

PENYAKIT UTAMA KEDELAI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT DAN TEKNOLOGI PENGENDALIANNYA

S. Asikin¹ dan Yusmani Prayogo²

¹Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

²Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

RINGKASAN

Budi daya kedelai di lahan rawa pasang surut menghadapi problema antara lain kesuburan tanah, varietas dan serangan hama dan penyakit. Penyakit utama yang sering menyerang pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut adalah: bakteri hawar, virus belang samar karat, antraknose, bakteri pustule, sklerotium, Cercospora sp, virus mosaik kuning, dan virus kerdil kedelai. Inovasi teknologi pengendalian penyakit-penyakit tersebut antara lain; penggunaan varietas tahan/toleran, mekanis, kultur teknis, sanitasi, fungisida nabati dan fungisida sintetik.

PENDAHULUAN

Kendala dalam usaha peningkatan produksi kedelai di lahan rawa pasang surut antara lain; kesuburan lahan, varietas dan terjadinya serangan hama dan penyakit. Adapun jenis penyakit kedelai yang sering ditemukan di lahan rawa pasang surut adalah penyakit yang disebabkan oleh cendawan, bakteri, dan virus. Menurut Asikin dan Budiman (2008), penyakit yang sering menimbulkan kerugian yang berarti di lahan rawa pasang surut adalah busuk akar dan batang, bakteri hawar, layu semai (*damping off*), karat dan virus belang samar.

Keberhasilan pengendalian suatu penyakit sangat ditentukan oleh teknologi pengendalian yang digunakan. Untuk menentukan teknologi pengendalian yang tepat perlu diagnosis patogen yang menginfeksi tanaman tersebut, sehingga identifikasi penyebab patogen sangat diperlukan.

Berdasarkan pengamatan dan identifikasi penyakit tanaman kedelai yang ditemukan sebagai berikut: (1) karat daun (*Phakopsora pachyrhizi*), (2) antraknose (*Colletotrichum dematium*), (3) busuk damping off (*Rhizoctonia solani*), (4) busuk pangkal batang (*Sclerotium rolfsii*), (5) bercak daun (*Cercospora* sp.), (6) hawar bakteri (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*), (7) bakteri pustul (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), (8) virus belang samar (*Cowpea mild mottle virus* CPMMV), (9) virus mosaik kuning (*Soybean yellow mosaic virus* – SYMV), dan (10) virus kerdil kedelai (*Soybean stunt virus* – SSV) (Budiman, 1990). Teknologi inovasi pengendalian yang digunakan antara lain penggunaan varietas tahan/toleran, mekanis, kultur teknis, sanitasi, fungisida nabati dan fungisida sintetik.

Tulisan ini menguraikan tentang penyakit utama yang menyerang pertanaman kedelai dan inovasi teknologi pengendaliannya di lahan rawa pasang surut.

PENYAKIT UTAMA KEDELAI

Penyakit utama yang menyerang tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah adalah bakteri hawar, busuk akar dan batang, layu semai kedelai, bakteri pustule, karat dan virus belang samar kacang panjang (CMMV). Pada kondisi yang mendukung atau terjadinya perubahan iklim maka akan berkembang juga penyakit lainnya seperti penyakit antraknose (*Colletotrichum demattium*), mata kodok (*Cercospora sojina*), virus mosaic kuning kedelai (SYMV) dan virus kerdil kedelai (Karama *et al.*, 1990; Budiman dan Prayudi, 1993).

Penyakit Busuk Akar dan Batang

Gejala

Gejala tanaman yang terserang penyakit ini terjadinya busuk daun, mula-mula terlihat bercak kecil berwarna coklat keabu-abuan, kemudian berkembang dengan cepat menjadi bercak yang lebih besar. Bercak dapat menyatu dan berwarna coklat sehingga daun kelihatan seperti mengering, rebah kecambah (*damping off*), dilanjutkan busuk pada batang dan akar. Pada keadaan serangan berat penyakit ini bisa menyerang sampai daun dan polong. Penyakit ini umumnya berkembang pada daerah yang basah dan lembap serta pertumbuhan tanaman yang kurang baik. Pada awal pertumbuhan gejala rebah kecambah terlihat adanya pembusukan pada saat benih dan selanjutnya kecambah mati (Gambar 32).

Penyakit busuk akar dan batang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* Khun. Serangan dimulai pada lapisan korteks akar utama dan pangkal batang. Pembusukan ini dapat mengakibatkan gejala kanker yang berwarna coklat kemerahan, berbentuk cekung dan terkadang melingkari pangkal batang. Apabila cuaca mendukung perkembangan penyakit ini dapat meluas ke seluruh bagian organ tanaman yang berakibat tanaman menjadi layu dan mati. Pada tanah dalam kondisi lembap, terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman yang kurang baik dapat meningkatkan serangan patogen menjadi lebih parah lagi (Sinclair, 1982; Sudjadi *et al.*, 1993).

Gejala busuk pada polong berwarna coklat yang ditandai munculnya miselium berwarna putih, kadang-kadang ditemukan juga sklerotia berbentuk lempengan-lempengan yang berwarna coklat. Gejala yang sama dijumpai pula pada batang, daun dan bunga. Bercak pada polong dan batang berbentuk tidak beraturan, permukaan cekung dan berwarna kecoklatan. Perkembangan miselium lebih lanjut menyebabkan polong menjadi busuk jika miselium menyebar keseluruh permukaan polong (Karama *et al.*, 1990; Mukhlis, 1992).



Gambar 32. Gejala infeksi cendawan *R. solani* pada pangkal batang (kiri) dan gejala serangan di lapangan (kanan)

Epidemiologi dan penyebaran

R. solani adalah cendawan penghuni tanah (*soil born disease*) yang mampu bersaing kuat secara saprofit. Daya saprofit dari patogen tersebut cukup bervariasi tergantung jenis isolat. Bila tidak ada substrat tanaman, miselium tumbuh bebas di dalam tanah. Pertumbuhan dan perkembangan patogen di dalam tanah tergantung pada ketersediaan hara, kelembapan, temperatur, pH tanah dan adanya mikroorganisme tanah lainnya (Sinclair, 1982). Kehilangan

hasil akibat serangan penyakit busuk akar dan batang ini dapat mencapai 40%–90% (Sinclair, 1982; Sudjadi *et al.*, 1993).

Tahap pembusukan akar dan batang yang sangat parah terjadi pada tanah yang selalu basah karena drainase jelek atau kurang baik. Suhu optimum perkembangan penyakit ini berkisar antara 25–29°C, tetapi biasanya kerugian tertinggi dicapai pada suhu 15–24°C. Curah hujan yang diikuti dengan suhu dingin dan hangat sangat baik bagi perkembangan penyakit ini. Busuk akar juga banyak terdapat pada tanah yang kekurangan kalium, besi, magnesium, nitrogen, fosfor, belerang atau kombinasi dari hara-hara tersebut. Cendawan ini bersifat polifag, hampir semua jenis tanaman merupakan inang dari cendawan *R. solani*. Cendawan bertahan hidup lama dengan cara membentuk sklerotia yang tahan terhadap kekeringan.

Penyebaran penyakit ini sangat luas, terutama pada pertanaman musim hujan (Karama *et al.*, 1993). Di Lahan rawa pasang surut, penyakit ini ditemukan di daerah pertanaman kedelai di Kabupaten Barito Kuala (Provinsi Kalimantan Selatan) serta di daerah Pangkoh, Unit Tatas dan Lamunti (Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah) baik pada musim hujan maupun musim Kemarau (Budiman dan Prayudi, 1993; Asikin, 2007).

