

BULETIN *AgroBio*

ISSN 0853-9022

Vol. 6, No. 2, 2004

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Marka Mikrosatelit: Marka Molekuler yang Menjanjikan Joko Prasetyono dan Tasliah	41
Plasma Nutfah sebagai Sumber Gen untuk Menunjang Perbaikan Sifat dalam Perakitan Varietas Kacang Tanah Sri Astuti Rais ...	48
The Prospect of Indonesian Sweetpotato Germplasm Collection: The Application of RAPDs Analyses Ida Hanarida, Hakim Kurniawan, and Minantyorini	58
Strategi Pemanfaatan Bank Gen untuk Konservasi Plasma Nutfah Tanaman Semuel Leunufna ...	64
Prospek Pengembangan Benih Sintetik di Indonesia Arief Vivi Noviaty dan Ika Roostika	72



Penerbit

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: borif@indo.net.id

Telepon: (0251) 339793, 337975

Faksimile: (0251) 338820

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung Jawab

Sutrisno

Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Redaktur Teknis

Novianti Sunarlim

M. Machmud

Ida Hanarida Somantri

Redaktur Pelaksana

Ida N. Orbani

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak manapun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.

Plasma Nutfah sebagai Sumber Gen untuk Menunjang Perbaikan Sifat dalam Perakitan Varietas Kacang Tanah

Sri Astuti Rais

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRACT

Germplasm as a Source for Developing New Elite Varieties of Groundnut. Sri Astuti Rais. Germplasm is one of the important resource, other than soil, water and air, that must be kept to conserved. It contain a lot of valuable traits that will be very useful for facilitating plant improvement. A high variability inside of this germplasm can be used for developing new varieties which have a specific character in its own such as tolerance to disease, tolerance to aluminum toxicity, drought tolerance, tolerance to shading, variety which has short-day maturity and high nutritional quality. Until 2002, gene bank of ICABIOGRAD-Bogor, already conserve 1146 accessions of groundnut. It consist of 176 accessions of introduced varieties, 374 accessions of local varieties, 2 accessions of wild species, and 565 accessions of breeding-lines derived from breeding population conducted in Bogor and Sukamandi. Evaluation of groundnut germplasm has been conducted in Bogor and RILET-Malang, and the results showed that 20 accessions are tolerance to acid soil, 30 accessions are drought tolerance, 26 accessions are tolerance to shading, 18 accessions have a short-day maturity, 51 accessions are tolerance to *Bacterial wilt* (*Pseudomonas solanacearum*), 43 accessions are tolerance to *Rust disease* (*Puccinia arachidis*), 25 accessions are tolerance to *Leaf spot* (*Cercospora* sp.), 31 accessions have protein content 32-34%, and 25 accessions have a high oil content (more than 45%). These selected germplasm can be recommended to be used as a parents for groundnut breeding program in Indonesia.

Key words: Groundnut, germplasm, source

Plasma nutfah adalah sumber daya alam keempat di samping sumber daya air, tanah, dan udara yang sangat penting untuk dilestarikan. Pelestarian plasma nutfah sebagai sumber genetik akan menentukan keberhasilan program pembangunan pangan. Kecukupan pangan yang diidamkan akan tergantung kepada keragaman plasma nutfah yang dimiliki karena pada kenyataannya varietas unggul, yang sudah, sedang, dan akan dirakit merupakan kumpulan dari keragaman genetik spesifik yang tereks-presikan pada sifat-sifat unggul yang diinginkan.

Koleksi plasma nutfah kacang tanah di Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) sampai tahun 2002 berjumlah 1146 akses

terdiri dari 176 akses varietas introduksi, 374 akses varietas lokal, 29 akses varietas unggul nasional, 565 akses populasi galur persilangan asal Bogor dan Sukamandi, serta 2 akses varietas liar.

Pemberdayaan plasma nutfah baru bisa dilakukan apabila tersedia informasi yang cukup untuk sifat-sifat yang diperlukan, dengan melakukan karakterisasi sifat morfologi dan agronomi dapat dibentuk suatu figur tanaman ideal dan dengan melakukan evaluasi sifat ketahanan/toleransi dapat diperoleh tanggap tanaman terhadap pengaruh biotik atau abiotik. Genotipe terpilih yang memiliki sifat-sifat yang sesuai untuk perbaikan kacang tanah dapat digunakan lebih lanjut dalam program pemuliaan tanaman. Secara umum tujuan pemuliaan adalah menghasilkan varietas baru untuk memperbaiki

stabilitas produksi, memenuhi standar mutu, sesuai dengan pola tanam setempat dan sesuai dengan keinginan pengguna.

Tujuan pemuliaan kacang tanah di Indonesia adalah meningkatkan potensi hasil secara genetik, memperpendek umur tanam, memperbaiki ketahanan terhadap penyakit penting (bercak daun, karat daun, layu bakteri, virus PSTV, dan jamur penghasil aflatoxin), memperbaiki toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan fisik (pH rendah, kekeringan, dan naungan; serta memperbaiki mutu biji terutama warna dan ukuran (Rais 1997).

Cara untuk mencapai tujuan program pemuliaan diperlukan sumber-sumber gen pada plasma nutfah yang dimiliki. Data informasi sifat-sifat penting sangat diperlukan dan pada makalah ini tersaji beberapa informasi hasil karakterisasi sifat-sifat dari plasma nutfah yang memiliki sifat toleransi terhadap kekeringan, naungan, lahan masam, tahan-toleran terhadap penyakit seperti penyakit karat daun, bercak daun dan penyakit layu, serta umur pendek.

GENOTIPE TOLERAN KEKERINGAN

Pertanaman kacang tanah yang ditanam di lahan kering dan tadah hujan sekitar 70% atau 490.000 ha. Kacang tanah yang ditanam pada awal musim hujan (bulan November-Desember) akan tumbuh subur tetapi hasilnya rendah (0,6-1,2 t/ha polong kering) karena kelebihan curah hujan dan kekurangan intensitas sinar matahari, serta serangan penyakit karat dan bercak daun. Kacang tanah yang ditanam pada bulan Februari-Maret juga sering tidak memberikan hasil karena kekeringan (Harsono 1998).

