tertentu. Telur beberapa nematoda tidak dapat menetas jika tidak dapat stimulus khusus dari tumbuhan yang tentan. Beberapa tumbuhan menghasilkan senyawa yang menarik zoospora jamur tertentu.

Ketahanan dapat juga terjadi karena tumbuhan tidak peka terhadap toksin atau enzim yang dihasilkan oleh patogen. Ini dapat disebabkan karena

tumbuhan ,mengandung senyawa yang menginaktifkan toksin atau enzim yang dihasilkan patogen.

b. Ketahanan kimiawi aktif.

Dahulu dikira bahwa tumbuhan bersifat pasif dalam menghadapi serangan patogen. Tetapi terdapat banyak bukti bahwa tumbuhan dapat bereaksi aktif terhadap patogen, mirip dengan imunitas (*acquired immunity*) yang terdapat pada hewan dan manusia. Mekanisme petahanan aktif atau dinamis hanya beekerja jika innag mengalami invasi patogen dan merupkan hasil interaksi antara sistem genetik inang dan patogen.

Tumbuhan dapat mengadakan reaksi hipersensitif atau lewat peka terhadap infeksi. Pada tumbuhan yang rentan terjadi hubungan yang kompatibel antara inang dan patogen, sehingga patogen dapat meluas dalam badan inang tanpa hambatan. Tetapi pada tumbuhan yang tahan, sel-sel sekitar patogen kehilangan turgornya, berwarna coklat, berbulir (granuler) dan sel mati dengan cepat. Seterusnya reaksi hipersensitif ini juga meliputi hilangnya permeabilitas membrane sel, meningkatnya respirasi, akumulasi dan oksidasi senyawa fenol, dan pembentukan fitoleksin. Istilah hipersensitivitas ini diperkenalkan oleh stakman pada tahun 1914-1915, untuk menggambarkan reaksi nekrotik pada semai gandum yang resisten terhadap *Puccinia graminis*. Makin tahan inangnya, makin cepat matinya sel, sehingga semakin cepat jamur menjadi inaktif. Semula diduga bahwa reaksi hipersensitif hanya kan berguna dalam ketahanan terhadap patogen biotrof, yang hanya dapat memperoleh nutrisi dari jaringan hidup. Tetapi ternyata bahwa reaksi ini juga berhubungan dengan terhambatnya perkembangan patogen nekrotrof. Bahkan reaksi yang mirip dengan ini juga terjadi pada ketahanan tumbuhan terhadap virus, bakteri, nematode dan serangga. Diduga bahwa jaringan yang hipersensitif menjadi beracun atau sekurang-kurangnya menghambat perkembangan patogen dalam badan tumbuhan.

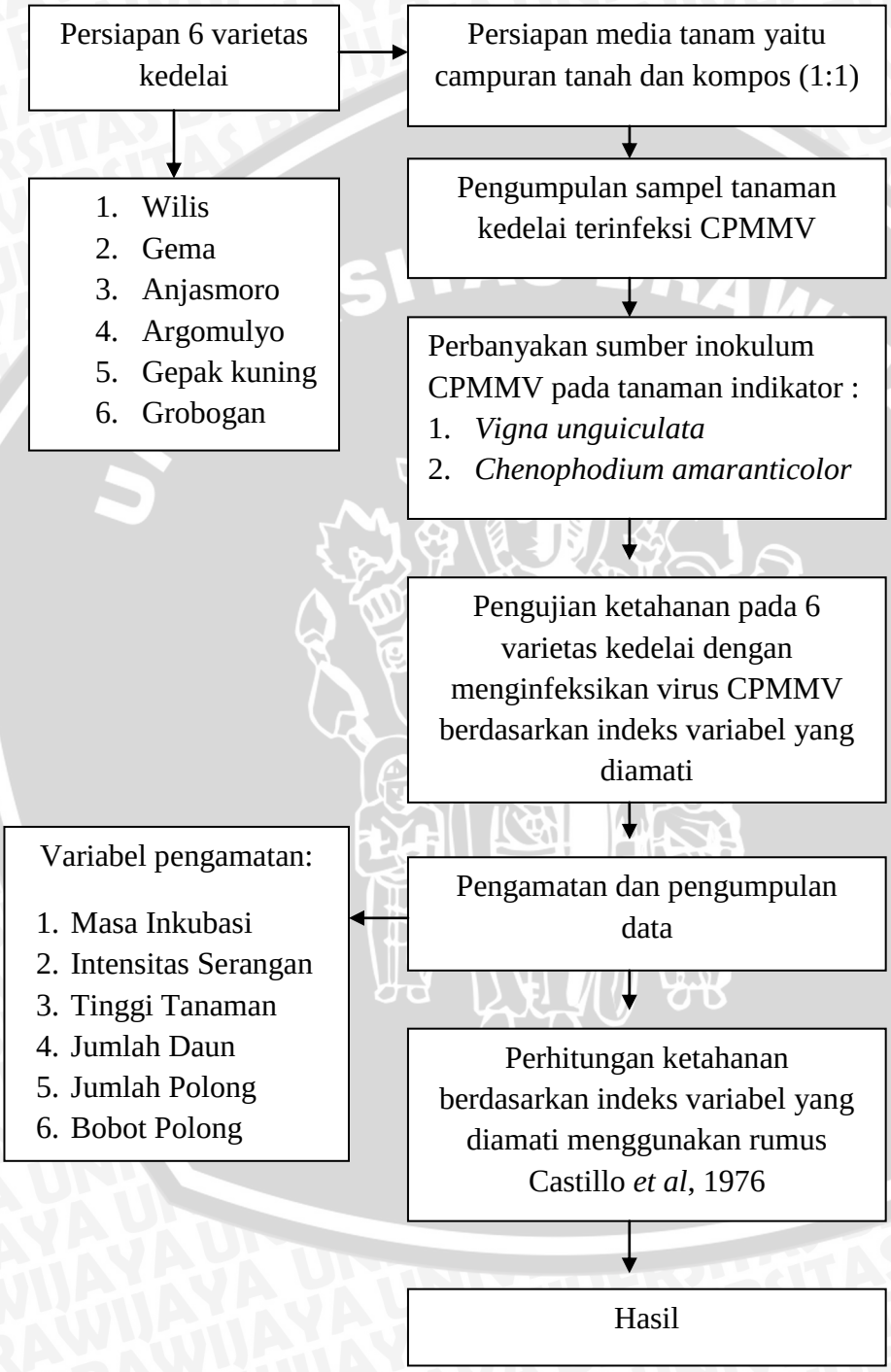
Tumbuhan dapat tahan terhadap toksin yang dihasilkan oleh patogen karena dapat menawarkan (detoksifikasi) atau menetralkan toksin itu. Misalnya

Helminthosporium sacchari menyebabkan terjadinya gejala bercak mata pada daun tebu karena *helmintosporosida* yang dihasilkannya. Toksin ini secara spesifik terikat pada fraksi protein membrane pada protoplas inang yang rentan sehingga menyebabkan terganggunya fungsi membrane dan terhambatnya transport ion lewat membran tersebut. Pada inang yang tahan pengikatan itu tidak terjadi.

Mekanisme pertahanan aktif yang banyak diteliti adalah pembentukan fitoaleksin (*phytoalexin*). Istilah fitoaleksin untuk pertama kali diperkenalkan oleh Muller dan Borger (1940) untuk melukiskan senyawa fungistatik atau fungitoksik yang dihasilkan oleh kentang sebagai hasil reaksi hipersensitif terhadap ras-ras *Phytophthora infestans* yang tidak kompatibel. Fitoaleksin berasal dari kata yunani *phyton* yang berarti tumbuhan dan *alexin* yang berarti senyawa penangkal atau penangkis. Fitoleksin adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan jaringan inang sebagai tanggapan terhadap invasi patogen. Senyawa ini terakumulasi sampai pada suatu aras yang menghambat perkembangan patogen. Untuk pertama kali Muller (1958) berhasil memisahkan fitoleksin dari polong buncis yang diinokulasi dengan jamur busuk buah. Setelah itu banyak fitoleksin yang dipisahkan dari berbagai tumbuhan. Baik tumbuhan tahan tau rentan menghasilkan fitoleksin, tetapi tumbuhan yang tahan membentuknya lebih cepat.

III. METODOLOGI

3.1 Kerangka Operasional Penelitian



3.2 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Virologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dan *Screen House* yang berlokasi di Kediri. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei sampai dengan Juli 2016.

3.3 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah polybag 5 kg, cetok, label, meteran, gembor, plastik, timbangan analitik, gunting, gelas ukur (vol. 10 ml), kasa, kapas, mortar dan penumbuk, cawan Petri, dan kamera.

Bahan yang digunakan adalah inokulum CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) yang diperoleh dari tanaman kedelai yang terserang CPMMV di lahan UPT. Pengembangan Benih Palawija, Singosari. Benih kedelai yang digunakan adalah varietas Wilis, Gema, Anjasmoro, Argomulyo, Grobogan dan Gepak kuning yang didapatkan dari Balitkabi, Malang. Bahan lainnya seperti tanaman indikator yaitu kacang tunggak (*Vigna unguiculata)*, dan *Chenopodium amaranticolor*, tanah steril, karborundum 600 mesh, aquadest steril, formalin 5%, buffer fosfat 0,01 M pH 7, dan pupuk kompos.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 12 perlakuan, dimana 6 perlakuan tanpa inokulasi dan 6 perlakuan inokulasi. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan pada enam varietas kedelai, yaitu :

K1 : Varietas Wilis tanpa inokulasi

K2 : Varietas Gema tanpa inokulasi

K3 : Varietas Anjasmoro tanpa inokulasi

K4 : Varietas Argomulyo tanpa inokulasi

K5 : Varietas Gepak Kuning tanpa inokulasi

K6 : Varietas Grobogan tanpa inokulasi

K01 : Varietas Wilis inokulasi

K02 : Varietas Gema inokulasi

K03 : Varietas Anjasmoro inokulasi

K04 : Varietas Argomulyo inokulasi

K05 : Varietas Gepak Kuning inokulasi

K06 : Varietas Grobogan inokulasi

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5%, apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%.

3.5 Persiapan Penelitian

3.5.1 Persiapan Inokulum dan Identifikasi Virus

Inokulum CPMMV yang digunakan berasal dari tanaman kedelai yang terserang virus. Sebelum inokulum CPMMV digunakan dalam penelitian, terlebih dahulu dilakukan identifikasi menggunakan tanaman indikator. Inokulum berbentuk SAP diinokulasikan secara mekanis pada tanaman indikator yaitu, *Vigna unguiculata*, dan *Chenopodium amaranticolor*.

3.5.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah yang telah disterilkan dengan menggunakan formalin 5%. Media tanam selanjutnya ditutup dengan plastik selama 2-3 hari lalu dikeringanginkan dan dipindah ke polybag berukuran 5 kg. Tanah dicampur dengan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1.