Pengendalian

Pengendalian terhadap penyakit busuk akar dan batang yang dapat dianjurkan adalah perbaikan drainase, pengendalian hayati dan penggunaan pestisida.

Drainase

Pembusukan akar dan batang sangat parah pada tanah yang selalu basah karena drainase yang kurang baik atau jelek. Pembuatan petakan dengan parit drainase yang agak dalam sangat diperlukan untuk mengalirkan sisa air pasang terutama pada waktu musim hujan di lahan rawa pasang surut tipe luapan B. Kelebihan air di hamparan petakan harus dapat dialirkan ke parit antar petakan, kemudian ke parit yang lebih dalam dan langsung berhubungan dengan saluran tersier yang lebih besar dan dalam. Pada lahan pasang surut tipe luapan C parit tidak perlu sedalam seperti pada tipe luapan B. Parit drainase yang dibuat cukup sedalam mata cangkul (15–20 cm) untuk mengalirkan sisa air hujan di antara petakan atau bedengan.

Agen hayati

Penggunaan jamur *Trichoderma harzianum* yang bersifat antagonis dapat menekan perkembangan penyakit busuk akar dan batang, jamur *T. harzianum* isolat Kalimantan Selatan memiliki kemampuan paling baik menekan penyakit busuk pangkal batang di lahan pasang surut. Pada pola tanam padi-kedelai pemberian isolat *T. harzianum* sebanyak 27,5 kg/hektar pada saat pertanaman padi secara berturut-turut dapat menekan penyakit *Rhizoctonia solani* pada pertanaman padi dan pertanaman kedelai berikutnya. Untuk pertanaman monokultur kedelai dan pola tanam kedelai-kedelai, formulasi isolat *T. harzianum* sebanyak 25 kg/hektar pada tanam pertama mampu menekan penyakit busuk akar dan batang. Residunya mampu mengendalikan penyakit yang sama pada pertanaman kedua. Formulasi yang terbaik adalah dengan bahan media beras + pepton 0,2% atau menir jagung (jagung giling).

Pada pola tanam padi-kedelai formulasi isolat *T. harzianum* diberikan dengan cara menyemprot larutan konidia pada fase tanaman padi membentuk anakan maksimum dan dilakukan pada sore hari. Pada pola monokultur kedelai, pemberiannya dilakukan dengan cara menyemprotkan konidia pada saat sebelum tanaman kedelai menutup tanah (Prayudi dan Budiman, 1998).

Fungisida

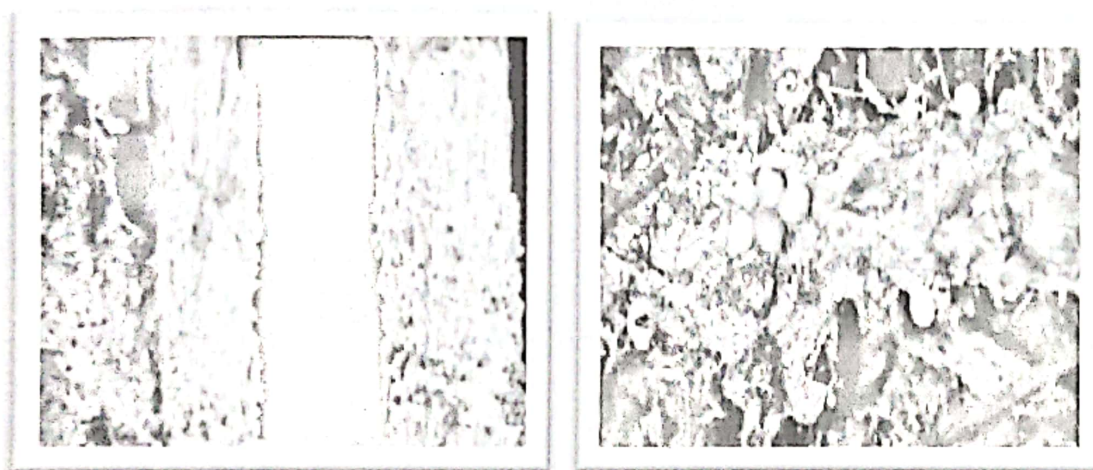
Penggunaan bahan fungisida dalam mengendalikan penyakit busuk akar dan batang harus dipertimbangkan, baik dari aspek biaya maupun dampaknya terhadap lingkungan. Apabila tingkat serangan penyakit diperhitungkan akan meningkatkan tinggi dan penggunaan fungisida terpaksa dilakukan, maka penggunaannya harus tepat jenis, takaran, cara dan waktu.

Beberapa jenis fungisida yang dapat menekan atau menghambat perkembangan penyakit busuk akar dan batang adalah fungisida berbahan aktif flutalonil, mepronil, validamicin A, benomil dan iprodion (Takaya *et al.*, 1991). Perlakuan benih dapat dilakukan dengan mencampur fungisida sebanyak 5 gram/ml air untuk 1 kg benih kedelai. Cara perlakuan benih ini dapat dikombinasikan dengan cara pengendalian lainnya. Penyemprotan dapat dilakukan apabila ditemukan gejala pada batang atau daun dari tanaman muda sampai fase berbunga. Penyemprotan dapat dilakukan beberapa kali sesuai dengan rekomendasi yang tertera pada label setiap kemasan.

Penyakit Layu Semai Kedelai

Gejala

Penyakit layu semai kedelai disebabkan oleh *Sclerotial blight*. Penyakit ini biasanya menyerang tanaman umur 2–3 minggu, saat udara lembap, dan berjarak tanam pendek. Terjadi busuk pada bagian pangkal batang dan bagian yang busuk tersebut diselimuti oleh miselium berwarna putih seperti bulu-bulu halus. Selanjutnya pada bagian batang yang membusuk akan terbentuk struktur bulat kecil berukuran 1–2 mm, berwarna putih dan kemudian menjadi coklat muda hingga coklat tua yang dikenal dengan sklerotia (Gambar 33) (Sinclair, 1982; Budiman dan Prayudi, 1993).



Gambar 33. Gejala penyakit layu pada pangkal batang kedelai dan sklerotia yang berbentuk butiran berwarna coklat pada pangkal batang (sebutkan sumbernya)

Epidemiologi dan penyebarannya

Patogen *Sclerotial blight* berkembang dengan baik dalam kondisi tanah sangat masam (pH 3–6) dengan kelembapan di atas 80%, suhu udara 25–35°C. Sklerotia bertahan hidup pada sisa-sisa bagian tanaman kedelai yang mati di tanah bekas pertanaman atau pupuk kandang yang belum matang. Infeksi pada benih kedelai dapat menjadi sumber inokulum primer, apabila patogen berasal dari biji yang terinfeksi dan menyerang kedelai muda (1–2 minggu), kehilangan hasil dapat mencapai 30%.

Kondisi lingkungan dan keadaan iklim di lahan rawa pasang surut sangat mendukung bagi perkembangan patogen ini. Tingkat kemasaman tanah yang tinggi sangat membantu sklerotia bertahan hidup di tanah dan akan cepat berasosiasi dengan tanaman inang bila keadaan memungkinkan. Patogen

dapat menginfeksi berbagai jenis tanaman selain kedelai, seperti kacang tanah, kacang panjang, kacang hijau dan kacang tunggak (Sinclair, 1982; Budiman dan Prayudi, 1993). Penyakit ini banyak ditemukan di beberapa wilayah rawa pasang surut Kabupaten Barito Kuala (Kalimantan Selatan) dan Kabupaten Kapuas (Kalimantan Tengah) terutama pada musim hujan (Budiman dan Prayudi, 1993).

