

Strategi Optimalisasi Pengendalian Penyakit Bercak Daun dan Karat pada Kacang Tanah¹

Nasir Saleh²

ABSTRAK

Kacang tanah merupakan sumber lemak dan protein nabati yang penting bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Meskipun demikian komoditas ini belum banyak disentuh oleh program-program pembangunan pertanian yang dilakukan oleh pemerintah sehingga produktivitasnya masih rendah yaitu 1,1 t/ha. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas tersebut adalah akibat serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Cercospora arachidicola* dan *Cercosporidium personatum* serta penyakit karat oleh *Puccinia arachidis*. Pola perkembangan epidemi, penyakit bercak daun dan karat mengikuti pola penyakit bunga maemuk.

Strategi pengendalian yang dapat dilakukan untuk menekan perkembangan epidemi penyakit di lapang adalah dengan cara menekan proporsi tanaman sakit pada saat awal, memperkecil laju inflasi dan memperpendek waktu terjadinya epidemi. Hal tersebut dapat dilakukan melalui penerapan pengendalian penyakit secara terpadu (PPT) yang meliputi pengaturan pola tanam, rotasi tanam, saat tanam, menanam varietas tahan, sanitasi lingkungan, eradikasi tanaman sakit dan menyemprot fungisida apabila diperlukan. Optimalisasi hasil pengendalian dapat dilakukan melalui pendekatan kelompok-kelompok tani mencakup hamparan yang luas.

Kata kunci: *Arachis hypogaea*; penyakit bercak daun, penyakit karat, pengendalian penyakit.

SUMMARY

Groundnut is an important source of fat and protein for most of Indonesian people. However, this commodity has not been include by government in agriculture development program. Therefore, groundnut productivity is low i.e. 1,1 t/ha. One of the factor affecting low productivity of groundnut due to leaf-spot diseases caused by *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum* and rust disease caused by *Puccinia arachidis* infections. Epidemic development of leaf-spot and rust diseases of groundnut follow the compound interest diseases pattern.

Control strategies could be done in order to reduce the epidemic development of these diseases at the field are: suppress the proportion of infected plants at the initial stages, reducing the infection rate and reducing time for epidemic incidence through implementing the integrated

diseases management (IDM) consisted of management of cropping pattern, crop rotation, time of planting, planting of resistance varieties, field sanitation, eradication of infected plants, and spraying with fungicides if necessarily. Diseases management could be optimized through farmer group approaches covered a wider area.

Keywords: *Arachis hypogaea*; leaf-spot diseases; rust disease; diseases management.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, di antara tanaman kacang-kacangan, kacang tanah merupakan komoditas utama ke dua setelah kedelai. Dengan kandungan minyak dan protein yang tinggi, masing-masing sebesar 42% dan 22%, kacang tanah merupakan sumber lemak dan protein nabati yang penting bagi penduduk Indonesia. Sebagian besar kacang tanah dikonsumsi untuk pangan, dan hanya sebagian digunakan sebagai pakan maupun diproses untuk minyak. Meskipun demikian, komoditas tersebut belum banyak disentuh oleh program-program pembangunan pertanian yang dilakukan oleh Pemerintah.

Di Indonesia, berdasarkan data statistik selama lima tahun terakhir (1997-2001), laju perkembangan luas tanam, produktivitas dan produksi per tahun kacang tanah di Indonesia berturut-turut adalah 1,33%, -0,26%, dan 1,08%. Hal ini memberi indikasi bahwa peningkatan produksi kacang tanah lebih banyak ditentukan oleh peningkatan luas tanam, sedangkan peningkatan produktivitas justru relatif turun yakni dari 1,09 t/ha pada tahun 1997 menjadi sekitar 1,08 t/ha pada tahun 2001. Angka ramalan III Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa pada tahun 2002 luas tanam kacang tanah adalah 629.700 ha dengan total produksi 691.404 ton (Dit Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2002). Penurunan produktivitas ini menandakan bahwa selama ini transfer teknologi dan sentuhan teknologi belum banyak dilakukan pada petani kacang tanah.

Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas kacang tanah di Indonesia antara lain: (a) cara budidayanya menggunakan

¹Disarikan dari bahan Orasi pengukuhan Ahli Peneliti Utama pada bulan Juli 2002

²Ahli Peneliti Utama (APU) di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

teknologi sederhana, (b) keterbatasan modal dan pengetahuan petani, (c) sebagian besar diusahakan di lahan kering dengan kesuburan tanah yang rendah dan (d) gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama penyakit yang belum dapat diatasi.

PENYAKIT BERCAK DAUN DAN KARAT PADA KACANG TANAH

Arti penting suatu penyakit sangat ditentukan oleh distribusi, tingkat kehilangan hasil yang diakibatkan, nilai ekonomi komoditas tanaman yang terinfeksi, serta kesadaran dan upaya pengendalian yang dilakukan.

Di Indonesia, tanaman kacang tanah potensial terserang beberapa penyakit yang disebabkan oleh jamur, antara lain bercak daun, karat, layu *Sclerotium*, *Rhizoctonia*, bakteri layu (*Pseudomonas solanacearum*), virus belang (*Peanut Stripe Virus*), *Peanut Mottle Virus* dan mikoplasma (sapu setan). Di antara penyakit-penyakit tersebut, penyakit bercak daun dan karat merupakan penyakit yang penting karena telah tersebar luas dan sering mengakibatkan kerugian yang cukup besar.

Penyakit bercak daun awal, bercak daun akhir, dan karat merupakan penyakit **endemis** pada tanaman kacang tanah. Ketiga jamur ini sering menyerang tanaman secara bersamaan. Pada tingkat serangan yang berat, daun tanaman menjadi kering dan rontok sehingga dapat menimbulkan kerugian hasil yang cukup besar. Penyakit bercak daun awal, bercak daun akhir dan karat merupakan penyakit yang umum dan tersebar luas di benua Australia, Asia, Afrika dan Amerika. Hasil penelitian di ICRISAT menunjukkan bahwa penyakit karat bersama bercak daun menyebabkan kehilangan hasil hingga 70% (ICRISAT, 1989).

Di Indonesia, menurut Raciborski (1898 dalam Semangun, 1990), penyakit bercak daun kacang tanah pertama kali ditemukan di Pulau Jawa pada tahun 1898, sedangkan penyakit karat pertama kali ditemukan oleh Triharso pada tahun 1972 di Yogyakarta dan pada tahun yang sama ditemukan pula di Lombok dan Kalimantan Selatan. Pada saat sekarang, penyakit bercak daun dan karat daun diketahui telah tersebar di seluruh sentra-sentra produksi kacang tanah di Indonesia. Penyakit tersebut merupakan penyakit endemis dengan intensitas serangan yang

bervariasi dari musim ke musim dan antar-daerah.