3.5.3 Persiapan Benih Tanaman Uji

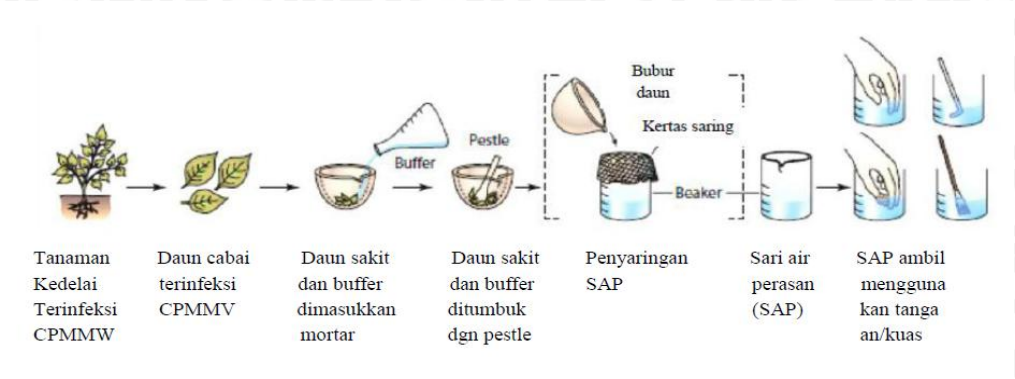
Benih kedelai sebelum ditanam, direndam terlebih dahulu dengan air agar memudahkan penyerapan air oleh benih, sehingga kulit benih yang menghalangi penyerapan air menjadi melemah. Selain itu juga digunakan untuk pencucian benih sehingga benih terbebas dari patogen yang menghambat perkecambahan benih. Setelah itu enam varietas kedelai yaitu Wilis, Gema, Anjasmoro, Argomulyo, Gepak kuning dan Grobogan ditanam di dalam polybag yang berisi media yang telah disterilkan. Setiap polybag diisi dengan

satu/dua benih kedelai. Pemilihan tanaman dilakukan sepuluh hari setelah tanam dari masing-masing varietas yang pertumbuhannya baik.

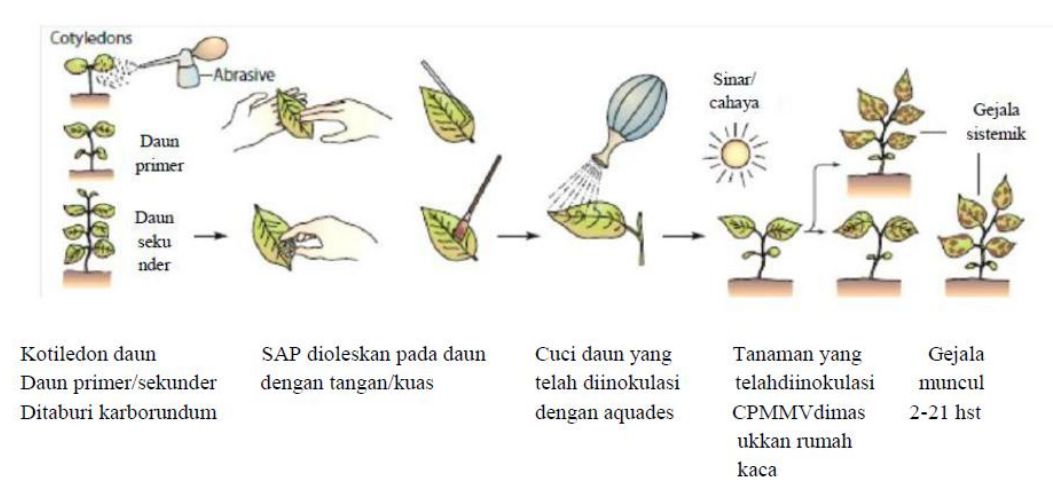
3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Penularan Virus

Penularan virus pada percobaan ini menggunakan cara mekanik. Daun kedelai yang terserang CPMMV sebanyak 5 gram dilumatkan dengan mortar yang berfungsi untuk memecahkan sel tumbuhan untuk membantu keluarnya virus dari sel ke cairan perasan. Kemudian ditambahkan *buffer fosfat* 0,01 M pH 7 sebanyak 10 ml yang berfungsi untuk menetralkan virus atau menstabilkan virus dalam cairan perasan, khususnya terhadap pengaruh keasaman larutan terhadap persistensi virus dalam cairan perasan. Setelah pencampuran *buffer fosfat*, daun ditumbuk lagi sampai halus. Kemudian daun yang sudah hancur disaring dengan menggunakan kasa steril untuk memisahkan ampas dan SAP (Gambar 8). Permukaan daun kedelai diolesi dengan karborundum 600 mesh. SAP diusapkan pada daun muda kedelai yang berumur 10 hari setelah tanam dengan menggunakan jari secara berlahan-lahan agar jaringan epidermis pada permukaan daun tidak rusak. Menurut Arifin (2013), inokulasi virus dengan menggunakan karborundum dapat meningkatkan keberhasilan inokulasi. Umumnya digunakan karborundum berukuran 400-600 mesh. Inokulasi dengan cairan tumbuhan atau cairan lain yang mengandung virus harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari luka yang berlebihan. Setelah beberapa menit, daun dialiri dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa karborundum (Gambar 9).



Gambar 8. Pembuatan SAP (Agrios, 2005)



Gambar 9. Inokulasi Virus Secara Mekanik (Agrios, 2005)

3.6.2 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi seleksi tanaman yang akan ditanam, penyiraman, dan pengendalian hama dan penyakit selain virus.

1. Seleksi Tanaman

Seleksi tanaman dilakukan setelah tanaman tumbuh dengan 2-4 helai daun. Seleksi tanaman dilakukan untuk memilih tanaman yang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik agar perlakuan dalam penelitian dapat berjalan optimal.

2. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan interval dua kali sehari pada pagi dan sore hari secara teratur. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan tanaman sehingga tidak mengalami kekeringan dan layu.

3. Pengendalian Hama, Penyakit dan Gulma

Pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) dilakukan secara mekanis, dengan sanitasi gulma yang tumbuh di sekitar tanaman inang. Untuk pengendalian hama dilakukan juga dengan mengambil hama tersebut kemudian mematikannya dan penyemprotan sesuai dosis dan kebutuhan.

3.7 Variabel Pengamatan

3.7.1 Masa Inkubasi

Masa inkubasi adalah periode waktu dari inokulasi sampai munculnya gejala pada tanaman kedelai. Pengamatan masa inkubasi dilakukan mulai satu hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pertama pada daun muda.

3.7.2 Intensitas Serangan

Metode yang digunakan untuk pengukuran intensitas serangan CPMMV *(Cowpea Mild Mottle Virus)* adalah menghitung persen atau skor daun tanaman sakit. Menurut Abadi (2003), pengukuran persen daun tanaman yang sakit digunakan pada penyakit yang walaupun tidak membunuh, tetapi semua bagian tanaman yang sakit akan menyebabkan kerusakan yang menyeluruh, misalnya karena serangan virus.

Sepuluh hari setelah tanam, tanaman uji diinokulasi dengan CPMMV. Dari adanya gejala yang muncul, tingkat intensitas serangan penyakit dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Abadi, 2003):

$$I = \frac{\Sigma(nxv)}{NXZ} \; x \; 100\%$$

Keterangan :

I : Intensitas serangan

N : Jumlah daun tiap tanaman

n : Jumlah daun dari tiap kategori serangan

Z : Nilai skor tertinggi

v : Nilai skala dari tiap kategori serangan

Tabel 1. Skala Kategori Serangan CPMMV pada Kedelai

Skala	Karakteristik gejala serangan
0	Tidak muncul gejala
1	Lokal nekrotik/klorotik
2	Mosaik ringan
3	Mosaik berat
4	Mosaik berat dan daun menggulung

Sumber : Kusumawati, 2013

3.7.3 Pertumbuhan Tanaman

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai titik tumbuh tanaman menggunakan meteran. Tujuan pengamatan pertumbuhan tanaman ini adalah untuk mengetahui pengaruh CPMMV terhadap laju pertumbuhan tanaman. Satuan yang digunakan dalam mengukur tinggi tanaman adalah centimeter (cm). Waktu pengukuran tinggi dimulai 1 hsi (hari setelah inokulasi) sampai muncul fase generatif yaitu munculnya bunga dengan interval 1 minggu sekali.

2. Jumlah daun

Penghitungan jumlah daun dimulai setelah tanaman kedelai diinokulasi virus. Perhitungan jumlah daun dilakukan setiap seminggu sekali bersamaan dengan pengamatan parameter tinggi tanaman.

3.7.4 Produksi Tanaman

1. Jumlah Polong Per Tanaman

Jumlah polong ditentukan dengan menghitung total polong per tanaman kemudian dirata-rata. Jumlah polong dihitung untuk pengaruh CPMMV terhadap produksi pada masing-masing varietas.

2. Bobot Polong Per Tanaman

Bobot polong dihitung dengan cara menimbang polong per varietas sesuai dengan perlakuan dan ulangan kemudian dirata-rata. Bobot polong dinyatakan dengan satuan gram (gr)

3.8 Penilaian Tingkat Ketahanan Tanaman

Penilaian tingkat ketahanan dari enam varietas kedelai uji yang terinfeksi CPMMV didasarkan pada nilai indeks variabel yang diamati. Perhitungan nilai indeks menggunakan acuan dari Castillo *et al*., 1976 (dalam Heroetadji, 1983) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Nilai Indeks Tertinggi} = \frac{\text{Jumlah Tertinggi Setiap Variabel yang Diamati}}{\text{Jumlah Nilai Huruf Variabel Tersebut}}$$

$$\text{Nilai Indeks Terendah} = \frac{\text{Nilai Indeks Tertinggi}}{\text{Nilai notasi Tertinggi Variabel Tersebut}}$$

$$\text{Nilai Indeks Selanjutnya} = \frac{\text{Nilai Indeks Terendah x Nilai Indeks yang Mendampingi}}{\text{Jumlah Nilai Huruf Variabel Tersebut}}$$

Penentuan interval kategori ketahanan diperoleh dari selisih indeks tertinggi dan rerata terendah untuk tanaman yang diinokulasi dengan CPMMV dibagi menjadi empat kategori ketahanan berdasarkan yaitu tahan, sedang, rentan, sangat rentan.

$$\text{Interval Ketahanan} = \frac{\text{Rerata Indeks Tertinggi} - \text{Rerata Indeks Terendah}}{4\ (\text{tahan, sedang, rentan, sangat rentan})}$$

3.9 Perhitungan Prosentase Penurunan

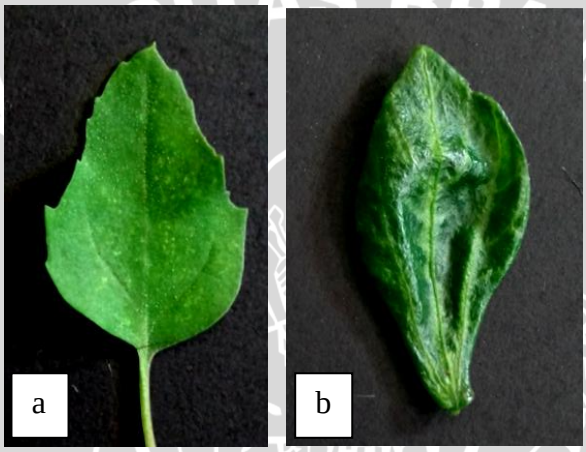
Untuk mengetahui pengaruh infeksi CPMMV pada enam varietas kedelai, maka dilakukan perhitungan prosentase penurunan pada variabel pengamatan. Yaitu tinggi tanaman, jumlah daun serta jumlah dan bobot polong. Rumus yang digunakan yaitu (Riduan *et al*., 2005):

$$\text{Penurunan (\%)} = \frac{\text{Tanaman Kontrol} - \text{Tanaman Terinfeksi}}{\text{Tanaman Kontrol}} x100\%$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Masa Inkubasi dan Gejala Serangan pada Tanaman Indikator yang Diinokulasi *Cowpea Mild Mottle Virus (*CPMMV*)*

Tanaman indikator yang digunakan dalam percobaan ini, yaitu Kacang tunggak (*Vigna unguiculata),* dan *Chenopodium amaranticolor*. Berdasarkan hasil pengamatan, gejala infeksi virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) pada *Vigna unguiculata* muncul pada 5 hari setelah inokulasi (hsi).