Pengendalian

Cara pengendalian yang dapat dilakukan untuk menekan perkembangan penyakit layu semai yaitu secara mekanis, kultur teknis, penggunaan agensia hayati dan penggunaan fungisida alternatif terakhir.

Mekanis

Pengendalian penyakit dilakukan dengan cara mengurangi sumber inokulum, terutama bila serangan penyakit terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman. Tanaman terinfeksi harus dicabut dan dikumpulkan, kemudian dibakar atau ditanamkan ke dalam tanah. Menyulam tanaman masih bisa dilakukan pada bekas tanaman terinfeksi, namun sebelumnya dilakukan perlakuan benih (*seed treatment*).

Kultur teknis

Penyakit mudah berkembang dalam suasana lembap dan panas, sehingga usaha untuk mengurangi kelembapan di areal pertanaman yaitu dengan membuat saluran drainase akan sangat membantu menghambat perkembangan penyakit tersebut. Di samping itu, jarak tanam yang lebih lebar juga dapat mengurangi intensitas penyakit ini, namun harus diperhitungkan jarak maksimal agar penurunan populasi tanaman tidak berakibat terhadap penurunan hasil.

Pengolahan tanah dan pemberian bahan amandemen, seperti kitin (198–495 kg/ha) + urea (200 kg/ha), dapat menghambat perkecambahan sklerotia dari *Sclerotial. rolfsii* (Johnson *et al.*, 1972).

Agens hayati

Pemberian biakan cendawan antagonis *Trichoderma harzianum* telah diketahui sebagai agensia pengendali hayati yang efektif menekan patogen *Sclerotial rolfsii*. Aplikasi dengan formulasi *T. harzianum* dengan media

pembawa beras jagung sebanyak 25 kg/ha yang diberikan langsung pada pertanaman kedelai efektif dalam mengendalikan penyakit layu semai kedelai. Residu dari pengendalian penyakit hawar pelepah daun padi juga masih efektif mengendalikan penyakit layu semai kedelai pada pola tanam padi-kedelai.

Fungisida

Penggunaan fungisida kimia dapat dilakukan untuk mencegah perkembangan patogen dengan cara perlakuan benih. Sebelum ditanam, benih kedelai dicampur dengan fungisida sistemik dengan dosis 5 gram untuk 5 kg benih. Fungisida yang dapat digunakan antara lain yang berbahan aktif mankozeb 80%, karbendazim 6,2% + mankozeb 73,8% dan benomil 50% (Budiman, 1991).

Penyemprotan fungisida pada pertanaman kedelai dilakukan sebagai alternatif terakhir bila cara-cara lain atau perlakuan benih tidak dapat menekan perkembangan penyakit terutama pada stadia awal pertumbuhan sampai stadia buku kedua dari fase pertumbuhan tanaman kedelai. Penyemprotan harus dilakukan sesuai rekomendasi yang tertera pada setiap kemasan.

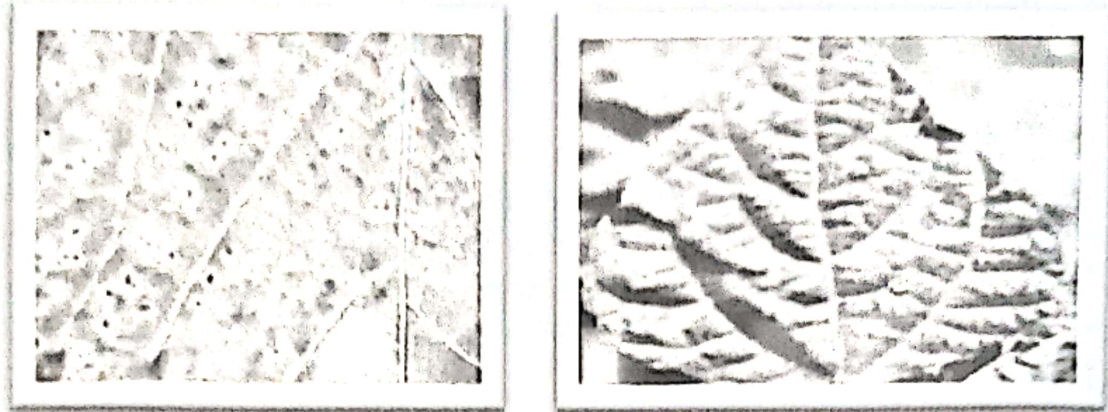
Penyakit Bakteri Pustul

Gejala

Penyakit pustul atau *bacterial pustule* disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv *glycines* (Nakano) Dye. Gejala awal penyakit ini berupa titik kecil, hijau kebasahan seperti terpercik air panas dengan bagian tengahnya agak menonjol kepermukaan daun. Titik ini kemudian berkembang menjadi bercak kecil dengan bagian tengahnya terdapat tonjolan (pustul) yang berwarna coklat muda atau putih di bagian tengah daun (Gambar 34). Bakteri pustul tidak tampak adanya gejala kebasahan pada bagian tepi seperti pada bakteri hawar. Sebaliknya gejala tonjolan tidak tampak pada bakteri hawar. Gejala pustul juga sering sukar dibedakan dengan gejala penyakit karat oleh *P. pachyrhizi*.

Bercak yang terdapat pada penyakit pustul bervariasi dari bintik kecil sampai besar tidak beraturan dan berwarna kecoklatan. Bercak kecil bersatu membentuk daerah nekrotik dan mudah robek oleh angin sehingga daun terlihat berlubang-lubang. Kadang-kadang pustul tidak tampak pada bercak sehingga bercak mirip gejala penyakit hawar. Infeksi penyakit yang berat dapat mengakibatkan daun gugur sebelum waktunya, sehingga pengisian polong tidak sempurna. Gejala penyakit dapat juga terlihat pada polong,

berupa bercak kecil berwarna coklat kemerahan. Gejala penyakit biasanya mulai tampak pada tanaman kedelai sekitar 40 hari setelah tanam dan makin parah dengan bertambahnya umur tanaman.



Gambar 34. Gejala bakteri pustul pada daun kedelai (sumber)

Epidemiologi dan penyebarannya

Patogen dapat bertahan hidup dalam biji (*seed borne*) dan pada sisa tanaman di dalam tanah. Bakteri ditularkan melalui percikan air hujan maupun hembusan angin. Infeksi terjadi melalui lubang alami seperti stomata, hidatoda atau pelukaan dan patogen berkembang biak dalam ruang antar sel. Bakteri berkembang biak pada kelembapan tinggi dan suhu 30–35°C. Suhu minimal 10°C dan maksimal 38°C (Sinclair, 1982; Karama *et al.*, 1990; Sudjadi *et al.*, 1993).

Pengendalian

Penyakit bakteri pustul sering dianggap tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap hasil kedelai, karena tanaman tetap menghasilkan walaupun penyakit ini selalu ada setiap musim. Padahal rendahnya hasil kedelai selama ini antara lain disebabkan oleh penyakit tersebut atau akumulasi dengan beberapa penyakit lainnya. Pengendalian penyakit bakteri pustul dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu penggunaan varietas tahan, benih sehat, pola tanam dan sanitasi.

Varietas tahan

Varietas kedelai yang umum ditanam di lahan rawa pasang surut adalah varietas Wilis dan Anjasmoro. Akibat penanaman yang berlangsung lama

dan dengan penyebaran yang luas, varietas Wilis menjadi rentan terhadap penyakit bakteri pustul. Pergiliran atau penggantian dengan varietas selain Wilis perlu dilakukan. Salah satu varietas kedelai agak tahan terhadap penyakit bakteri pustul adalah varietas Lokon. Kombinasi varietas tahan dengan cara pengendaliannya lainnya akan lebih efektif menghambat perkembangan penyakit ini.

