

PATOGEN CENDAWAN DAN VIRUS TERBAWA BENIH KEDELAI



Sumartini
Emerensiana Uge
Yuliantoro Baliadi



BALAI PENELITIAN TANAMAN ANEKA KACANG DAN UMBI
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

PATOGEN CENDAWAN DAN VIRUS TERBAWA BENIH KEDELAI

**Sumartini
Emerensiana Uge
Yuliantoro Baliadi**

**BALAI PENELITIAN TANAMAN ANEKA KACANG DAN UMBI
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
2021**

Patogen Cendawan dan Virus Terbawa Benih Kedelai /

Sumartini, Emerensiana Uge, dan Yuliantoro Baliadi.-- Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, 2021.

vii, 60 p.; illus.; tab,; 25,7 cm

ISBN : 978-602-5421-04-4

1. PATOGEN 2. CENDAWAN 3. VIRUS

4. KEDELAI

I. Judul II. Sumartini, III. Uge, E IV. Baliadi, Y.

632

Sum

p

Pencetakan buku ini dibiayai :

Diterbitkan oleh:

Balitkabi

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jl. Raya Kendalpayak km 8 Malang, Kotak Pos 66 Malang 65101

Telp. 0341-801468 Fax. 0341-801496

Email: balitkabi@litbang.pertanian.go.id

Website: <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id>

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas berkah dan karuniaNya buku ini dapat selesai dan terwujud. Buku ini merupakan rangkuman berbagai sumber pustaka dan foto. Buku ini memuat patogen penyebab penyakit terbawa benih pada tanaman kedelai yang terdiri dari kelompok cendawan dan virus. Terdapat lima cendawan yang diuraikan di dalam buku ini yaitu: *Fusarium incarnatum*, *Cercospora kukichii*, *Phomopsis* sp, *Colletotrichum truncatum*, dan *Peronospora manshurica*. Sedangkan dari kelompok virus yaitu: Cowpea Mild Mottle Virus (CpMMV), Soybean Mosaic Virus (SMV), Cucumber Mosaic Virus-S (CMV-S) atau Soybean Stunt Virus (SSV), dan Peanut Stripe Virus (PStV).

Buku ini terbit karena pentingnya kesehatan benih bagi tanaman kedelai. Patogen yang menyerang tanaman di lapang dapat terbawa sampai ke benih mengikuti aliran air dan nutrisi di dalam tanaman, serta patogen tersebut dapat bertahan dalam benih pada bagian yang dapat terlihat dan tidak terlihat oleh mata (harus dengan bantuan mikroskop). Selanjutnya patogen yang berada dalam benih akan menjadi sumber inokulum primer bagi pertanaman kedelai di musim berikutnya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dan motivasi Kepala Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Dr. Ir. Titik Sundari, MP., dan Sub Koordinator Substansi Jasa Penelitian Bambang Sri Koentjoro SP. M.Kom. untuk terbitnya buku ini.

Malang, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
PENDAHULUAN.....	1
FUSARIUM INCARNATUM	4
Gejala	4
Siklus Penyakit.....	5
Pengendalian	6
PHOMOPSIS (DIAPORTHE)	7
Gejala	7
Siklus Penyakit.....	8
Pengendalian	8
CERCOSPORA KIKUCHII	10
Gejala	10
Siklus Penyakit.....	11
Pengendalian	12
COLLETOTRICHUM TRUNCATUM	13
Gejala	13
Siklus Penyakit.....	14
Pengendalian	16
PERONOSPORA MANSHURICA	19
Gejala	19
Pengendalian	21
VIRUS TERBAWA BENIH PADA TANAMAN KEDELAI.....	23
COWPEA MILD MOTTLE VIRUS (CPMMV).....	24
Gejala	24
Mekanisme Penularan	26
Pengendalian	27
Pengendalian Terpadu	27
SOYBEAN MOSAIC VIRUS (SMV)	29
Gejala	29
Mekanisme Penularan	31

Pengendalian Penyakit	32
PEANUT STRIPE VIRUS (PStV)	34
Gejala	35
Mekanisme Penularan	35
Pengendalian Penyakit	37
CUCUMBER MOSAIC VIRUS-S (CMV-S) atau SOYBEAN STUNT	
VIRUS (SSV)	39
Gejala	39
Mekanisme Penularan	41
Pengendalian	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Makrospora <i>Fusarium incarnatum</i> dilihat di bawah mikroskop, perbesaran 10x40 (A). Koloni <i>F. incarnatum</i> pada media PDA (B) Warna pink adalah senyawa (substansi) yang dikeluarkan oleh <i>F. incarnatum</i> (C).....	4
Gambar 2. Siklus penyakit layu <i>Fusarium incarnatum</i> pada kedelai	5
Gambar 3. Benih kedelai sehat (A) benih yang terinfeksi <i>F. oxysporum</i> , f.sp <i>glycines</i> (B)	5
Gambar 4. Spora cendawan <i>Phomopsis</i> sp. Konidia alfa dan konidia beta (A), Koloni cendawan <i>Phomopsis</i> pada media AKD (B).	7
Gambar 5. Gejala kanker di batang kedelai terinfeksi <i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i> (A). Biji kedelai yang terinfeksi cendawan <i>Phomopsis</i> sp (B) Gejala pada batang dan polong (C).....	8
Gambar 6. Siklus penyakit dan infeksi cendawan <i>Phomopsis</i> sp. pada kedelai.	8
Gambar 7. Spora dan tangkai spora <i>C. kikuchii</i> (A). Gejala infeksi <i>C. kikuchii</i> pada daun (B).....	10
Gambar 8. Benih kedelai sehat dan benih kedelai terinfeksi <i>C. kikuchii</i>	11
Gambar 9. Siklus penyakit hawar daun <i>C. kikuchii</i>	12
Gambar 10. Hifa pada medium AKD (a) konidia hialin berbentuk bulan sabit tidak bersekat (b).	13
Gambar 11. Gejala penyakit antraknosa, pada daun (A), pada polong (B), dan pada biji (C)	14
Gambar 12. Siklus penyakit antraknosa yang disebabkan oleh <i>Colletotrichum</i> pada tanaman aneka kacang.	15
Gambar 13. Gejala penyakit embun bulu pada permukaan atas (A) dan bawah daun (B).	20
Gambar 14. Siklus penyakit embun bulu pada kedelai	20
Gambar 15. Bentuk partikel virus kelompok family Carlavirus	24
Gambar 16. Gejala mosaik pada tanaman kedelai yang terinfeksi CMMV	25
Gambar 17. Mekanisme penularan virus CpMMV pada tanaman kedelai	26
Gambar 18. Gejala penyakit mosaik kerdil pada tanaman kedelai	29
Gambar 19. Mekanisme transmisi SMV pada tanaman kedelai	32
Gambar 20. Gejala infeksi PSTV pada kedelai	35

Gambar 21. Siklus transmisi virus oleh vektor Aphis sp secara non persisten.....	36
Gambar 22. Partikel virus genus cucumovirus.....	39
Gambar 23. Tipe gejala yang disebabkan oleh CMV-s pada tanaman kedelai	40
Gambar 24. Siklus perkembangan penyakit oleh infeksi CMV-s.....	41

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas pangan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Produksi kedelai dalam negeri hanya mampu memenuhi sekitar 24% dari total kebutuhan kedelai Indonesia. Rata-rata kebutuhan kedelai Indonesia sekitar 2,8 juta ton per tahunnya (Kompas 2021). Dalam lima tahun terakhir, terjadi trend penurunan produksi kedelai dalam negeri, yaitu dari 0,96 juta ton pada tahun 2015, turun hanya 0,32 juta ton pada tahun 2020 (Liana 2021), sehingga produksi kedelai harus ditingkatkan mengingat tingkat konsumsi per kapita naik sebesar 3,73% pada kurun waktu 2014-2018. Selain faktor keterbatasan luas lahan, harga dan minat petani menanam kedelai, salah satu faktor penghambat utama pengembangan kedelai adalah adanya serangan oleh kompleks hama dan patogen penyebab penyakit.

Benih untuk budidaya kedelai adalah menggunakan bijinya. Penggunaan benih bersertifikat dan bermutu adalah salah satu upaya peningkatan produksi kedelai. Menurut Balitbangtan (2007) penggunaan benih bermutu di Indonesia untuk komoditas kedelai baru 3%, artinya sebagian besar petani menanam benih kedelai yang tidak bersertifikat. Kriteria benih bermutu adalah: (1) benih harus bersih dari segala jenis kotoran yang bercampur dalam lot benih (2) murni terdiri dari satu varietas (3) secara fisik bagus, bernas, dan warna tidak kusam, kulit tidak terkelupas, mulus tidak ada bercak, tidak keriput, dan (4) benih harus sehat tidak membawa hama dan terinfeksi, atau terkontaminasi oleh patogen.

Benih bersertifikat sangat menentukan kesehatan tanaman agar dapat memberikan hasil sesuai dengan potensi genetik varietas dan berkualitas (Diaz *et al.* 1998). Pada produksi benih kedelai yang baik, diperlukan perawatan intensif saat pertanaman di lapang agar pertanaman terbebas dari infeksi penyakit. Patogen penyebab penyakit pada tanaman kedelai dapat tertular atau mengkontaminasi hingga ke biji yang dihasilkan. Patogen bisa terbawa sampai ke benih karena mengikuti aliran atau transport air dan nutrisi. Benih yang mengandung patogen merupakan bahaya laten yang sewaktu-waktu bisa menjadi pemicu terjadinya penyakit didalam tanaman kedelai atau patogen terbawa benih menjadi penting diperhatikan karena benih tersebut menjadi sumber inokulum awal (primer) di dalam siklus suatu penyakit di pertanaman kedelai. Benih kedelai yang terinfeksi patogen dapat menurunkan daya simpan, daya kecambah, bobot biji dan kualitas makanan serta minyak yang dihasilkan.

Benih merupakan salah satu cara penyebaran patogen. Patogen terbawa benih dalam bentuk kontaminan spora, miselium atau propagul meski gejalanya tidak tampak atau sedikit tampak pada benih, namun akan sangat merusak ketika benih tersebut tumbuh di lahan. Menurut Singh *et al.* (2011) penyakit terbawa benih menjadi penting karena dua hal yaitu (1) mengganggu perkecambahan, pertumbuhan dan produktivitas tanaman dan (2) menyebarkan patogen penyebab penyakit lewat biji melalui infeksi secara sistemik maupun lokal. Penyakit pada benih juga menyebabkan perubahan komposisi kimia biji seperti berkurangnya kandungan karbohidrat, protein, dan lemak di dalam biji (Kakde dan Chavan 2011). Selain itu, kontaminasi oleh cendawan akan menghasilkan senyawa mikotoksin di dalam biji yang bisa membahayakan kesehatan manusia dan ternak (Barros *et al.* 2011) serta infeksi virus pada biji mempengaruhi daya tumbuh dan ukuran serta jumlah biji (Coutts *et al.* 2009)

Patogen terbawa benih dapat berupa cendawan, bakteri, atau virus. Beberapa patogen penyebab penyakit tanaman kedelai yang dapat tersebar melalui benih, misalnya dari kelompok cendawan *Fusarium incarnatum*, *Cercospora kikuchii*, *Phomopsis*, *Colletotrichum truncatum*, *Peronosclerospora manshurica*, dan dari kelompok virus antara lain *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), *Cucumber mosaic virus-s* (CMV-S) atau *Soybean stunt virus* (SSV), SMV (*Soybean mosaic virus*), dan PStV (*Peanut stripe virus*). Sedangkan bakteri yang sering diketemukan adalah *Xanthomonas axenopodis* dan *Pseudomonas syringae*, namun bakteri tidak dibahas dibuku ini.

Menurut Chang Xiaongli *et al.* (2020) pada patogen cendawan terbawa benih kedelai terdapat 148 isolat dari 13 genus cendawan, dan terbanyak adalah empat genus cendawan *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, dan *Phomopsis*. Cendawan *Fusarium* lebih banyak ditemukan daripada *Colletotrichum*, jenis-jenis cendawan *Fusarium* tersebut adalah: *Fusarium fujikuroi*, *F. incarnatum*, *F. proliferatum*, *F. asiaticum*, dan *F. verticiolides*.

Rahayu (2016) dan Sweets *et al.* (2008) membuat daftar patogen terbawa benih kedelai, diantaranya disebabkan cendawan yaitu *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *A.niger*, *Phoma* sp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Cercospora kikuchii*, *Peronospora manshurica*, *Microsphaera diffusa*, *Alternaria* spp, *Cladosporium* spp, *Verticillium* spp, *Pythium* spp, *Phytophthora* sp, *Curvularia lunata*, dan *Penicillium* spp. Menurut Ramesh *et al.* (2013), terdapat 11 jenis cendawan patogen terbawa benih kedelai, yaitu: *M. phaseolina*, *F. oxysporum*, *A. flavus*, *A. niger*, *Phoma* sp, *S.*

sclerotiorum, *F. solani*, *F. moniliforme*, *Rhizopus*, *sp*, *Botrytis cinerea*, dan *C. kikuchii*.

Di dalam buku ini diuraikan mengenai cendawan terbawa benih, serta penjelasan mengenai cendawan : *Fusarium incarnatum*, *Phomopsis* (*Diaporthe*), *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, dan *Peronospora manshurica*. Selain itu juga dibahas pula mengenai virus terbawa benih kedelai yaitu: *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), *Cucumber mosaic virus-s* (CMV-S) atau *Soybean stunt virus* (SSV), SMV (*Soybean mosaic virus*), dan PSTV (*Peanut stripe virus*).

FUSARIUM INCARNATUM

Fusarium incarnatum disebut juga dengan *Fusarium semitectum* atau *Fusarium pollidoroseum*. Cendawan *Fusarium* mempunyai ciri-ciri tubuh buahnya terdiri dari miselium (kumpulan hifa) dan spora. Hifanya bercabang, bersekat dan tidak berwarna (hialin). Spora terdiri atas mikrospora yang berbentuk bulat telur, jumlahnya banyak, sedangkan makrospora berbentuk bulan sabit, bersekat, terdiri dari atas 3–5 sel, dan tidak berwarna atau hialin (Gambar 1A) Koloninya berwarna putih, halus (Gambar 1B). Terdapat senyawa yang dikeluarkan ke lingkungan atau substansi, warna yang dikeluarkan tergantung spesies (orange, pink, purple, coklat muda) hal ini bisa terlihat pada bagian bawah cawan Petri (Gambar 1C).

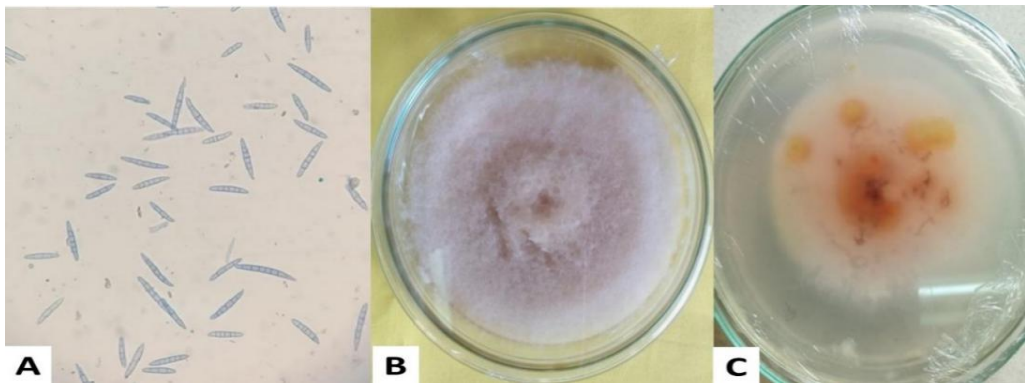


Foto: Sumartini

Gambar 1. Makrospora *Fusarium incarnatum* dilihat di bawah mikroskop, perbesaran 10x40 (A). Koloni *F. incarnatum* pada media PDA (B) Warna pink adalah senyawa (substansi) yang dikeluarkan oleh *F. incarnatum* (C)

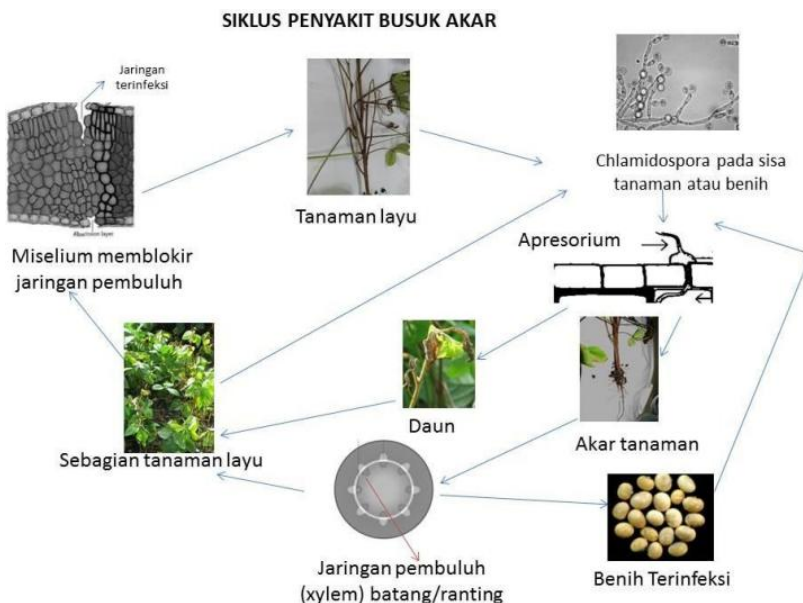
GEJALA

Batang, ranting, atau tulang daun kedelai yang terinfeksi *F. incarnatum* berubah warna menjadi coklat sampai hitam. Selama proses infeksi, tanaman kedelai menjadi layu sebagian atau seluruhnya. Pada tahun 2019 tanaman kedelai dengan gejala layu di amati pada pertanaman kedelai di IP2TP Kendalpayak, Malang dan cendawan dari sampel benih kedelai (berasal dari petak lahan kedelai terinfeksi) berhasil diisolasi di laboratorium Mikologi, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi). Selanjutnya isolat cendawan tersebut dikirim ke laboratorium “*Indonesian Collection Center*” (Ina CC),

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk diidentifikasi dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Hasil identifikasi dari sampel benih kedelai dan tanaman kedelai terinfeksi, menunjukkan patogen cendawan penyebabnya adalah *Fusarium incarnatum*.