Gambar 10. Gejala *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) (a: Klorotik pada *Chenopodium amaranticolor,* b*:* Malformasi pada *Vigna unguiculata)* (Dokumentasi Pribadi)

Gejala yang ditimbulkan berupa bercak-bercak kuning pada gejala awal, mosaik, hingga daun berkerut dan mengecil (Gambar 10b). Brito *et al*. (2012), mengemukakan jika gejala umum yang muncul pada *Vigna unguculata* berupa daun berbintik, mosaik ringan hingga distorsi. Pada *Chenopodium amaranticolor,* gejala yang muncul akibat infeksi CPMMV yaitu adanya bintik-bintik seperti tusukan pada sebagian permukaan daun (Gambar 10a). Gejala tersebut muncul pada 14 hari setelah inokulasi. Gejala tersebut sama halnya pada Almeida *et al.* (2014), yang menjelaskan gejala CPMMV pada *C. amaranticolor* berupa klorotik local lesson.

CPMMV adalah salah satu virus yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia dan menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman terganggu. CPMMV menginfeksi secara sistemik dengan gejala yang jelas nampak pada tanaman yang

terinfeksi. CPMMV dapat menimbulkan gejala bercak-bercak kuning, mosaik atau mosaik kasar, berkerut-kerut, klorosis, nekrosis apikal, dan malformasi daun, tergantung pada kultivar kedelai yang terinfeksi (Wijaya, 2016).

Menurut Noveriza *et al*. (2012) tanaman yang terserang *potyvirus*, daun tanaman akan nampak mengalami klorosis berat (mosaik), berubah bentuk (malformasi), dan berukuran sangat kecil. Selain itu, perbedaan masa inkubasi pada setiap tanaman indikator diduga berkaitan erat dengan tanggapan tanaman terhadap infeksi virus dan keberhasilan virus dalam memperbanyak diri dalam jaringan tanaman. Abdullahi *et al.* (2005) mengemukakan bahwa tingkat perkembangan patogen ditentukan oleh kondisi organ atau jaringan tanaman yang relatif tidak sama. Menurut Hadiastono (2010), pergerakan dan penyebaran virus di dalam tanaman akan terjadi apabila ada kompatibilitas antara virus dan inangnya. Berdasarkan kompatibilitas antara virus dan inang tersebut menyebabkan gangguan metabolisme tanaman. Gangguan metabolisme tersebut dapat menyebabkan rusaknya membran sel, gangguan aktifitas kerja enzim inang sehingga reaksi kimia sel inang yang menyimpang dan bersifat pasif. Pengaruh lingkungan juga berpengaruh terhadap perkembangan virus dalam tubuh tanaman.

4.2 Masa Inkubasi dan Gejala Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* pada Tanaman Kedelai

Inokulasi virus *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV), dilakukan pada enam varietas kedelai dengan tingkat ketahanan yang berbeda. Pengamatan dilakukan setiap hari setelah pelaksanaan inokulasi hingga muncul gejala pertama.

Tabel 2. Rerata Masa Inkubasi CPMMV pada Enam Varietas Kedelai

Varietas Kedelai	Rerata Masa Inkubasi (Hari)
Wilis	5,33 a
Gema	5,66 a
Anjasmoro	5,66 a
Argomulyo	5,00 a
Gepak Kuning	4,66 a
Grobogan	4,66 a

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

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 2), gejala infeksi virus muncul sekitar 4,66-5,66 hari setelah inokulasi. Varietas Grobogan dan Gepak Kuning memiliki rerata masa inkubasi paling cepat, yaitu 4,66 atau 5 hari setelah inokulasi. Sedangkan masa inkubasi terlama pada Varietas Gema dan Anjasmoro dengan 5,66 atau 6 hari setelah inokulasi.

Virus yang memiliki virulensi yang tinggi mampu dengan cepat menginfeksi tanaman. Periode inkubasi, insidensi dan keparahan penyakit diukur berdasarkan gejala yang muncul dan menandakan kemampuan virus untuk berkembang dan bergerak di dalam jaringan tanaman. Tanaman yang tahan memiliki periode inkubasi yang lebih lama dibandingkan tanaman yang rentan. Tanaman yang tahan terhadap virus mampu menghambat replikasi dan penyebaran virus di dalam tanaman atau perkembangan gejala, sehingga konsentrasi virus di dalam tanaman menjadi rendah. Sebaliknya tanaman yang rentan adalah tanaman yang tidak mampu menghambat replikasi dan penyebaran virus di dalam tanaman yang dicirikan dengan konsentrasi virus yang tinggi dan masa inkubasi atau munculnya gejala yang cepat (Harim, 2015).

Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan jika varietas Anjasmoro dan Gema yang tergolong varietas rentan, memiliki masa inkubasi yang lebih lama dibandingkan dengan varietas Gepak Kuning dan Grobogan yang tergolong tahan

virus. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan bentuk ketahanan fisik dan kimia pada tanaman. Ketahanan fisik berkaitan dengan morfologi tanaman, salah satunya adalah perbedaan kerapatan trikoma pada enam varietas kedelai. Varietas Grobogan dan Gepak kuning merupakan varietas yang memiliki trikoma yang rapat namun sebaliknya pada varietas Anjasmoro. Hal ini didukung penelitian Warid (2014) yang menyatakan pada umur 14 hari kerapatan trikoma pada varietas Grobogan mencapai 2,3/mm^{-2}, sedangkan pada varietas Anjasmoro dengan kerapatan 1,3/mm^{-2}. Menurut Nasrudin (2013), varietas Gepak kuning memiliki kerapatan sebesar ±80/cm^{2}. Hal ini berhubungan dengan penularan virus yang digunakan adalah penularan secara mekanik, yang membuat virus ditularkan melalui pelukaan pada daun. Dengan trikoma yang rapat, maka trikoma yang patah akibat pelukaan semakin banyak, sehingga potensi virus masuk ke dalam tanaman lebih banyak dan cepat. Sedangkan ketahanan kimia berkaitan dengan sifat struktural dan reaksi biokimia antara inang dan virus. Akin (2006), mengemukakan infeksi virus mengakibatkan terjadinya penurunan proses biokimia kloroplas dan pigmen fotosintesis lainnya seperti karoten dan xantofil serta klorofil daun. Menurut Wijaya (2016), mekanisme pada tanaman yang resisten cepat terjadi setelah patogen muncul, sehingga dapat menghambat atau mencegah perkembangan patogen, sebaliknya pada tanaman yang rentan, mekanisme tersebut lebih lambat terjadi sehingga patogen telah berkembang terlebih dahulu. Sehingga pada varietas tahan seperti Gepak Kuning, gejala dapat terlihat lebih cepat dibandingkan pada varietas rentan.

Berdasarkan hasil pengamatan enam varietas kedelai (Tabel 3), infeksi CPMMV pada enam varietas kedelai (*Glycine max* L.) menimbulkan gejala yang tidak jauh berbeda. Gejala yang muncul pada tanaman uji sesuai dengan gejala yang muncul pada tanaman indikator. Gejala infeksi yang ditimbulkan yaitu timbul bercak-bercak kuning tidak beraturan pada gejala awal, mosaik, dan pada varietas Anjasmoro terdapat daun yang permukaannya menjadi kasar. Menurut Brito *et al* (2012) gejala yang paling umum pada tanaman yang terserang CPMMV berupa daun ber bintik, mosaik ringan dan distorsi. Hal ini diperkuat dalam Tavasoli *et al*. (2009) yang

mengemukakan kedelai yang terinfeksi CPMMV dapat dilihat dengan indikator nekrotik lokal yang diikuti oleh mosaik sistemik, bintik ringan, dan nekrosis pada daun yang diikuti oleh keritingnya bagian bawah daun kedelai. Gejala yang sama juga dikemukakan EPPO / CABI (1996) bahwa CPMMV menyebabkan bercak klorosis menyebar pada daun primer, bintik-bintik sistemik dan distorsi daun. Pada kedelai mosaik dan klorosis pada daun diikuti nekrosis apikal, dan distorsi. Berikut adalah gejala khas CPMMV pada enam varietas kedelai:

Tabel 3. Gejala Serangan Khas pada Masing-Masing Varietas

Varietas	Daun Sehat	Daun Terinfeksi CPMMV	Gejala yang Timbul
Wilis			Mosaik (hijau pucat, kuning/membentuk daerah klorotik berbatas tegas oleh vena-vena kecil bahkan bulatan teratur pada daun)
Gema			Bercak kuning tidak beraturan pada beberapa bagian daun
Anjas Moro			Bercak kuning tidak beraturan pada beberapa bagian daun dan permukaan daun menjadi kasar

Argo Mulyo			Mosaik (hijau pucat, kuning/membentuk daerah klorotik berbatas tegas oleh vena-vena kecil bahkan bulatan teratur pada daun)
Gepak kuning			Mosaik (hijau pucat, kuning/membentuk daerah klorotik berbatas tegas oleh vena-vena kecil bahkan bulatan teratur pada daun)
Grobo Gan			Mosaik (hijau pucat, kuning/membentuk daerah klorotik berbatas tegas oleh vena-vena kecil bahkan bulatan teratur pada daun)

Gejala mosaik pada tanaman kedelai disebabkan infeksi virus mempengaruhi mekanisme penurunan fotosintesis pada tanaman, sehingga menunjukkna gejala mosaik atau menguning yang merupakan akibat efisiensi kloroplas yang menurun. Akin (2006) lebih lanjut menjelaskan pada daun yang terinfeksi virus akan terjadi perubahan bentuk, ukuran, dan penggumpalan kloroplas serta penumpukan pati. Wahyuni (2003) menjelaskan bahwa secara umum diketahui bahwa sel yang baru saja terinfeksi akan kehilangan klorofil dan pigmen lainnya. Sel ini kemudian mengalami klorosis sehingga timbul lesion klorosis setempat (*cholorotic localization*). Bagian yang mengalami klorosis lebih pucat dari bagian sekitarnya.

Secara teori, gejala ini terjadi karena terjadinya deposit kalose pada sel, penebalan dinding sel yang terjadi secara fisik karena lignifikasi, sintesis molekul antibiotic vakuola dan sintesis molekul protein tertentu. Hal ini menyebabkan lamela tengah dinding sel yang terdiri atas pektin akan terurai menjadi asam pektat dan diikat

oleh Ca^{2+} dan menyebabkan sel mengalami pencoklatan. Sehingga timbul sebagaiman gejala yang telah disebutkan sebelumnya.

4.3 Intensitas Serangan *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)* pada Enam Varietas Kedelai

Berdasarkan hasil sidik ragam (Lampiran 2), intensitas serangan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) pada enam varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) menunjukkan varietas kedelai mempengaruhi tingkat intensitas serangan CPMMV. Gejala serangan virus yang ditemukan pada daun kedelai berskala ringan sampai sedang. Rerata intensitas serangan dari tanaman uji berkisar 22,60-32,22%. Varietas dengan rerata intensitas serangan tertinggi adalah varietas Anjasmoro dengan 32,22%, sedangkan intensitas terendah pada varietas Gepak Kuning dengan prosentase 22,60% (Tabel 4). Perbedaan intensitas tersebut menunjukkan bahwa infeksi CPMMV mempengaruhi varietas Anjasmoro lebih besar dibandingkan varietas lainnya, sehingga menimbulkan kerusakan yang tinggi dibandingkan varietas lainnya.