Benih sehat

Benih bermutu adalah benih yang sehat dan tidak terinfeksi patogen. Patogen penyebab bakteri pustul dapat bertahan hidup pada biji, maka biji kedelai yang terinfeksi dapat menjadi sumber infeksi bila ditanam pada pertanaman berikutnya. Untuk menghindari infeksi primer patogen melalui benih, pilihlah benih kedelai yang sehat. Ciri-cirinya antara lain bentuknya mulus, kencang, tidak keriput, berkilat, warnanya cerah dan tidak ada bercak atau belang-belang dan usahakan benih yang berlabel.

Sanitasi

Biasanya petani membuang begitu saja sisa-sisa batang, daun dan kulit polong kering di sekitar lahan pertanaman kedelai atau di halaman belakang rumah. Padahal sisa-sisa tanaman ini merupakan sumber inokulum patogen penyebab penyakit yang dapat menulari tanaman kedelai disekitarnya.

Sebaiknya sisa-sisa tanaman kedelai tersebut dimasukkan ke dalam lubang, kemudian ditimbun kembali dengan tanah. Dengan membenamkannya ke dalam tanah, patogen penyebab akan terhambat pertumbuhannya dan selanjutnya akan mati. Sisa tanaman ini dapat dibakar, namun harus dijaga agar tidak menyebabkan kebakaran semak belukar disekitarnya. Di samping itu dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk perapian di kandang pemeliharaan ternak sapi atau kambing.

Penyakit Karat Daun

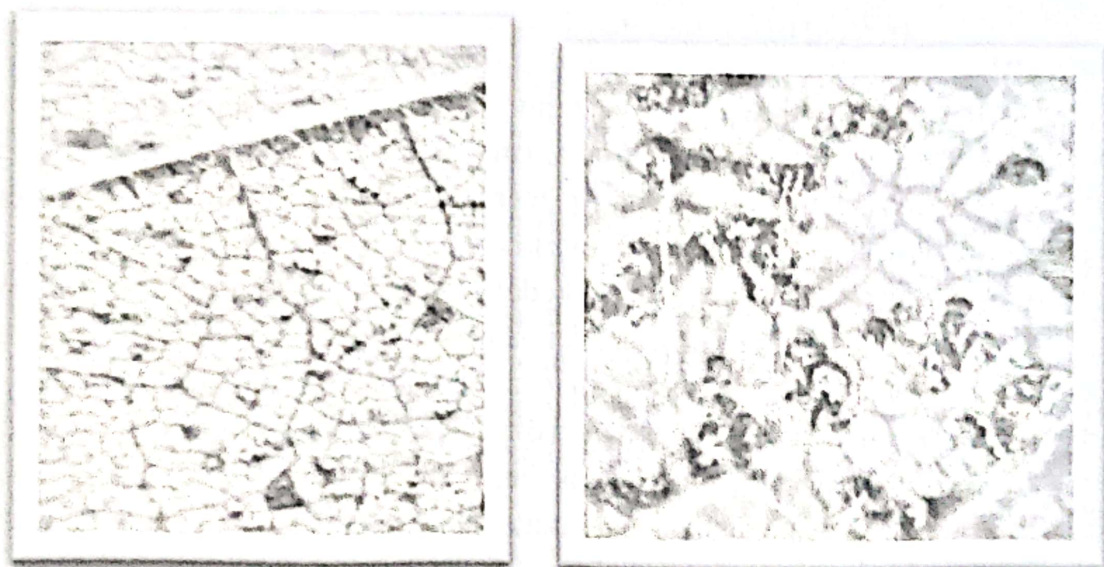
Penyebab penyakit karat daun adalah cendawan *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. Karat daun tergolong penyakit utama pada tanaman kedelai selain bakteri pustul (*Xanthomonas axonopodis*), antraknose (*Colletotrichum dematium* var. *truncatum*), penyakit tular tanah dan penyakit yang disebabkan oleh virus (Semangun, 2008).

Penyakit karat dapat menurunkan hasil karena daun-daun yang terinfeksi parah akan gugur sebelum waktunya sehingga mengakibatkan berkurangnya berat biji dan jumlah polong. Kerugian hasil akibat penyakit karat bervariasi antara 10%–90%, tergantung pada fase perkembangan tanaman, lingkungan

dan varietas kedelai (Sinclair dan Hartman, 1999). Kehilangan hasil akibat penyakit karat di Indonesia mencapai 90% (Sudjono *et al.*, 1985), besarnya kehilangan hasil bergantung pada berbagai faktor antara lain ketahanan tanaman. Pada varietas Orba, kehilangan hasil dapat mencapai 36%, sedangkan pada varietas TK-5 sebesar 81% (Sumarno dan Sudjono, 1977).

Gejala

Gejala awal penyakit karat pada kedelai ditandai dengan munculnya bercak klorotik kecil yang tidak beraturan pada permukaan daun. Pada umumnya gejala karat muncul pada permukaan bawah daun. Bercak tersebut kemudian berubah menjadi coklat atau coklat tua dan membentuk pustul (Gambar 35). Penyakit karat menyebabkan daun menjadi kering dan rontok sebelum waktunya.



Gambar 35. Gejala penyakit karat pada daun kedelai

Pustul merupakan kumpulan uredium, pustul yang telah matang akan pecah dan mengeluarkan tepung berwarna seperti karat besi. Tepung tersebut merupakan kantung-kantung spora yang disebut uredium dan berisi uredospora. Menurut Sumartini (2010), spora cendawan dibentuk dalam uredium dengan diameter 25–50 μm sampai 5–14 μm . Uredospora berbentuk bulat telur, berwarna kuning keemasan sampai coklat muda dengan diameter 18–34 μm . Uredospora akan berkembang menjadi teliospora yang dibentuk dalam telia. Telia berbentuk bulat panjang dan berisi 2–7 teliospora. Teliospora berwarna

coklat tua, berukuran 15–26 μm . Stadium teliospora jarang ditemukan di lapangan dan tidak berperan sebagai inokulum awal. Di Amerika Latin, penyakit karat disebabkan oleh dua spesies, yaitu *P. pachyrhizi* yang sangat virulen dan *P. meibomiae* yang kurang virulen

Tanaman Inang

Cendawan *P. pachyrhizi* merupakan parasit obligat, jika di lapangan tidak terdapat tanaman kedelai, spora dapat hidup pada inang lain dan dapat juga bertahan hidup selama 2 jam pada tanaman bukan inang. Spora tidak dapat bertahan pada kondisi kering, jaringan mati atau tanah. Jika tidak ada tanaman kedelai, gulma yang termasuk ke dalam famili *Leguminosae* dapat menjadi tanaman inang alternatif. Dari 27 jenis tanaman *Leguminosae* yang diuji, tujuh diantaranya menunjukkan reaksi hipersensitif sehingga infeksi pada tanaman tersebut tidak menghasilkan spora. Sudjono (1979) menyatakan bahwa dari 17 jenis tanaman kacang-kacangan selain kedelai yang diinokulasi secara buatan, tiga diantaranya menunjukkan gejala yang bersporulasi, yaitu kacang asu, kacang kratok, dan kacang panjang. Oleh karena itu, keberadaan tanaman tersebut perlu diwaspadai.