SIKLUS PENYAKIT

Siklus hidup patogen *F. incarnatum* dimulai dari benih terinfeksi, yang juga merupakan sumber inokulum awal bagi penyakit layu pada kedelai. Selain bersifat tular benih (*seed-borne*) pada kedelai, patogen tersebut juga bisa terbawa tanah (*soil-borne*), sehingga pengendalian dapat dilakukan pada saat fase ketika di dalam tanaman atau pada fase biji. Gambar skematis adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Siklus penyakit layu *Fusarium incarnatum* pada kedelai



Sumber: Begum *et al* (2007)

Gambar 3. Benih kedelai sehat (A) benih yang terinfeksi *F. oxysporum*, f.sp *glycines* (B)

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan. Sampai saat ini di Indonesia belum ada varietas kedelai yang dinyatakan tahan terhadap infeksi cendawan *Fusarium* sp. Namun Chakraborty *et al* (1997) melaporkan varietas Soymax and Punjab-1 tahan terhadap infeksi *F. oxysporum*.
2. Cendawan terbawa benih dan terbawa tanah. Oleh karena itu pengolahan tanah atau tanah diberakan selama beberapa waktu setelah panen adalah salah satu upaya pengendalian, disertai tindakan sanitasi lahan sebelum tanam sangat diperlukan.
3. Rotasi dengan tanaman bukan inangnya. Setelah penanaman kedelai sebaiknya tanah ditanami dengan selain kedelai, atau tanaman yang bukan inang dari *Fusarium incarnatum*, misalnya dari kelompok sereal.
4. Perlakuan benih, atau penyemprotan dengan fungisida nabati atau hayati. Agens hayati *Trichoderma harzianum* atau spesies lainnya diketahui mampu mengendalikan infeksi *F. oxysporum* dan patogen tular benih lainnya. Ekstrak tanaman *Rivina humulis*, *Brassica carinata*, *Brunfelsia calycina*, *Salvia guarantica* dan *Punica granatum* menunjukkan aktivitas anti cendawan *F.oxysporum* yang baik (Rongai *et al.* 2015).
5. Perlakuan benih dengan benzothiadiazole (BTH), humic acid (HA) dan kombinasi keduanya dapat menyebabkan ketahanan sistemik (Abdel Monaim *et al.* 2012).
6. Cara kimiawi ditempuh apabila cara-cara lain tidak mungkin dilakukan karena fungisida kimia mahal dan dapat mencemari lingkungan.

PHOMOPSIS (DIAPORTHE)

Cendawan *Phomopsis* mempunyai dua macam spora yaitu berbentuk seperti tongkat, disebut spora alfa dan berbentuk seperti beras disebut spora beta, koloni yang terbentuk pada medium PDA seperti tersusun bertingkat (Gambar 4B dan 4C). Hasil survei di Amerika Serikat dinyatakan bahwa penyakit yang disebabkan oleh *Diaporthe* tersebar di delapan negara bagian. Patogen penyebab penyakit ini merupakan patogen yang kompleks karena terdiri dari banyak spesies. Hasil identifikasi di Amerika Serikat dilaporkan ada 10 spesies sebagai berikut: *D. aspalathi*, *D. caulivora*, *D. kongii*, *D. longicolla*, *D. sojae*, *D. ueckerae*, *D. unshiuensis*, *D. bacilloides*, *D. flavescentis*, dan *D. Insulistroma* (Petrovic K *et al.* 2021).

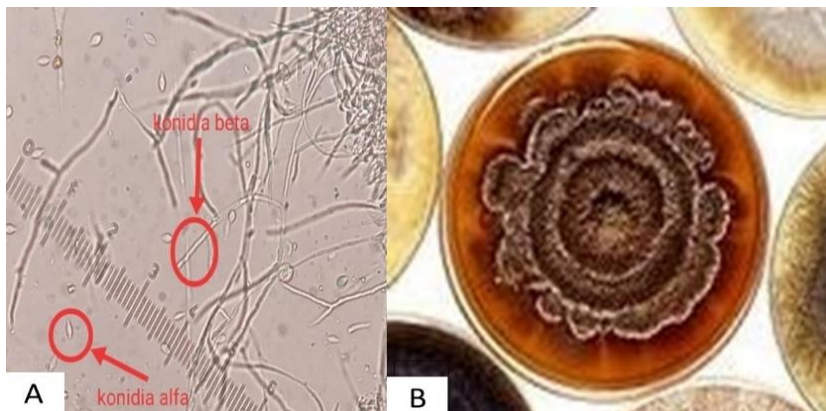


Foto: Sumartini

Gambar 4. Spora cendawan *Phomopsis* sp. Konidia alfa dan konidia beta (A), Koloni cendawan *Phomopsis* pada media AKD (B).

GEJALA

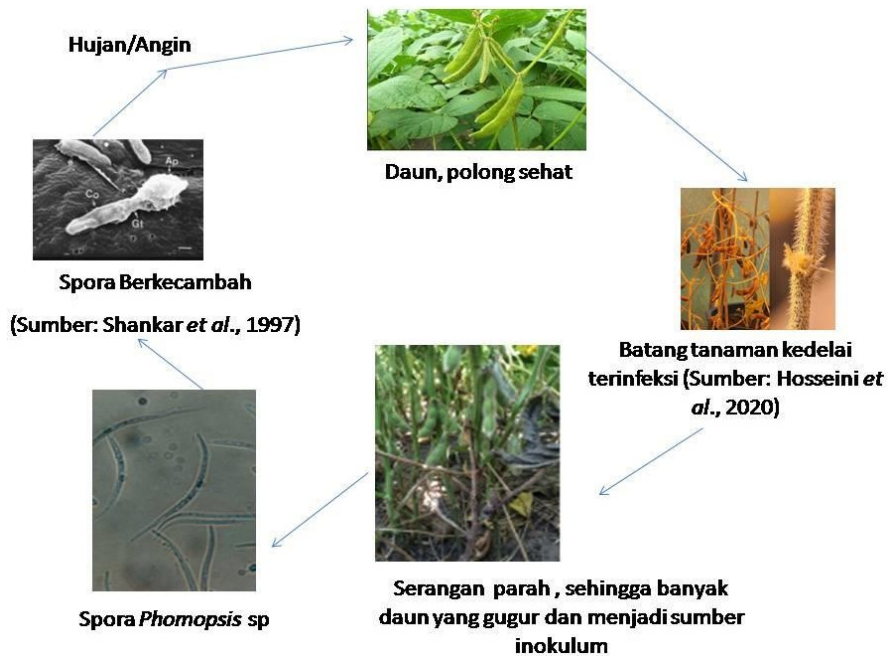
Stadium sempurna cendawan *Phomopsis* adalah *Diaporthe*. Gejala tanaman yang terinfeksi oleh *Diaporthe* adalah busuk kering pada polong (Gambar 5A) dan biji. Tanaman yang terinfeksi *Diaporthe caulivora* bergejala kanker batang (Mena *et al.* 2020). Gejala biji kedelai yang terinfeksi oleh cendawan *Phomopsis* sp. adalah kulit biji menjadi berkerut atau pada bagian bawahnya tampak putih atau mengapur (Gambar 5B dan 5C).



Sumber: Muller D. *et al.* (2015).

Gambar 5. Gejala kanker di batang kedelai terinfeksi *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (A). Biji kedelai yang terinfeksi cendawan *Phomopsis* sp (B) Gejala pada batang dan polong (C).

SIKLUS PENYAKIT



Gambar 6. Siklus penyakit dan infeksi cendawan *Phomopsis* sp. pada kedelai.

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan. Sampai saat ini belum diketahui varietas kedelai yang tahan terhadap cendawan *Phomopsis*. Di Korea Selatan kedelai Taekwangkong diidentifikasi tahan terhadap *P. Longicolla* (Sun *et al.* 2012). Zhang dan Xue (2014) juga melaporkan tujuh varietas kedelai tahan terhadap *Phomopsis*, yaitu Medallion, M Arrow Brown, Alta Portage, AC Albatros, Comet dan Pagoda.

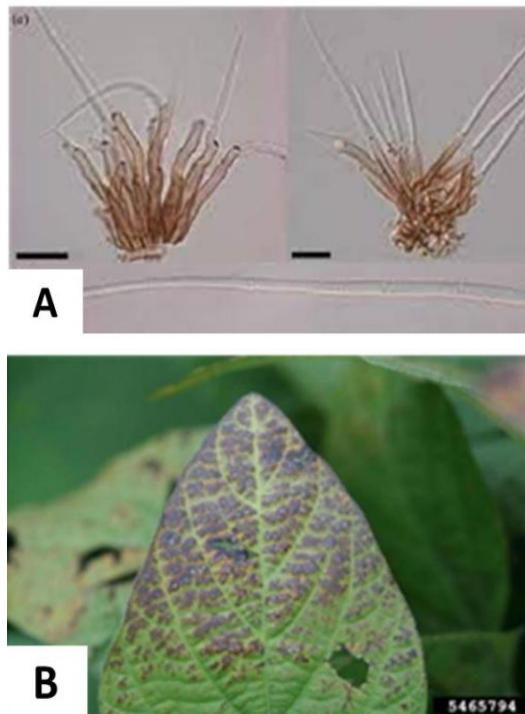
2. Rotasi tanaman. menanam tanaman selain kedelai, misalnya dari kelompok serealia.
3. Sanitasi lahan. Membersihkan serasah bekas tanaman kedelai terinfeksi, karena tubuh buah *Phomopsis* dapat bertahan lama di dalam tanah.
4. Aplikasi fungisida ke tanaman kedelai terserang. Dianjurkan tidak menggunakan fungisida untuk polong, dan penggunaan fungisida sebaiknya dihentikan 2 minggu sebelum panen.

CERCOSPORA KIKUCHII

Karakteristik dari cendawan *Cercospora kikuchii* adalah hifanya hialin (tidak berwarna) (Gambar 7A) dan tumbuh memanjang dari benih kedelai terinfeksi yang berwarna ungu. Spora yang hialin tumbuh dari ujung hifa, koloninya berwarna putih. Penyakit yang disebabkan oleh *Cercospora kikuchii* sering disebut penyakit bercak daun ungu.

GEJALA

Gejala penyakit dengan ciri khas terdapat warna ungu pada daun (Gambar 7B), batang, polong dan biji (Gambar 8), sebagian atau seluruhnya. Biji yang terinfeksi *C. kikuchii* ditemukan di seluruh sentra produksi kedelai termasuk Indonesia. Cendawan tersebut memproduksi cercosporin yang bersifat toksin pada manusia. Cendawan *C. kikuchii* juga berhasil diidentifikasi dari biji kedelai hasil persilangan transgenik dan konvensional oleh Villarroel *et al* (2004). Cendawan *Cercospora kikuchii* juga disebut sebagai cendawan penting pada biji kedelai (Rahayu 2016).



Sumber: Anonim (2021)

Gambar 7. Spora dan tangkai spora *C. kikuchii* (A). Gejala infeksi *C. kikuchii* pada daun (B).

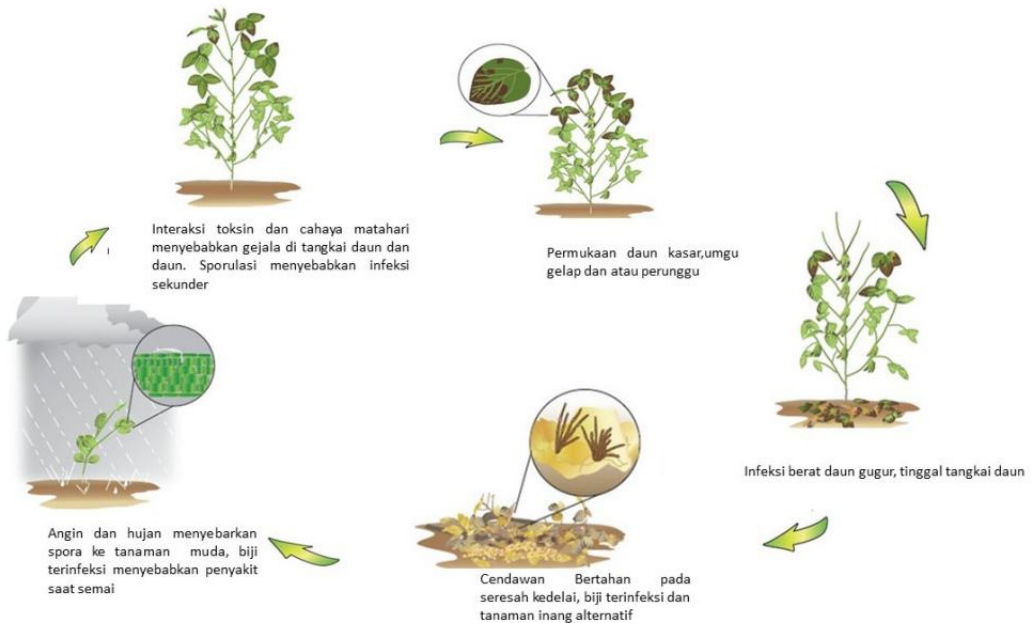


(Foto: Sumartini)

Gambar 8. Benih kedelai sehat dan benih kedelai terinfeksi *C. kikuchii*

SIKLUS PENYAKIT

Cendawan *C. kikuchii* dapat bertahan hidup pada serasah (sisa-sisa tanaman), biji yang terinfeksi, dan tanaman inang lain. Adanya hujan dan angin akan menyebarkan spora-spora ke tanaman kedelai sehat yang masih muda. Toksin cercosporin yang dihasilkan oleh cendawan akan berinteraksi dengan cahaya matahari menghasilkan gejala daun-daun dan tangkainya berwarna ungu, serta akan menyebarkan spora-spora ke tanaman yang lain, atau disebut infeksi sekunder. Perkembangan selanjutnya, penyakit menyebabkan daun-daun kedelai terinfeksi berwarna ungu tua atau kecoklatan. Pada tingkat infeksi berat menyebabkan daun-daun berguguran, sementara tangkai daun tetap menempel pada tanaman (Anonim 2021).



Sumber: Anonim (2021)

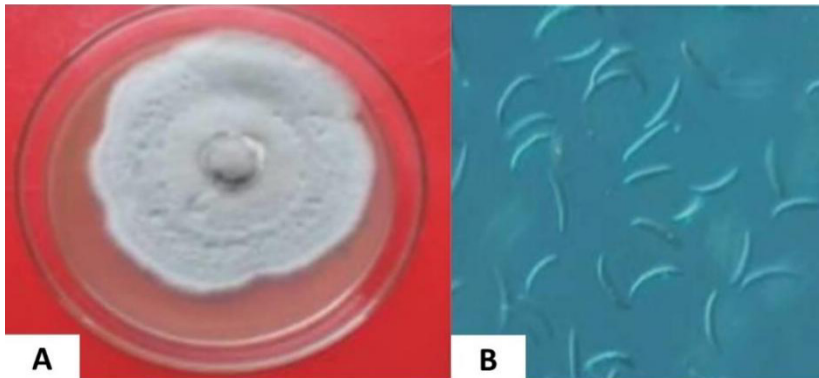
Gambar 9. Siklus penyakit hawar daun *C. kikuchii*

PENGENDALIAN

1. Menanam benih dari kedelai varietas tahan *C. kikuchii*.
2. Tidak menanam benih yang menunjukkan gejala terinfeksi *C. kikuchii*, sudah ada warna ungu meski hanya sedikit atau sebagian, karena dari warna ungu itulah akan tumbuh miselium cendawan *C. kikuchii* sebagai sumber inokulum awal di lapang.
3. Penyemprotan dengan bahan nabati atau hayati. Cara pengendalian yang disarankan adalah pengendalian pada saat tanaman berada di lapangan.
4. Cara tersebut tidak dapat dilakukan, maka cara pengendalian terakhir adalah penyemprotan dengan fungisida kimia yang berbahan aktif benomil.

COLLETOTRICHUM TRUNCATUM

Cendawan *Colletotrichum truncatum* merupakan penyebab penyakit antraknosa pada kedelai dari kelompok genus *Colletotrichum*. Hifa cendawan pada biji tidak berwarna (hialin), bersekat, dan bercabang, sedangkan acervuli pada biji berbentuk oval hingga kerucut, dengan warna coklat kehitaman dan berukuran $178,6 \times 256,0\mu\text{m}$. Pada acervuli akan ditemukan massa konidia. Apabila cendawan diisolasi pada media AKD maka akan menunjukkan koloni berwarna abu-abu gelap dengan tepian halus (Gambar 10).