Tabel 4. Intensitas Serangan CPMMV pada Enam Varietas Kedelai

Varietas	Rerata Intensitas Serangan (%)
Wilis	31,59 bc
Gema	26,51 ab
Anjasmoro	32,22 c
Argomulyo	26,92 abc
Gepak Kuning	22,60 a
Grobogan	25,55 a

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

Perbedaan prosentase intensitas serangan CPMMV, dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ketahanan tanaman kedelai terhadap serangan CPMMV. Hal ini berkaitan dengan perbedaan respon tanaman terhadap patogen yang dimiliki oleh masing-masing varietas tersebut (Mayasari, 2010).

Seperti yang dikemukakan Sa'idah (2013) ketahanan tanaman akibat virus sangat bervariasi. Variasi tersebut dipengaruhi oleh strain virus, virulensi, dan perbedaan genetik tanaman. Menurut Barmawi *et al*. (2009), tanaman dikatakan tahan virus apabila tanaman hanya mengalami sedikit infeksi dan terbatas. Rendahnya infeksi karena tanaman yang tahan mampu menghambat replikasi virus dan melokalisasi virus pada sel yang terinfeksi, sehingga tidak terjadi penyebaran virus ke bagian lain. Hal serupa juga dikemukanan oleh Wijaya (2016), yaitu tanggap tanaman terhadap serangan penyakit berbeda-beda. Tanaman menggunakan berbagai sistem untuk menghambat, membatasi atau mencegah pertumbuhan parasit yang menyerang. Setiap tanaman memiliki potensi secara genetik untuk mekanisme resisten dalam menanggapi serangan penyakit. Menurut Lisnawati (2003) bahwa semua tanaman mempunyai potensi secara genetik untuk mekanisme resistensi terhadap cendawan, bakteri, virus dan nematoda patogen. Mekanisme pada tanaman yang resisten cepat terjadi setelah patogen muncul, sehingga dapat menghambat atau mencegah perkembangan patogen, sebaliknya pada tanaman yang rentan, mekanisme tersebut lebih lambat terjadi sehingga patogen telah berkembang terlebih dahulu.

Besar ataupun kecil tingkat intensitas pada masing-masing varietas, menggambarkan ketahanan yang berbeda. Hal ini berhubungan dengan mekanisme ketahanan tersebut terbentuk, baik ketahanan secara fisik (mekanis) ataupun secara kimiawi. Ketahanan fisik (mekanis) berhubungan dengan sifat-sifat fisika dan kimia tumbuhan yang membatasi perkembangan patogen. Sifat-sifat ini sudah ada, terlepas dari adanya kontak patogen dengan tanaman inang. Pada resistensi aktif atau dinamik, mekanisme hanya bekerja setelah inang mengalami invasi patogen. Mekanisme ketahanan fisik aktif merupakan hasil interaksi antara sistem genetik tanaman inang dengan patogen. Pertahanan mekanis yang aktif terutama terdiri atas reaksi ketahanan yang bersifat histologis, ini terjadi dengan pembentukan lapisan sel yang membatasi

bagian tumbuhan yang terinfeksi dan terbentuknya bengkakan mirip kalus (kalosit) pada dinding sel. Di sekitar bagian yang terinfeksi dapat terbentuk lapisan pemisah yang terdiri atas lapisan gabus, sel-sel yang terisi gom (blendok), sel-sel absisi dan tilosis. Gabus luka berbentuk jaringan penyembuh bergabus yang melokalisasi patogen dalam jaringan yang terinfeksi, sehingga gejala tidak menyebar (Semangun, 2001).

Sedangkan ketahanan kimia terjadi karena adanya proses kimia untuk membentuk senyawa tertentu. Senyawa yang dihasilkan merupakan hasil metabolisme yang menimbulkan ketidakcocokan antara tanaman inang dengan patogen. Karena itu, patogen tidak dapat berkembang di dalam tubuh tanaman. Ketahanan kimiawi disebabkan karena adanya substansi yang menghambat, misalnya asam-asam minyak, ester, senyawa fenol dan zat-zat penyamak tertentu. Beberapa senyawa fenol dan zat-zat fenol dan zat penyamak kadar tinggi terdapat dalam jaringan muda yang tahan terhadap patogen. Jika jaringan menjadi tua, kadar zat penghambat menurun, demikian pula ketahanannya terhadap infeksi. Beberapa tumbuhan tahan menghasilkan protein yang dapat menghambat enzim hidrolitik perusak sel yang dihasilkan oleh patogen (Bos, 1994).

Di lain pihak sel tumbuhan inang mengandung enzim hidrolitik, seperti glukanase dan kitinase yang mampu merusak dinding sel patogen, yang menyebabkan inang tahan terhadap infeksi. Sebaliknya ketahanan dapat disebabkan karena tidak tersediannya senyawa tertentu yang diperlukan bagi perkembangan patogen. Ketahanan dapat juga terjadi karena tumbuhan tidak peka terhadap toksin atau enzim yang dihasilkan oleh patogen. Ini dapat disebabkan karena tumbuhan ,mengandung senyawa yang menginaktifkan toksin atau enzim yang dihasilkan patogen (Semangun, 2001). Tumbuhan dapat mengadakan reaksi hipersensitif atau lewat peka terhadap infeksi. Pada tumbuhan yang rentan terjadi hubungan yang kompatibel antara inang dan patogen, sehingga patogen dapat meluas dalam badan inang tanpa hambatan. Tetapi pada tumbuhan yang tahan, tanaman merespon dengan menginduksi kematian sel secara cepat mengelilingi patogen sehingga terlokalisasi. Selama respon ini berlangsung, terjadi pengiriman sinyal ke bagian tanaman yang

tidak terinfeksi untuk mengaktifkan mekanisme pertahanan inducible dan selanjutnya akan timbul resistensi yang sistemik (SAR) untuk mengurangi tingkat keparahan serangan (Lakani, 2008).

Pada penelitian Maftuhah (2014) menjelaskan bahwa pada varietas rentan, seperti Anjasmoro mengalami penurunan protein lebih besar, yaitu 0,76 µg/ml dibandingkan varietas Wilis yang hanya mengalami penurunan 0,17 µg/ml setelah terinfeksi CPMMV. Berdasarkan hasil identifikasi protein, CPMMV juga membuat dua pita protein terekspresi lebih tipis daripada kondisi normal, yang mengindikasikan jumlah protein menurun. Kedua protein ini adalah protein dengan berat molekul (BM) 12-14 kDa dan 9-10 kDa. Carlbeg *et al.* (2002) menjelaskan bahwa protein dengan berat tersebut merupakan kelompok tilakoid fosfoprotein yang berperan sebagai regulasi utama di semua fungsi seluler, kontrol metabolik dan proses fotosintesis. Dengan terganggunya proses fotosintesis maka akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

4.4 Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Pada pengamatan pertumbuhan tanaman, terdapat dua variabel pengamatan yang diamati, yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan variabel ini dilakukan setiap seminggu sekali. Pengamatan dilakukan pada tanaman uji (terinfeksi virus) dan tanaman kontrol sebagai pembanding. Data yang diperoleh, diolah untuk mendapatkan nilai rerata pada masing-masing variabel.

4.4.1 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis (Lampiran 2), infeksi CPMMV tidak berpengaruh nyata terhadap variabel tinggi tanaman. Hal ini diindikasikan karena secara morfologi enam varietas kedelai yang digunakan memiliki rata-rata tinggi yang sama yaitu, diantara ±40-60 cm, selain itu pada perlakuan yang diterapkan bersifat homogen. Beriku rata-rata tinggi tanaman kedelai:

Tabel 5. Rerata Tinggi Enam Varietas Kedelai

Varietas	Kontrol (cm)	Terinfeksi (cm)	Penurunan (%)
Wilis	53,00	47,33 a	10,69
Gema	55,00	48,66 a	11,51
Anjasmoro	59,00	49,00 a	16,94
Argomulyo	57,66	47,66 a	17,34
Gepak Kuning	51,00	50,66 a	0,65
Grobogan	53,00	51,00 a	3,77

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

Dari Tabel 5 di atas terlihat bahwa diantara masing-masing perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada tanaman yang terinfeksi CPMMV, rata-rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan Grobogan dengan 51,00 cm, dan yang terendah terdapat pada perlakuan Wilis 47,33 cm. Dari tabel diatas juga dapat dilihat bahwa varietas Gepak Kuning memiliki prosentase penurunan terendah dengan 0,65%, sedangkan penurunan terendah pada varietas Anjasmoro dengan 16,94%. Meskipun tidak memberi pengaruhnya nyata, namun jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi terdapat penurunan akibat CPMMV.

Menurut Jones *et al*. (2005) menyatakan bahwa tinggi tanaman berkurang dengan adanya serangan CPMMV. Bahkan hasil penelitian menunjukkan adanya pengerdilan. Menurut Agrios (1996) tanaman yang menunjukkan gejala infeksi virus akan mengalami gangguan pada system metabolisme dan fisiologi tanaman. Penurunan produksi hormone tumbuh yang dihasilkan tanaman, disertai dengan penurunan jumlah klorofil merupakan pengaruh umum yang terjadi pada tanaman dalam mempengaruhi tinggi tanaman. Sehingga rerata tinggi tanaman yang diinokulasi memiliki nilai yang lebih rendah. Virus masuk

ke dalam floem, maka akan sangat cepat virus tersebut menuju daerah pertumbuhan (meristem apikal) atau bagian penting lainnya. Virus menyebar ke seluruh tanaman secara sistemik dan masuk ke sel parenkim yang berbatasan dengan floem melalui plasmodesmata.

Agrios (2005) mengemukakan bahwa tumbuhan dapat menunjukkan gejala akut segera setelah inokulasi, bahkan menyebabkan kematian inang. Jika inang dapat bertahan hidup pada permulaan fase serangan, maka gejala cenderung menjadi lebih lemah (gejala kronis) pada bagian tumbuhan yang berkembang dan memungkinkan dapat sembuh sebagian atau secara total. Dilain pihak, gejala mungkin berkembang menjadi ganas dengan cepat dan menyebabkan kemunduran pertumbuhan secara bertahap secara lambat atau cepat. Sehingga varietas dengan prosentase penurunan tinggi, inang (varietas) tidak dapat bertahan pada permulaan fase serangan CPMMV, sehingga virus menyebar ke seluruh bagian tumbuhan dan mengganggu sistem metabolisme tanaman.

4.4.2 Jumlah daun

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 2), didapatkan infeksi CPMMV berpengaruh terhadap rerata jumlah daun pada enam varietas kedelai (Tabel 6). Pada tanaman terinfekasi virus CPMMV, rerata tertinggi pada varietas Wilis dengan 52,66 dan rerata terendah pada varietas Gepak Kuning dengan 45,00. Hasil perhitungan prosentase penurunan pada jumlah daun, didapatkan hasil yaitu varietas Anjasmoro mengalami penurunan terbanyak dengan 23,20%, sedangkan penurunan terkecil adalah varietas Wilis 1,25%. Dari hasil prosentase penurunan tersebut, infeksi CPMMV menurunkan jumlah daun pada varietas Anjasmoro lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya.