Epidemiologi dan Penyebarannya

Tanaman Inang cendawan *P. pachyrhizi* antara lain kacang komak, bengkuang, kacang krotok, kacang polong, kacang kapri, kacang panjang, dan kacang asu. Penyakit karat kedelai biasanya mulai menyerang pada saat tanaman berumur 3–4 minggu setelah tanam.

Epidemi didorong oleh panjangnya waktu daun dalam kondisi basah dengan temperatur kurang dari 28°C. Perkecambahan spora dan penetrasi spora membutuhkan air bebas dan terjadi pada suhu 8–28°C. Uredia muncul 9–10 hari setelah infeksi, dan urediospora diproduksi setelah 3 minggu. Kondisi lembap yang panjang dan periode dingin dibutuhkan untuk menginfeksi daun-daun dan sporulasi. Penyebaran urediniospora dibantu oleh hembusan angin pada waktu hujan. Patogen ini tidak ditularkan melalui benih.

Bercak karat mengandung 14 uredia yang menghasilkan berjuta-juta uredospora yang berbentuk bulat telur. Uredia tersebut lebih banyak terdapat pada permukaan bawah daun dari pada permukaan atasnya. Uredia semakin banyak pada tanaman yang tua sehingga menyebabkan gugur daun lebih cepat serta daya hasil dan mutu benih menurun.

Daun kedelai yang basah sangat sesuai untuk perkecambahan uredospora. Infeksi berlangsung dengan baik pada suhu 18–21°C kemudian

perkecambahan terjadi pada suhu 15–20°C, dengan kisaran suhu 8–30°C. Daun yang terinfeksi pada suhu 20°C terlihat klorotik atau bercak coklat 5 hari setelah inokulasi. Uredium terbentuk 12–14 hari setelah infeksi dan dapat bertahan hidup selama 40–60 hari pada jaringan daun, sedangkan dalam tanah berkisar 10–40 hari. Pada daun yang tua terbentuk telia (spora seksual) dalam jaringan daun di sekitar bercak uredia. Jamur ini tidak membentuk spora lainnya (pikniospora atau aeciospora) (Sinclair, 1982; Karama *et al.*, 1990; Sudjadi *et al.*, 1993).

Penyakit karat tersebar di sentra-sentra pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut. Selain pada kedelai patogen penyakit ini juga menyerang tanaman kacang-kacangan lainnya seperti kacang panjang, kacang asu, buncis, bengkuang, kacang komak dan kacang kapri (Sudjadi *et al.*, 1993).

Pengendalian

Pengendalian penyakit karat dianjurkan dilakukan dengan memadukan beberapa komponen pengendalian yang ramah lingkungan untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Komponen pengendalian penyakit karat meliputi kultur teknis, penanaman varietas tahan serta penggunaan bahan nabati dan hayati.

Kultur teknis

Penanaman kedelai seharusnya dilakukan secara serempak pada awal musim kemarau atau awal musim hujan dengan curah hujan maksimum 50 mm/10 hari. Penanaman kedelai harus jauh dari tanaman inang pengganti (*alternative host*) yang dapat menjadi sumber inokulum penyakit karat. Tanaman inang alternatif diketahui cukup banyak dan yang sering dijumpai di lahan pasang surut adalah seperti tanaman kacang panjang, kacang polong dan kacang asu.

Di area yang dominan gulma yang dominan wedusan (*Ageratum conyzoides*) (Zaenudin 1996). Tanaman relatif kalah bersaing dengan gulma dalam mendapatkan unsur hara dari dalam tanah karena perakarannya dangkal (Zaenudin 1998). Lebih dari 80% akar rambut tanaman berada pada kedalaman 0–30 cm (Nur dan Zaenudin 1986). Gulma menurunkan laju pertumbuhan dan hasil tanaman sampai 30% (Zaenudin 1987). Penyiangan tiga kali (dua kali pada saat pemupukan dan sekali sesuai keadaan) (Puslit Koka, 1998), di samping mengoptimalkan tanaman dalam mendapatkan unsur hara dari dalam tanah, juga menurunkan kelembapan dan menaikkan suhu di sekitar tanaman menjadi kurang sesuai bagi perkembangan penyakit karat daun (Kushalappa, 1989).

Varietas tahan

Pemantauan penyakit karat dimulai pada saat tanaman kedelai berumur tiga minggu. Pengendalian penyakit dilakukan apabila intensitas serangan telah mencapai 5% untuk varietas unggul tahan karat. Untuk varietas rentan, keberadaan satu bercak saja dalam areal pertanaman kedelai sudah harus dilakukan upaya pengendalian. Menanam varietas kedelai yang tahan penyakit karat merupakan cara pengendalian yang murah, mudah dilaksanakan, dan tidak mencemari lingkungan. Menanam varietas tahan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah inokulum awal (Zadoks dan Schein, 1979). Ketahanan suatu varietas terhadap penyakit umumnya tidak berlangsung selamanya. Jika muncul ras baru yang lebih virulen, ketahanan varietas tersebut akan patah. Oleh karena itu, adanya varietas-varietas baru kedelai yang tahan terhadap penyakit karat sangat dibutuhkan dalam upaya mengendalikan penyakit tersebut.

Tabel 33. Karakter unggul varietas kedelai yang dilepas 10 tahun terakhir (1995–2005)

Varietas	Umur (hari)	Poten hasil (t/ha)	Ketahanan terhadap penyakit karat
Tidar	75	1,40	Agak tahan
Dieng	76	1,70	Agak tahan
Malabar	70	1,30	Agak tahan
Meratus	75	1,40	Agak tahan
Sinabung	88	2,16	Agak tahan
Tanggamus	88	2,50	Agak tahan
Argomulyo	79	2,00	Agak tahan
Burangrang	79	2,00	Toleran
Wilis	85	1,60	Agak tahan
Manglayang	86	1,90	Agak tahan
Kaba	85	2,10	Agak tahan
Sinabung	88	2,20	Agak tahan
Anjasmoro	82	2,00	Agak tahan
Rajabasa	85	3,90	Tahan

Sumber: Balitkabi (2007)

Menanam varietas kedelai yang tahan penyakit karat merupakan cara pengendalian yang murah, mudah dilaksanakan, dan tidak mencemari lingkungan. Menanam varietas tahan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah inokulum awal (Zadoks dan Schein, 1979). Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) telah melepas beberapa varietas unggul kedelai 10 tahun terakhir (1995–2005), dengan ketahanan terhadap penyakit karat

yang bervariasi (Tabel 33). Menurut Sumartini (2010) bahwa varietas yang toleran dapat terinfeksi patogen karat tetapi masih dapat menghasilkan biji. Varietas dengan kategori agak tahan memiliki ketahanan terhadap penyakit karat yang berada antara tahan dan agak rentan. Apabila menanam varietas yang agak tahan, perlu dipadukan dengan cara pengendalian lain, misalnya dengan fungisida nabati.

Fungisida hayati

Pengendalian menggunakan fungisida memang efektif tetapi untuk menghindari dampak negatifnya diperlukan cara pengendalian lain yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan potensi jamur parasit. Jamur parasit *Verticillium lecani* dilaporkan dapat memparasit jamur karat pada tanaman kacang tanah. Penelitian pendahuluan di laboratorium awal tahun 2005 pada daun kedelai yang dipetik menunjukkan bahwa *Verticillium* sp. mampu memparasit jamur karat kedelai lebih 40% (Sri Hardaningsih, 2008).