Hasil survei pertanian pada tahun 1995 menunjukkan bahwa luas serangan penyakit karat dan bercak daun di empat propinsi utama penghasil kacang tanah di pulau Jawa masing-masing mencapai 147 ha dan 391 ha dengan intensitas serangan 11,3% dan 9,4% (BPS, 1995).

Di Indonesia, data kehilangan hasil kacang tanah akibat serangan penyakit bercak daun dan karat belum terdokumentasi dengan baik. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan hasil kacang tanah akibat ketiga penyakit tersebut cukup signifikan. Yusufah (1985) melaporkan bahwa penyakit bercak daun dapat mengurangi hasil hingga 50%. Serangan penyakit bercak daun dapat mengakibatkan penurunan jumlah polong, jumlah dan berat biji per tanaman. Pada varietas Pelanik yang tergolong peka, kehilangan hasil yang disebabkan oleh penyakit bercak daun dan karat dapat mencapai 60%. Tingkat kehilangan hasil ini berkorelasi positif dengan intensitas serangan dan tingkat defoliasi daun (Sudjono, 1986). Selain kehilangan hasil, penyakit karat dan bercak daun juga mengakibatkan penurunan kualitas biji (ukuran dan kandungan minyak).

EKOLOGI PENYAKIT BERCAK DAUN DAN KARAT

Penyakit bercak daun pada kacang tanah dibedakan menjadi dua yaitu bercak daun awal dan bercak daun akhir. Penyakit bercak awal disebabkan oleh jamur *Cercospora arachidicola* Hori. Sebelumnya jamur ini disebut *C. arachidis* Henn. var *macrospora*. Jamur ini mempunyai stadium sempurna yaitu *Mycosphaerella arachidis* Deighton, yang dulu disebut *M. arachidicola* Jenkins. Penyakit bercak daun akhir disebabkan oleh jamur *Cercosporidium personatum* Deighton. Jamur ini juga dikenal dengan nama *Cercospora personata* atau *Phaeoisariopsis personata*. Penyakit karat disebabkan oleh jamur *Puccinia arachidis* Speg. (Holliday, 1980).

Gejala penyakit bercak daun dan karat

Gejala penyakit bercak daun dipengaruhi oleh genotipe tanaman inang dan faktor lingkungan. Gejala awal kedua penyakit berupa bercak klorotik kecil pada daun 10 hari setelah terinfeksi. Bercak tersebut kemudian berkembang men-

jadi lebih besar dan berwarna coklat atau hitam karena jaringan daun mengalami nekrosis. Penyakit bercak daun awal dan akhir mempunyai gejala yang hampir sama, yaitu berupa bercak-bercak berwarna coklat tua sampai hitam pada daun. Gejala bercak daun awal pada umumnya ditandai dengan bercak bulat berwarna coklat tua yang dikelilingi oleh lingkaran halo berwarna kekuningan pada permukaan atas daun. Sedangkan bercak daun akhir bercaknya lebih bulat, ukurannya lebih kecil dan berwarna lebih gelap (hitam) pada permukaan bawah daun. Lingkaran halo yang terdapat pada bercak daun awal (*C. arachidicola*) dipengaruhi oleh inang dan lingkungan. Lingkaran halo serupa dapat ditemukan pada bercak daun akhir (*P. personata*). Oleh karena itu lingkaran halo tidak dapat digunakan sebagai karakter diagnosis yang tepat. Kedua jamur tersebut juga menyebabkan bercak yang berbentuk agak lonjong pada tangkai daun dan batang. Apabila tingkat penularannya tinggi, daun tanaman menjadi kuning, kering dan rontok.

Serangan penyakit bercak daun awal dapat terjadi lebih awal dibandingkan dengan penyakit bercak daun akhir, namun keduanya pada umumnya menyerang tanaman mulai umur 3-5 minggu setelah tanam. Penyakit bercak daun akhir dianggap lebih berbahaya dan merugikan dibanding bercak daun awal.

Gejala infeksi jamur karat ditandai oleh timbulnya bercak-bercak kecil berwarna oranye pada permukaan bawah daun yang sebetulnya merupakan **uredinia** jamur yang berisi spora (**urediniospora**). Gejala serangan tingkat lanjut ditandai oleh terbentuknya spora pada permukaan atas daun. Selain itu, jamur karat juga dapat menginfeksi tangkai dan batang tanaman. Berbeda dengan penyakit bercak daun yang dapat merontokkan daun, penyakit karat mengakibatkan daun menjadi kering tetapi tetap masih melekat pada batang dan cabang.

Siklus hidup penyakit bercak daun dan karat

Meskipun bentuk **teleomorph** jamur telah ditemukan, namun **askospora** jamur bukan merupakan sumber inokulum jamur yang penting. Di lapang penyebaran penyakit bercak daun sangat ditentukan oleh **konidia** yang dihasilkan. Konidia terbentuk pada ujung rumpun **tangkai konidia (conidiophore)** yang berwarna coklat kehi-

jauan atau coklat kekuningan. Konidia *C. arachidicola* hampir jernih (hialin) atau agak coklat kehijauan, bersekat sampai 12, pangkalnya bulat dengan ujung meruncing, ukuran 35–110 mm x 3–6 mm. Konidia *P. personata* berwarna coklat kehijauan, bentuk seperti tabung, biasanya lurus atau agak melengkung, pangkal meruncing pendek, ujung membulat, bersekat 1–9 (biasanya 3–4) tidak menyempit pada sekat, berukuran 20–70 mm x 4–9 mm (Hollyday, 1980). Kondisi suhu yang agak tinggi (25–30°C) dengan kelembaban relatif yang tinggi akan memacu proses infeksi dan perkembangan penyakit. Sejauh ini belum dapat dibuktikan adanya tanaman inang lain selain genus *Arachis*. Diperkirakan jamur dapat bertahan hidup dari satu musim ke musim berikutnya pada tanaman kacang tanah volunter atau pada sisa-sisa daun dan pertanaman kacang tanah yang telah dipanen.