Tabel 6. Rerata Jumlah Daun Enam Varietas Kedelai

Varietas	Kontrol	Terinfeksi	Penurunan (%)
Wilis	53,33	52,66 bcd	1,25
Gema	54,00	48,00 abc	11,11
Anjasmoro	60,33	46,33 ab	23,20
Argomulyo	55,66	50,66 abcd	8,98
Gepak Kuning	56,66	45,00 a	20,58
Grobogan	55,66	47,66 abc	14,37

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

Infeksi CPMMV menghambat pertumbuhan jumlah daun pada keenam varietas kedelai. Seperti yang dikemukaan Maftuhah (2014) bahwa penurunan hasil oleh virus terutama disebabkan rendahnya aktivitas fotosintesis sebagai akibat penurunan jumlah klorofil dan kerusakan stomata. Penurunan efisiensi klorofil dan penurunan pertumbuhan daun serta masih banyak proses metabolisme dalam tanaman yang dihambat akibat serangan virus. Mekanisme penurunan aktivitas fotosintesis pada tanaman terinfeksi virus ditunjukkan dengan gejala mosaik atau menguning yang merupakan akibat kloroplas yang menurun.

Selain faktor metabolisme pada tanaman, reaksi virus pada inang juga dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, yang menyebabkan terhambatnya pembentukan daun. Seperti yang dikemukakan Arifin (2013), gejala awal yang berkembang pada tempat masuknya virus ke dalam sel tanaman disebut gejala lokal dan seringkali jelas berbentuk areal sel-sel yang sakit, yang disebut bilur. Bilur bervariasi ukurannya,dari sebesar titik ujung jarum sampai bercak yang lebih besar, yang dapat menjadi klorotik, karena

hilangnya klorofil, atau nekrotik (jika sel-sel mati). Bilur seringkali terjadi setelah penularan virus melalui cairan tanaman secara mekanis ke permukaan daun dan kadang-kadang setelah dimakan serangga yang membawa virus, seperti kutu daun, walaupun hal ini jarang terjadi.

Pada beberapa interaksi antara inang dan virus, virus tidak mampu menyebar ke luar lokasi awal infeksi dan bilur lokal mungkin merupakan satu-satunya gejala yang dapat diamati. Tipe reaksi yang sangat terbatas ini disebut reaksi hipersensitif. Jika virus tidak ditahan, virus akan menyebar ke dalam mesofil daun. Segera sesudah virus mencapai sistem jaringan pembuluh, virus akan menyebar sangat cepat ke seluruh tanaman, sehingga mengakibatkan terjadinya infeksi sekunder atau sistemik.

Gejala mosaik terjadi jika sel-sel tertentu dalam organ tanaman yang dipengaruhi virus, biasanya daun, terinfeksi dan berubah warna, sementara sel-sel lainnya tampak normal. Sel-sel yang terinfeksi biasanya berwarna hijau pucat, karena produksi klorofil berkurang. Bentuk dan pola gejala-gejala mosaik sangat bervariasi bergantung tanamannya. Pada jenis- jenis monokotil, gejala ini biasanya tampak berbentuk garis atau goresan. Pada jenis-jenis dikotil, bila bagian yang warnanya berubah bentuknya bundar, seringkali disebut sebagai moreng (*mottle*), burik klorotik (*chlorotic flecking*), dan bercak.

4.5 Produksi Tanaman Kedelai

Pada pengamatan produksi tanaman, terdapat dua variabel pengamatan yang diamati, yaitu jumlah dan bobot polong. Pengamatan variabel ini dilakukan pada proses panen. Data yang diperoleh, diolah untuk mendapatkan nilai rerata pada masing-masing variabel.

4.5.1 Jumlah Polong

Berdasarkan hasil penelitian, infeksi CPMMV memberi pengaruh nyata pada rerata jumlah polong dari enam varietas kedelai (Tabel 7). Varietas Gepak Kuning memiliki rerata jumlah polong terbanyak yaitu 31,00, sedangkan rerata terendah adalah varietas Gema dan Anjasmoro dengan

jumlah polong 14,00. Pada prosentase penurunan, varietas Anjasmoro mengalami penurunan terbesar yaitu 42,45%, sedangkan penurunan terendah pada varietas Gepak kuning dengan 4,11%.

Tabel 7. Rerata Jumlah Polong Enam Varietas Kedelai

Varietas	Kontrol	Terinfeksi	Penurunan (%)
Wilis	28,33	19,00 abc	32,93
Gema	23,00	14,00 a	39,13
Anjasmoro	24,33	14,00 a	42,45
Argomulyo	21,00	18,66 ab	11,14
Gepak Kuning	32,33	31,00 de	4,11
Grobogan	29,66	19,33 abc	34,82

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

Menurut Duriat (1995) bahwa secara biologis maupun fisiologis tanaman yang terserang virus akan berkembang tidak secara penuh. Namun tanaman yang terinfeksi virus, secara langsung akan mengganggu proses metabolisme tanaman, sehingga mengakibatkan gangguan terhadap pertumbuhan dan menghambat pertumbuhan. Semakin muda umur tanaman terinfeksi virus maka metabolisme tanaman terganggu mengakibatkan pembentukan cabang berkurang dan pembentukan bunga menjadi tidak sempurna dan mempengaruhi jumlah polong.

Ciri yang lebih spesifik pada biji terinfeksi CPMMV menyebabkan biji mottle, walaupun tidak berkorelasi dengan konsentrasi virus dalam biji. Polong yang dihasilkan oleh biji terinfeksi menjadi kecil, melengkung dan berkurang jumlahnya, beberapa polong menjadi salah bentuk sehingga biji mengalami malformasi serta polong tidak berbiji. Di atas 30% atau lebih biji

dari tanaman sakit menghasilkan biji terinfeksi virus terutama terjadi jika infeksi sebelum berbunga (Andayani, 2009).

Pengaruh infeksi CPMMV pada kedelai juga berkaitan dengan viroid. Viroid adalah patogen tumbuhan yang sangat kecil yang terdiri dari kecil beruntai tunggal molekul RNA, biasanya hanya beberapa ratus nukleotida panjang. Tidak seperti virus, mereka tidak memiliki protein kapsid untuk melindungi materi genetik mereka dari kerusakan. Viroid tidak kode untuk protein dan umumnya dalam bentuk melingkar. Viroid dianggap mengganggu metabolisme tanaman terkemuka untuk keterbelakangan. Mereka mengganggu produksi protein nabati karena mengganggu transkripsi pada sel inang. Transkripsi adalah proses yang melibatkan menyalin informasi genetik dari DNA ke RNA. Pesan DNA ditranskripsi digunakan untuk menghasilkan protein. Viroid menyebabkan sejumlah penyakit tanaman yang sangat mempengaruhi produksi tanaman (Damayanti *et al*., 2009).

Funayama (2006) mengemukakan keberadaan virus di floem menghambat translokasi nutrisi yang dihasilkan saat fotosintesis. Gangguan fisiologis tersebut yang akan menghambat proses pertumbuhan sehingga mempengaruhi kualitas dan kuantitas polong kedelai. Oleh karena itu, infeksi CPMMV pada tanaman kedelai dapat menimbulkan penurunan hasil.

4.5.2 Bobot Polong

Berdasarkan hasil penelitian (Lampiran 2) menunjukkan infeksi CPMMV mempengaruhi rerata bobot polong enam varietas kedelai. Varietas Anjasmoro mengalami penurunan tertinggi dengan 42,46%, sedangkan penurunan terrendah pada varietas Gepak Kuning dengan prosentase penurunan sebesar 1,86%. Dari hasil ini, infeksi CPMMV memberi dampak besar pada varietas Anjasmoro dibandingkan dengan varietas lain (Tabel 8).

Tabel 8. Rerata Bobot Polong Enam Varietas Kedelai

Varietas	Kontrol (gr)	Terinfeksi (gr)	Penurunan (%)
Wilis	17,28	11,59 ab	32,94
Gema	14,03	8,54 a	39,13
Anjasmoro	14,84	8,54 a	42,46
Argomulyo	12,81	11,38 ab	11,11
Gepak Kuning	19,27	18,91 c	1,86
Grobogan	18,04	11,79 ab	34,62

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

Menurut Lecoq *et al.* (1998), buah pada tanaman yang terserang virus biasanya tidak dapat mencapai masa kematangan dan mungkin terjadi nekrosis pada buah tersebut. Pendapat Lecoq diperkuat oleh Abadi (2003) yaitu serangan virus dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman termasuk pembentukan polong. Nutrisi yang seharusnya ada untuk pembentukan polong tidak tersedia karena digunakan virus untuk replikasi. Sehingga Polong yang dihasilkan memiliki bobot yang ringan akibat tidak sempurnanya pembentukan biji akibat infeksi virus.

4.6 Ketahanan Tanaman Kedelai Kedelai Terhadap Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus (CPMMV)*

Penilaian kategori ketahanan diterapkan pada enam varietas kedelai yang memiliki perbedaan tingkat ketahanan. Perbedaan ketahanan tersebut dilihat dari kerusakan dan perubahan dari masing-masing parameter. Dari enam varietas yang diuji terdapat empat kategori ketahanan, yaitu tahan, agak tahan, rentan, sangat rentan. Parameter yang digunakan untuk menghitung kategori ketahanan tanaman

kedelai terhadap infeksi virus CPMMV yaitu, masa inkubasi, intensitas serangan, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong dan berat polong. Dari enam parameter yang dianalisis, virus CPMMV mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan tingkat yang berbeda. Perbedaan pada setiap varietas kedelai diduga erat karena faktor genetik dari masing-masing varietas yang mempengaruhi tingkat ketahanannya.

Berdasarkan perhitungan enam parameter diatas dapat dihitung nilai indeks ketahanan untuk masing-masing varietas kedelai (Tabel 9).

Tabel 9. Nilai Indeks Ketahanan Enam Varietas Kedelai Terhadap Infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV)

Varietas	MI	IS	TT	JD	JP	BP	Σ	Rata rata	Ketahanan
Wilis	17.4	14.5	17.4	17.4	13.0	13.0	92.8	15.4	Tahan
Gema	17.4	8.7	17.4	13.0	8.7	8.7	73.9	12.3	Sangat Rentan
Anjasmoro	17.4	17.4	17.4	13.0	8.7	8.7	82.6	13.7	Rentan
Argomulyo	17.4	11.6	17.4	13.0	13.0	13.0	85.5	14.2	Sedang
Gepak Kuning	17.4	5.8	17.4	8.7	17.4	17.4	84.1	14.0	Sedang
Grobogan	17.4	5.8	17.4	13.0	13.0	13.0	79.7	13.2	Rentan

Keterangan : MI : Masa Inkubasi JD : Jumlah Daun JP : Jumlah Polong
IS : Intensitas Serangan BP : Bobot Polong

Berdasarkan Tabel 9, dapat dijelaskan bahwa dari enam varietas yang diinokulasi virus CPMMV, varietas yang termasuk kategori tahan hingga sangat rentan yaitu varietas Wilis, Argomulyo, Gepak Kuning, Anjasmoro, Grobogan dan Gema. Perbedaan tingkat ketahanan disebabkan faktor genetik tanaman terhadap infeksi CPMMV, akibat metabolisme terganggu dan menyebabkan kerusakan pada tanaman kedelai.

Tanaman dapat dikatakan tahan virus apabila tanaman tersebut hanya mengalami sedikit infeksi dan terbatas. Rendahnya infeksi karena tanaman yang tahan mampu menghambat replikasi virus dan melokalisasi virus pada sel yang terinfeksi, sehingga tidak terjadi penyebaran virus ke bagian lain. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap virus dapat berupa penghambatan perpindahan virus antar sel, antar jaringan, dan antar organ (Barmawi, 2009).