Hasil penelitian Sri Hardaningsih (2008) menunjukkan bahwa persentase parasitiasi *Verticillium* sp. terhadap jamur karat meningkat sejak aplikasi pertama pada 30 hari setelah tanam (0%) sampai aplikasi terakhir pada 57 hst, yaitu 98,7% pada perlakuan aplikasi *Verticillium* sp. 5x. (Tabel 34). Demikian juga untuk aplikasi 4x, 3x, 2x, dan tanpa *Verticillium* sp. menunjukkan peningkatan persentase parasitiasi sejak pengamatan pertama pada 30 hari, 17%, sampai pengamatan terakhir pada 58 hari. Pada perlakuan tanpa *Verticillium* persentase parasitiasi 17% pada pengamatan pertama (30 hari), kemudian menurun menjadi 6% pada pengamatan kedua (37 hari) dan 5% pada pengamatan ketiga (44 hari) dan menjadi 0% pada pengamatan keempat dan kelima berturut-turut pada 41 hari dan 58 hari.

Tabel 34. Presentase parasitiasi jamur karat oleh *Verticillium*-sp. (%)

Perlakuan	Apl 1 (30 hst)	Apl 2 (37 hst)	Apl 3 (44 hst)	Apl 4 (51 hst)	Apl 5 (58 hst)
<i>Verticillium</i> 5 x	0	100	95,4	100	98,7
<i>Verticillium</i> 4 x	0	100	95,9	100	100
<i>Verticillium</i> 3 x	0	100	95,4	100	100
<i>Verticillium</i> 2 x	0	100	96,9	100	99,3
Tanpa <i>Verticillium</i>	17,00	6,00	5,0	0	0
Difenokonazol 5	--	--	--	--	--

Sumber : Hardaningsih (2008)

Fungisida nabati

Pengendalian dengan fungisida nabati mempunyai keunggulan karena tidak mencemari lingkungan, bahannya tersedia di lingkungan sekitar, dan lebih murah daripada fungisida sintetik (Kardinan, 1998).

Balitkabi telah melakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas minyak cengkih untuk melindungi tanaman kedelai dari infeksi penyakit karat. Intensitas serangan karat pada tanaman tanpa perlakuan minyak cengkih cukup tinggi; pada pengamatan umur 65 hst di rumah kaca dan 78 hst di lapangan, intensitas serangan karat masing-masing 73% dan 34%. Intensitas serangan karat dengan perlakuan minyak cengkih bervariasi dari 5% hingga 21,60%. Interval waktu penyemprotan minyak cengkih terendah adalah 5 hari baik untuk pertanaman di rumah kaca maupun di lapangan. Hal ini mengisyaratkan bahwa penyemprotan minyak cengkih akan efektif apabila dilakukan beberapa kali dengan interval waktu minimum 5 hari sekali.

Fungisida sintetik

Penyakit karat daun sulit dikendalikan sehingga penggunaan fungisida menjadi pilihan (Rahmawati *et al.*, 2002). Apabila intensitas penyakit semakin meningkat secara drastis dan mencapai sekitar 33%, maka penggunaan fungisida harus dilakukan agar epidemi penyakit yang lebih parah dapat dihindari. Fungisida efektif yang dapat digunakan antara lain triadimefon dan mankozeb (Sudjadi *et al.*, 1993; Salim *et al.*, 1995).

Menurut Komisi Pestisida (2005), fungisida yang direkomendasikan untuk mengendalikan penyakit karat daun kopi di Indonesia adalah siprokanazol, heksakanazol, triadimefon, triadimenol, benomil, tembaga oksiklorida, mankozeb, tembaga hidroksida, tembaga oksida, dinikonazol, dan propikonazol. Sehubungan dengan penggunaan fungisida Mahfud *et al.* (2002a) mengemukakan bahwa aplikasi fungisida yang diikuti dengan praktik kultur teknis yang benar dapat menurunkan tingkat kerusakan tanaman oleh penyakit karat daun sampai 64,9%. Sebaliknya Arneson (2003) menyatakan bahwa aplikasi fungisida tanpa diikuti praktik kultur teknis yang benar, hanya dapat menurunkan tingkat kerusakan penyakit karat daun sebesar 20%.

Pengendalian menggunakan fungisida kurang disukai oleh petani karena selain memerlukan biaya cukup tinggi, juga meninggalkan residu yang berbahaya bagi konsumen (Budiman *et al.*, 2004). Di samping itu, penggunaan fungisida sering menimbulkan pengaruh negatif, yaitu: (1) meningkatkan ketahanan pathogen terhadap fungisida, (2) mengkontaminasi tanaman, (3) mendorong timbulnya penyakit baru dan (4) menyebabkan terbunuhnya musuh alami (Mahfud 2001; Mahfud *et al.*, 2002; Rahmawati *et al.*, 2002; Sarwono *et al.*, 2002). Harga fungisida yang semakin mahal menyebabkan

petani tidak berdaya dalam pencegahan secara dini. Serangan penyakit karat ini dimulai dari daun bawah baru kemudian ke daun yang lebih muda sehingga secara dini mudah diketahui. Pengendalian penyakit karat ini dapat dilakukan dengan penanaman serempak, menghindari inang alternatif dan penggunaan fungisida efektif.

Penyakit Hawar Bakteri

Gejala

Penyakit hawar bakteri (*Bacterial blight*) disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas syringae* pv *glycinea*. Tanaman muda (kecambah) terinfeksi pada kotiledon, terutama pada bagian tepinya. Bercak dapat membesar dan berwarna coklat gelap, akibatnya tanaman menjadi kerdil, apabila titik tumbuhnya terserang maka tanaman akan mati. Pada batang, tangkai polong dan polong, bercak berwarna coklat gelap atau kehitaman. Pada batang dan tangkai, bercak berbentuk memanjang. Bercak yang sudah bersatu membesar dapat menyelubungi seluruh permukaan batang, tangkai polong dan polong.

Gejala penyakit biasanya ditandai dengan timbulnya bercak pada daun (Gambar 36), kadang-kadang pada batang, tangkai daun, tangkai polong dan polong. Gejala awal berupa titik kecil dengan tepi daun kebasahan seperti terpecik air panas. Titik ini kemudian berkembang menjadi bercak kecil berbentuk persegi, tembus cahaya, kebasahan dan berwarna kuning dan coklat muda. Pada lingkungan yang cocok bercak membesar, kemudian beberapa bercak bergabung membentuk bercak yang lebih besar dan tidak beraturan. Pada bercak daun yang tua sering bagian tengahnya mengering sehingga tampak berlubang dan daun mudah sobek karena angin.

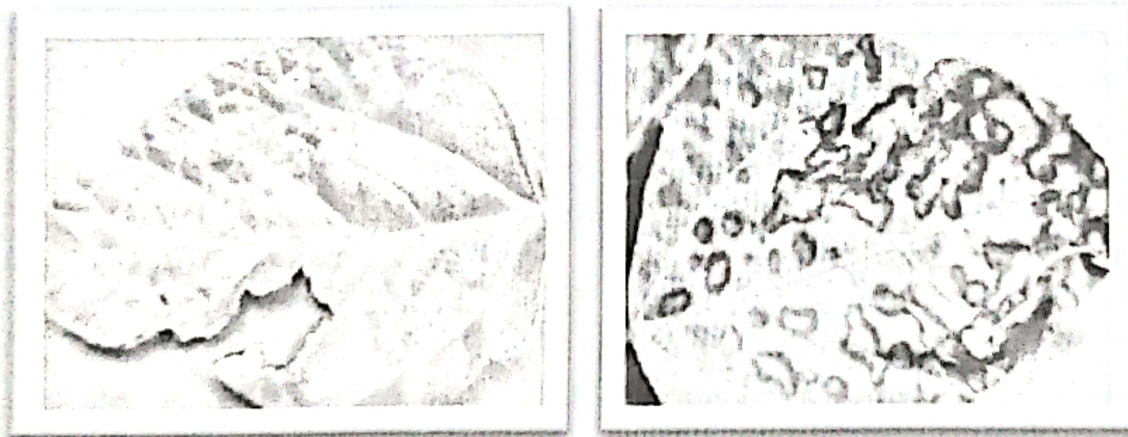
Biji yang terinfeksi dapat tertutup oleh koloni bakteri berbentuk cairan, jika biji tersebut disimpan dapat mengeriput, cekung atau cembung dan berwarna hitam terutama pada bagian yang ada bercaknya. Gejala penyakit dapat terlihat dengan mudah pada pertanaman kedelai yang berumur 40 hari atau lebih.