Penyakit karat disebarkan oleh **urediniospora** dengan bantuan angin, percikan air hujan ataupun serangga. Urediniospora berbentuk agak bulat atau jorong, dengan ukuran 20–30 mm x 18–20 mm, berdinding tebal berduri halus, berwarna coklat, kebanyakan mempunyai 2 lubang (porus, kadang-kadang 3–4 lubang (Holliday, 1980). Stadium **telia** dilaporkan terbentuk pada kacang tanah atau kerabat lainnya dari genus *Arachis*. Sejauh ini peranan **telia** dalam perkembangan penyakit di lapang belum diketahui. **Urediniospora** tidak dapat bertahan lama pada sisa-sisa tanaman sakit, terutama pada kondisi yang panas. Oleh karena itu diduga jamur karat bertahan dari satu musim ke musim berikutnya pada tanaman kacang tanah volunter, karena tidak terbukti adanya tanaman inang lain di luar genus *Arachis*. Penyakit berkembang dengan baik pada suhu sekitar 20 °C dan kelembaban relatif yang tinggi.

Infeksi jamur bercak daun dapat terjadi melalui kedua sisi daun dengan cara penetrasi langsung menembus sel-sel jaringan epidermis atau melalui mulut daun (stomata). Infeksi pada daun banyak melalui epidermis atas. Urediniospora jamur karat membentuk buluh kecambah dan apresorium yang mampu menembus sel epidermis atau masuk melalui stomata.

Perkembangan Penyakit Bercak Daun dan Karat

Berdasarkan pola perkembangan epidemi penyakit di lapangan, penyakit bercak daun dan

karat pada kacang tanah termasuk ke dalam kelompok penyakit yang mengikuti pola bunga berganda (**compound interest**). Hal ini dapat dijelaskan karena daur hidup jamur yang pendek sehingga dalam satu periode pertumbuhan tanaman kacang tanah, terjadi beberapa kali perkembangan generasi jamur.

Pada penyakit tanaman dengan pola perkembangan epidemi bunga berganda, tersedianya sumber inokulum berupa populasi tanaman sakit awal (X_0) sangat menentukan besarnya populasi akhir tanaman sakit (X_t) mengikuti rumus van der Plank (1963) sebagai berikut.

$$X_t = X_0 e^{rt}, \text{ di mana}$$

- X_t = proporsi tanaman sakit pada saat t ;
- X_0 = proporsi tanaman sakit pada saat awal;
- e = konstanta, bilangan alam (2, 718281828);
- r = laju infeksi;
- t = waktu terjadinya epidemi.

STRATEGI DAN OPTIMALISASI PENGENDALIAN

A. STRATEGI PENGENDALIAN

Kerugian hasil kacang tanah akibat serangan penyakit bercak daun dan karat cukup tinggi, namun sejauh ini petani belum melakukan pengendaliannya. Hal ini terutama disebabkan oleh terbatasnya biaya untuk pengendalian serta rendahnya pengetahuan petani tentang penyakit tersebut maupun kerugian yang diakibatkannya.

Berdasar rumus van der Plank (1963), bahwa pola perkembangan epidemi penyakit bunga berganda mengikuti rumus: $X_t = X_0 e^{rt}$, maka pendekatan matematis yang dilakukan untuk mengurangi X_t adalah dengan mengurangi X_0 , r dan atau t . Hal ini berarti bahwa strategi pengendalian penyakit bercak daun (awal/akhir) dan karat dapat dilakukan dengan menghilangkan atau mengurangi sumber inokulum, manipulasi faktor lingkungan untuk mengurangi laju infeksi serta manipulasi waktu dan peluang terjadinya infeksi. Hal tersebut dapat dilakukan melalui penanaman varietas tahan, teknik budidaya, pengendalian secara kimiawi dan biologi.

Menanam varietas tahan

Pengendalian penyakit dengan menanam varietas tahan merupakan cara yang paling

murah, mudah diadopsi petani dan kompatibel dengan cara pengendalian yang lain. Pengendalian dengan menanam varietas tahan juga dirasa efektif dan efisien, terutama bagi para petani yang tidak cukup modal (Saleh, 1989). Usaha untuk mendapatkan varietas kacang tanah yang tahan terhadap penyakit bercak daun dan karat telah banyak dilakukan oleh para peneliti di berbagai negara. Beberapa genotipe kacang tanah diketahui tahan terhadap penyakit bercak daun akhir, karat, atau keduanya.

Ketahanan terhadap penyakit bercak daun dan karat dikendalikan oleh gen yang berbeda dan independen, sehingga dimungkinkan untuk mendapatkan genotipe kacang tanah yang sekaligus tahan terhadap penyakit bercak daun dan karat.

Di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbu-umbian (Balitkabi) Malang, kegiatan pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas kacang tanah yang tahan penyakit bercak daun dan karat telah dilakukan sejak 1989. Dari kegiatan ini telah dihasilkan galur yang tahan atau toleran terhadap penyakit karat dan bercak daun akhir seperti galur ICGV 87165, ICGV 86745, dan ICGV 88589 Soekarno dan Sharma (1989). Galur KSHM-2-5S-B-7 dan N 7620 agak tahan terhadap penyakit bercak daun, berumur genjah (S3-S5) dan hasilnya tinggi (Kasno dan Trustinah, 1996). Saleh (1995a) melaporkan bahwa dari 270 genotipe yang diuji di lapang, 6 genotipe tahan terhadap penyakit bercak daun. Saleh dan Nugrahaeni (1996) melaporkan terdapat 12 genotipe asal ICRISAT yang diketahui tahan terhadap penyakit bercak daun, semuanya rentan terhadap penyakit bakteri layu, kecuali ICG 6280 dan ICGV 87073 yang agak tahan. Saleh dan Trustinah (1996) juga melaporkan bahwa dari 51 genotipe asal ICRISAT, 21 genotipe bereaksi agak tahan terhadap penyakit karat, 11 agak tahan penyakit bercak daun, dan 10 genotipe agak tahan terhadap kedua penyakit tersebut.

Beberapa varietas unggul kacang tanah seperti Rusa, Anoa, Kelinci dan Badak mempunyai sifat tahan/toleran terhadap penyakit bercak daun dan karat. Varietas Panther, Singa dan Jerapah bersifat toleran dan agak tahan terhadap bercak daun dan karat. Dua varietas unggul baru kacang tanah yang dilepas pada tahun 2001 yaitu Turangga dan Kancil masing-masing bersifat agak tahan terhadap penyakit bercak daun dan karat (Tabel 1).

Rotasi tanaman

Sejauh ini belum diketahui adanya tanaman inang jamur bercak daun awal, bercak daun akhir maupun jamur karat selain kacang tanah dan kerabat liarnya dari genus *Arachis* (Mc.Donald *et al.*, 1985; Subrahmanyam dan Mc.Donald, 1983). Oleh karena itu rotasi kacang tanah dengan tanaman lain merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi intensitas serangan penyakit bercak daun dan karat.