Sumber: Nagaraj (2013).

Gambar 10. Hifa pada medium AKD (a) konidia hialin berbentuk bulan sabit tidak bersekat (b).

GEJALA

Gejala penyakit antraknosa pada kedelai dapat ditemukan pada bagian batang, tangkai daun, daun dan polong. Gejala awal terjadi pada bagian pangkal batang yakni hifa berwarna putih, pada perkembangan lebih lanjut terbentuk struktur khusus acervuli pada batang yang dekat dengan tanah. Gejala ini akan berkembang pada bagian batang dan tangkai daun. Pada kondisi panas dan lembap, daun akan menggulung dan mudah gugur, sedangkan pada polong akan terlihat acervuli yang membentuk pola cincin konsentris (Gambar 11). Infeksi pada fase vegetatif akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat, tanaman tumbuh lebih pendek dan menyebabkan polong hampa (CABI 2015). Kehilangan hasil yang tinggi terjadi apabila terdapat serangan cendawan pada polong kedelai dan menginfeksi biji, dibandingkan infeksi pada batang. Jika infeksi terjadi sejak awal pertumbuhan, maka tanaman akan menghasilkan benih yang berukuran kecil atau polong tidak berisi (Jeschke 2015).



Sumber: Bouffleur (2021)

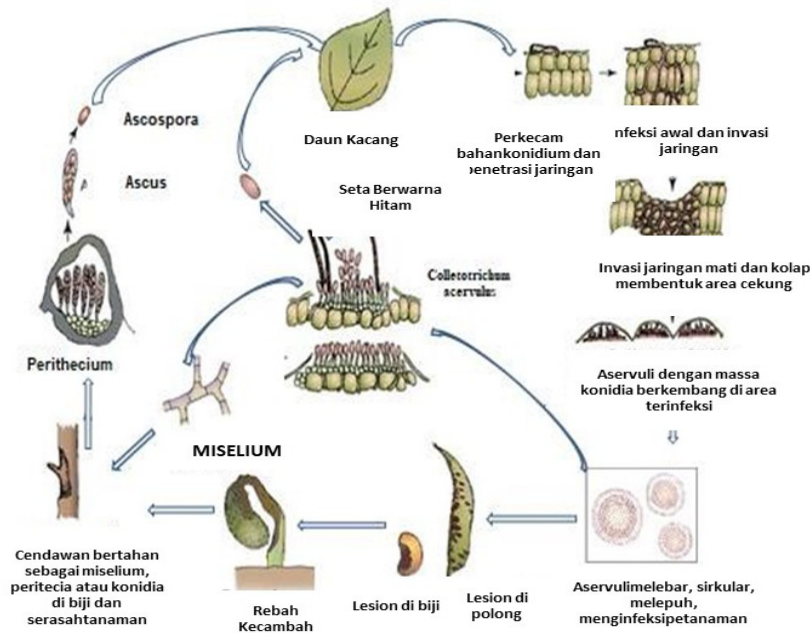
Gambar 11. Gejala penyakit antraknosa, pada daun (A), pada polong (B), dan pada biji (C)

Kelompok genus cendawan ini merupakan kelompok patogen terbawa benih (*seed borne patogen*) (Hartman *et al.* 1986), sehingga apabila benih tersebut ditanam kembali, akan menghasilkan tanaman baru yang terinfeksi dan mengakibatkan produksi tanaman turun dan berkualitas rendah. Infeksi cendawan pada benih sering tidak tampak dalam bentuk gejala eksternal, namun berupa infeksi laten. Infeksi laten terjadi pada bagian kulit benih, lembaga (endosperm) dan embrio. Infeksi pada benih mengakibatkan penurunan mutu fisiologis benih seperti daya tumbuh benih (Begum *et al.* 2008).

SIKLUS PENYAKIT

Genus *Colletotrichum* diketahui merupakan cendawan yang dapat bertahan pada serasah tanaman dan benih selama musim dingin (di daerah subtropis). Pada kondisi lingkungan yang mendukung (suhu hangat dan lembap) konidia akan berkecambah dan terpecah. Propagul patogen dari tanaman terinfeksi dapat didistribusikan oleh angin dan hujan. Patogen pada permukaan tanaman inang merupakan tahap inisiasi terjadinya infeksi. Tahap infeksi dimulai dari jatuhnya konidia pada permukaan jaringan tanaman rentan, bila didukung oleh kondisi daun lembap atau berembun, konidia berkecambah dan berpenetrasi ke dalam jaringan tanaman. Setelah patogen masuk maka akan terjadi invasi di dalam jaringan sel, yang menyebabkan jaringan mati. Pada perkembangan lebih lanjut terbentuk acervuli dan masa konidia. Pada tahap ini acervulus dapat langsung berkecambah dan kembali menginfeksi jika terdapat tanaman inang, namun sebaliknya jika tidak tersedia tanaman inang dan kondisi lingkungan tidak mendukung, maka acervulus akan bertahan pada serasah tanaman dan akan aktif

menginfeksi kembali di musim tanam kedelai berikutnya (Gambar 12). Infeksi dapat terjadi pada semua stadia pertumbuhan tanaman dan umumnya tubuh buah cendawan berkembang dan terlihat pada jaringan terinfeksi ketika tanaman mencapai umur panen (Jeschke 2015).



Sumber: Agrios (2005)

Gambar 12. Siklus penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* pada tanaman aneka kacang.

Kejadian penyakit di lahan dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya adalah tanaman inang, patogen dan lingkungan. Oleh karena itu, dalam sistem pengelolaan penyakit, sebaiknya mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh di dalamnya. Berikut adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kejadian penyakit antraknosa pada tanaman kedelai.

a. Tersedianya Sumber Inokulum

C. truncatum dapat bertahan pada serasah tanaman selama musim dingin (di daerah subtropis) dan saat tanaman inang tidak tersedia. Pada kondisi lingkungan lembap dan hangat, dan tanaman inang rentan tersedia, patogen akan melanjutkan infeksi dan siklus ini akan terjadi secara berulang. Pada kasus lain *C. truncatum* diketahui merupakan cendawan terbawa benih (*seed borne*), sehingga ketika benih yang terinfeksi ditanam, maka secara langsung benih tersebut tumbuh menjadi tanaman terinfeksi dan menjadi sumber inokulum di

pertanaman. Sumber inokulum lainnya adalah tanaman leguminosa yang menjadi inang alternatif patogen. Keberadaan tanaman famili Leguminoceae merupakan keuntungan bagi patogen untuk tetap bertahan di lahan.

b. Faktor Lingkungan

Kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan *C. truncatum* 25-30°C (Laxman 2006), dengan pertumbuhan maksimal pada suhu 30 °C, sedangkan suhu optimal untuk sporulasi yakni 20°C (Chavan Smita and Dhutra 2017). *C. truncatum* dapat tumbuh pada kisaran pH yang luas yakni 3-9, namun demikian kisaran yang optimal berada pada pH 5,5-7,5 dan apabila pH berada lebih rendah atau lebih tinggi dari nilai ini, akan mengakibatkan penurunan pertumbuhan (Shirshikar 1995). Pada kondisi dilapang, diketahui cendawan akan berkembang lebih cepat pada kondisi suhu hangat dan lembap. Serta, kondisi berembun yang lebih lama dari 12 jam per hari, akan sangat mempercepat proses perkembangannya.

c. Sistem Budidaya Tanaman

Ketersediaan tanaman inang di lahan sangat berpengaruh terhadap perkembangan patogen. Budidaya tanaman monokultur sepanjang tahun, serta penanaman famili Leguminoceae dan tanaman lain yang merupakan inang patogen mendukung ketersediaan tanaman inang bagi patogen. Sehingga siklus patogen tidak terputus dan sangat mendukung patogen untuk bertahan di lapang. Penentuan varietas yang digunakan sebaiknya merujuk pada sejarah lahan, jika lahan tersebut merupakan lahan endemik *C. truncatum*, maka pemilihan benih dari varietas kedelai yang tahan merupakan pilihan yang tepat.

PENGENDALIAN

Perkembangan penyakit di lapang terjadi karena adanya patogen, tanaman inang dan kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan penyakit. Sumber inokulum penyakit adalah bagian tanaman, tanah, dan tanaman yang menjadi tempat hidup patogen. Kemampuan bertahan *C. truncatum* di lahan pada serasah tanaman dan benih, serta tanaman Leguminoceae lainnya merupakan faktor pemicu kejadian penyakit. Pada kondisi saat tanaman inang tersedia dan kelembapan lingkungan mendukung, maka patogen akan mudah berkembang dan menginfeksi tanaman inang. Oleh karena itu berbagai faktor pemicu perlu ditekan untuk menghambat terjadinya penyakit atau peningkatan laju

perkembangan penyakit. Adapun beberapa teknik pengendalian *C. truncatum* sebagai berikut:

a. Menanam benih sehat

C. truncatum dapat tertular melalui benih kedelai, sehingga penggunaan benih sehat sangat dianjurkan untuk menghindari adanya sumber inokulum dan penularan pada pertanaman baru. Tanaman yang terinfeksi sejak awal pertumbuhan, mengakibatkan pertumbuhannya tidak maksimal dan bahkan mati. Penyortiran terhadap benih kedelai yang terinfeksi merupakan langkah awal untuk menghindari infeksi cendawan.

b. Sanitasi lahan dan sisa tanaman terinfeksi

Sifat *C. truncatum* yang dapat bertahan pada serasah tanaman sakit, menjadi pertimbangan penting untuk melakukan sanitasi lahan sebelum penanaman berikutnya. Selain serasah tanaman, yang perlu diperhatikan adalah tanaman inang yang terinfeksi. Apabila dalam satu lahan terdapat beberapa tanaman yang terinfeksi, sebaiknya tanaman tersebut segera dicabut dan dibakar atau ditanamkan, sehingga secara tidak langsung akan memutus siklus penyakit.

c. Penggunaan agensia hayati

Penggunaan agensia hayati seperti *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viren*, dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai *seed treatment*, dapat menjadi pilihan pengendalian. Selain ramah lingkungan, aplikasi agensia hayati juga dapat menekan perkembangan penyakit tanaman, maupun meningkatkan hasil pertanian. Hasil penelitian Danial *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi ketiga agensia hayati tersebut mengurangi kejadian penyakit sebesar 33,4-51,9%.

d. Penggunaan pestisida nabati

Penggunaan ekstrak nabati tanaman sangat direkomendasikan, hal ini karena sifatnya yang mudah terdegradasi di alam, efektif, dan efisien menekan perkembangan penyakit sehingga kehilangan hasil dapat dicegah atau diminimalisir. Ekstrak air rimpang lengkuas pada perlakuan benih kedelai menunjukkan penekanan hingga 100% terhadap kemunculan *Colletotrichum* spp dan bahkan efektivitasnya lebih tinggi dibandingkan fungisida metalaksil (0,5 g/l). Selain itu ekstrak rimpang lengkuas juga menekan perkecambahan konidia

sebesar 76,20% serta meningkatkan pertumbuhan dan viabilitas benih (Yulia *et al.* 2015).

e. Rotasi tanaman selain kacang-kacangan

Di lapang, sumber infeksi cendawan selain berasal dari benih, serasah tanaman, dapat juga berasal dari tanaman inang lain atau tanaman inang alternatif. Salah satu cara memutus rantai penyakit di lapang adalah dengan melakukan rotasi tanaman dengan tanaman bukan aneka kacang (Leguminosae), sehingga tidak tersedia inang di lapang sepanjang tahun. Beberapa tanaman yang dapat direkomendasikan adalah dari kelompok tanaman sereal, seperti jagung.

f. Aplikasi Pestisida kimia

Aplikasi pestisida kimia secara bijaksana dapat menjadi pilihan terakhir pengendalian ketika penggunaan metode lainnya belum efektif menekan perkembangan penyakit. Subedi *et al.* (2015) menyatakan bahwa penggunaan bahan produk SAAF (Carbendazim 12% + Mancozeb 63%) 2,4 g/l air dan mancozeb 2,5 g/l air dapat menurunkan indeks persentase penyakit dan meningkatkan hasil. Fungisida berbahan aktif ditio-karbamat merupakan fungisida yang bereaksi menginaktivasi kelompok sulfidril asam amino dan enzim cendawan yang mengakibatkan gangguan metabolisme lipid dan respirasi, sedangkan benzimidazol merupakan fungisida yang menghambat sintesa betatubulin, menghambat pembentukan appressoria dan menghambat pertumbuhan miselia cendawan *C. truncatum*.

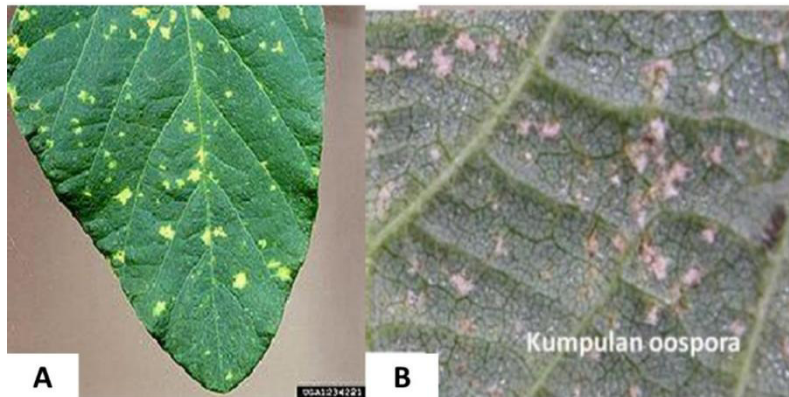
PERONOSPORA MANSHURICA

Peronospora manshurica mempunyai spora dan oospore yang dindingnya tebal untuk pertahanan diri dari tekanan lingkungan. Miselium pada daun yang terinfeksi akan terbentuk tubuh buah sporangium yang berisi spora, spora tersebut menyebar ke daun lain karena terbawa angin. Spora pada daun yang baru akan membentuk tabung kecambah dan menginfeksi daun, siklus ini disebut siklus aseksual. Spora berperan sebagai sumber inokulum sekunder dalam penyebaran penyakit embun bulu. Dari miselium daun yang terinfeksi juga akan terbentuk "*mating types*". Dari *mating type* (+) akan terbentuk anteridium dan dari *mating type* (-) akan terbentuk oogonium. Anteridium dan oogonium akan kawin dan menghasilkan oospore yang dinding selnya tebal, dan mampu bertahan pada sisa tanaman atau pada biji. Siklus ini disebut siklus seksual dan oospore mempunyai peran penting sebagai sumber inokulum primer bagi penyebaran penyakit embun bulu.

Penyakit embun bulu telah tersebar luas di sentra produksi kedelai di dunia, meliputi China, Korea, Malaysia, Thailand, Brazil, Rumania, dan USA. Di Indonesia hanya diketahui di Pulau Jawa dan beberapa provinsi di Pulau Sumatera. Kehilangan hasil akibat penyakit ini mencapai 6–18%, tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan penyakit karat yang mencapai 50%. Meskipun kehilangan hasil tidak begitu tinggi, namun menyebabkan penurunan kualitas biji dan benih yang berakibat tidak laku dijual (Balitkabi 2018).

GEJALA

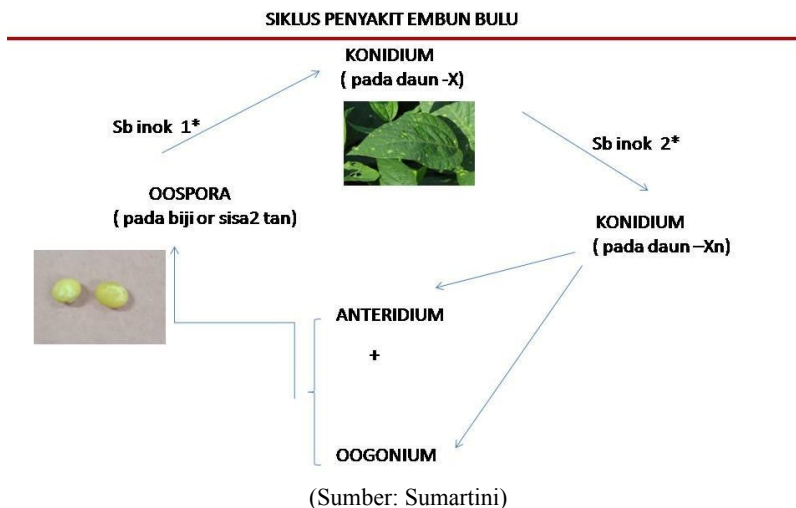
Penyakit embun bulu biasanya diawali dengan gejala pada permukaan daun bagian atas terdapat bercak berwarna kuning pucat, kemudian berubah menjadi kuning kecoklatan dengan warna agak kekuningan disekeliling bercak (Gambar 13A). Gejala lanjut pada daun dapat menyebabkan bentuk dan warna daun tidak normal, biji mengalami distorsi, perubahan warna dan lesi, pada batang akan nampak gejala *dieback*, kerdil dan roset, sedangkan pada keseluruhan tanaman menjadi kerdil. Pada permukaan bawah daun warna coklat tersebut terdapat tubuh buah miselium dan sporangium berupa benang-benang halus yang berwarna putih kecoklatan yang menyerupai bulu, oleh karena itu disebut embun bulu (Gambar 13B).