Cekaman kekeringan terjadi karena terbatasnya ketersediaan air,

disebabkan oleh hilangnya air pada proses evapotranspirasi. Hilangnya air meningkatkan kohesi tanah yang sangat mempengaruhi sistem perakaran. Cekaman kekeringan terjadi jika tanaman sudah tidak mampu lagi mengisap dan memompa air ke bagian atas tanaman, ditandai oleh layunya tanaman. Terganggunya penyerapan air menyebabkan terganggunya turgor tanaman, pembukaan stomata, fotosintesis, pembesaran sel, metabolisme karbohidrat dan nitrogen. Keadaan seperti ini akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam bentuk ukuran sel, perbandingan akar-pucuk akumulasi bahan tertentu serta hasil (Kramer 1980 dalam Novita dan Astanto 1993).

Kekurangan air dapat menghambat pembesaran polong dan biji yang menyebabkan turunnya bobot polong dan biji (Kasno 1990). Kekurangan air selama fase reproduktif bisa menurunkan hasil sampai 80%, sedang dalam pengamatan Rais *et al.* (1999), pada tanaman yang kekeringan tampak daun menjadi mengecil, berwarna hijau tua, hasil berkurang sampai 50%, bobot polong dan biji berkurang, tetapi beberapa aksesori mempunyai bobot 100 biji meningkat.

Ketahanan tanaman terhadap kekeringan ada 3 kategori, yaitu tahan, terhindar dari kekeringan, dan toleran terhadap kekeringan. Cara untuk menilai tingkat toleransi terhadap cekaman kekeringan menurut Blum (1980), yaitu dengan menghitung nisbah antara selisih hasil di lingkungan pengairan normal (H_1) dan hasil pada lingkungan kekeringan (H_0) dibagi hasil di lingkungan normal dikalikan 100% dengan persamaan sebagai berikut:

$$PH = \frac{H_1 - H_0}{H_1} \times 100\%$$

PH = persentase penurunan hasil

H_1 = hasil pengairan normal

H_0 = hasil pada kekeringan

Hasil penelitian Kasno (1990) menunjukkan adanya interaksi antara genotipe dengan pengairan dan tanggapan terhadap cekaman kekeringan untuk hasil dan penurunan hasil. Hal ini memberikan harapan diperolehnya genotipe yang tahan atau toleran terhadap kekeringan.

Genotipe terpilih di lingkungan normal yang memiliki potensi hasil tinggi dapat digunakan sebagai sumber perbaikan untuk hasil tinggi, sedangkan hasil genotipe di lingkungan kekeringan yang tahan/toleran, berpeluang untuk dapat menggabungkan sifat hasil tinggi dan sifat ketahanan terhadap kekeringan (Novita dan Astanto 1993).

Evaluasi yang dilakukan di berbagai lokasi di Jawa Barat dan Jawa Timur menunjukkan 30 genotipe toleran-tahan terhadap kekeringan, di antaranya adalah 13 genotipe varietas introduksi, 8 genotipe varietas unggul, 4 varietas lokal, dan 5 galur hasil persilangan (Tabel 1).

Tanaman yang toleran kekeringan memiliki kemampuan untuk tetap tumbuh dan memberikan hasil dalam kondisi kekeringan. Tanaman yang tidak toleran terhadap kekeringan ditandai oleh kelainan morfologi dan fisiologi tanaman, di antaranya terjadi pengurangan ruas daun dan penuaan daun lebih cepat (Begg dalam Novita dan Astanto 1993). Selain itu, tanaman kerdil, jumlah polong berkurang, dan biji menjadi keriput.

GENOTIPE TOLERAN-TAHAN LAHAN MASAM

Lahan masam PMK di Indonesia cukup luas (20,7 hektar) (LPT 1969 dalam Rais 1996), masalah utama jenis tanah mempunyai ke-masaman tinggi (pH 4,0-4,5). Telah diketahui bahwa pH tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara. Pada pH tanah asam ketersediaan

Tabel 1. Plasma nutfah kacang tanah toleran kekeringan

Register	Genotipe
2376	ICGV 86635
1327	ICGV 8048
2377	ICGV 88255
2378	No. 1872313
2388	No. 1872313
309	Pop R-26
3160	Pop Y-7
431	231-51-Brazilia
433	Rasco No. 54
440	Kongwa Red
585	Giza I
1321	ICG 7881
1325	ICG 7893
1406	Badak
86	Kidang
1376	Kelinci
1314	Biawak
1313	Komodo
2389	Panter
1321	Singa
1325	Jerapah
438	Swarz 21 penduduk
808	Lokal Madura
981	Kacang Brul
989	Lokal Ciampea
2610	LM/ICGV 86021-88-B-1
2611	G/C//LG-88-b-48
2612	G/C//LM-88-B-36
2613	LM/ICGV 86021-88-B-73
2614	LM/ICGV86021-88-B-16

Sumber: Novita dan Astanto (1993); Rais *et al.* (1999); Kasim dan Djunaenah (1993); Puslitbangtan (1999)

sejumlah hara berkurang atau terhambat (Joshi *et al.* 1987). Pada pH 4-5, tanaman mengalami kahat unsur hara esensial seperti Mo, Cu, Mg, B, S, N, P, dan K; tingginya unsur Al dan Mn, KTK dan kejenuhan basa rendah, tanah rentan terhadap erosi. Keadaan ini menyebabkan kesuburan tanah rendah, pembentukan bintil akar terhambat dan hasil polong atau biji kacang tanah rendah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kacang tanah mempunyai sifat toleran dan dapat tumbuh dengan baik di lahan PMK. Pemanfaatan sumber daya lahan PMK untuk budi daya kacang tanah perlu dukungan teknologi dan varietas unggul. Penggunaan varietas unggul kacang tanah yang adaptif dan produktif pada lahan PMK mampu meningkatkan produksi ka-

cang tanah dan efisiensi usaha tani sehingga meningkatkan pendapatan petani (Rais 1996).

Kacang tanah dapat tumbuh dengan baik pada lahan masam dengan pH tanah kurang dari 5,0, tanaman ini mempunyai batas toleransi terhadap kejenuhan Al sampai 40% (Adam dan Perason 1970; Makarim 1995).