Menurut Gunaeni (2013), ketahanan tanaman inang terhadap infeksi patogen dibagi menjadi dua, yaitu ketahanan pasif dan aktif. Salah satu bentuk ketahanan tanaman terhadap penyakit yaitu ketahanan mekanis yang merupakan ketahanan aktif. Sifat ketahanan aktif terjadi setelah tanaman terinfeksi. Ketahanan pasif disebabkan adanya struktur tanaman yang menjadi penghalang patogen untuk melakukan penetrasi karena tanaman mempunyai epidermis yang berkutikula tebal, lapisan lilin, dan jumlah stomata sedikit. Ketahanan metabolik juga merupakan ketahanan pasif yang disebabkan adanya senyawa-senyawa metabolit yang dihasilkan tanaman, baik sebelum maupun sesudah infeksi. Sifat-sifat tanaman resisten dipengaruhi oleh faktor (1) genetik yaitu sifat tahan yang diatur oleh sifat-sifat genetik, (2) morfologi yaitu sifat tahan yang disebabkan oleh sifat morfologi tanaman, dan (3) ekologi yaitu ketahanan tanaman yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan

Ketahanan terhadap suatu penyakit dikendalikan oleh gen-gen ketahanan yang terekspresi membentuk struktur-struktur tanaman yang akan mendukung terjadinya mekanisme ketahanan terhadap penyakit tersebut. Tanggap berbagai tanaman terhadap serangan penyakit tidak akan sama, tanggap yang terjadi pada tanaman terhadap serangan penyakit adalah dengan membentuk pertahanan berupa jaringan yang tidak menguntungkan bagi parasit seperti pembentukan kutikula yang tebal. Semua tanaman mempunyai potensi secara genetik untuk mekanisme resistensi terhadap cendawan, bakteri, virus dan nematoda patogen. Mekanisme pada tanaman yang resisten cepat terjadi setelah patogen muncul, sehingga dapat menghambat atau mencegah perkembangan patogen, sebaliknya pada tanaman yang rentan, mekanisme tersebut lebih lambat terjadi sehingga patogen telah berkembang terlebih dahulu (Wijaya, 2016).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Tingkat ketahanan enam varietas kedelai terhadap CPMMV adalah sebagai berikut : varietas Wilis merupakan varietas yang tahan terhadap infeksi CPMMV sedangkan varietas Argomulyo dan Gepak Kuning merupakan varietas yang sedang terhadap infeksi CPMMV. Kemudian varietas Anjasmoro merupakan varietas yang rentan dan Gema merupakan varietas sangat rentan terhadap infeksi CPMMV.
2. Setiap varietas memberikan respon yang berbeda terhadap infeksi CPMMV, tergantung dengan bentuk ketahanan fisik maupun kimia yang dimilikinya yang mempengaruhi penurunan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai.

5.2 Saran

Varietas Wilis dapat digunakan sebagai alternatif sebagai benih produksi bagi petani karena varietas ini merupakan varietas yang tahan terhadap infeksi *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV). Namun perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan skala lapang dan penambahan variabel pengamatan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

.

DAFTAR PUSTAKA

Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan Jilid 2. Bayumedia. Malang.

Abdullahi, I., M. Koebler, H. Stachewicz, S. Winter. 2005. The 18s rDNA Sequence of Synchyntium Endobioticum and Its Utility in Microarrays for The Simultaneous Detection of Fungal and Viral Pathogens of Potato. Applied Microbiology and Biotechnology 68: 368-375.

Adie, M.M., dan A. Krisnawati. 2007. Biologi Tanaman Kedelai. Sumarno, Suyamto, Widjono A, Hermanto, Kasim H, (eds). Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman pangan. hlm 45-73.

Adinugraha, W.C. 2008. Timbulnya Penyakit Tumbuhan. IPB. Bogor.

Adisarwanto, T. 2005. Kedelai. Penebar Swadaya. Jakarta.

Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Agrios, N. G. 2005. Plant Pathology. Departemen of Plant Pathology. University of Florida. United States of America.

Akin, H. 2003. Respon Beberapa Genotipe Kedelai Terhadap Infeksi CPMMV. Universitas Lampung. Lampung. Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika Vol. 3 No. 2: 40-43 (2003). Universitas Lampung. Lampung.

Akin, H.M. 2006. *Virologi Tumbuhan*. Kanisius. Yogyakarta.

Aliyu, T.H., O.S. Balogun, and L. Kumar. 2012. Survey of The Symptoms and Viruses Associated With Cowpea in The Agro Ecological Zones of Kwara State, Nigeria. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management EJESM, 4(5): 2.

Almeida, A.M.R., F.F. Piuga, S.R. Marin, E.W. Kitajima, J.O. Gaspar, T.G. Oliveira, and T.G. Moraes. 2005. Detection and Partial Characterization of A Carlavirus Causing Stem Necrosis of Soybean in Brazil. Fitopatol Bras. 30:191-194.

Andayani, W.R. 2009. *Soybean Mosaic Virus* (SMV) dan Distribusi di Jawa Timur. Agri-tek Volume 10 Nomor 2 September 2009. Pertanian Universitas Merdeka. Madiun.

Arifin, A.S. 2012. Kajian Morfologi Anatomi dan Agronomi antara Kedelai (*Glycine max)* Sehat dengan Kedelai yang terserang *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) Serta Pemanfaatannya sebagai Bahan Ajar Pengelolaan Hama Terpadu di Sekolah Menengah Kejuruan. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang.

Arifin, A.S. 2013. Kajian Morfologi Anatomi dan Agronomi Antara Kedelai Sehat dengan Kedelai Terserang *Cowpea Mild Mottle Virus* serta Pemanfaatannya Sebagai Bahan Ajar Sekolah Menengah Kejuruan. Jurnal Pendidikan Sains, Volume 1, Nomor 2, Juni 2013, Halaman 115-125. Universitas Negeri Malang. Malang.

Badan Litbang Pertanian. 2015. Produksi Kedelai di Indonesia. http://www.litbang.pertanian.go.id/. Diakses 10 Oktober 2016.

Balitkabi. 2015. Penyakit-penyakit Virus pada kedelai. http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2045-penyakit-penyakit-virus-pada-kedelai.pdf. diakses: 22 November 2016.

Barmawi, M. 2007. Pola Segregasi Dan Heritabilitas Sifat Ketahanan Kedelai Terhadap Cowpea Mild Mottle Virus Populasi Wilis X Mlg2521. Jurnal Hpt Tropika Vol. 7, No 1: 48-52, Maret 2007. Universitas Lampung. Lampung.

Barmawi, M. 2009. Uji Ketahanan Terhadap *Cowpea Mild Mottle Virus* Pada Sembilan Belas Populasi F1 Tanaman Kedelai (*Glycine max* [L.] Merril) Hasil Persilangan Dialel. Agrotropika 14(2):81–85, Juli–Desember 2009. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Lampung.

Batara, E. 2004. Seleksi Isolat Lemah Virus Mosaik Ketimun-Satelit RNA-5 dari Tanaman Ketimun. Digital Library. Universitas Sumatera Utara.

Bos, L. 1994. Pengantar virologi tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Brito, M., R. Thaly Fernández, J.G. Mario, M. Alexander, R., and M. Edgloris. 2012. First Report of *Cowpea Mild Mottle Carlavirus* on Yardlong Bean (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) in Venezuela. Venezuela Viruses journal. 4: 3804-3811.

Carlberg, I., M. Hansson, T. Kieselbach, W.P. Schro, B. Andersson and A.V. Vener. 2002. A Novel Plant Protein Undergoing Light-Induced Phosphorylation and Release from The Photosynthetic Thylakoid Membranes. Umeå University: Sweden.

Damayanti, T.A., J.A. Olufemi, A.N. Rayapati, and R. Aunu. 2009. Severe Outbreak of a Yellow Mosaic Disease on the Yard Long Bean in Bogor, West Java. Hayati Journal of Biosciences 16: 78-82.

Damayanti, T.A., O.J. Alabi, R.A. Naidu, N. Rauf. 2009. Severe Outbreak of A *Yellow Mosaic* Disease on The Yard Long Bean in Bogor, West Java. Hayati J Biosci. 16(2):78– 82.

Duriat, A.S., dan S.G. Sastrosiswojo. 1995. Pengendalian Hama Penyakit Terpadu Pada Agribisnis Cabai. Swadaya. Jakarta. Hal: 98-99.

EPPO/CABI. 1996. *Cowpea Mild Mottle* '*Carlavirus*'. Pest foreurope 2nd edition (e.d. by Smith, I.M. Mc Namarc. D.G. Scott PR. Holdmess M). CABI nt.wailing Ford UK.

Flores-Estévez, N., J.A. Acosta-Gallegos, L. Silva-Rosales. 2003. *Bean Common Mosaic Virus* and *Bean Common Mosaic Necrosis Virus* in Mexico. Plant Dis. 87(1):21–25.

Funayama, S. and I. Terashima. 2006. Effect of Eupatorium Yellow Vein Virus Infection on Photosynthetic Rate, Chlorophyll Content and Chloroplast Structure in Leaves of Euphatorium makinoi During Leaf Development. Functional Plant Biology. P.165-175.

Gunaeni, N. 2013. Uji Ketahanan Terhadap Tomato Yellow Leaf Curl Virus Pada Beberapa Galur Tomat**.** J. Hort. 23 (1) 65-71, 2013. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Bandung Barat.

Hadiastono, T. 2010. Virologi Tumbuhan Dasar. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Harim, Y. F. 2015. Deteksi Virus Pada Kedelai Di Jawa Dan Respons Ketahanan Sembilan Varietas Terhadap Cucumber Mosaic Virus Strain Soybean. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Heroetadji, H., 1983. Resistance of Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Varieties to Root Knot Nematodes, Meloydogyne Incognita and M. Javanica. Ph.D. Thesis University of Philippines, Los Banos, 197 pp.

Idris, H. N. 2009. Pengaruh Cara Inokulasi *Synchytrium Pogostemonis* Terhadap Gejala Budok Dan Pertumbuhan Nilam. Bul.Littro. Vol. 20 (2) :157-166

Jones, R.A.C., B.A. Coutts, A.E. Mackie, G.I. Dwyer. 2005. Seed Transmission of Wheat Streak Mosaic Virus Shown Unequivocally in Wheat. Plant Dis 89: 1048–1050.

Keller, B., Feullet, and Messmer. 2000. Genetic Of Diseases Resistance Dalam Slusarenko, A., R.S.S. Fraser, ans Van Loon Lc (Editors), Mechanisms Of Resistance To Plant Diseases. Kluwer Academic Publishers.

Krisnawati, A. dan M.M. Adie. 2008. Ragam Karakter Morfologi Kulit Biji Beberapa Genotipe Plasma Nutfah Kedelai. Buletin Plasma Nutfah Vol. 14 No. 1 Th. 2008. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacangkacangan dan Umbi-umbian.

Kusumawati, D.E. 2013. Ketahanan Lima Varietas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Terhadap Infeksi TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) Pada Umur Tanaman yang Berbeda, Jurnal Hpt Vol. 1 No. 1 April 2013. Universitas Brawijaya. Malang.

Laguna, I.G., J.D. Arneodo, P.R. Pardina, and M. Fiorona. 2006. *Cowpea Mild Mottle Virus* Infecting Soybean Crops in Northwestern Argentina. Fitopatologia Brasileira 31: 317-317.

Lakani, I. 2008. Induksi ketahanan tanaman. Palu: Universitas Tadulako.