Sumber: Balitkabi (2018)

Gambar 13. Gejala penyakit embun bulu pada permukaan atas (A) dan bawah daun (B).

Oospora pada biji atau pada sisa-sisa tanaman merupakan sumber inokulum awal (primer). Sekitar 10 hari setelah infeksi pertama pada daun, cendawan akan membentuk konidia yang berfungsi sebagai propagul untuk menyebar dari tanaman satu ke tanaman lain atau dari plot satu ke plot yang lain dengan kata lain konidia sebagai sumber inokulum sekunder. Siklus sekunder tersebut bisa berlangsung beberapa kali dalam satu musim tanam kedelai. Sekitar 20 hari dari infeksi pertama akan terbentuk oospora pada jaringan tanaman. Oospora inilah yang akan berfungsi sebagai sumber inokulum primer pada musim tanam kedelai tahun berikutnya (Gambar 14).



Gambar 14. Siklus penyakit embun bulu pada kedelai

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit di lapang diantaranya; 1) Sumber inokulum di lapang. Cendawan bertahan hidup

dari musim satu ke berikutnya dalam fase oospora. Oospora akan mampu bertahan pada sisa-sisa tanaman di lapang daun maupun ikut terbawa benih kedelai (Dunleavy *et al.* 1966). Oleh karena itu sanitasi lahan agar bebas dari sisa tanaman terinfeksi dan perlakuan benih sebelum penanaman sangat penting untuk diperhatikan. 2) Suhu dan kelembapan. Penanaman benih terinfeksi akan menghasilkan tanaman baru yang terinfeksi. Hal ini akan diperparah pada kondisi suhu yang rendah yakni 18-20°C (Dunleavy 1971). Perkembangan penyakit akan meningkat pada kondisi kelembapan yang tinggi dan suhu hangat 20-24°C. Populasi sumber inokulum juga dipengaruhi oleh suhu yakni pada kisaran 10-30°C (McKenzie dan Wyllie 1971).

PENGENDALIAN

a. Tanam Benih Sehat.

Menanam benih yang sehat sangat membantu dalam menghambat perkembangan penyakit di lapang. Oospora cendawan dapat terbawa benih di lahan dan dapat menjadi sumber inokulum primer di alam. Sumber inokulum primer yang tersedia di lahan sebelum penanaman kedelai akan memacu terjadinya infeksi dan kejadian penyakit di lapang. Menghindari keberadaan sumber inokulum dapat membantu menghambat kejadian penyakit di lapang.

b. Sanitasi Lahan

Oospora dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman dan pada benih kedelai. Keberadaan sisa tanaman terinfeksi di lapang juga akan menjadi salah satu sumber inokulum terjadinya infeksi ketika lingkungan mendukung.

c. Perlakuan Benih

Perlakuan benih sebelum penanaman, sangat membantu menekan terjadinya infeksi di lapang. Berbagai perlakuan yang dapat dilakukan yakni dengan ekstrak bahan nabati, sehingga patogen pada jaringan benih bisa inaktif, namun yang perlu diperhatikan adalah perlakuan benih dilakukan dengan memperhatikan viabilitas dan daya tumbuh benih.

d. Fungisida Nabati

Beberapa fungisida nabati telah diketahui dapat digunakan untuk pengendalian cendawan pada permukaan daun. Kajian penggunaan bahan nabati

tertentu perlu dilakukan untuk menghasilkan informasi dosis dan waktu aplikasi yang tepat untuk pengendalian penyakit ini.

e. Fungisida Sintetik

Penyemprotan daun dengan fungisida yang sistemik seperti Benlate, dan penggunaan fungisida berbahan metalaxyl mampu memberikan hasil kedelai lebih baik dibandingkan tanpa pengendalian menurut Dunleavy (1987).

VIRUS TERBAWA BENIH PADA TANAMAN KEDELAI

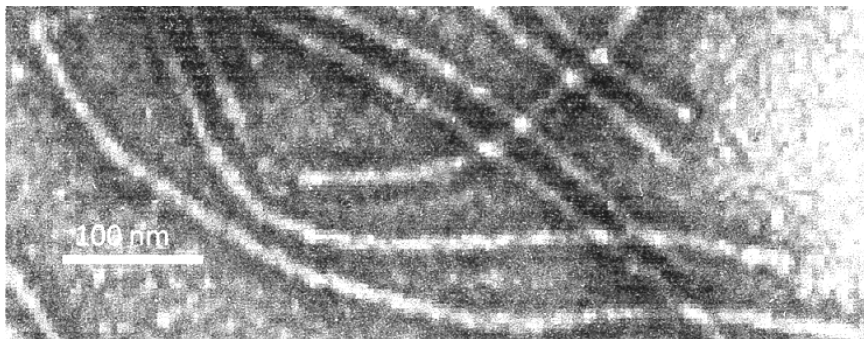
Virus merupakan salah satu penyebab penyakit penting pada kedelai. Menurut Kareem & Taiwo (2007) infeksi oleh virus pada tanaman kedelai dapat menyebabkan kehilangan hasil 10–100% tergantung hubungan antara virus, inang dan vektor. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain umur tanaman saat terinfeksi, kerentanan tanaman atau varietas dan kondisi lingkungan. Penyebaran dan penularan virus pada tanaman umumnya terjadi melalui berbagai cara beberapa diantaranya adalah vektor, luka mekanik, benih dan bahan perbanyakan vegetatif, namun pada tanaman kedelai umumnya adalah melalui benih terinfeksi dan vektor. Diketahui kurang lebih terdapat 16 dari 67 jenis virus ditularkan oleh kelompok Aphis termasuk *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis glycyne*, *Aphis craccivora*, *Aphis faba*, *Myzus persicae* dan *Rhopalosiphum maydis*, dan terdapat juga yang ditularkan oleh kelompok kutu kebul *Bemisia tabacii* dengan mekanisme infeksi yang berbeda. Beberapa virus penting yang menginfeksi tanaman kedelai di Indonesia yakni *Cowpea mild mottle virus* (CpMMV), *Soybean mosaic virus* (SMV), *Peanut stripe virus* (PStV), *Peanut motle virus* (PMoV), *Soybean yellow mosaic virus* (SYMV), *Bean yellow mosaic virus* (BYMV), *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV), *Soybean dwarf virus* (SDV) dan *Soybean stunt virus* (SSV) (Baliadi dan Saleh 1989; Roechan 1992), beberapa yang sering dilaporkan di Indonesia adalah CpMMV, SMV, PStV, dan CMV-s atau SSV.

Infeksi virus pada tanaman kedelai, pada umumnya menunjukkan gejala seragam yang serupa yaitu adanya gejala mosaik, klorosis, menguning, belang, keriput pada daun, sehingga di lapang sulit membedakan atau mengidentifikasi virus penyebabnya. Namun, untuk gejala serangan SSV dan SYMV dapat didiagnosa berdasarkan gejala tanaman. Pada serangan SYMV daun menguning, sedangkan pada infeksi SSV daun memendek dan mengecil. Selain itu di lapang sering ditemukan infeksi yang kompleks dari beberapa jenis virus, sehingga menghasilkan gejala yang beragam. Penjelasan terkait bioekologi, gejala, arti penting, tanaman inang, mekanisme penularan dan pengendalian adalah sebagai berikut:

COWPEA MILD MOTTLE VIRUS (CPMMV)

Cowpea mild mottle virus (CpMMV) pertama kali dilaporkan di Ghana pada 1973. Pada awalnya virus ini dianggap hanya merupakan gejala yang tidak berpengaruh terhadap kehilangan hasil. Gejala yang dihasilkan sangat ringan dan bahkan benih yang ditumbuhkan dari tanaman bergejala tidak menghasilkan gejala (Brunt and Kenten 1973). Virus ini diketahui berkembang dalam jangka waktu yang lebih lama pada tanaman kacang-kacangan di Afrika yang dikenal dengan “*Ngomeni mottle*” (Storey and Ryland 1957) yang menyebabkan ledakan di Kenya dan Tanzania pada 1974-1977. Virus ini merupakan ancaman pada komoditas kacang tanah di wilayah Kenya dan Tanzania (Bock *et al.* 1975; Bock and Waiigai 1984). Pada tahun 1984 Lizuka *et al.*, melaporkan kejadian ini di benua Asia, khususnya di kawasan Asia Tenggara dan di India pada komoditas tanaman kacang tanah. Saat ini CpMMV telah dilaporkan di semua benua dan kurang lebih di 27 negara penghasil tanaman aneka kacang (leguminosa).

Cowpea mild mottle virus (CpMMV) merupakan virus kelompok Carla Family Betaflexiviridae (Naidu *et al.* 1998; Adams *et al.* 2005; King *et al.* 2011). CpMMV merupakan untaian tunggal RNA *encapsidated*. Partikel virus berbentuk *filamentous* (batang lentur), dengan panjang partikel 650 nm x 12 nm (Gambar 15).



Sumber: Andayani (2012)

Gambar 15. Bentuk partikel virus kelompok family Carlavirus

GEJALA

Tanaman yang terinfeksi CpMMV pada umumnya menunjukkan gejala, mosaik dan belang yang tidak jelas. Pada serangan berat timbul gejala nekrosis pada permukaan daun, batang dan polong kedelai tulang daun menjadi jernih (*vein clearing*), daun menggulung ke bawah sehingga daun tampak menyempit,

belang, nekrosis pada permukaan daun, batang dan polong kedelai, distorsi, bahkan kerdil (Tavasoli *et al.* 2009; Zanardo *et al.* 2014; Kulsum *et al.* 2016). Pada perkembangan lanjut akan terlihat tunas-tunas daun muda atau pucuk menunjukkan gejala mosaik dan mengeriting, berbentuk seperti kerupuk dan berukuran kecil, serta tidak normal (Gambar 16).



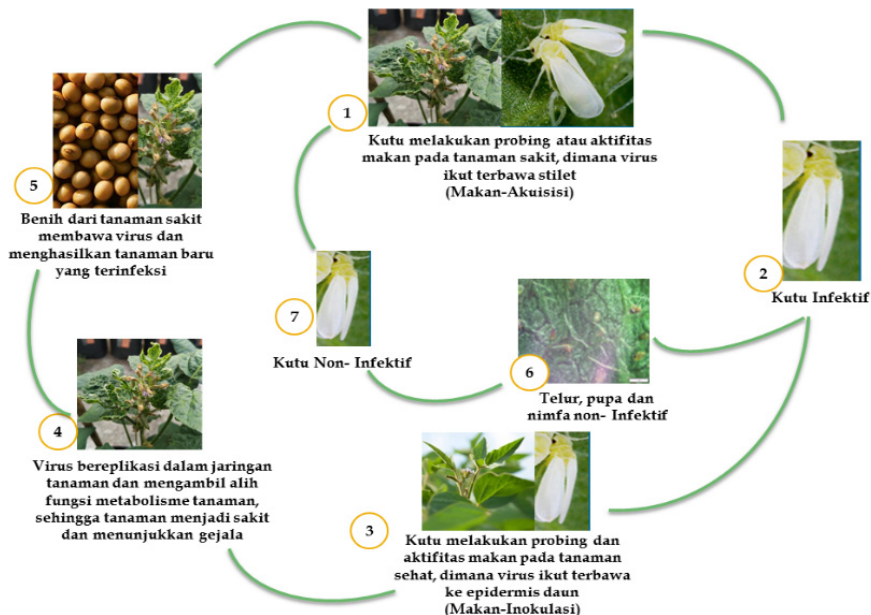
Sumber: Horn *et al.* (1991)

Gambar 16. Gejala mosaik pada tanaman kedelai yang terinfeksi CMMV

Infeksi virus di Indonesia dilaporkan dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 40-80% (Baliadi dan Saleh 1989) dan di kisaran 10-100 % pada tanaman kedelai, 64-80% pada kacang tanah di Brazil (Bock *et al.* 1977; Brown and Rodrigues 2017), kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) 10-15% dengan keparahan penyakit mencapai 15-40% (Akin 2003). Pada tanaman kedelai Saleh dan Hadi (2002) melaporkan bahwa kehilangan hasil varietas Wilis mencapai 14-28% dan varietas Sibayak mencapai 81% (Saleh *et al.* 2004) serta mempengaruhi penurunan bobot biji dan jumlah biji tidak normal 11-54% (Akin 2003). Di Brazil, kerugian akibat CpMMV mencapai 85% (Brown dan Rodrigues 2014). Tanaman inang utama CpMMV adalah kelompok tanaman anggota Family Fabaceae (kacang tanah, kedelai, buncis, kacang kratok, kacang tunggak, *Vigna faba*, dan *Vigna subterranean*) (Mink and Keswani 1987; El-Hassam *et al.* 1997; Almeida *et al.* 2005) dan Solanaceae (tomat, terung) (Mansour *et al.* 1998). Adapun tanaman inang lain yang dapat menjadi tanaman perantara baik dari tanaman budidaya maupun tanaman liar diantaranya adalah dari Family Chenopodiaceae (*Chenopodium guinoa*, *Chenopodium amaranticolor*), Lamiaceae, dan Malvaceae (CABI 2020).

MEKANISME PENULARAN

Cowpea mild mottle virus (CpMMV) ditularkan oleh vektor serangga *White fly*, *Bemisia tabaci* yang endemik di wilayah Afrika Barat, dan juga banyak dilaporkan hampir di seluruh belahan dunia termasuk Indonesia (Brown 2010; De Moya *et al.* 2019). Penularan oleh kutu kebul terjadi dengan pola penularan *non persistent non-circulativ*. Waktu penularan virus oleh vektor (inokulasi) sangat singkat 5-10 menit (Iwaki *et al.* 1982), masa perolehan virus (*Acquisition feeding*) berkisar antara 10-30 menit (Muniyappa and Reddy 1983). Di Indonesia, pernah dilaporkan bahwa CpMMV tidak dapat tertular melalui benih (Horn *et al.* 1991), namun Kulsum (2016) melalui deteksi molekuler berhasil mendeteksi keberadaan virus ini pada benih kedelai. Di beberapa negara virus ini juga dilaporkan dapat terbawa benih (El-Hammady *et al.* 2004, Kulsum *et al.* 2016). Penularan secara non persisten oleh *B. tabaci* memungkinkan tingkat penyebaran virus lebih tinggi dan cepat antar tanaman. Muniyappa and Reddy (1983) menyatakan bahwa seekor serangga dewasa *B. tabaci* mampu menularkan virus CpMMV dengan persentase sebesar 30-90%. Mekanisme penularan virus di lapang dapat ditampilkan pada gambar 17 di bawah ini



Gambar 17. Mekanisme penularan virus CpMMV pada tanaman kedelai

PENGENDALIAN

a. Produksi benih kedelai sehat

Produksi benih kedelai bebas CpMMV dapat dilaksanakan di wilayah tertutup yang jauh dari komoditas aneka kacang dan tidak ada populasi *B. tabaci*. Sortasi benih sebaiknya memperhatikan tanda biji belang, untuk dapat dipisahkan dari calon benih. Kriteria biji belang sebaiknya menjadi salah satu kriteria dalam sortasi benih kedelai bersertifikat.

b. Menjaga distribusi benih antar wilayah

Oleh karena penyebaran CpMMV dapat terjadi melalui benih terinfeksi, maka perlu mencegah masuknya benih kedelai terinfeksi CpMMV dari daerah endemik ke daerah non endemik atau lahan bukaan baru di Indonesia.

c. Varietas Tahan

Saat ini telah ada varietas kedelai yang tahan/toleran *B. tabaci* yaitu Detaku 1, Detaku 2, Detaku 3 yang mampu meminimalisir serangan kutu kebul dan hasil tetap tinggi.

d. Waktu Tanam yang Tepat dan Serempak

Pemilihan waktu tanam sebaiknya memperhatikan populasi di lapang, disarankan untuk tidak memilih waktu tanam bersamaan dengan musim dimana populasi *B. tabaci* tinggi. Pelaksanaan tanam serempak dimaksudkan agar ketersediaan makanan bagi vektor rendah setiap waktu. Tanam serempak dimaksudkan untuk memutus mata rantai siklus hidup serangga, sehingga populasinya menurun.

PENGENDALIAN TERPADU

Dalam menangani penyakit yang disebabkan virus, penting untuk mengendalikan vektor penularnya. Beberapa metode dapat dipadukan untuk mengendalikan vektor diantaranya secara budidaya, mekanik, hayati, dan kimia sebagai pilihan terakhir bila diperlukan.

1. **Budidaya;** perlu diperhatikan pemilihan varietas dan lokasi penanaman. Sebaiknya menghindari lokasi endemik kutu kebul, atau memilih varietas tahan jika diharuskan menanam di wilayah endemik kutu kebul.

2. **Mekanik**; sebelum penanaman pastikan lahan disekitar dibersihkan dari gulma yang memungkinkan menjadi inang alternatif virus dan vektornya. Mencabut tanaman yang menunjukkan adanya gejala terinfeksi virus, untuk menghilangkan sumber inokulum.
3. **Hayati**; menggunakan agensia hayati untuk pengendalian vektor, di antaranya adalah *Lecanicillium lecanii* (Putra *et al.* 2013)
4. **Kimia**; menggunakan pestisida sebagai alternatif terakhir dapat dikombinasikan dengan metode pengendalian lainnya. Penggunaan pestisida sintetik sebaiknya mengikuti dosis dan anjuran pemakaian. Hal yang perlu diperhatikan dalam aplikasi pestisida kimia yang tepat adalah tidak pada periode aktif vektor (contohnya *B.tabaci*, periode aktif: siang hari). Aplikasi penyemprotan memperhatikan pola hidup serangga, jika populasi tinggi pada permukaan bawah daun, maka *nozzle* tangki penyemprot dapat diarahkan di bawah kanopi, sehingga lebih tepat sasaran. Penggunaan dosis dan volume yang tepat sangat penting diperhatikan untuk mencegah terjadinya resistensi dan resurgensi serangga vektor.