Waktu tanam

Tabel 1. Reaksi ketahanan beberapa varietas unggul kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dan karat.

Varietas	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Ketahanan	
			Bercak daun	Karat
Gajah	1950	1,6 -1,8	Peka	Peka
Macan	1950	1,5- 1,8	Peka	Peka
Banteng	1950	1,5-1,8	Peka	Peka
Kidang	1950	1,2-1,8	Peka	Peka
Rusa	1983	1,9	Tahan	Tahan
Anoa	1983	1,8	Tahan	Tahan
Tapir	1983	1,8	Peka	Rentan
Pelanduk	1983	1,8-2	Peka	Rentan
Tupai	1983	1,8	Peka	Rentan
Kelinci	1989	2,5-31	Toleran	Tahan
Landak	1989	1,8	-	Tahan
Mahesa	1991	1,6	Peka	Tahan
Badak	1991	1,5-2,6	Toleran	Tahan
Komodo	1991	1,4-3,3	Tahan	-
Biawak	1991	1,2-3,2	Agak tahan	-
Trenggiling	1992	1,8	-	Tahan
Simpai	1992	1,9	-	Tahan
Zebra	1992	2,4	Toleran	Toleran
Panter	1998	2,6	Toleran	Toleran
Singa	1998	2,6	Agak tahan	Tahan
Jerapah	1998	1,92	Toleran	Toleran
Turangga	2001	1,4-3,6	Agak tahan	Agak tahan
Kancil	2001	1,3-2,4	Agak tahan	Agak tahan

Keterangan - = tidak ada keterangan.

Sumber : Kasim dan Djunainah (1993); Sunihardi *et al.*, 1999; Balitkabi, 2002.

Tergantung dari panjang musim dan varietas yang ditanam, waktu tanam dapat diatur untuk menghindari infeksi dari sumber pertanaman lain dan menghindari kondisi lingkungan yang mendorong perkembangan penyakit. Perkembangan penyakit bercak daun sangat dibantu oleh kelembaban udara. Pada kondisi lembab penyakit sudah berkembang pada tanaman berumur 40 - 45 hari, dan pada kondisi kering penyakit baru berkembang pada umur 70 hari. Pertanaman tua selalu menjadi sumber infeksi bagi tanaman muda sekitarnya. Oleh karena itu diupayakan agar penanaman kacang tanah dilakukan secara lebih serentak.

Sanitasi dan Eradikasi

Di daerah tropika, sanitasi lahan perlu mendapat perhatian karena di tropika tidak terjadi "sanitasi alamiah" karena adanya musim dingin (winter) maupun musim kering yang panjang. Sanitasi dimaksudkan untuk menekan *Xo*. Namun untuk dapat melakukan sanitasi yang baik diperlukan pengetahuan tentang gejala dan daur hidup patogen (Semangun, 1989).

Untuk beberapa waktu **konidia** jamur bercak daun dan **urediniospora** jamur karat dapat bertahan pada sisa-sisa daun dan brangkas tanaman kacang tanah setelah panen. Oleh karena itu, membersihkan lahan dari sisa-sisa tanaman dengan cara membakar, membenamkan ke dalam tanah, ataupun digunakan untuk pakan ternak merupakan cara pengendalian yang dianjurkan. Tanaman *volunter* yang tumbuh dari biji yang tertinggal ketika panen juga perlu dihilangkan karena dapat berfungsi sebagai tempat bertahan jamur (Mc. Donald *et al.*, 1985; Subrahmanyam dan Mc.Donald, 1983). Di daerah tropis, **urediniospora** jamur karat dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman untuk masa tidak lebih dari empat minggu (Subrahmanyam dan Mc. Donald, 1984). Penanaman kacang tanah secara terus menerus setiap musim mengakibatkan tingginya serangan penyakit bercak daun dan karat. Intensitas serangan kedua penyakit pada tanaman kacang tanah MT II umumnya lebih parah dibandingkan dengan MT I (Saleh *et al.*, 1991).

Spora jamur juga sering ditemukan mengkontaminasi permukaan biji dan polong kacang tanah. Namun, viabilitas spora akan hilang setelah disimpan selama 45 hari pada suhu kamar. Sejauh ini belum ada bukti bahwa jamur karat dan bercak daun ditularkan melalui benih kacang

tanah. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa benih yang terkontaminasi spora dan ditanam pada tanah steril tidak menghasilkan tanaman yang terinfeksi oleh penyakit karat (Subrahmanyam dan Mc. Donald, 1983).

Penyiangan gulma juga diperlukan. Selain gulma dapat berkompetisi dengan tanaman utama dalam memperoleh unsur hara yang diperlukan, gulma juga dapat menciptakan iklim mikro yang membantu perkembangan penyakit.

Cara kimiawi

Penggunaan fungisida untuk mengendalikan penyakit karat dan bercak daun telah banyak dilakukan oleh petani di negara maju. Fungisida diaplikasikan dengan menggunakan traktor, pesawat terbang atau melalui sistem pengairan **sprinkle**. Beberapa fungisida dilaporkan efektif untuk mengendalikan penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah. Fungisida tersebut antara lain tepung belerang, tepung tembaga, bubuk Bordeaux, dithiocarbamate, benomyl, carbendazim, captafol, chlorotalonil, thiofanat methyl dan bitertanol (Subrahmanyam dan Mc. Donald, 1983; Mc. Donald *et al.*, 1985).

Fungisida dengan bahan aktif dithiocarbamate, benomyl, carbendazim dan captafol efektif untuk menekan penyakit bercak daun, namun kurang efektif terhadap penyakit karat. Penggunaan benomyl secara terus menerus menimbulkan ras-ras jamur yang toleran (Littrell, 1974).

Di Indonesia penelitian pengendalian penyakit bercak daun dan karat dengan menggunakan fungisida pada kacang tanah telah banyak dilakukan. Penyemprotan bubuk Bordeaux, mankozeb dan tembaga oksiklorida sejak tanaman berumur 20 hari setelah tanam (HST) dengan selang waktu penyemprotan enam hari dapat menekan penyakit dan meningkatkan hasil kacang tanah (Tjahjani, 1975). Fungisida benomil, karbendazim, mankozeb, bitertanol dan klorotalonil juga efektif menekan penyakit bercak daun (Amir dan Sumantri, 1975; Mujim *et al.*, 1989; Rochyadi dan Ali 1989; Neering dan Hardaningsih, 1989, Hardaningsih *et al.*, 1992).