Sifat toleransi kacang tanah pada lahan masam kemungkinan disebabkan oleh tanaman lebih suka menyerap ion bervalensi rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat toleran terhadap Al adalah sifat dominan yang dapat diturunkan secara efektif (Foy 1976). Hal ini memberikan harapan besar genotipe/varietas yang toleran terhadap Al, dapat dijadikan tetua dalam program pemuliaan. Dinyatakan pula bahwa toleransi kacang tanah terhadap kemasaman tanah diperkirakan dikendalikan oleh beberapa gen secara poligenik (Read 1976). Sedangkan hasil pengamatan pada evaluasi yang dilakukan di Tamanbogo, tanaman kacang tanah yang peka terhadap keracunan Al menunjukkan penampilan pertumbuhan yang kurang baik seperti tanaman menjadi kerdil, daun menguning dan tepi daun berwarna keunguan, polong sedikit, tidak mengisi penuh (Rais *et al.* 1999).

Hasil penyaringan dari beberapa lokasi percobaan pada lahan PMK seperti di Jasinga, Sitiung, Jambi, Lampung, dan Tamanbogo, sejak 1986-2000 diperoleh 20 genotipe yang toleran terhadap PMK, terdiri dari 10 varietas unggul, 2 aksesori varietas lokal dan 8 aksesori galur (Tabel 2).

GENOTIPE TOLERAN TERHADAP NAUNGAN

Petani menanam kacang tanah secara monokultur sisipan atau tumpangsari dengan tanaman lain seperti jagung, tebu, ketela pohon,

atau ubi jalar. Dengan cara tumpangsari petani mendapat keuntungan dari kedua tanaman, juga mengurangi risiko kegagalan apabila satu tanaman kurang menghasilkan.

Dalam rangka peningkatan produksi kacang tanah, dengan cara perluasan areal pertanaman pada perkebunan karet, kelapa, kelapa sawit atau jati diperlukan tanaman yang toleran terhadap naungan. Tanaman kacang tanah yang toleran terhadap naungan dapat ditanam sebagai tanaman sela sampai tanaman pokok berumur 2-3 tahun atau tingkat naungan sekitar 33-50%.

Naungan dapat mengurangi hasil kacang-kacangan sekitar 7-52%. Hal ini disebabkan terjadi kompetisi hara, air, dan radiasi surya. Ketiga pengaruh ini dapat diukur dari hasil polong atau biji kacang tanah (Kasno 1996), turunnya hasil akibat naungan juga terjadi karena meningkatnya kelembaban dan suhu di sekitar tanaman, keadaan ini sangat ideal untuk pertumbuhan penyakit cendawan karat daun dan bercak daun sehingga dalam keadaan ternaungi, tanaman banyak diserang oleh penyakit tersebut yang mengakibatkan turunnya hasil.

Naungan sebesar 67% pada kedelai (Novianti 1986) menurunkan spesifik *leaf weight* yang mempunyai korelasi positif sangat nyata dengan proses fotosintesis; bila spesifik *leaf weight* turun maka proses fotosintesis menurun, akibatnya jumlah polong dan biji berkurang dan bobot biji kering secara nyata juga akan menurun.

Penelitian Rais *et al.* (2001) menunjukkan bahwa naungan menyebabkan tinggi tanaman bertambah rata-rata 6 cm, mengurangi banyaknya polong rata-rata 3, dan mengurangi bobot polong rata-rata 32,19%. Hasil penelitian tanaman kacang tanah yang toleran naungan diper-

oleh dari genotipe kacang tanah yang mempunyai bobot kering hampir sama, yaitu antara 0,9-24,5% pada tanaman yang ternaungi dan tanpa naungan. Hale dan Orcut *dalam* Asadi *et al.* (1997) menjelaskan bahwa adaptasi tanaman terhadap naungan dicirikan oleh adanya peningkatan luas daun dan penurunan penggunaan metabolit; dicirikan dengan daun menjadi tipis dan permukaan daun menjadi lebih luas.

Hasil penyaringan plasma nutfah kacang tanah untuk mendapatkan genotipe yang toleran terhadap naungan diperoleh 26 aksesori yang terdiri dari 5 aksesori varietas unggul nasional, 10 aksesori varietas lokal, 5 aksesori populasi galur, 1 varietas liar dan 5 aksesori varietas introduksi (Tabel 3).

GENOTIPE UMUR GENJAH

Genotipe umur genjah diperlukan untuk mengisi alternatif pola tanam di beberapa agroekologi di Indonesia (Las *et al.* 1991). Pada lahan sawah berpengairan dengan masa tanam 6-9 bulan, pola tanam

Tabel 2. Genotipe plasma nutfah kacang tanah toleran terhadap lahan masam

Registrasi	Genotipe
86	Kidang
925	Pelanduk
2387	Tupai
1376	Kelinci
1315	Landak
1406	Badak
1310	Simpai
1311	Trenggiling
2389	Panther
1312	Zebra
-	Lokal Jampang Kulon
1514	Lokal Serang
1385	Tupai/LkCjr-46-1-9A
2251	AH 1909 Si
2284	AH 1987 Si
2287	AH 1992 Si
2288	AH 1993 Si
2290	AH 1995 Si
2342	AH 2061 Si
2346	2076 Si

Sumber: Kasim dan Djunaenah (1993); Rais *et al.* (1999)

yang umum adalah padi-padi-kacang tanah atau tebu-kacang tanah. Di lahan kering tadah hujan ditanam dengan pola tanam tumpang-sari dengan jagung atau ubi kayu. Pola tanam yang biasa dilakukan petani adalah ubi kayu + jagung atau ubi kayu + kacang tanah. Di Indonesia Bagian Timur dengan masa bulan basah hanya 4 bulan, juga diperlukan genotipe berumur genjah dan tahan kering.

Evaluasi terhadap plasma nutfah yang berumur genjah (80-85 hari) diperoleh 18 akses, terdiri dari 9 akses varietas lokal, 7 akses varietas introduksi, dan 2 akses populasi galur (Tabel 4).