Epidemiologi dan penyebarannya

Patogen dapat bertahan hidup pada sisa tanaman dan biji kedelai. Infeksi pada benih terjadi melalui polong selama masa pertumbuhan atau panen. Infeksi pertama pada kotiledon menjadi sumber utama inokulum dan sebagai penyebab timbulnya bercak sekunder pada bibit kedelai. Penyebaran bakteri terjadi apabila ada hembusan angin dan daun dalam keadaan basah.

Bakteri hidup secara epifit pada permukaan daun dan pucuk. Bila keadaan suhu cocok dan ada hujan yang disertai hembusan angin, bakteri masuk ke dalam jaringan daun melalui stomata atau hidatoda daun. Di dalam ruang antar sel, bakteri berkembang biak dengan mengeluarkan toksin yang dapat menghambat sintesis khlorofil. Lendir (koloni) bakteri dan cairannya mengisi ruangan tersebut sehingga bercak tampak kebasahan pada saat 57 hari setelah infeksi (hsi). Musim hujan dan cuaca sejuk dapat mempengaruhi perkembangan penyakit. Epidemik dapat terjadi setelah turun hujan yang disertai angin. Suhu optimal pertumbuhan bakteri adalah antara 24°–26°C, suhu minimal 2°C dan suhu maksimal 35°C. (Sinclair, 1982; Karama *et al.*, 1990; Sudjadi *et al.*, 1993; Budiman dan Prayudi, 1993).

Penyebaran bakteri hawar ditemukan hampir di semua pertanaman kedelai di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali dan Nusa Tenggara (Karama *et al.*, 1990). Di lahan rawa pasang surut, penyakit ini ditemukan hampir di semua daerah pertanaman kedelai di Kabupaten Barito Kuala (Kalimantan Selatan) dan Kabupaten Kapuas (Kalimantan Tengah) (Budiman dan Prayudi, 1993).



Gambar 36. Gejala penyakit hawar bakteri awal dan lanjut pada daun kedelai (sumber)

Pengendalian

Penyakit hawar bakteri sering dianggap tidak mempunyai pengaruh berarti terhadap hasil kedelai, karena tanaman masih menghasilkan walaupun penyakit ini selalu ada setiap musim tanam. Pengendalian penyakit bakteri hawar dapat dilakukan melalui sanitasi, penggunaan varietas tahan dan benih sehat.

Sanitasi

Bebas dari sisa-sisa batang, daun dan kulit polong kering disekitar lahan pertanaman kedelai. Pada sisa-sisa tanaman kedelai ini merupakan sumber inokulum patogen penyebab penyakit yang dapat menulari tanaman kedelai disekitarnya.

Sebaiknya sisa-sisa tanaman kedelai dimasukkan ke dalam lubang, kemudian ditimbun dengan tanah, sehingga patogen penyebab penyakit akan terhambat pertumbuhannya dan selanjutnya akan mati atau sisa-sisa tanaman dapat juga dibakar namun harus dijaga agar tidak menyebabkan kebakaran semak belukar sekitarnya, atau digunakan untuk perapian di kandang ternak sapi atau kambing.

Varietas Tahan

Varietas kedelai yang umum ditanam di lahan rawa pasang surut adalah Wilis, karena sangat baik dan cocok untuk bahan baku tahu dan tempe. Setelah lebih puluhan tahun ditanam, varietas Wilis sudah sangat rentan terhadap berbagai serangan penyakit. Sebagai penggantinya adalah varietas Gagunggung, Kerinci, Merbabu dan Lokon.

Benih sehat

Untuk keperluan perbanyak benih, petani biasanya mendapatkan benih bersertifikat dari penangkar atau instansi yang terkait dengan perbenihan. Jika benih yang dihasilkan sudah terkontaminasi oleh penyakit, maka benih tersebut akan menjadi sumber infeksi bagi pertanaman kedelai berikutnya. Benih yang baik haruslah murni dan diketahui namanya, berdaya kecambah tinggi (> 80%), mempunyai vigor yang baik (tumbuh cepat, serempak, sehat), bersih, bernas (tidak keriput, kering k.a. 10%) dan bebas infeksi patogen atau hama (Sumarno dan Widiati, 1993).

Penyakit Virus Belang Samar Kacang Panjang

Gejala

Penyakit virus belang samar kacang panjang disebabkan oleh patogen *Cowpea mild mottle virus* (CMMV). Gejala yang tampak pada tanaman terinfeksi virus ini adanya belang pada daun mulai dari ringan sampai berat. Kadang-kadang belang ini bergabung sehingga menyebabkan penyimpangan bentuk daun (kecil atau kerdil). Tulang-tulang daun tampak jernih dan helaiannya agak melengkung ke atas maupun ke bawah. Pada beberapa kultivar kedelai terdapat gejala mosaik yang jelas dengan nekrosis pada tulang-tulang daunnya.

Epidemiologi dan Penyebarannya

Penyakit virus belang samar kacang panjang adalah salah satu virus utama yang menyerang kedelai di Indonesia. Virus berbentuk partikel-partikel filamen lurus dan ramping, berukuran 650 nm x 12 nm. Kadang-kadang filamen berbentuk gulungan. Strain virus belang samar kacang panjang yang terdapat di Indonesia merupakan strain yang tidak dapat ditularkan melalui biji sakit (Horn *et al.*, 1991).

Menurut Badri (1983) virus ini mempunyai potensi menurunkan hasil kedelai hingga 80%, terutama pada kedelai yang rentan kekeringan. Virus samar kacang panjang mempunyai kisaran tanaman yang cukup luas, antara lain kacang tanah, kacang tunggak dan tomat. Infeksi oleh CMMV dapat mempengaruhi umur berbunga, jumlah bunga pertama yang terbentuk dan jumlah polong yang akan dipanen (Tengkano *et al.*, 1986; Baliadi dan Saleh, 1995).

Di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah tingkat serangan penyakit ini dilaporkan berkisar antara ringan sampai sedang, serangan penyakit ini akan meningkat pada pertanaman kedelai di musim hujan (Budiman dan Prayudi, 1993). Virus belang samar kacang panjang ditularkan oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*) secara semi persisten dan dapat juga secara mekanis.

Pengendalian

Pengendalian yang dapat dilakukan seperti sanitasi lingkungan, pola tanam, musuh alami dan penggunaan insektisida.

Sanitasi

Terhadap inang-inang alternatif (gulma) yang berada di sekitar pertanaman kedelai dapat mengurangi sumber inokulum terhadap penyebaran penyakit virus belang samar kacang panjang. Gulma yang tumbuh di pertanaman kedelai harus disiang, demikian juga gulma yang tumbuh di galangan, tembokan dan lahan batas antar petakan.