Untuk mendapatkan hasil polong yang optimum, penyemprotan fungisida perlu dilakukan sebelum atau segera setelah muncul gejala penyakit. Penyemprotan berikutnya dapat dilakukan pada selang waktu 10–14 hari kemudian dihentikan 2–3 minggu sebelum panen. Dengan demikian, selama periode pertumbuhan tanaman

kacang tanah diperlukan lebih kurang enam kali penyemprotan fungisida.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi fungisida benomil, mankozeb, klorotalonil dan bitertanol sebanyak enam kali penyemprotan ketika tanaman berumur 4–14 minggu dengan interval dua minggu dapat menekan intensitas serangan penyakit bercak daun dan karat, masing-masing 55–90% dan 28–89%, serta meningkatkan hasil kacang tanah. Bahkan dengan pemberian fungisida, umur panen dapat ditunda dan penundaan itu ternyata masih meningkatkan hasil. Tanpa fungisida, penundaan waktu panen justru menurunkan hasil (Hardaningsih dan Neering, 1989).

Pada percobaan lain, penggunaan fungisida thiofanat metil, klorotalonil, bitertanol atau kombinasinya yang diaplikasikan sebanyak 4–5 kali juga dapat menekan penyakit bercak daun dan karat serta meningkatkan hasil 23–100% (Saleh dan Hardaningsih, 1994).

Penyemprotan fungisida empat sampai lima kali terbukti dapat menekan penyakit dan meningkatkan hasil yang diperoleh. Akan tetapi bagi petani yang kurang mampu, frekuensi penyemprotan fungisida sebanyak empat atau lima kali dirasa cukup berat. Oleh karena itu, perlu dicari teknologi aplikasi fungisida yang lebih efisien. Aplikasi fungisida thiofanat metil dua kali, yaitu ketika tanaman berumur 7 dan 9 minggu, ternyata dapat menekan serangan penyakit bercak daun dan karat serta meningkatkan hasil hingga 30–50% (Saleh *et al.*, 1993; Saleh, 1995b).

Analisis usaha tani sederhana menunjukkan bahwa penyemprotan fungisida thiofanat metil sebanyak dua kali memberikan tambahan hasil per hektar senilai Rp 250.000 (harga kacang tanah Rp 800/kg). Apabila biaya pembelian fungisida dan ongkos semprot dua kali adalah Rp 24.000, maka akan memperoleh tambahan pendapatan sebesar Rp 256.000/ha sebelum dikurangi biaya pengolahan tanah dan sarana produksi (Saleh dan Hardaningsih, 1994).

Meskipun pengendalian kimia dengan fungisida terbukti efektif dan menguntungkan, namun teknologi ini belum sepenuhnya diadopsi oleh petani karena berbagai alasan yaitu: (a) kesulitan mendapatkan fungisida dan alat semprotnya; (b) keterbatasan modal; (c) tidak ada kepastian harga; (d) keterbatasan pengetahuan dan keterampilan tentang penyakit tanaman dan cara pengendaliannya.

Cara biologis

Di Indonesia, penelitian pengendalian penyakit bercak daun dan karat kacang tanah secara biologis belum banyak dilakukan. Di luar negeri, beberapa jenis parasit/jamur, yaitu *Verticillium lecani* (Zimmerim), *Penicillium islandicum* Sopp., *Eudarlucia caricis* Fr., *Acremonium persicinum* Nicot., *Darlucia filum* (Biu), dan *Tuberculina costaricana* Syd., dilaporkan dapat memparasit jamur *Puccinia arachidis*. Dilaporkan pula, jamur *Dicyma pulvinata* (Berk & Curt) dan *Verticillium lecani* juga dapat memparasit *Cercospora arachidicola* dan *Cercosporidium personatum*. Percobaan di rumah kaca menunjukkan bahwa parasit-parasit tersebut efektif menekan jamur karat atau bercak daun, namun belum dimanfaatkan secara luas di lapang (Subrahmanyam dan Mac. Donald, 1993, Mac. Donald *et al.*, 1985).

B. OPTIMALISASI PENGENDALIAN

Untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman, Pemerintah telah menetapkan Pengendalian Hama Terpadu (PHT atau **Integrated Pest Management = IPM**) sebagai kebijakan dasar bagi setiap program perlindungan tanaman. Dasar hukum untuk penerapan dan pengembangan PHT di Indonesia adalah Instruksi Presiden No.3/1986, serta diperkuat dengan UU No.12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman yang ditetapkan oleh Presiden pada tanggal 30 April 1992 (Untung, 1993).

Menurut UU No.12/1992 tersebut yang dimaksud dengan sistem pengendalian hama terpadu adalah "upaya pengendalian populasi atau tingkat serangan organisme pengganggu tumbuhan dengan menggunakan satu atau lebih teknik pengendalian yang dikembangkan dalam satu kesatuan, untuk mencegah dan mengurangi timbulnya kerugian secara ekonomi dan kerusakan lingkungan hidup".

Berdasarkan konsep PHT tersebut, untuk mengendalikan penyakit pada tanaman kacang tanah, para petani harus melakukan berbagai tindakan yang diintegrasikan dalam usaha kultur teknik (Saleh dan Hardaningsih, 1998). Pengendalian penyakit secara terpadu pada kacang tanah di lahan sawah sesudah padi dapat meningkatkan hasil hingga 50,8% (Saleh dan Hardaningsih, 2000).

Dalam konsep PHT, usaha pengendalian tidak dimaksudkan untuk memberantas hama/penyakit