GENOTIPE TAHAN-TOLERAN TERHADAP PENYAKIT

Pengembangan kacang tanah di Indonesia mengalami banyak hambatan karena faktor lingkungan fisik dan hayati terutama serangan penyakit. Telah diketahui tidak kurang dari dua puluh penyakit yang menyerang tanaman disebabkan oleh bakteri, jamur, virus, dan mikoplasma, tetapi hanya beberapa saja yang menimbulkan kerusakan yang cukup besar (Nasir dan Handaningsih 1998). Penyakit penting yang biasa menyerang kacang tanah adalah penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum*), penyakit bercak daun (*Cercospora* sp.), penyakit karat daun (*Puccinia arachidis*), dan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus di antaranya virus belang (PsTV), sapu setan (withches broom), dan jamur *Aspergillus flavus* penghasil racun aflatoxin pada biji kacang tanah setelah pascapanen. Serangan penyakit menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu dan kehilangan kemampuan untuk dapat menghasilkan biji secara maksimal.

Genotipe Tahan-Toleran Penyakit Layu Bakteri (*Pseudomonas solanacearum*)

Penyakit layu sudah lama diketahui menyerang tanaman kacang tanah di Indonesia. Pertama kali ditemukan pada tahun 1905 di Cirebon (Machmud 1986). Pengamatan kembali pada musim hujan 1984/85, ternyata penyakit ini telah menyebar luas di daerah sentra produksi kacang tanah di seluruh Indonesia sampai ke Irian Jaya dengan kerugian berkisar antara 60-90%. Pada kultivar yang sangat peka kerugian dapat mencapai 100% (Machmud 1993).

Penyakit layu dikenal oleh petani di Jawa dengan nama *Omo Wedang*, gejala layu secara tiba-tiba pada tanaman muda (umur 2-4 minggu setelah tanam) seperti bekas tersiram air panas, tetapi daun tetap berwarna hijau, kemudian diikuti oleh matinya tanaman. Tanaman yang terserang pada umur yang lebih tua, baik pada varietas yang tahan atau rentan proses infeksi dan perkembangan gejala layu berjalan lambat. Tanaman masih dapat bertahan hidup sampai panen dan menghasilkan polong yang berbiji. Sebagian polong menghasilkan biji yang sehat dan ada yang terinfeksi bakteri. Polong yang terinfeksi mempunyai urat-urat berwarna coklat karena ada bakteri di dalam berkas pembuluh. Biji yang terinfeksi bakteri dapat menjadi sumber inokulum bagi penularan penyakit dari satu tanaman ke tanaman lain di sekitarnya dan dapat menyebar dari daerah ke daerah lain melalui transportasi benih (Zhang 1993).

Telaah pewarisan sifat ketahanan terhadap penyakit layu telah dilakukan. Sifat ketahanan dikontrol oleh lebih dari satu gen dominan (Machmud 1991), dengan heretabilitas tinggi dan sifat ketahanan tidak terpaut dengan sifat-sifat meru-

Tabel 3. Genotipe plasma nutfah kacang tanah toleran naungan

Registrasi	Genotipe
61	Gajah
925	Pelanduk
1376	Kelinci
2392	Mahesa
1406	Badak
1	Schwarz Ija
355A	Pop Galur Gajah
981	Kacang Brol
983A	Lokal Madura
1187A	Gambir Anom
2394	AH 270 Si (Kacang Brol)
1640	Lokal Gresik
1666	Lokal Probolinggo
2444	MLG 7620
1703	Lokal Wonosari
1364	KLC/ICG (c) 5-4B-1-23
2393	AH 68 Si (Pop. No. 11/4/1)
1383	MCN/L. MJK-4B-1-2B
1526	AH 355 Si
1524	AH 327 Si
1317	ICG 6330
1335	ICG 10053
751	PI 196627
1672	PI 118200
1673	ACC-12 IRRi
2374	Arachis Pinto

Sumber: Rais (1988; 1997); Rais *et al.* (2001), Kasim dan Djunaenah (1993)

Tabel 4. Genotipe plasma nutfah kacang tanah berumur genjah (80-85 hari)

Registrasi	Varietas
444	Schwarz 21 Penduduk
448	Schwarz 21 Penduduk
794	Lokal madura
922	Krentil
982	Lokal madura
988	Lokal Ciampea
2379	Lokal Genteng
2380	Lokal Muneng
1760	Lokal Subang
442	Natal Common
580	Natine Brown
592A	Arachis Prostata
684	F 334-3
875	FESR 12
902A	P1 237337
930	NR-3
2381	SHMI
2382	SMHM 2

Sumber: Rais (1997), Novita dan Astanto (1993)

gikan (Liao *et al.* 1986). Sifat layu dikontrol oleh gen resesif atau sedikit dominan dan bersifat bebas. Sifat ketahanan kacang tanah terhadap layu bakteri dapat secara mudah dipindahkan melalui persilangan

diduga ketahanan tersebut secara genetik bersifat sederhana.

Hasil evaluasi terhadap penyakit layu diperoleh 51 aksesori memiliki sifat tahan-agak tahan yang terdiri dari 8 aksesori varietas unggul, 8 aksesori varietas lokal, dan 35 aksesori varietas introduksi (Tabel 5).

Genotipe Tahan-Toleran Penyakit Karat Daun (*Puccinia arachidis* Speg)

Penyakit karat daun disebabkan oleh jamur *Puccinia arachidis* Speg, merupakan penyakit kronis pada tanaman kacang tanah, penyakit ini mulai ditemukan pada tahun 1972 di Yogyakarta setelah banyak kacang tanah introduksi dari luar negeri ke Indonesia secara bebas. Pengamatan pada tahun 1989, penyakit ini ditemukan menyebar di 19 propinsi pada sentra produksi kacang tanah di seluruh Indonesia (BPS 1989).

Kehilangan hasil akibat serangan penyakit karat daun ditentukan oleh intensitas serangan dan varietas. Hasil penelitian Sudjono (1989) menunjukkan bahwa tingkat kehilangan hasil pada varietas yang tahan karat seperti Kelinci, GH 467, dan GH 469 (varietas Badak) sekitar 10% sedangkan kehilangan hasil varietas Gajah, Kidang, Pelanduk, dan Banteng dapat mencapai 66,8%.

Gejala serangan jamur karat timbulnya bercak-bercak berwarna oranye pada permukaan daun bagian bawah. Dalam beberapa hari bercak akan berubah menjadi bintil-bintil berwarna coklat menyempit karat. Serangan penyakit juga terjadi pada bagian tangkai dan batang daun. Daun yang terinfeksi berat akan mengering, tidak rontok, tetap melekat pada tanaman. Serangan penyakit mulai dari daun tua yang terletak di atas permukaan tanah dan pada umumnya penyakit karat menyerang tanaman kacang tanah pada stadia reproduktif.