SOYBEAN MOSAIC VIRUS (SMV)

Soybean mosaic virus (SMV) merupakan salah satu virus tanaman yang banyak dilaporkan menginfeksi tanaman kedelai di Indonesia, karena adanya gejala belang pada biji dari tanaman kedelai terinfeksi. SMV diketahui sebagai patogen terbawa benih, dan dapat ditularkan oleh serangga vektor *Aphis glycines* (Roechan 1992; Sinclair and Backman 1993), secara non persisten dan secara mekanik.

Zarah virus berbentuk isometrik dengan diameter 30 nm. Suhu inaktivasi virus antara 60-75°C, dengan titik pengenceran akhir 10^{-4} . Pada tanaman sakit, virus akan menjadi inaktif setelah disimpan selama 96 jam pada suhu kamar. SMV dapat ditularkan secara mekanis oleh lebih dari 60 jenis kutu daun secara non-persisten, seperti *Aphis glycine*, *Aphis craccivora*, *Myzus persicae* dan *Aphis gossypii*, serta melalui biji beberapa tanaman inang (Gonzalves and Garnsey 1989).

Di Indonesia, SMV pertama kali dilaporkan oleh Roechan *et al.* (1981) di pertanaman kedelai di Sukamandi yang menunjukkan gejala mosaik dan daun mengeriting menggulung ke bawah. Zarah virus berbentuk batang lentur (filamentous) dengan ukuran lebar 13 nm dan panjang 700–900 nm, termasuk dalam kelompok Potyvirus. Selain di Jawa Barat, SMV telah dilaporkan tersebar di Sumatera Barat, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan (Baliadi & Saleh 1989; Roechan 1992) dan Bali (Putra *et al.* 2018).



Sumber: (Bos L 2006)

Gambar 18. Gejala penyakit mosaik kerdil pada tanaman kedelai

GEJALA

Gejala infeksi SMV umumnya diketahui berupa mosaik pada daun, namun sering juga ditemukan variasi gejala baik pada tanaman muda maupun tanaman tua. Gejala pada tanaman kedelai berumur 14-28 hst yakni daun mengecil,

klorosis, permukaan daun tidak merata, tepi daun melengkung, tulang daun menebal, melengkung ke dalam dan keluar serta melepuh (Andayanie 2012). Sulandari *et al.* (2014) melaporkan variasi gejala yang hampir sama yakni mosaik ringan, belang, keriting, pertumbuhan terhambat dan pada infeksi parah menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Brunt *et al.* (1990) telah menjelaskan bahwa tanaman kedelai yang terinfeksi SMV umumnya menghasilkan daun berkerut-kerut (Gambar 18), tulang daun utama berwarna hijau gelap, daerah antar tulang daun berwarna hijau terang, tanaman kerdil, daun mengeriting, adanya belang pada biji, abnormalitas bunga, nekrosis sistemik, lesio lokal nekrotik, dan hawar pucuk.

Infeksi pada benih dapat diketahui melalui belang pada kulit biji, namun biji yang tidak bergejala belum tentu terbebas dari infeksi virus (Hasan & Kasim 2018). Benih yang bergejala umumnya akan menghasilkan bibit tanaman yang sakit, dengan pertumbuhan tanaman kurus, tinggi, permukaan daun berkerut, atau bentuknya tidak normal, belang atau tepi daun melengkung ke arah bawah, dan mempengaruhi mutu fisiologis benih (Harnowo dan Baliadi 1996).

Di lapangan dalam kondisi suboptimum serangan virus ini dapat mengakibatkan penurunan hasil 8-50% (Hill 1999) dan dapat mencapai 100% pada kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan penyakit (Liao *et al.* 2002). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa intensitas penyakit pada awal pertumbuhan mencapai 13-30% (Koning and Te Krony 2003; Hobbs *et al.* 2003; Andayanie 2012a). Rahayu *et al.* (1989) melaporkan bahwa nilai penurunan hasil kedelai di Indonesia sebesar 39,51%, sedangkan Demski and Khun (1989) melaporkan bahwa tanaman kedelai yang diinokulasi dengan SMV mengalami penurunan hasil hingga 90%.

Infeksi virus pada tanaman kedelai berdampak buruk pada hasil, jika intensitas penanaman secara monokultur dilakukan dalam skala luas. SMV juga diketahui banyak menginfeksi secara bersamaan dengan virus lain di lapang dan umumnya gejala yang ditimbulkan lebih tinggi (66-88%), dibandingkan dengan gejala yang dihasilkan oleh infeksi tunggal SMV (8-25%) (Khun 1989). Penularan virus antar tanaman juga dibantu oleh kelompok vektor Aphididae. Oleh karena itu, interaksi antar virus dengan vektornya di lapang menjadi sangat penting.

Infeksi virus sangat berpengaruh terhadap hasil apabila infeksi terjadi di awal tanam atau jika virus terbawa benih. Infeksi SMV di awal pertumbuhan mempengaruhi penurunan hasil 52,6%, namun jika infeksi terjadi setelah

pembungaan, penurunan hasil akan tidak signifikan (Soenartiningih *et al.* 1991), selain itu menurut Roechan (1992) infeksi SMV dapat menyebabkan kejadian penyakit (17–75%), tergantung varietas, umur tanaman, saat terinfeksi dan kondisi lingkungan.

Tabel 1. Hasil penelitian intensitas penyakit mosaik kerdil pada kedelai

Tanaman Inang	Variasi Gejala	Kejadian penyakit (%)	Referensi
Kedelai (Jawa Timur) SMV	klorotik 60%, daun menyungkup 11%, pemendekan tangkai dan buku daun 29%)	13,42 - 30,10%,	Wuye <i>et al.</i> (2011)
Kedelai varietas Malabar (Jawa Tengah) SMV dan SSV	mosaik, keriting, dan pertumbuhannya terhambat	20–50%	Sulandari <i>et al.</i> (2014)

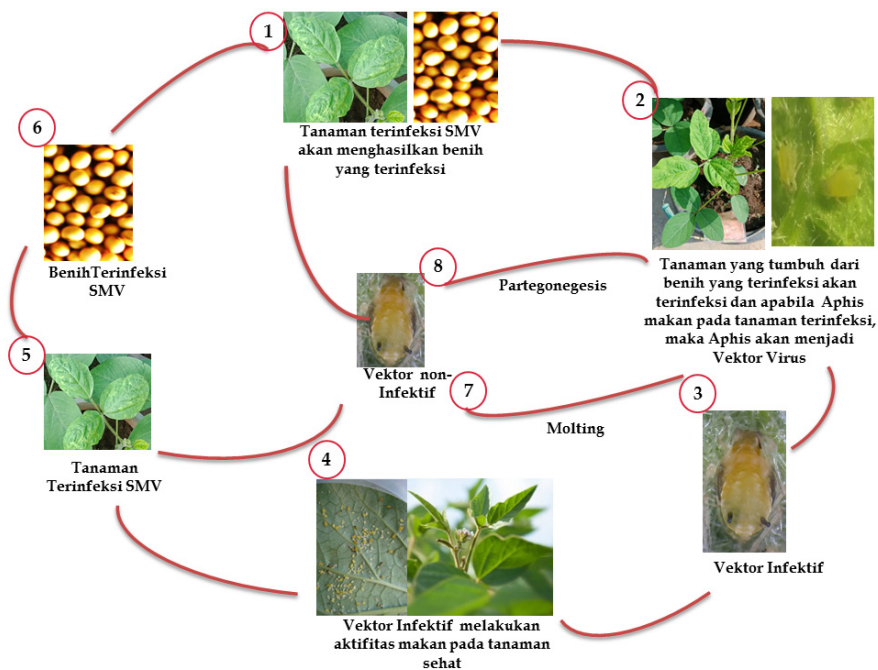
SMV termasuk jenis virus yang mempunyai tanaman inang yang sangat luas dan dapat menyerang 775 jenis tanaman dari 85 famili, termasuk famili Cucurbitaceae, Papilionaceae, Solanaceae dan Cruciferae. Di antara tanaman tersebut yang sering ditemukan berada di sekitar tanaman kedelai adalah: tomat, cabai, mentimun, terong, buncis, kacang tunggak, dan kacang panjang (Gonzalves and Garnsey 1989). Penularan SMV melalui biji dan infeksi pada beberapa tumbuhan liar terbukti memegang peranan penting dalam penyebaran dan perkembangan penyakit SMV di lapang.

MEKANISME PENULARAN

Penularan SMV terjadi melalui benih dan serangga Aphid *A. glycines*. Pola penularan oleh Aphid secara non persisten. Pola ini terjadi sangat singkat dimana masa akuisisi virus dari tanaman sakit hanya membutuhkan waktu kurang lebih 10-15 menit dan masa inokulasi ke tanaman sehat juga singkat (20-30 menit). Pola penularan secara non persisten juga di kenal dengan *stilet born* atau non sirkulatif, hal ini dikarenakan keberadaan virus hanya pada stilet serangga tanpa melalui sirkulasi di saluran pencernaan. Pola penularan ini menyebabkan efektifitas vektor sangat tinggi. Diketahui bahwa satu ekor serangga dewasa sudah dapat menularkan virus dari satu tanaman ke tanaman lain melalui aktifitas makan.

Dalam kasus penularan non persisten juga diketahui dalam proses ganti kulit dan proses reproduksi serangga (partenogenesis) virus akan terlepas dari tubuh

serangga, dan menghasilkan serangga yang non infeksi. Namun demikian, dalam pola kehidupan makan memakan jika serangga melakukan probing atau makan pada tanaman terinfeksi, maka serangga akan kembali terinfeksi dan virulen. Penularan melalui biji terjadi ketika petani melakukan budidaya tanaman kedelai menggunakan benih yang berasal dari tanaman terinfeksi SMV. Benih yang tidak melalui proses uji benih berpeluang besar menghasilkan tanaman baru yang terinfeksi. Indikasi benih terinfeksi oleh SMV pada umumnya menunjukkan adanya belang pada kulit biji, dan ketika benih ditanam, akan terlihat gejala mosaik, belang bahkan keriting pada tunas-tunas daun muda. Mekanisme penularan penyakit mosaik virus pada kedelai, dapat dijelaskan dalam siklus penyakit di bawah ini (Gambar 19).



Gambar 19. Mekanisme transmisi SMV pada tanaman kedelai

PENGENDALIAN PENYAKIT

Pengendalian penyakit SMV dapat dilakukan dengan menggunakan benih sehat dan mengendalikan vektornya. Beberapa cara yang dapat dilakukan adalah mencegah terjadinya infeksi awal, oleh karena itu dalam pelaksanaan budidaya

kedelai perlu persiapan yang tepat sejak penyiapan benih, pemilihan lokasi, waktu tanam dan pelaksanaan di lapang.

a. Penggunaan benih sehat

SMV merupakan virus yang bersifat *seed borne*. Oleh karena itu penggunaan benih sehat sangatlah penting. Benih yang sehat dan bebas virus akan menghasilkan tanaman sehat bebas virus, sebaliknya tanaman yang ditanam menggunakan benih terinfeksi akan menjadi sumber inokulum di lahan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa benih yang terinfeksi umumnya terdapat belang pada kulit biji, sehingga perlu dilakukan sortasi. Benih sehat bersertifikat dapat diperoleh dari produsen benih dimana benih-benih tersebut telah melalui proses sanitasi, *roguing* sejak di lahan pertanaman, dan sortasi, sehingga kemungkinan menjadi sumber inokulum lebih rendah dibandingkan benih tidak bersertifikat.

b. Sanitasi Lahan

Sanitasi lahan untuk mencegah penularan SMV tidak mudah dilakukan, karena gejala yang ditimbulkan pada tanaman inang utama, tanaman alternatif dan gulma sangat bervariasi. Sanitasi dapat dilakukan sebelum tanam atau saat tanaman kedelai tumbuh. Sanitasi di awal tanam sangat membantu menghilangkan sumber inokulum di lahan. Mencabut tanaman bergejala sedini mungkin, sangat penting untuk memusnahkan sumber inokulum bagi vektor.

c. Pemilihan lokasi

Pemilihan waktu dan lokasi dimaksudkan agar petani dapat memilih waktu dimana hama tidak dalam populasi yang sangat tinggi, atau menghindari puncak populasi vektor di periode rentan tanaman kedelai. Pemilihan lokasi yang bukan wilayah endemik dari vektor virus.

d. Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor virus dapat dilakukan menggunakan teknik budidaya dengan tanaman perangkap, penggunaan agensi hayati, penggunaan pestisida nabati, dan pestisida sintetik.

PEANUT STRIPE VIRUS (PStV)

Peanut stripe virus (PStV) merupakan salah satu virus penyebab penyakit utama pada tanaman kacang tanah, selain *peanut mottle virus* (PMoV) dan CpMMV, namun demikian virus ini juga memiliki kisaran inang yang luas, salah satunya adalah tanaman kedelai.

PStV merupakan virus yang dapat bertahan lama di lapang, karena kemampuannya terbawa benih dan ditularkan serangga. Keberadaan dan intensitas serangan PStV di lapang ditentukan oleh beberapa faktor antara lain tersedianya sumber inokulum, tingkat kerentanan tanaman, kelimpahan dan aktivitas serangga vektor, serta kondisi lingkungan. Sumber inokulum dapat berasal dari benih terinfeksi, tanaman budidaya lain atau gulma yang terinfeksi virus. Benih memegang peranan penting dalam kejadian penyakit karena dari benih yang terinfeksi akan menghasilkan tanaman yang terinfeksi. Selain itu, karena sebarannya secara acak di lapang maka sangat efektif menjadi sumber inokulum. Di lapang penyebarluasan virus belang dilakukan oleh serangga Aphid. Aphid bersayap memegang peranan penting dalam proses penularan, meskipun yang tidak bersayap juga berperan menularkan antar tanaman melalui cabang atau daun tanaman. Generasi Aphid bersayap terbentuk apabila populasi meningkat dan berdesakan. Aphid bersayap dapat menularkan virus dalam jarak yang lebih jauh dibandingkan yang tak bersayap (Saleh 2003).

Aphid merupakan vektor yang baik bagi virus karena memiliki tipe alat mulut pencucuk dan pengisap. Bentuk stilet yang kecil menyebabkan virus dapat terdisposisi dengan baik pada jaringan tanaman dan dapat memperoleh nutrisi untuk bereplikasi. Tipe alat mulut ini lebih efisien karena tidak menyebabkan luka yang lebar pada saat makan. Luka akibat aktifitas makan serangga (penggigit pengunyah) akan mempengaruhi lisisnya sel tanaman, sehingga kurang sesuai dengan sifat virus yang adalah parasit obligat. Stilet dapat mengisap zarah PStV yang berada di jaringan epidermis dan endodermis sehingga dapat menularkan ke tanaman lain dengan cepat. Secara alami penyebaran Aphid dapat mencapai radius 50-100 m. Hal ini di dukung penelitian Demski *et al.* (1993) yakni perbedaan jarak penanaman 100 m dari petak yang terinfeksi mengalami intensitas serangan mencapai 15%, sedangkan dengan jarak yang lebih jauh 200 m menghasilkan produksi tanaman yang lebih baik dan terbebas dari infeksi virus.

GEJALA

Gejala infeksi PStV pada daun yakni perubahan warna daun secara tidak normal (Green *et al.* 2008), daun mengkerut, belang, mosaik dan daun tampak seperti melepuh (Vetten *et al.* 2008), daun menguning dan pada serangan lanjut bahkan tanaman menjadi kerdil (Lim *et al.* 2014).

Dilaporkan PStV menginfeksi kedelai di Taiwan yang mana terdeteksi pada benih kedelai yang di impor dari China. Gejala yang dihasilkan pada tanaman dari benih terinfeksi yakni bintik mosaik dan kerdil pada tanaman (Rao *et al.* 1997).

Kemampuan virus terbawa benih pada tanaman kacang tanah >37% (Demski dan Lovell 1985). Benih merupakan sumber inokulum di lahan, dimana jika 1/4 tanaman tumbuh di lahan terinfeksi dan menjadi sumber makanan serangga vektor, maka penyebaran virus dari sumber inokulum (tanaman terinfeksi yang tumbuh dari biji sakit) semakin cepat, sehingga seluruh pertanaman mudah terinfeksi virus dan menghambat pertumbuhan tanaman. Tanaman yang terinfeksi umumnya terhambat dalam proses produksi dan pembentukan biji, pada kasus lain tanaman tetap berproduksi menghasilkan biji namun mengalami malformasi, yakni ukuran biji lebih kecil, sehingga nilai ekonomisnya rendah.

PStV memiliki tanaman inang yang sangat luas diantaranya tanaman kacang-kacangan seperti kacang tanah, kedelai, *Arachis pintoi*, *Macroptilium lathyroides*, *Chenopodium amaranticolor* dan *C. Quinoa* (Inayati 2015), serta gulma famili leguminosae dan gulma (Baliadi *et al.* 1990), seperti *Desmodium* sp, *Casia occidentalis*, *Aeschynomene indica*.