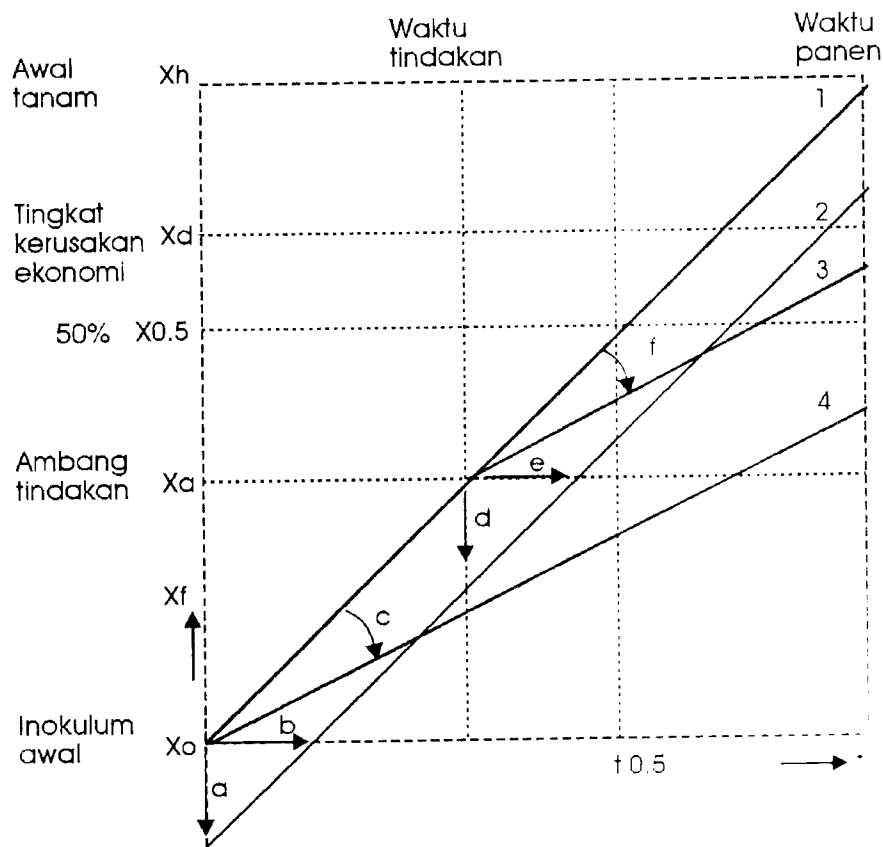
sampai habis, namun diarahkan agar populasinya tidak melampaui ambang ekonomi (**economic threshold**), yaitu suatu kepadatan populasi hama yang memerlukan tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya peningkatan populasi berikutnya sehingga mencapai tingkat kerusakan ekonomik (**economic damage**), yaitu tingkat kerusakan yang membenarkan adanya pengeluaran biaya untuk pengendalian hama (Stern *et al.*, 1959). Dari pengertian tersebut tampak bahwa ambang ekonomi merupakan aras keputusan tindakan pengendalian, sehingga beberapa ahli menggunakan istilah **ambang tindakan** atau **ambang pengendalian**.

Untuk itu pemantauan secara berkala terhadap agroekosistem pertanaman dengan memperhatikan populasi awal dan keadaan iklim sangat diperlukan dan menjadi dasar untuk tindakan pengendalian. Untuk memahami hal tersebut dikemukakan bentuk kurva perkembangan suatu epidemi penyakit oleh Zadoks dan Schein (1979) (Gambar 1).

Dengan memperhatikan kurva tersebut, petani dapat melakukan berbagai cara untuk menghambat laju perkembangan penyakit. Kurva-1 menggambarkan perkembangan penyakit secara alamiah dalam kondisi yang sesuai, sehingga akan menyebabkan kerusakan dan mencapai ambang ekonomi jauh sebelum waktu panen.

Tindakan pengendalian yang dapat dilakukan dapat dimulai sebelum tanam dengan tindakan sanitasi (a) terhadap lingkungan maupun bahan tanam yang berarti menekan **inokulum awal (X₀)**, atau mengatur waktu tanam (b) sehingga saat kepekaan tanaman tidak bersamaan dengan penyebaran spora. Tindakan ini akan menggeser kurva ke kanan (kurva-2), yang berarti penyakit baru akan mencapai ambang ekonomi pada saat mendekati panen sehingga kerusakan dan kerugian yang diakibatkan lebih kecil.

Skenario lain adalah apabila perkembangan penyakit diduga akan mencapai ambang ekonomi, segera dilakukan penyemprotan fungisida baik yang bersifat protektif (d) maupun eradikatif (e) pada saat tepat yaitu ambang kendali sehingga akan menggeser kurva kekanan (kurva-2). Tindakan lain yang dapat dilakukan adalah dengan penyemprotan fungisida secara berkala (f) yang akan mengubah perkembangan penyakit mengikuti kurva-3, yang berarti penyakit tidak mencapai garis ambang sampai waktu panen.



Gambar 1. Kurva perkembangan penyakit tanaman (a) budidaya lingkungan (bahan tanam); b: pengaturan waktu tanam; (c) pematangan tanaman; d: fungisida protektif; e: fungisida erasikatif; (f) penyemprotan secara berkala).

Skenario alternatif lain adalah dengan menanam varietas dengan ketahanan vertikal yang tinggi yang berarti mengurangi laju infeksi (r) sehingga perkembangan penyakit tidak mencapai garis ambang ekonomi (kurva-4).

Untuk menentukan saat kapan dari periode umur tanaman yang menunjukkan kepekaan yang kritis sehingga menimbulkan kerusakan dan kehilangan hasil, dapat didekati dengan **model titik kritis (*critical point model*)** (Zadocks dan Scheins, 1979). Menurut Sastrahidayat (1989), model titik kritis penyakit bercak daun pada kacang tanah adalah $Y=312,53-3,70 x$ yang berarti hasil kacang tanah (Y) akibat serangan penyakit bercak daun dapat diduga dari tingkat serangan penyakit pada umur 87 hari.

Untuk melaksanakan PHT di tingkat petani, maka terdapat empat prinsip penerapan yaitu: (a) budidaya tanaman sehat, (b) pelestarian dan

pemberdayaan fungsi musuh alami, (c) pematangan lahan, dan (d) petani menjadi ahli PHT di lahannya.

Meskipun konsep dasar PHT dikembangkan dari hama tanaman, namun prinsip-prinsip penerapannya dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman, termasuk pengendalian penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah.

a. Budidaya tanaman sehat

Tanaman kacang tanah yang sehat, tegar dan kuat mempunyai ketahanan yang lebih baik dibandingkan tanaman yang tumbuh merana. Oleh sebab itu semua teknologi budidaya yang dapat menghasilkan tanaman sehat dan berproduktivitas tinggi perlu dilakukan meliputi:

- Pengaturan pola tanam dan rotasi tanam dengan tanaman yang bukan inang penyakit bercak daun dan karat,

- pemilihan varietas kacang tanah yang tahan atau toleran terhadap jamur bercak daun dan karat,
- penentuan saat tanam yang tepat (yang tidak bersamaan dengan puncak penyebaran spora jamur dan kondisinya mendukung perkembangan penyakit),
- pengolahan tanah untuk membantu pertumbuhan tanaman optimum
- sanitasi lingkungan serta eradikasi sumber inokulum berupa brangkasan tanaman kacang tanah yang terserang penyakit bercak daun dan karat untuk menghilangkan atau mengurangi sumber inokulum penyakit bercak daun dan karat
- pemupukan yang seimbang (tidak berlebih pupuk N yang mengakibatkan tanaman lebih rentan terhadap infeksi penyakit),
- pengairan yang optimal sehingga tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan,
- pengendalian gulma yang merupakan pesaing tanaman dalam mendapatkan hara dan memberi iklim mikro yang kondusif bagi perkembangan penyakit,
- panen pada saat yang tepat dan tidak membiarkan tanaman lebih lama terekspose terhadap gangguan di lapang.