Penelitian pewarisan sifat ketahanan terhadap serangan patogen telah diteliti oleh Zheng (1987) dan Krauft (1987) keduanya menyimpulkan bahwa gen-gen tahan karat dikendalikan oleh dua gen resesif, yang menyatakan lebih lanjut bahwa dengan 2 gen tersebut tidak selalu dapat menunjukkan adanya ketahanan atau kepekaan terhadap patogen apabila gejala karat yang ditunjukkan berskala sedang. Ketahanan penyakit yang dikendalikan oleh banyak gen diwariskan secara kuantitatif (Simonds 1986).

Hasil evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit karat daun diperoleh 43 aksesori tahan terhadap penyakit karat daun, terdiri dari 36 aksesori introduksi dan 7 aksesori varietas unggul nasional yang dapat digunakan sebagai sumber tetua persilangan (Tabel 6).

Genotipe Tahan-Toleran Penyakit Bercak Daun (*Cercospora* sp.)

Penyakit bercak daun disebabkan oleh jamur *Cercospora arachidicola* (penyakit bercak daun awal) menyerang pada saat tanaman kacang tanah berumur 3 minggu dan jamur *Cercosporidium personatum* (penyakit bercak daun lambat) menyerang tanaman kacang tanah pada umur 35-40 hari setelah tanam. Penyakit bercak daun lambat di Indonesia lebih merugikan daripada bercak daun awal. Penyakit bercak daun diketahui pada tahun 1900 telah tersebar luas di Pulau Jawa (Semangun 1990). Serangan penyakit bercak daun selalu bersamaan dengan penyakit karat daun pada tanaman kacang tanah dan bisa menurunkan hasil sampai 66,8% (Sudjono 1989).

Gejala serangan kedua penyakit ini adalah timbulnya bercak-bercak bulat tidak teratur, berukuran 1-10 mm. Bercak tampak pada kedua sisi permukaan daun bagian atas maupun bagian bawah. Warna ber-

Tabel 5. Sumber gen tahan penyakit layu bakteri *Pseudomonas solanacearum*

Registrasi	Genotipe
925	Pelanduk
68	Banteng
62	Macan
86	Kidang
927	Tupai
924	Tapir
61	Gajah
2387	Anoa
2396	Lokal Jepara
913	Lokal Sukabumi
1760	Subang
174	Kacang brudul
2380	Lokal muneng
721	Lokal Pasuruan
732	Deli Serdang
1	Presi Irian Jaya
2397	NC X-10
864	FESR-1 Amerika
868	FESR-5 Amerika
2398	ICG 232 Sudan
2399	ICG 235 India
2400	ICG 302 Brazilia
2401	ICG 2134 India
2402	ICG 2308 Amerika
2403	ICG 2580 India
2404	ICG 2667 Tanzania
2405	ICG 3118 Nigeria
2406	ICG 7502 Uganda
2407	ICG 7594 India
2408	ICG 7613 India
2409	ICG 7635 Nigeria
2410	ICG 7639 Nigeria
2411	ICG 7645 Nigeria
2412	ICG 7653 Nigeria
331	Spanish 18-38-47
584	Giza Spread Mesir
585	Giza Mesir
2413	Bola Blanco Brazilia
2414	Vera Cruz-2 Mexico
609	Metedos Spanyol
2415	Grand Palmas Spanyol
655	Chiba Jepang
2416	Jala - 13 Jepang
937	Tachimazaki Jepang
810	Tainung Taiwan
2417	Stars India
940	EG Bunchang India
2418	NCAC 17139
905	Argentina
909	Moket Vietnam
735	PI 196647 Afrika Barat

Sumber: Kasim dan Djunaenah (1993); Nasir et al. (1993); Machmud (1991)

cak akibat penyakit bercak daun awal berwarna coklat dikelilingi lingkaran *halo* berwarna kuning sedangkan pada bercak daun lambat, bercak berwarna coklat tua sampai hitam dan lingkaran *halo* tidak jelas. Gejala bercak juga dapat terjadi

Tabel 6. Genotipe tahan-toleran terhadap penyakit karat daun (*Puccinia arachidis*)

Registrasi	Genotipe
2349	ICGV 87175
2350	ICGV 87161
2351	ICGV 87173
2352	ICGV 88252
1370	ICGV 88262
2354	ICGV 88521
2355	ICGV 88258
2356	ICGV 88271
2357	ICGV 88274
2358	ICGV 87165
875	FESR 12
2353	PI 315608
2359	NCAC 270806
2361	PI 259747
2362	ICGV 88256
2363	ICGV 87846
2364	ICGV 88277
2365	ICGV 91223
2366	ICGV 91227
2367	ICGV 91228
2368	ICGV 93218
2369	ICGV 94043
2370	ICGV 94094
2371	ICGV 94097
2372	ICGV 94110
2373	ICGV 94124
2360	ICGV95346
1325	ICG 7893
1332	ICG 10030B
1333	ICG 10042
1343	ICG 10931
1345	ICG 10440
1352	ICG 11899
1507	PI 326592
2217	NCAC2176
2221	NACA 15743
1376	Kelinci
1406	Badak
2530	Rusa
2987	Anom
1313	Komodo
1312	Zebra
1314	Biawak

Sumber: Soekarno dan Sharma (1989); Kasno (1991);
Balittan Bogor (1998); Rais *et al.* (1999)

pada tangkai daun maupun batang. Serangan berat akan mengakibatkan daun mengering dan rontok (Nasir dan Hardaningsih 1998).

Hasil evaluasi ketahanan penyakit pada plasma nutfah kacang tanah diperoleh 25 aksesori genotipe tahan terhadap penyakit *Cercospora* yang terdiri dari 15 aksesori varietas introduksi, 6 aksesori varietas unggul, dan 3 aksesori populasi galur hasil persilangan (Tabel 7).