Sumber: Kameya (2001)

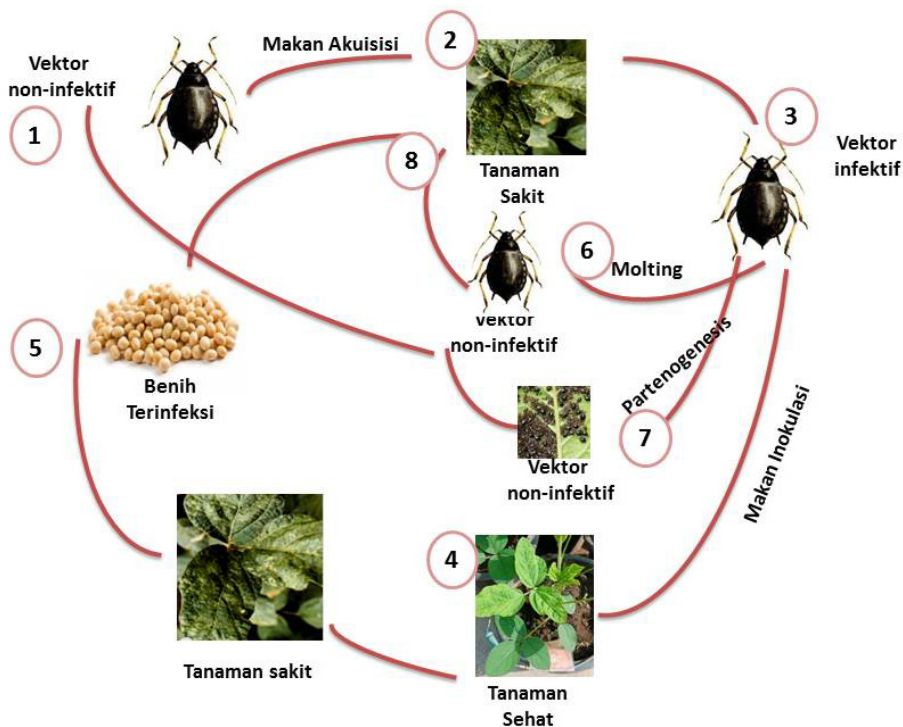
Gambar 20. Gejala infeksi PStV pada kedelai

MEKANISME PENULARAN

Virus diketahui dapat ditularkan oleh serangga *Aphis craccivora* serta dari biji terinfeksi, namun dengan tingkat penularan yang rendah (2%) (Green *et al.*

2008). *Peanut stripe virus* merupakan salah satu contoh penularan oleh serangga vektor Aphid secara non persisten atau tular stilet. Penularan secara non persisten oleh vektor terjadi segera setelah virus mengakuisisi tanaman sakit tetapi umumnya menjadi infeksi dalam periode yang pendek. Spesies Aphid yang menularkan, PSTV yakni *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. glycine*, *A. polii*, *Myzus persicae*, *R. maydis*, *Trichosiphonaphis* (Suprpto 1991; Saleh dan Baliadi).

Mekanisme transmisi virus oleh *Aphis craccivora* terjadi secara non persisten (Gambar 21), dikarenakan virus tidak masuk kedalam bagian dalam tubuh vektor hanya berada di bagian stilet alat mulut vektor. *A. craccivora* memiliki tipe stilet yang pendek, sehingga pada saat probing stilet ini hanya mencapai bagian epidermis tanaman



Gambar 21. Siklus transmisi virus oleh vektor *Aphis* sp secara non persisten

Tahapan transmisi virus non-persisten (Nault 1997), tahapan awal adalah akuisisi. Pada periode ini Aphid melakukan probing (mengecap). Aphid bersifat suka mencoba-coba kecocokan makanan pada tanaman. Ketika melakukan coba-coba, Aphid secara tidak langsung membuat proses akuisisi. Selain itu juga terjadi proses transmisi. Proses ini terjadi dengan mudah dalam waktu beberapa

detik sampai menit. Inokulasi: pada tahap ini dilakukan segera setelah akuisisi. Vektor infektif kemudian menularkan virus yang dibawanya ke tanaman lain. Aphid termasuk *transmitter active*, namun kemampuan ini dapat langsung hilang dalam beberapa detik atau menit, dikarenakan proses ganti kulit (*molting*), tidak terdapat masa inkubasi atau periode laten. Setelah menularkan virus ke tumbuhan lain, infektivitas vektor dapat hilang atau menurun. Penularan virus oleh serangga secara non-persisten terjadi bila virus bertahan dalam tubuh serangga dalam waktu yang sangat singkat, beberapa menit atau jam. Serangga menjadi infektif seketika setelah menghisap virus, tidak diperlukan periode laten. Sedangkan persistensi atau retensi virus dalam vektor sangat singkat (Sylvester 1980). Kutu daun membawa virus yang tidak mencucuk dan menghisap tanaman lain juga kehilangan infektivitasnya setelah beberapa saat (Sumardiyono *et al.* 1997).

Mujoko *et al.* (2000) menyatakan bahwa waktu inokulasi virus dan umur tanaman kacang sangat berpengaruh terhadap masa inkubasi virus pada tanaman inang. Pada pengujian inokulasi umur tanaman 2 minggu menunjukkan masa inkubasi yang lebih awal dibandingkan dengan waktu inokulasi pada umur tanaman 3-4 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penyakit akan lebih tinggi pada tanaman yang telah terinfeksi virus lebih awal (tanaman yang muda).

PENGENDALIAN PENYAKIT

Pengendalian penyakit oleh virus ini tentunya memerlukan integrasi komponen yang sesuai dan cocok dengan bioekologi virus dan vektor, serta lingkungan. Beberapa yang telah di coba adalah penggunaan varietas tahan, benih bebas virus, cara kultur teknis, pengendalian vektor, serta penentuan waktu tanam.

a. Varietas Tahan

Penggunaan varietas tahan dalam budidaya adalah teknik yang efisien dan murah, serta mudah untuk diaplikasikan petani.

b. Benih sehat

Teknik lain yaitu menanam benih sehat. Penggunaan benih sehat merupakan modal utama dalam pengendalian penyakit PStV. Penggunaan benih dari hasil

pertanaman sebelumnya, yang telah terinfeksi virus menjadi sumber inokulum terutama bila populasi vektor tinggi.

c. Kultur Teknis

Pengendalian dengan kultur teknis yaitu dengan memilih waktu tanam yang tepat, yang disesuaikan dengan agroekosistem di wilayah tersebut. Di daerah tropis populasi kutu daun meningkat pada akhir musim hujan dan mencapai puncaknya pada musim kemarau (Saleh 2003). Oleh karena itu intensitas serangan virus belang kacang tanah pada awal musim kemarau umumnya lebih rendah dibanding pada pertanaman pada akhir musim kemarau. Perlu adanya rotasi tanaman dengan tanaman non leguminosa, seperti jagung dan padi. Penanaman tanaman kedelai secara terus-menerus akan menyediakan sumber makanan bagi vektor virus, hal ini akan menyebabkan tersedianya sumber inokulum sepanjang tahun. Selain itu yang perlu dilakukan adalah pembersihan gulma dan tanaman sakit. Tanaman sakit dan gulma disekitar area pertanaman merupakan sumber inokulum bagi tanaman, sehingga pencabutan tanaman sakit diharapkan dapat mengurangi sumber inokulum. Faktor lainnya yang perlu diperhatikan adalah menanam tanaman dengan jarak tanam yang lebih rapat (20-30 cm x 15 cm) 1 biji/lubang atau 40 cm x 10 cm, 2 biji/lubang. Sistem penanaman yang seperti ini dapat mengurangi persentase tanaman terserang PStV hingga 37,80% dan meningkatkan hasil 1,30 t/ha (Saleh 1995).

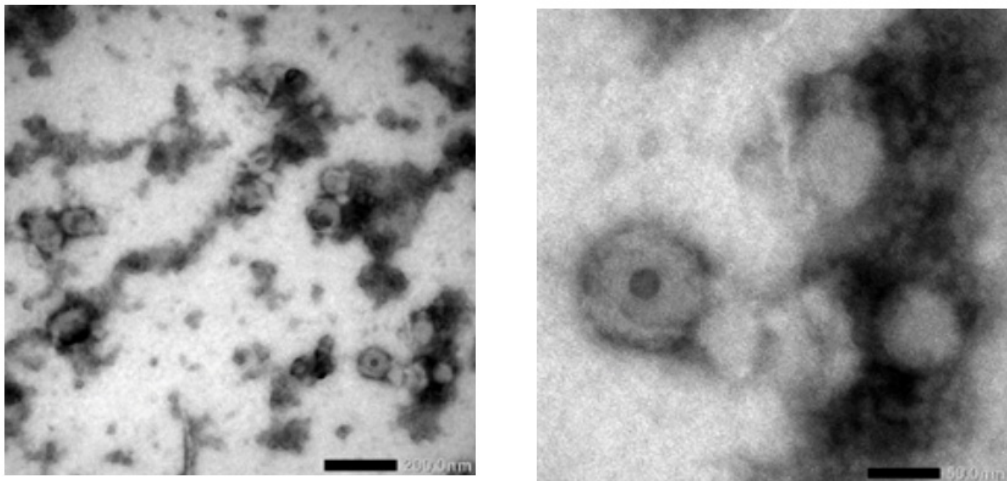
d. Pengendalian Vektor

Di lapang, penyebaran PStV ditentukan oleh kelimpahan dan aktivitas vektor. Pada umumnya pengendalian vektor dengan insektisida kimia dapat menekan populasi vektor yang selanjutnya akan menekan perkembangan penyakit. Namun untuk virus non persisten (termasuk PStV), penyemprotan insektisida tidak efektif menekan intensitas serangan meskipun mampu menekan populasi vektor. Insektisida umumnya tidak mengakibatkan serangga mati secara cepat, sehingga sebelum mati, serangga lebih aktif dan mampu mengisap dan menularkan ke tanaman lain (Saleh *et al.* 1991).

CUCUMBER MOSAIC VIRUS-S (CMV-S) atau SOYBEAN STUNT VIRUS (SSV)

Cucumber mosaic virus (CMV) merupakan salah satu anggota genus Cucumovirus yang memiliki kisaran inang luas. Beberapa tanaman inang CMV adalah kelompok tanaman sayuran, tanaman hias, tanaman perkebunan, dan tanaman pangan. Pada tanaman pangan seperti kedelai telah dilaporkan adanya strain CMV baru yang dikenal dengan CMV-S (*Cucumber mosaic virus* strain soybean) atau dikenal dengan *Soybean stunt virus* (SSV) (Hong *et al.* 2003).

CMV-s tersusun dari inti berupa rangkaian asam ribo-nukleat (RNA) yang bersifat infeksiif diselubungi mantel protein. Kelompok genus cucumovirus ini diketahui memiliki bentuk partikel isometrik dengan ukuran partikel 28-30 nm (Uge *et al.* 2019) (Gambar 22). Damayanti dan Wiyono (2015) melaporkan bahwa beberapa isolat CMV-s asal Indonesia dikarakterisasi secara genetik dan masuk dalam subgroup IB.



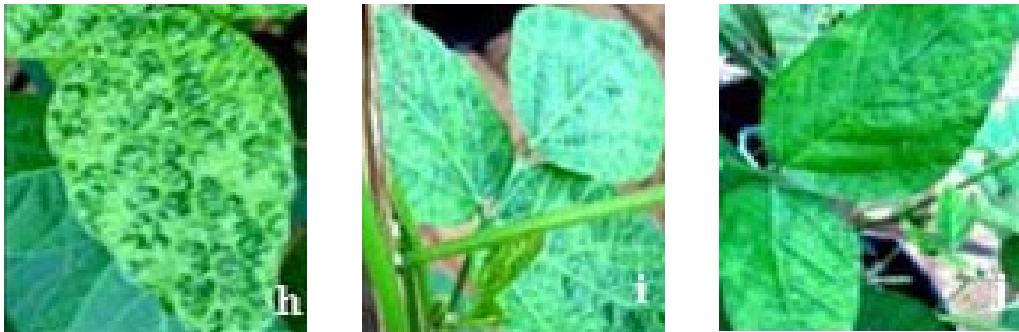
Sumber: Uge *et al.* (2019)

Gambar 22. Partikel virus genus cucumovirus

GEJALA

Gejala infeksi CMV-s berupa *vein clearing*, mosaik ringan, mosaik jelas (Gambar 23), keriput, dan tanaman kerdil, sedangkan pada biji sangat khas yakni belang coklat konsentris pada hilumnya (Sulandari dan Sumardiyono 1998). Penularan virus ini diketahui melalui beberapa cara yakni secara mekanis, vektor

(non persisten) maupun melalui benih (Jacquemond 2012; Mauck *et al.* 2014). Berbagai mekanisme infeksi ini menjadi peluang besar terhadap kejadian penyakit di lapang apabila tidak ditangani secara baik dalam persiapan budidayanya. Honda *et al.* (1988) melaporkan bahwa infeksi CMV dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 50 %.



Sumber (Rahim *et al.* 2020)

Gambar 23. Tipe gejala yang disebabkan oleh CMV-s pada tanaman kedelai

Di Indonesia kejadian infeksi CMV-s dilaporkan di beberapa wilayah di Indonesia seperti Jawa, Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi selatan (Rahim *et al.* 2015; Sulandari *et al.* 2014). Virus ini diketahui mampu terbawa benih dengan kejadian penyakit mencapai 40–84% (Roechan *et al.* 1975; Honda *et al.* 1988) dan kehilangan hasil mencapai 50% (Honda *et al.* 1988).

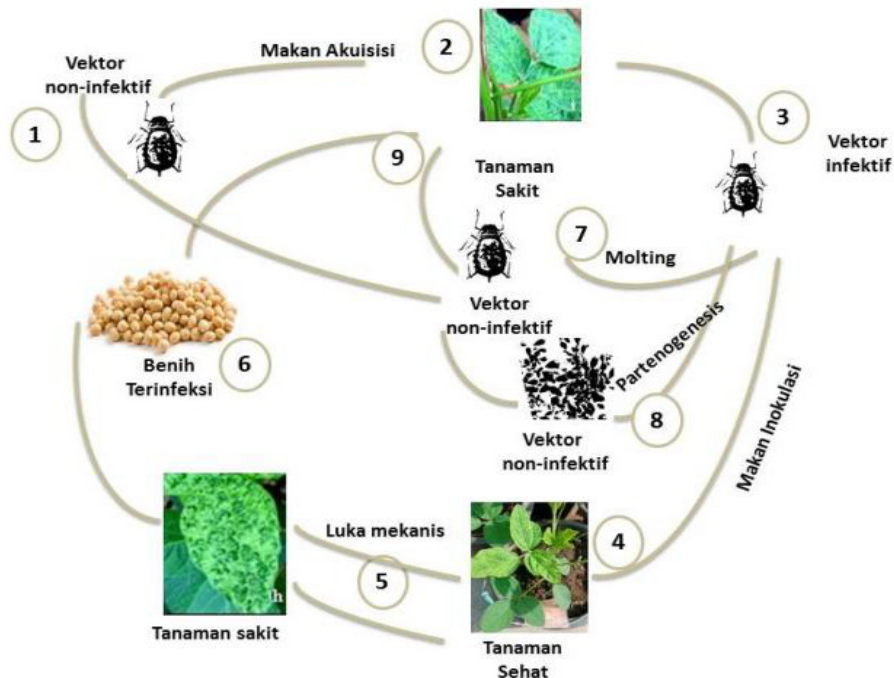
Tabel 2. Gejala dan intensitas penyakit akibat infeksi CMV-s

Gejala infeksi	Intensitas serangan	Referensi
Tanaman kerdil	100%	Siadi <i>et al.</i> 2017
Mosaik, permukaan daun tidak rata, melepuh, penebalan tulang daun, malformasi, pinggiran daun melengkung dan menguning	72-84%	Rahim <i>et al.</i> 2015

CMV-s merupakan spesies CMV yang hanya ditemukan menginfeksi tanaman kedelai. Infeksi CMV banyak dilaporkan di beberapa sentra produksi kedelai di Indonesia dan sering ditemukan berasosiasi dengan virus lain. Virus ini sebelumnya dikenal dengan *Soybean stunt virus*.

MEKANISME PENULARAN

Mekanisme infeksi CMV-s pada tanaman kedelai terjadi melalui berbagai cara yakni melalui luka mekanis (jarang), serangga vektor, dan melalui benih. Virus yang masuk ke dalam sel tanaman baik melalui aktifitas makan vektor maupun luka mekanis masuk ke dalam sel dan memperbanyak diri (multiplikasi). Multiplikasi selanjutnya akan membentuk partikel-partikel virus baru yang virulen. Virus pada umumnya bereplikasi dan menyerang jaringan-jaringan muda yang aktif berkembang sehingga mengganggu proses metabolisme tanaman. Infeksi yang terjadi secara sistemik di seluruh bagian tanaman akan meningkatkan terjadinya infeksi pada biji yang dihasilkan. Virus pada biji dapat ditemukan pada jaringan kulit biji, endosperm dan embrio (Rachmadi *et al.* 1987; Saleh *et al.* 1987). Apabila biji terinfeksi digunakan sebagai bahan perbanyak tanaman di lapang, akan menjadi sumber inokulum virus. Adapun Rachmadi *et al.* (1987) melaporkan bahwa CMV-s masih infeksiif setelah biji kedelai disimpan pada suhu kamar selama tiga bulan. Siklus penyebaran virus di lapang dijelaskan sebagai berikut (Gambar 24).