Lecoq, H., G. Wisler and M. Pitrat. 1998. Cucurbit Viruses : The Classics And The Emerging. Inra, Station De Pathologie Vegetable, Domaine Saint Maurice, Bp 94, 84143 Montfavet Cedex. France.

Lisnawita. 2003. Penggunaan Tanaman Resisten: Suatu Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman. (Online), (http://repository.usu.ac.id/ bitstream/123456789/1111/1/hpt-isnawita.pdf), diakses 7 November 2016.

Maftuhah, L. 2014. Profil Protein Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terinfeksi CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*). Universitas Islam Negeri Maulanan Malik Ibrahim. Malang.

Mayasari, H. 2010. Pengaruh Lama Inokulasi *Cowpea Mild Mottle Virus* (CPMMV) Terhadap Ciri Morfologi, Agronomi dan Ketahanan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine Max* L. (Merill)). Kota Penerbit (Tidak diketahui).

Nasrudin, A. 2013. Ketahanan Beberapa Varietas Kedelai Terhadap Empoasca Terminalis (Hemiptera: Cicadellidae). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Makasar.

Noveriza, R., G. Suastika, S.H. Hidayat dan U. Kartosuwondo. 2012. Pengaruh Infeksi Virus Mosaik Terhadap Produksi Dan Kadar Minyak Tiga Varietas Nilam. Buletin Litro. Vol. 23 (1) : 93-101

Riduan. 2005. Toleransi Sejumlah Kultivar Kacang Tanah Terhadap Cekaman Kekeringan Hayati, Maret 2005, Hlm. 28-34 Vol. 12, No. 1. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Riedle-Bauer, M. 1997. Activities of Antioxidant Enzymes in Cucumber Plants Infected With *Cucumber Mosaic Virus*. Phyton (Horn, Austria) 37 (3): 251-258.

Sa'idah, E.Y. 2013. Ketahanan Lima Varietas Tanaman Sawi Hijau *(Brassica juncea* L.*)* Terhadap Infeksi *Turnip Mosaic Virus* (TUMV). Jurnal Hpt Volume 1 Nomor 3 September 2013. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Semangun, H. 2001. Penyakit - Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Suhartina. 2005. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Balitkabi. Malang.

Supadi. 2009. Impact of The Sustained Soybean Import on Food Security. Analisis Kebijakan Pertanian. Vol 7 No 1: 87-1-2

Taiwo, M.A. 2001. Viruses Infecting Legumes in Nigeria. Lagos: University of Lagos. Plant virology in sub-Saharan Africa.

Tavasoli, M.N., S.H. Shahraeen, and Ghorbani. 2009. Serological and RT-PCR detection of *Cowpea Mild Mottle* Carlavirus Infecting Soybean. *Journal of General and Molecular Virology*, Volume.1 (1), pp. 007-011. Alzahra University. Iran.

Udayashankar, A.C., S.C. Nayaka, H.B. Kumar, C.N. Mortensen, H.S. Shetty, and H.S. Prakash. 2010. Establishing Inoculum Threshold Levels For *Bean Common Mosaic Virus* Strain *Blackeye Cowpea Mosaic* Infection In Cowpea Seed. Afr J Biotech. 9(53): 8958– 8969.

Wahid. 2014. Pengembangan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan Menggunakan Iradiasi Sinar Gamma. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wahyuni, W. R., Y. Rudi, dan W. Sugeng. 2003. Pengaruh Konsentrasi Besi dalam Media Tanam pada Aktifitas *Pseudomonas putida* Pf-20 untuk Menginduksi Ketahanan Tembakau terhadap *Cucumber Mosaic Virus*. Hayati. Hlm. 130-133

Wijaya, I., S. Zubaidah, dan H. Kuswanto. 2016. Tanggap Galur-Galur Kedelai Dan Dua Varietas Unggul Terhadap CPMMV *(Cowpea Mild Mottle Virus)*. Prosiding Seminar Nasional Ii Tahun 2016. Universitas Muhammadiyah. Malang.

Zheng, H., J. Chen, M.J. Adams, M. Hou. 2002. *Bean Common Mosaic Virus* Isolates Causing Different Symptoms in Asparagus Bean in China Differ Greatly in The 5‘ Parts of Their Genomes. Arch Virol. 147:1257– 1262.

Zubaidah, S., H. Kuswantoro, A.D. Corebima, and N. Saleh. 2010. Developing Method for Determining The Soybean Resistance to CPMMV Based Foliar Simptoms Any Recovery. Berk Penel Hayati 4: 47-52.

Lampiran 1

Perhitungan Kategori Ketahanan Tanaman

Tabel rerata enam varietas kedelai terinfeksi CPMMV:

Varietas	Variabel Pengamatan					
	MI	IS	TT	JD	JP	BP
Wilis	5,33 a	31,59 bc	47,33 a	**52,66 b**	19,00 ab	11,59 ab
Gema	**5,66 a**	26,51 ab	48,66 a	48,00 ab	14,00 a	8,54 a
Anjas moro	5,66 a	**32,22 c**	49,00 a	46,33 ab	14,00 a	8,54 a
Argomulyo	5,00 a	26,92 abc	47,66 a	50,66 ab	18,66 ab	11,38 ab
Gepak kuning	4,66 a	22,60 a	50,66 a	45,00 a	**31,00 b**	**18,91 b**
Grobogan	4,66 a	25,55 a	**51,00 a**	47,66 ab	19,33 ab	11,79 ab

Keterangan : MI : Masa Inkubasi JD : Jumlah Daun JP : Jumlah Polong

IS : Intensitas Serangan BP : Bobot Polong

Nilai notasi :a :1, b: 2, c: 3, d: 4, e: 5

1. Nilai Indeks Tertinggi Tanaman

$$\text{Nilai Indeks Tertinggi} = \frac{\Sigma \text{ rerata tertinggi tiap variabel pengamatan}}{\Sigma \text{ Nilai Huruf Variabel Tersebut}}$$

$$= \frac{\Sigma(5{,}66+32{,}22+51{,}00+52{,}66+31+18{,}91)}{\Sigma(1+3+1+2+2+2)}$$

= 17,40

2. Nilai Indeks Terendah

$$\text{Nilai Indeks Terendah} = \frac{\text{Nilai indeks tertinggi}}{\text{Nilai huruf notasi tertinggi}}$$

2.1 Masa Inkubasi : 17,40/1 = 17,40

2.2 Intensitas Serangan : 17,40/3 = 5,80

2.3 Tinggi Tanaman : 17,40/1 =17,40

2.4 Jumlah Daun : 17,40/2 = 8,70

2.5 Jumlah Polong :17,40/2 = 8,70

2.6 Bobot Polong : 17,40/2 = 8,70

3. Nilai Indeks Selanjutnya

$$\text{Nilai Indeks Selanjutnya} = \frac{\text{Nilai Indeks Terendah x Nilai Indeks yang Mendampingi}}{\text{Jumlah Nilai Huruf Variabel Tersebut}}$$

Keterangan :

-Nilai notasi :a :1, b: 2, c: 3, d: 4, e: 5

-NITe : Nilai Indeka Terendah

-NISe : Nilai Indeks Selanjutnya

c. Varietas Wilis

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	5	2	14.5
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	2	1	17.4
JP	8.7	3	2	13.05
BP	8.7	3	2	13.05

d. Varietas Gema

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	3	2	8.7
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	3	2	13.05
JP	8.7	1	1	8.7
BP	8.7	1	1	8.7

e. Varietas Anjasmoro

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	3	1	17.4
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	3	2	13.05
JP	8.7	1	1	8.7
BP	8.7	1	1	8.7

f. Varietas Argomulyo

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	6	3	11.6
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	3	2	13.05
JP	8.7	3	2	13.05
BP	8.7	3	2	13.05

g. Varietas Gepak Kuning

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	1	1	5.8
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	1	1	8.7
JP	8.7	2	1	17.4
BP	8.7	2	1	17.4

h. Varietas Grobogan

Variabel	NITe	Nilai Huruf	Jumlah Huruf	NISe
MI	17.4	1	1	17.4
IS	5.8	1	1	5.8
TT	17.4	1	1	17.4
JD	8.7	3	2	13.05
JP	8.7	3	2	13.05
BP	8.7	3	2	13.05

4. Interval Ketahanan

$$\text{Interval Ketahanan} = \frac{\text{Rerata Indeks Tertinggi} - \text{Rerata Indeks Terendah}}{4\ (\text{tahan, sedang, rentan, sangat rentan})}$$

$$= \frac{15{,}46 - 12{,}32}{4\ (\text{tahan ,sedang ,rentan ,sangat rentan })}$$

$$= 0{,}785$$

Jadi Interval Kategori Ketahanan :

15,46-0,785 = 14,67

14,67-0,785 = 13,89

13,89-0,785 = 13,10

13,10-0,785 = 12,32

Sehingga Kategori Ketahanan :

12,32-13,10 = Sangat Rentan

13,10-13,89= Rentan

13,89-14,67 = Sedang

14,67-15,46 = Tahan

Tabel Nilai Indeks Ketahanan Enam Varietas Kedelai :

Varietas	MI	IS	TT	JD	JP	BP	Σ	Rata rata	Keta hanan
Wilis	17.4	14.5	17.4	17.4	13.0	13.0	92.8	15.4	Tahan
Gema	17.4	8.7	17.4	13.0	8.7	8.7	73.9	12.3	Sangat Rentan
Anjasmoro	17.4	17.4	17.4	13.0	8.7	8.7	82.6	13.7	Rentan
Argomulyo	17.4	11.6	17.4	13.0	13.0	13.0	85.5	14.2	Sedang
Gepak Kuning	17.4	5.8	17.4	8.7	17.4	17.4	84.1	14.0	Sedang
Grobogan	17.4	5.8	17.4	13.0	13.0	13.0	79.7	13.2	Rentan

Keterangan : MI : Masa Inkubasi JD : Jumlah Daun JP : Jumlah Polong
IS : Intensitas Serangan BP : Bobot Polong

Lampiran 2

Tabel Anova Enam Varietas Kedelai

Tabel 1. Anova Masa Inkubasi

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	3.166667	0.633333	1.425	tn	3.105875
Galat	12	5.333333	0.444444			
Total	17	8.5				

Tabel 2. Anova Intensitas Serangan

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	204.216	40.84319	5.064472	*	3.105875
Galat	12	96.7758	8.06465			
Total	17	300.9918				

Tabel 3. Anova Tinggi Tanaman

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	34.27778	6.855556	0.306203	tn	3.105875
Galat	12	268.6667	22.38889			
Total	17	302.9444				

Tabel 4. Anova Jumlah Daun

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	119.6111	23.92222	2.100488	*	3.105875
Galat	12	136.6667	11.38889			
Total	17	256.2778				

Tabel 5. Anova Jumlah Polong

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	250.6667	50.13333	0.949895	*	3.105875
Galat	12	633.3333	52.77778			
Total	17	884				

Tabel 6. Anova Bobot Polong

SK	DB	JK	KT	F. Hit		F. Tabel
Varietas	5	216.0661	43.21321	2.847956	*	3.105875
Galat	12	182.0809	15.17341			
Total	17	398.147				