GENOTIPE KACANG TANAH DENGAN KANDUNGAN LEMAK >45%

Kacang tanah dan kedelai merupakan sumber utama lemak dan protein nabati yang mempunyai daya guna yang sangat luas, seperti halnya karbohidrat dan protein, lemak merupakan sumber energi bagi tubuh, bobot energi yang dihasilkan per gram lemak adalah 2¼ kali lebih besar daripada karbohidrat dan protein. Lemak yang dioksidasi

sempurna dalam tubuh menghasilkan 9,3 kalori/g, sedangkan protein dan karbohidrat menghasilkan 4,1 dan 4,2 kalori/g.

Selain penghasil energi, lemak mempunyai fungsi pembentuk struktur tubuh. Cadangan lemak yang normal terdapat di bawah kulit dan sekeliling organ tubuh, lemak di bawah kulit akan melindungi kehilangan panas tubuh dan mengatur suhu tubuh, lemak merupakan pelarut vitamin A, D, E, dan K untuk dapat digunakan tubuh dan lemak juga berfungsi sebagai pelumas di antara persendian dan membantu pengeluaran sisa makanan. Lemak memberikan kepuasan cita rasa, lambat dicerna, sehingga dapat menanggulangi rasa lapar. Di dalam kandungan lemak ada asam lemak esensial yang tidak dapat dibentuk tubuh sehingga harus tersedia dari makanan yang dimakan. Asam lemak yang penting bagi tubuh, yaitu linoleat, linolenat, dan arachidonat. Asam lemak berfungsi sebagai pendahulu dari prostaglandin yang berperan mengatur tekanan darah, denyut jantung, dan lipolisis (Muchtadi 2003).

Sebagai bahan pangan minyak/ lemak kacang tanah dipakai sebagai bahan dasar pembuatan mentega putih, margarin, mayonaisse, kembang gula, dan *butter nuts*. Sebagai bahan industri dapat digunakan untuk pembuatan sabun, krim, sampo, dan bahan kosmetik lain, serta untuk pengobatan dapat digunakan untuk campuran adrenalin dan obat asma (Ketaren 1986). Di India kacang tanah digunakan untuk pembuatan susu secara besar-besaran, sebagai pengganti susu sapi.

Minyak kacang tanah mengandung 76-82% asam lemak tidak jenuh yang terdiri dari 40-45% asam oleat dan 30-35% asam linoleat, asam lemak jenuhnya sebagian besar terdiri dari asam palmitat 6-

11,4%, asam mirsitat 0,5%, asam stearat 2,8-4,9%, dan asam beharat 5-7% (Barley 1950), selain itu dijumpai pula asam arachidonat sebesar 0,73%. Di antara ketiga lemak esensial ini yang terpenting adalah asam linoleat karena tubuh akan mulai membentuk asam lemak linolenat dan arachidonat apabila cukup menerima asam linoleat (Muchtadi 2003).

Lemak yang terkandung dalam kacang tanah tidak mengandung kolesterol, karena dalam minyak nabati jenis steralnya terdapat dalam bentuk phytosterol atau sitosterol. Persenyawaan sterol dalam bentuk fitosterol berfungsi mencegah timbulnya kolesterol. Terdapatnya persenyawaan toferol merupakan antioksidan.

Asam lemak esensial sangat berperan dalam pembentukan membran sel pada sistem saraf dan kekebalan tubuh, dapat mengatasi stroke dan depresi (Astawan 1995). Asam lemak arachidonat berfungsi membantu proses, pertumbuhan serta mencegah peradangan dan menjaga kesehatan kulit.

Hasil evaluasi kandungan lemak yang telah dilakukan dari tahun 1995-2004, diperoleh kisaran kandungan lemak pada plasma nutfah kacang tanah antara 21-50%. Sebanyak 25 aksesori memiliki kandungan lemak lebih dari 45 persen (Tabel 8), terdiri dari 6 aksesori varietas introduksi, 15 aksesori varietas lokal, 3 aksesori populasi galur, dan 1 varietas unggul simpai.

GENOTIPE KACANG TANAH DENGAN KANDUNGAN PROTEIN >30%

Protein kasar dibagi dalam kelas menurut tugasnya, yaitu (1) protein serat atau struktural (tidak larut) dengan tugas membentuk kulit, otot, dinding pembuluh darah, dan rambut; (2) protein globular (larut), protein ini larut dalam air dan me-

Tabel 7. Genotipe plasma nutfah kacang tanah tahan-toleran terhadap penyakit *Cercospora* sp.

Registrasi	Genotipe
2530	Rusa
2387	Anoa
1376	Kelinci
131	Komodo
1312	Zebra
1314	Biawak
1406	Badak
2352	ICGV 88252
1370	ICGV 88262
2354	ICGV 88251
2355	ICGV 88258
2356	ICGV 88271
2357	ICGV 88274
2349	ICGV 87175
2350	ICGV 87161
2351	ICGV 87173
875	FESR-12
2353	PI 31608
2606	PI 270806
2607	PI 381622
2608	PI 341879
2609	Krap St. No. 16
1366	Macan/(850-1)-4B-2-3
1367	Macan/(850-1)-4B-2-40
1381	Macan/(850-1)-4B-2-43

Sumber: Kasno, (1991), Balittan Bogor (1998)

Tabel 8. Genotipe plasma nutfah kacang tanah dengan kandungan lemak >45%

Registrasi	Genotipe	Kandungan lemak
2615	Lokal Pati	45,93
724	Lokal Bojonegoro	47,41
988	L. Ciampea	46,38
1193	L. Kebumen	47,75
978	L. Menes	45,50
983B	L. Madiun	50,30
986	L. Sindangbarang	49,70
1604	MLG 7510	46,08
1614	MLG 7520	47,46
1681	MLG 7639	45,98
2243	AH1899Si	46,15
2246	AH1904Si	45,03
976	Ola	46,07
1501	AH 178Si	49,25
1637	MLG7548	40,27
1319	ICG7200	48,98
990	TMV (Komo 221)	48,60
1068A	Cangare	46,50
1319	ICG7200	45,47
1321	ICG7881	48,25
1333	ICG10042	50,47
1373	Gjh/L. Pon-4B-10	46,38
1360	Gjh/L. Pon-4B-36	48,37
1378	Men/LMJK-4B-3-15	48,44
1310	Simpai	46,21

Sumber: Rais (1996); Rais *et al.* (1999; 2003)

lakukan fungsi dalam suatu organisme misalnya hemoglobin mengangkut oksigen ke sel-sel; insulin mem-

bantu dalam metabolisme karbohidrat; antibodi membuat protein asing menjadi aktif; fibrinogen

(larut) dapat membentuk serat tak larut yang mengumpulkan darah dan hormon pembawa pesan ke seluruh tubuh; (3) protein konjugasi, yaitu yang berfungsi menghubungkan ke bagian lain yang bukan protein misalnya gula.