Gambar 24. Siklus perkembangan penyakit oleh infeksi CMV-s

PENGENDALIAN

a. Produksi Benih Bebas Patogen CMV-s

Benih bebas SMV dapat diperoleh dengan proses penyiapan sejak awal budidaya hingga penanganan pasca panen. Persiapan di awal tanam dapat dilakukan dengan memilih benih bebas virus (tidak bergejala belang), menanam di lahan yang bebas vektor virus, melakukan *roguing* dan pencabutan tanaman di lahan yang menunjukkan gejala terinfeksi, penanganan sortasi benih dapat dilakukan dengan membuang calon benih yang memiliki gejala belang atau bercak pada kulit benih. Sebaiknya kriteria belang dapat dimasukkan sebagai salah satu kriteria dalam sortasi benih, benih bebas penyakit.

b. Penggunaan Varietas Tahan

Varietas tahan merupakan salah satu alternatif pengendalian yang aman, murah dan mudah digunakan. Pemilihan varietas tahan sejak persiapan penanaman sangat penting dilakukan. Rahim *et al* (2020) melaporkan bahwa kedelai varietas Detam 1, Detam 2 dan Burangrang termasuk tahan terhadap infeksi CMV-s, sehingga dapat menjadi pilihan alternatif dalam budidaya, khususnya di lahan yang diketahui endemik vektor virus CMV.

c. Pengendalian Vektor

CMV diketahui ditularkan oleh kelompok *Aphid* sp. Oleh karena itu pengendalian virus dapat dilakukan dengan mengendalikan serangga vektornya. Baliadi *et al* (2007) melaporkan penggunaan deltametrin (racun kontak/lambung) dosis 1,00 ml/liter air dan Sihalotrin (racun kontak/lambung) dosis ml/liter air diketahui menekan populasi kutu lebih tinggi dibandingkan Metonil (2,00 g/liter air), Sipermetrin (2,00 m/liter air), Imidaklorpid (0,25 ml/liter air), dan Tetasipermetrin (2,00 ml/liter air).

d. Proteksi Silang

Proteksi silang (*cross protection*), telah diterapkan di seluruh dunia pada beberapa komoditas tanaman penting termasuk tomat, pepaya dan jeruk. Mekanisme proteksi silang terjadi pada awal interaksi di dalam tanaman antara virus lemah (mengandung satRNA) dan virus ganas (virus infeksi). Tanaman yang mengandung virus lemah bekerja dengan menghambat proses pelepasan protein virus patogen, sehingga proses inisiasi replikasi dapat dicegah (Jorda *et*

al., 1992). Namun jika replikasi dapat terinisiasi, sejumlah mekanisme mungkin terlibat dalam penghambatan replikasi virus patogen diantaranya penghambatan inisiasi proses translasi, transkripsi, pembentukan nukleotida genom virus secara lengkap, dan pergerakan virus dari sel ke sel sehingga infeksi ke sel yang lain tidak terjadi (Beachy 2007; Jorda *et al.* 1992). Adanya asosiasi antara satRNA dan virus penolongnya (*helper* virus) dapat menekan gejala penyakit dengan sangat efektif. Beberapa contoh yakni pengendalian infeksi CMV pada tanaman melon dan cabai (Kaper *et al.* 1998), tomat dan tembakau (Sayama *et al.* 1993; Nyana *et al.* 2005).

e. Pengendalian menggunakan produk organik

Infeksi virus pada tanaman terjadi secara sistemik, oleh karena itu pengendalian penyakit yang disebabkan oleh virus sangat kompleks. Virus yang menginfeksi tanaman tidak dapat dipulihkan secara total, oleh karena itu pencegahan terhadap infeksi lebih disarankan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengendalikan infeksi CMV di lapang diantaranya dengan menggunakan biopolimer alami untuk menginduksi ketahanan tanaman salah satunya dengan serbuk kitosan dari ekstrak kulit udang dan kepiting (Uge *et al.* 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Monaim, MF., Ismail, ME., Morsy KM. 2012. Induction of systemic resistance in soybean plants against Fusarium wilts disease by seed treatment with benzothiadiazole and humic acid. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(10), pp. 2454-2465, 2 Februari, 2012 Available online: <http://www.academicjournals.org/AJB>. doi: 10.5897/AJB10.1628.
- Adams M. 2005. Genus Carlavirus. In: *Virus Taxonomy*. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, [ed. by Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA]. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Academic Press. 1089-1124.
- Agrios GN. 1998. *Plant Pathology*. Third Edition. Academic Press.
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Elsevier Academic Press, NewYork.
- Ahammed SK, Anandam RJ, Babu GP, Munikrishnaiah M, and Gopal K. 2006. Studies on mycoflora of soybean and its effect on seed and seedling quality characters *Legume Res.*29(3):186-190.
- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell. 1979. *Introductory of Mycology* (4thed.) John WileyandSons. NewYork. 869 pp.
- Almeida ÁMR, Piuga FF, Marin SRR, Kitajima EW, Gaspar JO, Oliveira TG, de Moraes TG. 2005. Detection and partial characterization of a carlavirus causing stem necrosis of soybean in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, 30(2): 191-194._doi: 10.1590/S0100-41582005000200016
- Andayani WR, Sumardiyono YB, Hartono S, Yudono P. 2011. Incidence of soybean mosaic disease In East Java Province. 33 (1):15-21.
- Anonim. 2021. *Cercospora* Leaf Blight of Soybean. Crop Protection Network.
- Astier S, Albouy J, Maury Y, Robaglia C, Lecoq H. 2007. *Principles of plant virology: Genome, pathogenicity, virus ecology*, Science Publishers, ISBN: 1578083168, New Hampshire, USA.
- Baliadi Y, Purwantoro, Tengkan W. 2007. Pengendalian vektor virus *Aphis glycines* Mats dan *Bemisia tabaci* Genn dengan insektisida kimia di lahan kering masam provinsi Lampung. Dalam: Harsono A *et al.* Hal: 425-434. Monograf “Inovasi teknologi kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung kemandirian pangan dan kecukupan energi”. Balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian, Pusat Penelitian dan pengembangan tanaman pangan.
- Baliadi Y, Saleh N, Hadi M. 1990. Beberapa jenis gulma sebagai inang alternatif peanut stripe virus. *Prosiding Konferensi HIGI X*. Malang:120-124
- Baliadi Y, Saleh N. 1988. Pengendalian cowpean mild mottle virus dan vektor bemisia tabaci pada kedelai. *Fakultas pertanian Universitas Brawijaya*. PFI:53-57.
- Baliadi Y, Saleh N. 1989. Virus-virus utama kedelai di sentra produksi kedelai Jawa Timur. *Pros Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI*. Denpasar. 14-16 November 1989. P.100-103.

- Baliadi Y, Saleh N. 1995. Tanggapan plasma nutfah kedelai terhadap infeksi Cowpea mild mottle virus (CMMV). Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah PFI. Yogyakarta 6–8 September 1993. Hal: 317–321.
- Baliadi Y, Suseno R, Salae N, Santosa T. 1993. Empat metode untuk mendeteksi *Aphis glycines* dan *Aphis craccivora*. Program pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang. 16 hlm.
- Balitbangtan. 2007. Pedoman Umum Produksi Benih Sumber Kedelai. Kementerian Pertanian.
- Balitkabi. 2018. Penyakit Embun Bulu (*Peronospora manshurica*) pada Kedelai. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/infotek/penyakit-embun-bulu-peronospora-manshurica-pada-kedelai/>. Diakses pada 12 November 2019.
- Barnett, HL and Barry B Hunter. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company.
- Beachy RN. 2007. Coat protein mediated resistance to TMV infection of *Nicotiana tabacum* involves multiple modes of interference by coat protein. Virology 366:107-116
- Begum M, Sariah M, Puteh AB, Abidin MAZ. 2008. Pathogenicity of *Colletotrichum truncatum* and its influence on soybean seed quality. International Journal of Agriculture & Biology 10:393–398.
- BKP. 2018. Statistik Ketahanan Pangan. 2018. Badan Ketahanan Pangan. 97 hlm.
- Bock KR, Guthrie EJ, Meredith CG, Njuguna JGU. 1977. Groundnut viruses. In: Report of the East African Agriculture and Forestry Research Organization for 1975. 117-124.
- Bock KR, Guthrie EJ, Meredith G, Njuguna JGM. 1976. Plant pathology: Groundnut viruses. In: Report of the East African Agriculture and Forestry Research Organisation for 1974, Nairobi, Kenya: East African Agriculture and Forestry Research Organisation. 120-128.
- Bock KR, Guthrie EJ, Meredith G, Njuguna JGM. 1979. Viruses of food legumes. In: Annual Report East African Agriculture and Forestry Research Organization, Record of Research, for 1976. Nairobi. Kenya: 138-139.
- Bos L. 2006. Reproduced from the Crop Protection Compendium, 2006 Edition. © CAB International, Wallingford, UK.
- Bos. 1972. *Soybean mosaic virus*. No 93 in Descriptions of Plant Viruses. Commonwealth Mycology Institute/Association of Applied Biologists. Kew, Surrey, England.
- Bouffleur TR, Maisa Ciampi Guillard, Isis Tikami, Flavia R, Michael RT, Serenella AS, Nelson SJM, Riccardo B. 2021. Soybean antracnose caused by *Colletotrichum* species. Current status and Future prospect. Molecular Plant Pathology 22 (4):393-409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>.
- Brown JK, Rodrigues JC. 2017. National Plant Disease Recovery System Recovery Plant: Cowpea mild mottle virus complex. In: USDA-ARS Office of Pest Management Policy National Plant Disease Recovery System.

https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/OPMP/NPDRS%20Recovery%20Plans/CPMMV_RecoveryPlan_revised%20Dec%2020.2017_%20Brown.pdf

- Brown JK. 2010. Bemisia: Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group. In: Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest, [ed. by Stansly PA, Naranjo SE]. Dordrecht-Heidelberg-London-New York, Netherlands-Germany-UK-USA: Springer. 31-67.
- Brunt AA, Kenten RH. 1973. Cowpea mild mottle, a newly recognized virus infecting cowpea (*Vigna unguiculata*) in Ghana. Annals of Applied Biology, 74 (1): 67-74. doi:10.1111/j.1744-7348.1973.tb07723.x.
- CABI. 2019. Soybean mosaic virus (soybean mosaic). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/48750#totaxonomicTree>. Diakses 5 April 2021.
- CABI. 2020. Cowpea mild mottle virus (angular mosaic of beans). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/15735>. Diakses 5 April 2021.
- CABI. 2020. Peanut stripe virus (groundnut stripe disease). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45671>. Diakses pada 6 April 2021.
- CABI. 2018. *Colletotrichum truncatum* (Soybean Anthracnose). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/14905>. Diakses 13 September 2019.
- Chakraborty, BN., Sarkar, B., Chakraborty, U. 1997. Detection of cross-reactive antigens shared by *Fusarium oxysporum* and *Glycine max* by indirect ELISA and their cellular location in root tissues. Folia Microbiol (Praha) 42(6):607-12. doi: 10.1007/BF02815474.
- Chang Xiaoli, Hongju Li, Muhammad Naeem, Xiaoling Wu, Taiwen Yong, Chun Song, TaiguoLiu, Wanquan Chen, and Wenyu Yang.2020. Pathogens. 9(531). doi:10.3390/pathogens9070531.www.mdpi.com/journal/pathogens.
- Chavan Smita and Dhutraj DN. 2017. Effect of cultural media and temperature on growth and sporulation of *Colletotrichum truncatum* of soybean invitro. International Journal Applied and Pure Science and Agriculture 3(1): 25-30.
- Coutts, BA., Prince, RT., Jones, RA. 2009. Quantifying effect of seedborne inoculum on virus spread, yield losses, and seed infection in the pea seed-borne mosaic virus-field pea pathosystem. Phytopathology 10:1156-67.
- Damayanti TA, Wiyono S. 2015. Genetic diversity of cucumber mosaic virus strain soybean from several areas. Microbiology 9(1): 44-49.
- Danial D, Sugihono C, Sucahyono D. 2013. Patogen *Colletotrichum truncatum* dan Soybean mosaic virus terbawa benih kedelai dan pengendaliannya. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang:22 Mei 2013. Hal: 229-237.
- De Moya RS, Brown JK, Sweet AD, Walden KKO, Paredes Montero JR, Waterhouse RM, Johnson KP. 2019. Nuclear orthologs derived from whole genome sequencing indicate cryptic diversity in the *Bemisia tabaci* (Insecta: Aleyrodidae) complex of whiteflies. Diversity, 11: 151.
- Demski JW, Reddy DVR, Sowell Jr G, Bays D. 1984. Peanut stripe virus, a new seed borne poty-virus from china infecting groundnut (*Arachis hipogaea*). Ann.

Appl.Biol.105: 496-501.

- Demski JW, Reddy DVR, Wangkaew S, Iwaki M, Salen N, Xu Z. 1988. Naming of peanut stripe virus. *Phytopathology* 78:631-632.
- Demski JW, Reddy DVR, Wongkaew S, Xu ZY, Cassidy BG, Shukla DD, Saleh N, Middleton KJ, Sreenivasulu P, Rao RDVJ, Senboku T, Dollet M, Mc Donald D. 1993. *Peanut stripe virus*. ICRISAT information Bull 38:16p.
- Diaz C, M Hossain, ML Bose, S Mersea, and TW Mew. 1998. Seed quality and effect on rice yield: finding from farmer participatory experiment in Central Luzon. Philippines. *J. CropSci* 23:111-119.
- Dunleavy JM .1987. Yield reduction in soybean caused by downy mildew. *Plant Disease* 1 (12): 1112-1114
- Dunleavy JM, Chamberlain DW, Ross JP. 1966. Soybean diseases. US Dep Agric Handb.302.
- Dunleavy JM. 1971. Races of *Peronospora manshurica* in the United States. *Am.J.Bot.*
- El-Hammady M, Albrechtsen SE, Abdelmonem AM, El-Abbas FMA, Gazalla W. 2004. Seed-borne *cowpea mild mottle virus* on soybean in Egypt. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 12(2):839-850.
- El-Hassan SM, Naidu RA, Ahmed AH, Murrant AF. 1997. A serious disease of groundnut caused by *cowpea mild mottle virus* in the Sudan. *Journal of Phytopathology*, 145(7): 301-304. doi: 10.1111/j.1439-0434.1997.tb00405.x
- Green SK, Lee DR. 2008. Occurrence of *Peanut stripe virus* (PSV) on soybean in Taiwan effect on yield and screening for resistance. *Tropical pest management* 35(2): 123-126.
- Gustian. 2010. Gangguan pertumbuhan dan kehilangan hasil tanaman kedelai akibat serangan virus belang kacang tanah. *Manggaro*, 11 :8-11.
- Harnowo, D., Baliadi Y. 1996. Pengaruh belang pada kulit biji terhadap mutu fisiologis benih kedelai. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Kacang-kacangan dan umbi-umbian*. 21-22 Maret 1995. Hal: 68-76
- Hartman GL, Manandhar JB, Sinclair JB. 1986. Incidence of *Colletotrichum* spp. on Soybeans and Weeds in Illinois and Pathogenicity of *Colletotrichum truncatum*. *Plant disease* 70(8).
- Hasan A, Kasim NN. 2018. Deteksi *soybean mosaic virus* (SMV) terbawa benih kedelai di Sulawesi Tenggara. *Jurnal TABARO*, 2(1):201-205.
- Hill JH. 1999. *Soybean Mosaic virus*. In *Compendium of soybean diseases*, (4th ed.) Edited by G. L. Hartman, J. B. Sinclair and J. C. Rupe. St Paul, MN: American Phytopathological Society: 70 -71.
- Honda Y, Muhsin M, Lizuka N, Yoshida K. 1988. Comparisons among Indonesian isolates and Japanese strains of soybean stunt virus. *Japan Agricultural research quarterly* 22:14-19.
- Hong JS, Masuta C, Nakano M, Abe J, Uyeda I. 2003. Adaptation of Cucumber mosaic virus soybean strains (SSVs) to cultivated and wild soybeans. *Theor Appl Genet*

- Horn NM, Saleh N, Baliadi Y, 1991. *Cowpea mild mottle virus* could not be detected by ELISA in soybean and groundnut seeds in Indonesia. Netherlands Journal of Plant Pathology, 97(2):125-127.
- Horn, N., Saleh N, Baliadi Y. 1991. Cowpea mild mottle virus could not be detected by ELISA in soybean and groundnut seeds in Indonesia. Neth J PI Path. 97:125-127.
- Inayati A. 2015. Penyakit-penyakit virus pada kedelai. Infotek Balitkabi. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/infotek/penyakit-penyakit-virus-pada-kedelai/>. Diakses pada 6 April 2021
- Irwin ME, Schultz GA. 1981. Soybean mosaic virus. Plant Protection Bulletin, FAO, 29(3/4):41-55.
- ISTA. 2018. International Rules for Seed Testing. Chapter 7: Seed Health Testing Methods. 7.001a: Detection of *Alternaria dauci* in *Dacus carota* (carrot) seed by Blotter Method. International Rules for Seed Testing Association. Denver, USA. <https://doi.org/10.15258/istarulers2018.07>. Diakses 12 Oktober 2021
- Jacquemond M. 2012. *Cucumber mosaic virus*. Advance of Virus Research 84: 439-504. Jurnal Fitopatologi Indonesia 11(2): 59-67.
- Jeschke M. 2015. Du Pont Pioneer Field Agronomist. Anthracnose of Soybean. https://intelseed.ca/uploads/Anthracnose_of_Soybean-2015.pdf. Diakses 13 September 2019.
- Jorda CA, Tousignant ME, Geletka LM. 1998. *Cucumber mosaic virus* (CMV)-associated RNA-5. XII. Symptom modulating effect is codetermined by the helper virus satellite replication support function. Res Virol 141:487-503.
- Kaper JM, Tousignant ME, Geletka LM. 1998. *Cucumber mosaic virus* (CMV) associated RNA-5. XII. Symptom modulating effect is codetermined by the helper virus satellite replication support function. Res. Virol. 141: 487-503.
- Karavyanskii NS, Mazur OP. 1975. Pests and diseases of fodder cultures. Moscow: Rossel'khozizdat. p. 34-35 (in Russian).
- Kareem KT, Taiwo MA. 2007. Interactions of viruses in Interactions of viruses in Cowpea: effects on growth and yield parameters, 9(4): 15–22.
- King AMQ, Adams MJ, Carstens EB, Lefkowitz EJ. 2011. Virus Taxonomy: Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, San Diego, USA: Elsevier, Academic Press.
- Kompas.com. 2021. Mengapa Indonesia Begitu Bergantung Pada Kedelai Impor dari AS. <https://money.kompas.com/read/2021/01/03/134256526/mengapaindonesia-begitu-bergantung-padakedelai-impor-dari-as?page=all>. Diakses: pada 20 Januari 2021.
- Kulsum U, Hartono S, Sulandari S, Sumowiyarjo S. 2016. Identifikasi molekuler *cowpea mild mottle virus* pada tanaman kedelai di Jawa. Jurnal Fitopatologi Indonesia 13(6): 224-229. doi: 10.14692/jfi.13.6.224.
- Laxman R. 2006. Studies on leaf spot of greengram caused by *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus and Moore. M. Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agric. Sci., Dharwad,

Karnataka, India.pp.62-64.