Lampiran 3

Perhitungan Prosentase Penurunan

1. **Prosentase Penurunan Tinggi Tanaman**

$Varietas\ Wilis\ (\%) = \frac{53,00-47,33}{53,00}$ x 100 % = 10,69 %

$Varietas\ Gema\ (\%) = \frac{55,00-48,66}{55,00}$ x 100 % = 11,51 %

$Varietas\ Anjasmoro\ (\%) = \frac{59,00-49,00}{59,00}$ x 100 % = 16,94 %

$Varietas\ Argomulyo\ (\%) = \frac{57,66-47,66}{57,66}$ x 100 % = 17,34 %

$Varietas\ Gepak\ Kuning\ (\%) = \frac{51,00-50,66}{51,00}$ x 100 % = 0,65 %

$Varietas\ Grobogan\ (\%) = \frac{53,00-51,00}{53,00}$ x 100 % = 3,77 %

2. **Prosentase Penurunan Jumlah Daun**

$Varietas\ Wilis\ (\%) = \frac{53,33-52,66}{53,33}$ x 100 % = 1,25 %

$Varietas\ Gema\ (\%) = \frac{54,00-48,00}{54,00}$ x 100 % = 11,11 %

$Varietas\ Anjasmoro\ (\%) = \frac{60,33-46,33}{60,33}$ x 100 % = 23,20 %

$Varietas\ Argomulyo\ (\%) = \frac{55,66-50,66}{55,66}$ x 100 % = 8,98 %

$Varietas\ Gepak\ Kuning\ (\%) = \frac{56,66-45,00}{56,66}$ x 100 % = 20,58 %

$Varietas\ Grobogan\ (\%) = \frac{55,66-47,66}{55,66}$ x 100 % = 14,37 %

3. **Prosentase Penurunan Jumlah Polong**

$Varietas\ Wilis\ (\%) = \frac{28,33-19,00}{28,33}$ x 100 % = 32,93 %

$Varietas\ Gema\ (\%) = \frac{23,00-14,00}{23,00}$ x 100 % = 39,13 %

$Varietas\ Anjasmoro\ (\%) = \frac{24,33-14,00}{24,33}$ x 100 % = 42,45 %

$Varietas\ Argomulyo\ (\%) = \frac{21,00-18,66}{21,00}$ x 100 % = 11,14 %

$Varietas\ Gepak\ Kuning\ (\%) = \frac{32,33-31,00}{32,33}$ x 100 % = 4,11 %

$Varietas\ Grobogan\ (\%) = \frac{29,66-19,33}{29,66}$ x 100 % = 34,82 %

4. Prosentase Penurunan Bobot Polong

$Varietas\ Wilis\ (\%) = \frac{17,28-11,59}{17,38}$ x 100 % = 32,94 %

$Varietas\ Gema\ (\%) = \frac{14,03-8,54}{14,03}$ x 100 % = 39,13 %

$Varietas\ Anjasmoro\ (\%) = \frac{14,84-8,54}{14,84}$ x 100 % = 42,46 %

$Varietas\ Argomulyo\ (\%) = \frac{12,81-11,38}{12,81}$ x 100 % = 11,11 %

$Varietas\ Gepak\ Kuning\ (\%) = \frac{19,27-18,91}{19,27}$ x 100 % = 1,86 %

$Varietas\ Grobogan\ (\%) = \frac{18,04-11,79}{18,04}$ x 100 % = 34,62 %

Lampiran 4

DISKRIPSI VARIETAS KEDELAI

VARIETAS WILIS

Dilepas tahun	: 21 Juli 1983
SK Mentan	: TP240/519/Kpts/7/1983
Nomor induk	: B 3034
Asal	: Hasil seleksi keturunan persilangan Orba x No. 1682
Hasil rata-rata	: 1,6 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna batang	: Hijau
Warna daun	: Hijau - hijau tua
Warna bulu	: Coklat tua
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna polong tua	: Coklat tua
Warna hylum	: Coklat tua
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: ± 39 hari
Umur matang	: 85–90 hari
Tinggi tanaman	: ± 50 cm
Bentuk biji	: oval, agak pipih
Bobot 100 biji	: ± 10 g
Kandungan protein	: 37,0%
Kandungan minyak	: 18,0%
Kerebahan	: Tahan rebah
Ketahanan thd penyakit	: Agak tahan karat daun dan virus
Benih penjenis	: Dipertahankan di Balittan Bogor dan Balittan Malang
Pemulia	: Sumarno, Darman M Arsyad.,Rodiah, dan Ono Sutrisno

Sumber : Balitkabi, Malan

VARIETAS GEMA

Dilepas Tahun	: 9 Desember 2011
SK Mentan	: No. 5039/Kpts/SR.120/12/2011
Nomor galur asal	: Shr/W-60
Asal	: Seleksi persilangan galur intoduksi Shirome dengan varietas Wilis
Tinggi tanaman	: ±55 cm
Tipe pertumbuhan	: Determinit
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Coklat muda
Bentuk daun	: Lonjong (triangular)
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Hijau
Umur berbunga	: ±36 hari
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit polong	: Coklat
Umur panen	: ±73 hari
Bentuk biji	: Agak bulat
Warna kulit biji	: Kuning muda
Warna hilum biji	: Coklat
Warna kotiledon	: Putih
Kecerahan kulit biji	: Kusam (tidak mengkilap)
Bobot 100 butir	: ±11,90 gram
Kandungan protein	: ±39,07% bk
Kandungan lemak	: ±19,11% bk
Potensi hasil	: 3,06 ton/ha
Rata-rata hasil biji	: 2,47 ton/ha
Ketahanan thd penyakit	: Peka terhadap virus daun CMMV, moderat penyakit karat
Ketahanan thd hama	: Peka terhadap hama pengisap polong, agak tahan hama penggerek polong, moderat terhadap hama ulat grayak
Wilayah adaptasi	: Lahan sawah dan lahan kering (tegal)
Pemulia	: M. Muchlish Adie, Gatut Wahyu AS, Ayda Krisnawati, Suyamto, Arifin
Instansi pengusul	: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

Sumber : Balitkabi, Malang

VARIETAS ANJASMORO

Dilepas tahun	: 22 Oktober 2001
SK Mentan	: 537/Kpts/TP.240/10/2001
Nomor galur	: Mansuria 395-49-4
Asal	: Seleksi massa dari populasi galur murni Mansuria
Daya hasil	: 2,03–2,25 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Ungu
Warna daun	: Hijau
Warna bulu	: Putih
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna polong masak	: Coklat muda
Warna hilum	: Kuning kecoklatan
Bentuk daun	: Oval
Ukuran daun	: Lebar
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35,7–39,4 hari
Umur polong masak	: 82,5–92,5 hari
Tinggi tanaman	: 64 - 68 cm
Percabangan	: 2,9–5,6 cabang
Jml. buku batang utama	: 12,9–14,8
Bobot 100 biji	: 14,8–15,3 g
Kandungan protein	: 41,8–42,1%
Kandungan lemak	: 17,2–18,6%
Kerebahan	: Tahan rebah
Ketahanan thd penyakit	: Moderat terhadap karat daun
Sifat-sifat lain	: Polong tidak mudah pecah
Pemulia	: Takashi Sanbuichi, Nagaaki Sekiya, Jamaluddin M., Susanto, Darman M.A., dan M. Muchlish Adie.

Sumber : Balitkabi, Malang

VARIETAS ARGOMULYO

Dilepas tahun	: 1998
Nomor galur	: -
Asal	: Introduksi dari Thailand, oleh PT Nestle Indonesia tahun 1988 dengan nama asal Nakhon Sawan 1
Daya hasil	: 1,5–2,0 t/ha
Warna hipokotil	: Ungu
Warna bulu	: Coklat
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning
Warna hilum	: Putih terang
Tipe tumbuh	: Determinit
Umur berbunga	: 35 hari
Umur saat panen	: 80–82 hari
Tinggi tanaman	: 40 cm
Percabangan	: 3–4 cabang dari batang utama
Bobot 100 biji	: 16,0 g
Kandungan protein	: 39,4%
Kandungan minyak	: 20,8%
Kerebahan	: Tahan rebah
Ketahanan thd penyakit	: Toleran karat daun
Keterangan	: Sesuai untuk bahan baku susu kedelai
Pemulia	: Rodiah S., C. Ismail, Gatot Sunyoto, dan Sumarno
Benih Penjenis (BS)	: Dirawat dan diperbanyak oleh BPTP Karangploso, Malang

Sumber : Balitkabi, Malang

VARIETAS GEPAK KUNING

Dilepas Tahun	: 2008
Nama Calon Varietas	: Gepak Kuning
Asal	: Seleksi varietas lokal Gepak Kuning
Tipe Pertumbuhan	: Determinite
Warna hipokotil	: Ungu
Warna epikotil	: Hijau
Warna daun	: Hijau
Warna bulu batang	: Coklat
Warna bunga	: Ungu
Warna kulit biji	: Kuning muda-kehijauan
Warna polong tua	: Coklat
Warna hilum biji	: Coklat
Bentuk daun	: Lonjong
Percabangan	: Agak tegak
Umur berbunga	: 28 hari
Umur polong masak	: 73 hari
Tinggi tanaman	: 55 cm
Bobot 100 biji	: 8,25 gram
Rata-rata hasil	: 2,22 ton/ha
Potensi hasil	: 2,86 ton/ha
Kandungan protein	: 35,38%
Kandungan lemak	: 15,10%

Ketahanan terhadap hama dan penyakit :

Hama : - Agak tahan terhadap ulat grayak, *Aphis* sp., penggulung daun, *Phaedonia* sp.

Penyakit : -

Daerah sebaran/adaptasi	: Beradaptasi baik di lahan sawah dan tegal, baik pada musim hujan maupun kemarau
Sifat-sifat lain	: - Kadar rendemen tahu tinggi
Pemulia	: M. Muchlish Adie
Peneliti	: Soenardi, Mohammad Maksum, Soepriyanto, Yudi Nasrul, Suparman Yudi Hartono, Soni Sapta Mawardi, Susanto, Paulus Iwan Sutadi, Noor Sasongko, Romodhon.
Pengusul	: Pemerintah daerah Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

Sumber : Balitkabi, Malang

VARIETAS GROBOGAN

Dilepas tahun : 2008
SK Mentan : 238/Kpts/SR.120/3/2008
Asal : Pemurnian populasi Lokal Malabar Grobogan
Tipe pertumbuhan : determinit
Warna hipokotil : ungu
Warna epikotil : ungu
Warna daun : hijau agak tua
Warna bulu batang : coklat
Warna bunga : ungu
Warna kulit biji : kuning muda
Warna polong tua : coklat
Warna hilum biji : coklat
Bentuk daun : lanceolate
Percabangan : -
Umur berbunga : 30-32 hari
Umur polong masak : ± 76 hari
Tinggi tanaman : 50–60 cm
Bobot biji : ± 18 g/100 biji
Rata-rata hasil : 2,77 ton/ha
Potensi hasil : 3,40 ton/ha
Kandungan protein : 43,9%
Kandungan lemak : 18,4%
Daerah sebaran : Beradaptasi baik pada beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada musim hujan dan daerah beririgasi baik.
Sifat lain : - polong masak tidak mudah pecah, dan
- pada saat panen daun luruh 95–100% saat panen >95% daunnya telah luruh
Pemulia : Suhartina, M. Muclish Adie
Peneliti : T. Adisarwanto, Sumarsono, Sunardi, Tjandramukti, Ali Muchtar, Sihono, SB. Purwanto, Siti Khawariyah, Murbantoro, Alrodi, Tino Vihara, Farid Mufhti, dan Suharno.
Pengusul : Pemerintah Daerah Kabupaten Grobogan, BPSB Jawa Tengah, Pemerintah Daerah Prov Jawa Tengah
Sumber : Balitkabi, Malang