Protein pada tanaman dibagi menjadi 2, yaitu (1) protein biji sebagai cadangan dan (2) protein fungsional dalam bagian vegetatif tanaman. Pada biji kacang tanah dalam bentuk protein cadangan dibagi dalam 4 fraksi berdasarkan kelarutannya, yaitu albumin (larut di air), globulin (larut garam), protamina (larut alkohol), dan glutelin (larut dalam alkali dan asam). Pada kacang-kacangan, fraksi utama adalah globulin (Muchtadi 2003).

Biji kacang tanah mengandung protein antara 25-34% yang terdiri dari asam amino esensial seperti arginin 2,72 g, fenilalanin 1,52 g,

listidin 0,51 g, isoleusin 0,99%, leusin 1,92 g, lisin 1,29 g, methionin 0,33 g, triptophan 0,21 g, dan valin 1,33% per bobot 100 g protein (Ketaren 1986).

Hasil evaluasi kandungan gizi yang telah dilakukan dari tahun 1995-2004 telah diketahui kandungan protein pada plasma nutfah kacang tanah berkisar antara 27,22-34,84%. Sejumlah 31 aksesori memiliki kandungan protein lebih dari 30% (Tabel 9).

KESIMPULAN

Beberapa plasma nutfah yang dapat digunakan untuk perakitan varietas kacang tanah di antaranya 20 aksesori toleran terhadap lahan masam, 30 aksesori toleran terhadap kekeringan, 26 aksesori toleran terhadap naungan, 18 aksesori dengan umur pendek, 51 aksesori tahan-toleran terhadap penyakit bakteri

layu, 43 aksesori tahan-toleran penyakit karat daun, 25 aksesori tahan-toleran bercak daun, 31 aksesori dengan kadar protein di atas 30%, dan 25 aksesori dengan kadar lemak di atas 45%.

Genotipe dengan sifat-sifat baik tersebut merupakan aset nasional sebagai sumber gen yang dapat digunakan sebagai tetua dalam program pemuliaan, untuk masa kini atau mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, F. and R.W. Perason. 1970. Differential response of cotton and peanut's to sub soil acidity. *Agron. J.* 62:9-12.
- Asadi, D.M. Arsyad, H. Zakaria, dan Darmijati. 1997. Pemuliaan kedelai untuk toleran naungan dan tum-pangsari. *Buletin Agrobio* 1(2):15-20.
- Astawan, M.W. 1995. Pengaruh konsumsi lemak n-6 dan n-3 terhadap perkembangan kecerdasan dan tingkah laku tikus percobaan. *Buletin THPI*. hlm. 10-13.
- Bacley, B.A.K. 1990. Industrial oil and fat product, New York Inter-scholastic Publithing Inc.
- Balittan Bogor. 1989. Kacang-kacangan. dalam Suprpto, H. *et al.* (Eds.). Laporan Tahunan Balittan Bogor 1986/87-1987/88. Balittan Bogor.
- BPS. 1989. Survey pertanian. Luas dan Intensitas Serangan Jasad Peng-ganggu Padi dan Palawija di Indonesia. Biro Pusat Statistik-Jakarta. 241 hlm.
- Blum, A. 1980. Breeding and selection for adaptation to stress genetic improvement of drought adaptation. In Turner, N.C. and P.J. Kramer (Eds.). *Adaption of Plants to Water and High Temperature Stress*. John Wiley & Sons. Inc. New York. p. 450-452.
- Foy, C.D. 1976. General principles invalued in screening plants for aluminium and manganese tolerance. In Wright, M.J. (Ed.) *Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soil's*. Proc. of Workshop

Tabel 9. Genotipe dengan kandungan protein >30%

Registrasi	Genotipe	Protein (%)
979	Suuk	30,09
944	L. Leuweung Kolot	32,76
986	L. Sindang Barang	31,93
982	L. Madura	30,74
1732	Lambuya	30,02
1715	H01	30,04
2488	MLG 7682	32,48
2489	MLG 7698	32,25
2562	MLG 7732	31,32
2563	MLG 67750	31,09
1509	AH253Si	30,23
1378	MCN/L. Mjk 4B-3-15	33,92
1381	MCN/(850-1)4B-2-4	31,48
1383	MCN/L. Mjk-4B-1-2B	31,84
1366	MCN/L. Mjk-4B-2-2-3	32,60
1374	MCN/L. Mjk-4B-3-6-1	33,18
1384	MCN/L. Mjk-4B-3-2-0	34,84
1540	AH582Si	33,03
1647	AH7560Si	30,62
2247	AH1905Si	30,40
2278	AH1973Si	33,18
2279	AH1975Si	31,78
2420	1132	32,23
1508	PI 350680	31,37
100EV	Pop.Q No. 343	33,93
609	Cacah Mete Dusgran Palma	33,12
670	Dixie Giant	33,31
680	GH 11920	33,12
439	Mayamar	30,35
1321	ICG 7881	33,62
61	Varietas Gajah	32,82

Sumber: Rais (1996); Rais *et al.* (1999; 2003)