b. Pelestarian dan pemberdayaan musuh alami

Meskipun telah diidentifikasi beberapa jamur bersifat antagonis dan dapat menekan perkembangan penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah, namun sejauh ini baik di luar negeri maupun di dalam negeri pemanfaatannya untuk mengendalikan kedua penyakit tersebut belum optimal. Penggunaan fungisida yang selektif dan efektif terhadap jamur bercak daun dan atau karat pada kacang tanah pada periode kritis diharapkan dapat meningkatkan peran jamur-jamur antagonis tersebut. Fungisida berspektrum luas sedapat mungkin dihindarkan.

c. Pemantauan lahan secara berkala

Jamur bercak daun dan karat pada tanaman kacang tanah umumnya mulai menyerang pertanaman kacang tanah pada umur 3–5 minggu, dan berkembang seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Laju perkembangan penyakit di lapang sangat ditentukan oleh populasi awal dan

kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan penyakit. Oleh karena itu pemantauan secara berkala oleh petani pada pertanaman kacang tanahnya untuk memantau perkembangan intensitas serangan penyakit bercak daun dan karat yang menyerang pertanamannya serta memperhatikan kondisi lingkungan yang diperkirakan akan membantu perkembangan penyakit perlu dilakukan.

d. Petani menjadi ahli PHT di lahannya

Pada dasarnya petani adalah penanggung jawab, pengelola dan penentu keputusan di lahannya sendiri. Oleh karena itu petani perlu dilatih untuk menjadi **Ahli PHT**. Sebagai ahli PHT, petani harus mampu menjadi pengamat, penganalisis ekosistem, pengambil keputusan dan pelaksana teknologi pengendalian yang sesuai dengan prinsip-prinsip PHT.

PHT yang mendasarkan kepada pengelolaan ekosistem, akan memberi hasil optimal apabila dilakukan oleh kelompok petani sehamparan Prinsip ini juga selaras dengan penyakit bercak daun dan karat kacang tanah yang penyebaran dan penularannya melalui **konidia** dan **urediniospora** yang kecil, ringan dan dibantu oleh angin sehingga mudah tersebar pada hamparan luas, tidak terbatas pada satu petakan lahan. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil pengendalian penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah yang optimal tindakan pengendalian hendaknya tidak dilakukan secara perorangan dalam skala luasan yang sempit, tetapi perlu dilakukan secara bersama dalam kelompok tani dan mencakup hamparan yang luas. Semua tindakan sejak perencanaan hingga pelaksanaan perlu didiskusikan bersama dalam kelompok dengan bimbingan tenaga terlatih. Program Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT) yang sudah berkembang pada kelompok tani komoditas padi dan sedang dikembangkan pada komoditas palawija (khususnya kedelai) perlu untuk dikembangkan pada komoditas kacang tanah. Bimbingan teknis secara langsung di lapang sangat membantu adopsi teknologi dan keberhasilan usaha peningkatan produktivitas kacang tanah di Indonesia (Saleh *et al.*, 1994).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan sebagai

berikut.

1. Penyakit bercak daun awal, bercak daun akhir dan karat pada kacang tanah merupakan penyakit yang dominan di sentra produksi kacang tanah dan mengakibatkan kerugian yang besar sehingga perlu dikendalikan.
2. Pola perkembangan epidemi penyakit bercak daun dan karat di lapang mengikuti pola bunga berganda (*compound interest*).
3. Berdasar pola perkembangan epidemi tersebut, strategi pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan cara menekan proporsi tanaman sakit pada saat awal, memperkecil laju infeksi, dan memperpendek/memperpendek waktu terjadinya epidemi.
4. Upaya pengendalian secara terpadu (PHT) dapat dilakukan dengan pengaturan pola tanam dan rotasi tanam, pengaturan saat tanam, menanam varietas kacang tanah yang tahan atau toleran, melakukan sanitasi lingkungan dan eradikasi tanaman sakit dan apabila diperlukan menggunakan fungisida.
5. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, tindakan pengendalian perlu dilakukan secara berkelompok mencakup hamparan yang luas. Pembentukan kelompok-kelompok petani kacang tanah, penyelenggaraan Sekolah Lapangan Pengendalian Hama secara Terpadu (SLPHT) kacang tanah dan pemberian bimbingan teknis sangat diperlukan dalam upaya peningkatan produktivitas kacang tanah di Indonesia.

PUSTAKA

- Anonimous. 2002. Tantangan dan Peluang Pengembangan Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian dalam rangka mendukung Ketahanan Pangan. Direktorat Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. Jakarta. 20 hlm.
- Amir, M. dan O. Sumantri. 1975. Pemberantasan beberapa penyakit padi dan kacang-kacangan dengan fungisida. Kongres Nasional PFI V. Malang 18-20 Januari 1975. 8 hlm.
- Anderson, W.F., C.C. Holbrook and T.B. Brenneman. 1993. Resistance to *Cercosporidium personatum* within peanut germplasm. *Peanut Sci.* 20(1):53-57.
- Balitikabi. 2002. Deskripsi varietas unggul kacang tanah (*Tidak dipublikasi*).
- BPS. 1995. Survey pertanian. Luas dan intensitas serangan jasad pengganggu padi dan palawija di Indonesia. BPS Jakarta. 241 hlm.
- Hardaningsih, S. dan K.E. Neering. 1989. Pengendalian kimiawi penyakit bercak daun *Cercospora* dan karat pada kacang tanah. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan, 1989. Balittan Malang. hlm. 15-18.
- Hardaningsih, S., N. Saleh dan K.E. Neering. 1992. Pengendalian kimiawi penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah di Tuban. Risalah Hasil penelitian kacang tanah di Tuban tahun 1991. Balittan Malang. hlm. 77-81
- Holliday, P. 1980. *Fungus diseases of Tropical Crops*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 607 pp.
- Jusfah, J. 1985. Pengaruh *Cercospora personata* terhadap hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea*) Kongres Nasional VIII. PFI. Cibubur Jakarta, Oktober 1985: 81-82.
- Kasno, A. dan Trustinah. 1993. Identifikasi galur-galur kacang tanah umur genjah dan tahan penyakit daun. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Malang 1992. Balittan Malang. hlm. 87-95.
- Kasim, H dan Djunainah. 1993. Deskripsi varietas unggul palawija, jagung, sorghum, kacang-kacangan, dan umbi-umbian 1915-1992. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor. 155 hlm.
- Littrel, R.H. 1974. Toleransi *Cercospora arachidicola* to benomyl and related fungicides. *Phytopathology* 64:1377-1378.
- Mc. Donald, P. Subrahmanyan, R.W. Gibbons and D.H. Smith. 1985. Early and late leaf spot of groundnut. Information Bull. No. 21. ICRISAT. 19 p.
- Mujim, S., Efrit dan M. Nuridin. 1989. Pengaruh fungisida Cupravit dan Delsene MX-260 terhadap bercak daun *Cercospora* pada kacang tanah. Dalam Subandi, S. Sunarno, dan W. H. H. Eds. Prosiding Lokakarya Penelitian Kemitertanian Studi Khusus. Badan Litbang Pertanian. hlm. 365-371.
- Neering, K.E. dan S. Hardaningsih. 1989. Pengaruh beberapa fungisida terhadap penyakit-penyakit bercak daun, karat dan hasil kacang tanah. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI. Denpasar. 14-16 November 1989. hlm. 138-141.
- Roehyadi, A. dan Y. Ali. 1989. Lama kemampuan residu beberapa fungisida sistemik menghambat serangan jamur *Cercospora* spp. penyebab bercak daun kacang tanah. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah PFI Denpasar. 14-16 November 1989. hlm. 147-149.
- Saleh, N. 1989. The importance of disease resistance for upland crops in rice-based farming systems. Proceeding International Workshop on varietal improvement of chickpea, pigeonpea, and other upland crops in rice-based and other cropping systems. 19-23 March 1989. Kathmandu, Nepal. p:75-79.
- Saleh, N., Supriyatin, Marwoto dan S. Hardaningsih. 1991. Status hama dan penyakit tanaman kacang tanah di kabupaten Tuban dan usaha pengendaliannya. Risalah Hasil Penelitian Kacang Tanah di