- Lecoq H, Pitrat M. 1985. Specificity of helper component mediated aphid transmission of three potyviruses infecting muskmelon. *Phytopathology* 75: 890-893.
- Liana, d. 2021. Menguraiketergantungan kedelai impor di Indonesia. *Buletin APBN Vol VI* (1): 3-7.
- Liao L, Chen P, Buss GR, Yang Q, Tolin SA. 2002. Inheritance and allelism of resistance to *Soybean mosaic virus* in Zao 18 soybean from China. *Journal of Heredity*, 93(6): 447-452.
- Lim S, Lee YH, Igori D, Zhao F, Yoo RH, Lee SH, Baek IY, Moon JS. 2014. First report of *Peanut mottle virus* infecting soybean in south korea. *Plant disease* 98 (9): 1285. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-14-0356-PDN>.
- Lizuka N, Rajeshwari R, Reddy DVR, Goto T, Muniyappa V, Bharathan N, Ghanekar AM. 1984. Natural occurrence of a strain of *cowpea mild mottle virus* on groundnut (*Arachis hypogea*) in India. *Phytopathologische Zeitschrift*, 109(3):245-253.
- Mansour A, Al-Musa A, Vetten HJ, Lesemann DE. 1998. Properties of a *cowpea mild mottle virus* (CPMMV) isolate from eggplant in Jordan and evidence for biological and serological differences between CPMMV isolates from leguminous and solanaceous hosts. *Journal of Phytopathology*, 146(11): 539-547. doi: 10.1111/j.1439-0434.1998.tb04752.x.
- Mat Akin H. 1998. Peanut Stripe Virus strain Indonesia: variasi biologi, deteksi molekuler, pengklonan, dan terminasi urutan nukleotida 3' genom RNA PSTV, serta analisis keragaman dan filogenetika berdasarkan gen CP dan 3'UTR. [Disertasi]. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Matthews REF. 1991. *Plant Virology*. 3Ed. New York: Academic press.
- Mauck KE, De Moraes CM, Mescher MC. 2014. Biochemical and physiological mechanisms underlying effects of *Cucumber mosaic virus* on host-plant traits that mediate transmission by aphid vectors (*Plant, Cell, and Environment* 37: 1427-1439).
- MC Kenzie JR, Wyllie TD. 1971. The effect of temperature and lesion size on the sporulation of
- Mena E., Silvina Stewart, Marcos Montesano, Ines Ponce de Leon. 2020. Soybean stem canker caused by *Diaporthe caulivora*, pathogen diversity, colonization process, and plant defense activation. *Front Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01733>
- Mink GI, Keswani CL. 1987. First report of *cowpea mild mottle virus* on bean and mung bean in Tanzania. *Plant Disease*, 71(6):557.
- Mueller, D., Bradley, C., Chilvers, M., Giesler, L., Mathew, F., Smith, D., and Wise, K. 2015. Pod and stem blight and *Phomopsis* seed decay. *Soybean Disease Management* CPN-1007.ID170107175929. <https://cropprotectionnetwork.org/resources/publications/pod-and-stem-blight-and-phomopsis-seed-decay>.
- Mujoko T, Suryaminarsih P, Laksono RJ. 2000. Pengaruh waktu inokulasi *Peanut stripe*

- virus* terhadap hasil produksi beberapa varietas tanaman kedelai (*Glycine Max* L.). Mapeta 2(5).
- Muniyappa V, Reddy DVR. 1983. Transmission of *Cowpea mild mottle virus* by *Bemisia tabaci* in a non persistent manner. *Plant disease*, 67: 391-393.
- Nagaraj BT. 2013. Studies on anthracnose of soybean caused by *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus and Moore. Tesis. University of Agricultural Sciences., Dharwad, Pp.22-26.
- Naidu RA, Gowda S, Satyanarayana T, Boyko V, Reddy AS, Dawson WO, Reddy DVR. 1998. Evidence that whitefly-transmitted *cowpea mild mottle virus* belongs to the genus *Carlavirus*. *Archives of Virology*, 143(4): 769-780. doi: 10.1007/s007050050328
- Nault LR. 1997. Arthropod transmission of plant viruses. A new synthesis. *Ann Ent Soc America*. 90(5):521-541.
- Nelson PE, TA Tousson and WFO Marasas. 1983. *Fusarium* species An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University.193pp.
- Nyana DN, Suastika G, Natsuaki KT, Sayama H. 2005. Control of *Cucumber mosaic virus* on Tobacco by Attenuated-CMV. *ISSAAS Journal*. 2005. Vol. 11. No.3: 97-102.
- Peronospora manshurica*. *Phytopathol. Z*.71:321-326.
- Petrovic K, Demetra S, Lisa AC, Brian Kontz, Tom W Allen, Martin IC, Nancy Gregory, Heather M Kelly, Alyssa M Koehler, Nathan MK, Daren S Mueller, Paul P Price, Damon L Smith and Febina M Mathew. 2021. *Diaporthe* seed decay of soybean [*Glycine max* (L)Merr.] is endemic in the United State of America, but new fungi are involved. Abstract.APS Publication. Published online: 5 May 2021 |<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0604-RE>.
- Putra GM, Hadiastono T, Afandhi A, Prayogo Y. 2012. Patogenesitas jamur entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Deuteromycotina; Hymnomycetes) terhadap *Bemisia tabaci* (G) sebagai vektor virus *Cowpea mild mottle virus* (CMMV) pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT* 1(1): 27-39.
- Putra IWWC., Sudana IM, Temaja IGNM. 2018. Infeksi virus mosaik pada tanaman kedelai di Bali. *E jurnal Agroteknologi Tropika* 7:122-129.
- Raccach B, HuetHand Blanc S. 2001. Potyviruses In: Harris KF, Smith OP and Duffus JE (eds) *Virus-Insect-Plant Interactions*, pp. 181–206. New York: Academic Press.
- Rahayu, M.2016.Patologi dan teknis pengujian kesehatan benih aneka kacang. *Buletin Palawija* 14(2):78-88.
- Rahim YF, Damayanti TA, Ghulamahdi M. 2015. Deteksi virus yang menginfeksi kedelai di Jawa. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(2):68.
- Rahim YF, Damayanti TA, Ghulamahdi M. 2020. Respon varietas kedelai unggul terhadap cucumber mosaic virus strain soybean (CMV-S). *Buletin Palawija* 18(2): 105- 112.
- Rao SDVJP, Chakrabarty SK, Reddy AS. 1997. Interception of *peanut stripe virus* in soybean seeds imported from China. *Indian Journal of Plant Protection* 25(1):81.

- Reddy DVR, Demski JW, Horn NM. 1988b. Identification of *peanut stripe virus*. First coordinators meeting on peanut stripe virus. ICRISAT.26p.
- Reddy DVR, Demski JW, Middleton KJ, Wynne JC.1988a. Survey for Peanut stripe virus in east and southeast Asia. First coordinator Meeting on Peanut Stripe Virus. INCISAT.26 p.
- Roechan M. 1992. Penyakit-penyakit virus pada tanaman kedelai. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung. 325 p.
- Roechan M, Iwaki M, Tantera DM. 1975. Virus disease of legume plants in Indonesia. Soybean stunt virus. Contributions of central research institute of Agriculture 15:1-16.
- Roechan, M. 1992. Virus-virus pada kedelai (*Glycine max* L) di Jawa dan Lampung. Identifikasi, penyebaran dan kemungkinan pengendaliannya. Disertasi Universitas Padjadjaran. Bandung (Tidak Diterbitkan).
- Rongai, D., Pulcini, P., Pesce, B., Milano, F. 2015. Antifungal activity of some botanical extracts on *Fusarium oxysporum*. Open Loife Science 10 (1). doi: 10.1515/biol-2015-0040
- Saleh N, Baliadi Y, Middleton KJ, Reddy DVR.1990b. Yield loss assessment of peanut caused by *peanut stripe virus*. AARD-ACIAR. Peanut improvement project review and planning, MARIF, Malang 26-29 November 1990. 5p.
- Saleh N, Baliadi Y, Munip A, Karsono S, Riwanodja, Suwono. 1991. Pengendalian *peanut stripe virus* pada kacang tanah dengan kultur teknis dan insektisida. Risalah seminar hasil penelitian tanaman pangan. Balai penelitian tanaman pangan Malang. Hlm.193-198.
- Saleh N, Baliadi Y. 1989b. Deteksi PSTv dalam biji kacang tanah menggunakan DAS-ELISA dengan penisilinase. Kongres nasional dan seminar ilmiah PFI X. Denpasar. 14-16 November 1989. Hlm. 136-137.
- Saleh N, Baliadi Y. 1992. Penyakit virus belang kacang tanah (*Peanut stripe virus*) dan usaha pengendaliannya. Monograf Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. 8(22).
- Saleh N. 1995. Pengaruh tumpang sari dan kepadatan tanaman terhadap perkembangan intensitas serangan serta hasil kacang tanah. Seminar hasil penelitian tanaman pangan 1994. Balai penelitian tanaman pangan malang. Hlm. 128-134.
- Saleh N. 2003. Ekobiologi dan optimalisasi pengendalian penyakit virus belang kacang tanah melalui pengelolaan tanaman secara terpadu. Jurnal Litbang pertanian, 22(2).
- Sastrahidayat IK. 1987. Pemurnian virus penyebab blotch pada kacang tanah. Kongres Nasional IX PFI. Surabaya. 336 hlm.
- Sayama, H. M. Kominato, M. Ubukata, T. Sato. 2001. Three-years assessment of the practical application of cross-protection in processing tomato fields using an attenuated *Cucumber mosaic virus* (CMV) strain containing an ameliorative satellite RNA. In: Hartz TK (ed.) Proceeding of the Seventh International Symposium on the Processing Tomato. Acta Horticulture Number 542.

- Shirshikar SP.1995. Studies on seed borne nature and cultured aspects of *Colletotrichum truncatum* (Show) Andrus and More; Incitant of anthracnose disease of soybean (*Glycinemax*) Merrill. Ph.d, Thesis Univ. Agril. Sci., Bangalore, pp78-86.
- Siadi IK, Khalimi K, Nyana IDN, Raka IGN. 2017. Efektifitas PGPR formulasi kompos dalam meningkatkan ketahanan tanaman kedelai terhadap *soybean stunt virus*. Agrotop 7(2): 210-217
- Sinclair JB, Backman PA. 1993. Compendium of soybean diseases. 2nd Ed. APS Press. St. Paul, Minnesota. 106 p.
- Singh S, Srivastava S, Shikha SA, and Bose B.2011.Studies on seed mycophthora of wheat (*Triticum aestivum*) treated with potassium nitrate and its effect on germination during storage. Research Journal of Seed Science, vol 4:148-156.
- Sreenivasulu P, Demski JW. 1998. Transmission of peanut mottle and *peanut stripe viruses* by *Aphis craccivora* and *Myzus persicae*. The American Phytopathology society. Plant disease, 72 (8).
- Storey HH, Ryland AK. 1957. Viruses causing rosette and other diseases in groundnut. In: Annals of Applied Biology, 318-326.
- Subedi S, Gharti DB, Neupane S, Ghimire T. 2015. Management of anthracnose in soybean using fungicide. Journal of Nepal Agricultural Research Council 1:29-32.
- Sulandari S, Hartono S, Maryudani YMS, Paradisa YB. 2014. Deteksi dan sebaran *Soybean mosaic virus* (SMV) dan *Soybean stunt virus* (SSV) di berbagai sentra produksi kedelai di Indonesia. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 18(2):71-78.
- Sumardiyono YB, Supratoyo, Samsuri. 1997. Penularan penyakit mosaik kacang panjang oleh *Aphis craccivora*. J Perlin Tan Indones, 3(1):32-37.
- Sun, S., Van, K., Kim, M.Y. *et al*. Evaluation of soybean cultivars for resistance to phomopsis seed decay in Korea. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 15, 85–91 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12892-012-0029-7>
- Suprpto A. 1991. Pengujian penularan virus belang kacang tanah (PStV) oleh vektor Aphid dan melalui biji kacang tanah. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Suprpto A. 1991. Pengujian Penularan Virus Belang Kacang Tanah (PStV) oleh vektor Aphis dan melalui biji kacang-kacangan. Thesis Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya Malang. 34 hlm.
- Suryanto A, Kuswant S, Kasno A. 2014. Estimation of number and genes actions of CpMMV (*cowpea mild mottle virus*) disease resistance genes on soybean crop. *J. Agric. Vet. Sci*, 7: 51-56.
- Sylvester ES. 1980. Circulative and pro-pagative virus transmission by aphids. *Ann Rev Entomol.* 25(1):257-286.
- Tavasoli M, Shahraeen N, Ghorbani SH. 2009. Serological and RT-PCR detection of *cowpea mild mottle carlavirus* infecting soybean. *J Gen Mol Virol*, 1(1):7–11.
- Uge E, Sulandari S, Hartono S, Somowiyarjo S. 2018. *Cucumber mosaic virus* pada

- Tanaman Lada di Yogyakarta dan Bangka Belitung. Jurnal Fitopatologi Indonesia, 15(1):1-8.
- Uge E, Sulandari S, Hartono S, Somowiyarjo S. 2018. The effect of chitosan application against plant growth and intensity of stunting disease on black pepper (*Piper nigrum* L.) seedlings. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 22(2):224-232.
- Vetten HJ, Green SK, Lesemann DE. 2008. Characterization of peanut stripe virus isolates from soybean in Taiwan. Journal of Phytopathology 135 (2): 107-124.
- Villarroel DA, RE Baird RE, Travathan LE, Watson CE. 2004. Pod and seed mycoflora on transgenic and conventional soybean (*Glycine max*). Mycopathologia 157 (2): 201–205.
- Wahyuni WS. 2005. Dasar-Dasar Virologi Tumbuhan. UGM press. Yogyakarta.
- Wongkaew S, Dollet M. 1990. Comparison of *peanut stripe virus* isolates using symptomatology on particular host and serology. Oleagineux 45 :267–278.
- Yulia E, Suganda T, Widiyanti F, Prasetyo RI. 2015. Uji Keefektifan antijamur ekstrak air rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*[L] Willd.) sebagai perlakuan pratanam untuk mengendalikan *Colletotrichum spp.* pada kedelai (*Glycine max* L.). Jurnal Agrikultura 26(2):104-110.
- Zeyong X, Zongyi Z, Kunrong K, Jinxang C, Reddy DVR. 1996. Current research on groundnut virus disease in China. Proc. Groundnut Virus Diseases in The Asia-Pacific Region. ICRISAT. p.26.
- Zhang, JX and Xue, A. G. 2014. Evaluation of soybean cultivars for resistance to *Phomopsis longicolla* and *Sclerotinia sclerotiorum* using excised leaves, Canadian Journal of Plant Science 94(5): 955-961, <https://doi.org/10.1139/CJPS2013-082>



BALITKABI

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak km 8, Kotak Pos 66 Malang 65101
Telp. 0341-801468 ; Fax. 0341-801496
Email: balitkabi@litbang.pertanian.go.id; balitkabi@gmail.com
www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id

ISBN 978-602-5421-04-4



9

786025

421044