- held at the National Agricultural Library. Beltsville, Maryland.
- Harsono, A. 1998.** Budidaya kacang tanah di lahan tegal dan lahan sawah. *Dalam Harsono et al. (Eds.). Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah. Edisi Khusus Balitkabi 12:43-63.*
- Joshi, J.C., P.C. Nautiyal, and P.S. Reddy. 1987.** Used of micronutrients in groundnut. Indian Council of Agricultural Research. Kaishi Anusandhan Bhavan-New Delhi.
- Kasim, H. dan Djunainah. 1993.** Deskripsi varietas unggul palawija, jagung, sorgum, kacang-kacangan dan ubi-ubian. 1918-1992. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. 155 hlm.
- Kasno, A. 1986.** Respon seleksi dan stabilitas untuk hasil dan komponen hasil (*Arachis hypogaea* (L) merr.) dalam monokultur dan tumpangsari dengan jagung (*Zea mays* L.). Seminar Balittan Bogor 1985. Padi dan Palawija. Vol. 2. Bogor.
- Kasno, A. 1990.** Pengairan dan pengelompokan genotipe kacang Tanah yang tenggang terhadap kekeringan. Laporan Kerjasama AARP-Dep. P & K, Balittan Malang. 33 hlm.
- Kasno, A. 1991.** Pemuliaan tanaman kacang-kacangan. Simposium Pemuliaan Tanaman I. 27-28 Agustus 1991. Balittan Malang. 46 hlm.
- Ketaren, S. 1986.** Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. Universitas Indonesia Jakarta. hlm. 247-274.
- Krauft, D.A. 1987.** Inheritance of rust resistance in groundnut. *In Groundnut Rust Diseases. ICRISAT-India.* p. 183-187.
- Las, I., A.K. Makarim, A. Hidayat, A.S. Karama, dan I. Manwan. 1991.** Peta agroekologi utama, tanaman pangan di Indonesia. Laporan Khusus. Puslitbang Tanaman Pangan. Departemen Pertanian.
- Liao, B.S.W.R. Li, and S.D. Sun. 1986.** A study on inheritance of resistance to *P. solanacearum*. *In Smith, E.F. (Ed.). A. hypogaea. Oil Crops of China 3:1-8.*
- Machmud, M. 1986.** Bacterial wilt in Indonesia. *In Persley, G.J. (Ed.). Bacterial Wilt Diseases in Asia and the South Pacific. ACIAC Proceedings 13:30-34.*
- Machmud, M. 1991.** Genetic and cultural control of peanut bacterial wilt. *In Wright, G.C. and G.J. Middleton (Eds.). Peanut Improvement a Case Study in Indonesia. ACIAR. Proc. 40:48-51.*
- Machmud, M. 1993.** Beberapa gatra pengendalian penyakit layu bakteri (*P. solanacearum*) pada kacang tanah. Risalah Simposium Tanaman Pangan III. Puslitbangtan Bogor. 13 hlm.
- Makarim, A.K. 1995.** Pengelolaan Tanah Podzolik Masam. Makalah Pertemuan Teknis DSP-PIADP tanggal 10-13 Oktober 1994. Cisarua-Bogor.
- Muchtadi, T.R. 2003.** Kacang-kacangan nutrisi dan manfaatnya bagi tubuh. Presentasi ilmiah dalam Rangka Kerjasama Yayasan Jantung Indonesia dengan Garuda Food-Jakarta. 19 hlm.
- Nasir, S., M. Rahayu, dan M. Machmud. 1993.** Penyakit layu pada kacang tanah dan cara pengendaliannya. *Dalam Astanto et al. (Eds.). Kacang Tanah. Monograf Balittan Malang 12:192-205.*
- Nasir, S. dan S. Hardaningsih. 1998.** Pengendalian penyakit utama pada tanaman kacang tanah. *Dalam Harsono et al. (Eds.). Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Nilai Tambah Kacang Tanah. Edisi Khusus Balitkabi No. 12.*
- Novianti, S. 1986.** Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan, hasil dan komponen hasil kedelai. Seminar Balittan Bogor 1985. Padi dan Palawija. Vol. 2. Bogor.
- Novita, N. dan K. Astanto. 1993.** Pemuliaan kacang tanah untuk ketahanan terhadap penyakit dan cekaman lingkungan dan fisik. *Dalam Astanto et al. (Eds.) Monograf Balittan Malang 12:69-107.*
- Puslitbangtan. 1999.** Deskripsi varietas unggul padi dan palawija. 1993-1998. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. hlm. 30-32.
- Rais, S.A. 1996.** Laporan hasil penelitian rejuvenasi kandungan dan analisa kandungan protein pada kacang tanah dan kacang tunggak. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor. 12 hlm.
- Rais, S.A. 1997.** Perbaikan varietas kacang tanah. *Buletin Agrobio 1(2): 40-46.*
- Rais, S.A. 1998.** Groundnut breeding in Indonesia. Contribution paper in ACIAR Project Annual Meeting. Research Institute for Food Crops Biotechnology, Bogor. Indonesia. 11-12 Oktober 2004, Bogor. 43 hlm.
- Rais, S.A., T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, Asadi, D. Suardi, dan H.R. Hifni. 1999.** Laporan hasil penelitian evaluasi plasma nutfah padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah terhadap kekeringan, keracunan aluminium, penyakit dan kandungan lemak serta protein. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Rais, S.A., T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, N. Zuraida, Hadiatmi, L. Hakim, M. Sudjadi, dan A. Hidayat. 2001.** Evaluasi sifat plasma nutfah tanaman pangan terhadap cekaman lingkungan dan mutu gizi. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2000. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Rais, S.A., T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, Nani, Z., L. Hakim, Hadiatmi, Asadi, N. Dewi, T. Suhartini, dan M. Setyowati. 2003.** Rejuvenasi, karakterisasi morfologi dan mutu gizi plasma nutfah tanaman pangan. Makalah Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Pertanian.
- Read, D.A. 1976.** Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress, aluminum and manganese toxicities in the cereal grains. *In Wright, M.J. (Ed.). Plant Adaptation to Mineral Stress in the National Soils. Proc. of Workshop held at the National Agricultural Library. Beltsville, Maryland.*
- Semangun, H. 1990.** Penyakit-penyakit tanaman pangan di Indonesia. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 449 hlm.

- Simonds, N.W. 1986.** Principles of crop improvment Longman. Singapore. p. 242-278.
- Soekarno, B. dan D. Sharma. 1989.** Evaluasi ketahanan genotipe kacang tanah terhadap penyakit karat dan bercak daun. Penelitian Palawija 4:93-101.
- Sudjono, M.S. 1989.** Ketahanan varietas unggul dan kehilangan hasil kacang tanah terhadap penyakit karat dan bercak daun *Cercospora*. Penelitian Pertanian 9(1):19-22.
- Zhang, Y.X., Y.Y. Hua, and L.Y. He. 1993.** Effect of infected seeds on transmission of *P. solanacearum*. Bact. Wilt News 9:9-10.
- Zheng, G. 1987.** Breeding for diseases resistance to groundnut in the People's Republic of China. *In*. Groundnut Rust Disease. ICRISAT-India.
-