- Tuban, 1991. hlm. 63-70.
- Saleh, N., T. Adisarwanto, A. Harsono dan Purwanto. 1993. Penelitian Pengembangan Teknologi Budidaya Kacang tanah. Teknologi untuk menunjang peningkatan produksi tanaman pangan. Balittan Malang. hlm. 175-187.
- Saleh, N., A. Harsono, T. Adisarwanto dan Sumarno. 1994. Rakitan paket teknologi budidaya kacang tanah untuk lahan tegal di Jawa Timur. Edisi Khusus Balittan Malang. No.1-1994. hlm. 124-137.
- Saleh, N. dan S. Hardaningsih. 1994. Efisiensi penggunaan fungisida dalam mengendalikan penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah, Risalah Seminar Hasil penelitian Tanaman Pangan tahun 1993. Balittan Malang. hlm., 293-299.
- Saleh, N. 1995. Control of rust and leafspot disease of groundnut. In. On-farm research for groundnut and pigeon pea production technique in Indonesia. MARIF. p: 39-49.
- Saleh, N. 1995. Evaluasi ketahanan genotipe kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dan karat. Edisi Khusus Balitkabi No.1-1995. Balitkabi Malang. hlm. 71-75.
- Saleh, N. dan N. Nugrahaeni. 1996. Ketahanan kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dan karat. Risalah Hasil penelitian Tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi Malang. hlm. 85-91.
- Saleh, N. and N. Nugrahaeni. 1996. Evaluating groundnut genotype for resistance to late leafspot, rust and bacterial wilt in Indonesia. International Arachis Newsletter. No.16-1996. ICRISAT. p:13-15.
- Saleh, N. dan N. Nugrahaeni. 1996. Ketahanan kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dan karat. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balitkabi Malang. hlm. 85-91.
- Saleh, N dan S. Hardaningsih. 1996. Pengendalian penyakit bercak daun dan karat pada kacang tanah. Risalah Seminar Prospek Pengembangan agribisnis kacang tanah di Indonesia. Edisi khusus Balitkabi No.7-1996. Balitkabi Malang. hlm. 339-351.
- Saleh, N. and Trustinah. 1996. Evaluating advanced groundnut lines for resistance to late leafspot and rust in Indonesia. International Arachis Newsletter. No.16-1996. ICRISAT. p:15-17.
- Saleh, N dan S. Hardaningsih. 1998. Pengendalian penyakit utama pada tanaman kacang tanah. Edisi khusus Balitkabi No.12-1998. Balitabi Malang. hlm. 115-123.
- Saleh, N. dan S. Hardaningsih. 2000. Pengendalian terpadu penyakit tanaman kacang tanah di lahan sawah setelah padi. Edisi khusus Balitkabi No.16-2000. Balitkabi Malang. hlm. 329-335.
- Sastrahidayat, I.R. 1989. Penggunaan model critical point dan multiple point pada hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap penyakit bercak daun cercospora. Risalah Seminar Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. hlm. 81-85.
- Semangun, H. 1989. Ekologi patogen tropika dan pemanfaatannya dalam mengendalikan penyakit tumbuhan. Prosiding Kongres Nasional X dan seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Denpasar. hlm. 1-11.
- Semangun, H. 1990. Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 449 hlm.
- Soekarno, B. dan D. Sharma. 1989. Evaluasi ketahanan genotipe kacang tanah terhadap penyakit karat dan bercak daun. Penelitian Palawija 4(2):93-101.
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch and K.S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29: 81-101.
- Sunihardi, Yunastri, dan Sri Kurniasih. 1999. Deskripsi Varietas Unggul Padi dan Palawija. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 66 hlm.
- Subrahmanyam, P. and Mc. Donald. 1983. Rust disease of groundnut. Information Bulletin. No. 13. ICRISAT. 15 pp.
- Subrahmanyam, P. and Mc. Donald. 1984. Groundnut rust disease; epidemiology and control. pp. 27-39. Groundnut rust disease. ICRISAT. pp. 27-39.
- Sudjono, M.S. 1986. Pengaruh penyakit karat (*Puccinia arachidis*) dan penyakit bercak daun (*Cercospora* spp.) terhadap hasil kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor 2: 256-262.
- Tjahjani, A. 1975. Penggunaan fungisida dalam pemberantasan penyakit karat pada beberapa varietas kacang tanah. Kongres Nasional III dan Seminar Ilmiah PFI. Cibogo, 22-26 Februari 1975. 9 hlm
- Untung, K. 1993. Pengantar pengelolaan hama terpadu. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 273 hlm
- van der Plank, J.E. 1963. Plant disease: Epidemics and Control. Acad. Press. New York. 349 pp
- Zadocks, J.C. dan R.D. Schein. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford Univ. Press. New York. 427 pp.