Pola tanam

Tumpang sari kedelai-kacang panjang dan kedelai-kacang tunggak dapat mengurangi serangan CMMV, sekaligus menekan populasi vektor *B. tabaci*. Selain sebagai tanaman penyeling, kacang panjang dan kacang tunggak juga berperan sebagai tanaman perangkap yang menarik vektor pembawa virus agar tidak melanjutkan terbangnya ke pertanaman kedelai.

Pergiliran tanaman yang bukan termasuk famili Leguminosae, Solanaceae dan Cucurbitaceae juga dapat diterapkan untuk mengendalikan penyakit ini.

Musuh alami

Musuh alami yang dilepas ke alam untuk mengendalikan populasi serangga vektor penyebar virus penyakit belang samar kacang panjang juga dapat dijadikan alternatif pengendalian yang aman karena tidak menimbulkan efek pencemaran terhadap lingkungan. Jamur *Verticillium lecanii* dan parasitoid *Encarsia formosa* merupakan musuh-musuh alami yang mampu menekan perkembangan serangga *B. tabaci* (Nedstam, 1992).

Insektisida

Pengendalian vektor penyakit virus belang samar kacang panjang dengan menggunakan insektisida merupakan alternatif terakhir, karena dapat mencemari lingkungan dan meracuni makhluk hidup di sekitarnya. Beberapa insektisida yang dapat dianjurkan untuk mengendalikan serangga vektor lalat putih seperti insektisida berbahan aktif endosulfan dan deltametrin.

KESIMPULAN

Di temukan beberapa jenis penyakit utama kedelai yang disebabkan oleh jamur/fungi, bakteri dan virus di lahan rawa pasang surut. Penyakit utama kedelai yang disebabkan oleh jamur/fungi adalah: penyakit busuk akar dan batang, penyakit layu semai kedelai, dan penyakit karat kedelai, yang disebabkan oleh bakteri adalah: bakteri bakteri hawar dan bakteri pustule dan oleh virus penyakit virus belang samar kacang panjang.

Teknologi inovasi pengendalian antara lain penggunaan varietas tahan/ toleran, mekanis, kultur teknis, fungisida nabati dan fungisida sintetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arneson, P.A. 2003. Rust. The American Phytopathological Society, Minnesota, p. 1-7.
- Asikin, S. 2007. Keadaan serangan penyakit kedelai di lahan rawa pasang surut. Laporan Kegiatan Hama dan Penyakit. Balittra. Banjarbaru.
- Asikin dan Budiman (2008). Hama dan Penyakit Kedelai di Lahan Rawa pasang surut. Laporan Kegiatan Hama dan Penyakit. Balittra. Banjarbaru.
- Badri, I.B. 1983. Identification of the Aleyorid on Soybean from Location in West Java and Some Bionomics of Bemisia tabaci Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) on Three Soybean Varieties. BIOTOP Bogor.

- Baliadi, Y dan N. Saleh. 1995. Tanggapan plasma nutfah kedelai terhadap infeksi Cowpea Mild Mottle Virus (CMMV). *Dalam* Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Fitopatologi Indonesia. Yogyakarta.
- Budiman, A. 1990. Identifikasi dan status penyakit kedelai di lahan pasang surut. *Kindai 1 (1)*: 15–19.
- Budiman, A dan B. Prayudi. 1993. Pergeseran status penyakit kedelai di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. *Dalam* Hasil Penelitian Kedelai di Lahan Rawa Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru.
- Budiman, A., I. Susanti, S. Mawardi, D.A. Santoso, dan Siswanto. 2004. Ekspresi glukonase dan kitinase pada tanaman tahan dan rentan karat daun. *Menara Perkebunan 72(2)*: 57–71.
- Balai Penelitian Aneka Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2007. Panduan umum pengelolaan tanaman terpadu kedelai. Puslitbangtan. Balitbangtan. 54 hal.
- Hulupi, R. 1998. Penggunaan bahan tanaman tahan dalam mengendalikan hama penyakit. Kumpulan Mater Pelatihan Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. 12 hlm. ns.
- Johnson, L.F. and E. A. Curl. 1972. *Methods for Research on The Ecology of Soil-born Plant Pathogens*. Burgess Publ. Co. Minneapolis. 247p.
- Karama, A.S J. Soejitno, M. Ismunadji, M. Amir, A. Widjono, A. Naito dan S. Naito. 1990. Petunjuk Bergambar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Kedelai di Indonesia (EDisi kedua). Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Kardinan, A. 1998. Prospek penggunaan bahan nabati di Indonesia. *Jur Penel dan Pengemb Pert. 17(1)*: 1–8.
- Komisi Pesticida. 2005. Pesticida untuk Pertanian dan Kehutanan. Direktorat Pupuk dan Pesticida, Departemen Pertanian, Jakarta. 490 hlm.
- Mahfud, M.C. 2001. Teknologi penghematan pestisida. Hlm. 101–106. *Prosiding Seminar dan Ekspose Teknologi BPTP Jatim, Malang 11–12 September 2001*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Mahfud, M.C., L. Rosmahani, D. Rachmawati, Handoko, Sarwono, E. Korlina, M. Soleh, A. Suryadi, dan W. Istuti. 2001. Studi pengembangan dan penerapan PHT pada tanaman. Hlm. 128–139. *Prosiding Seminar dan Ekspose Teknologi BPTP Jatim, Malang, 11–12 September 2001*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor.
- Mahfud, M.C., L. Rosmahani, D. Rahmawati, Handoko, Sarwono, dan E. Korlina. 2002. Pengaruh pemberian beberapa jenis nematisida botani

- terhadap perkembangan nematode parasit pada tanaman. *Agritek* 10(2): 1849–1854.
- Nedstam, B. 1992. Report on biological control of pest in Swedish pot plant production. *Bulletin OEPP/EPPO*.22:417–420.
- Puslit Koka. 1998b. Pedoman Teknis Budi daya Tanaman. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao hlm. 32-61.
- Prayudi, B dan A. Budiman. 1998. Pengendalian penyakit layu kecambah (*damping off*) pada kedelai di lahan rawa pasang surut. P. 427–432 *Dalam* Sabran, M. *et al.* (eds). Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Rawa Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Rahmawati, D., L. Rosmahani, M.C. Mahfud, Sarwono, dan E. Korlina. 2002. Pengaruh pemberian fungisida bubuk bordo terhadap perkembangan penyakit *Cercospora* (*Cercospora coffeicola*). *Agritek* 10(4): 2433–2437.
- Sudjadi, M.S., M. Amir dan R. Martoatmodjo. 1993. Penyakit Kedelai dan Penanggulangannya. *Dalam* Somaatmadja *et al.* (Eds) Kedelai Puslibangtan. Bogor.
- Sarwono, M.C. Mahfud, L. Rosmahani, D. Rachmawati, Jumadi, dan E. Korlina. 2002. Pengendalian penyakit karat daun *Hemileia vastatrix* B. Et. Br pada tanaman. *Jurnal Agrosains* 4(1): 37–42.
- Sumartini. 2010. Penyakit karat pada kedelai dan cara pengendaliannya yang ramah lingkungan. *Jurn Penel dan Pengemb Pert. Indonensian Agricultural Research and Development Journal*: 29(3). Sri Hardaningsih. 2008. Penelitian pendahuluan penyakit karat kedelai menggunakan jamur hiperparasit *Verticillium* sp. *Risalah Seminar Hasil 2006, Malang*: 445–460.
- Tengkano, W., M. Rochman, U. Kartosuwondo dan B. Sakti. 1986. Priode kritik tanaman kedelai Orba terhadap serangan virus yang ditularkan oleh *Bemisia tabaci* Genn. *Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan*.