

# SUMBER DAYA GENETIK KACANG TANAH

Trustinah

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

## PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kacang tanah menggunakan varietas unggul dengan potensi hasil tinggi, toleran terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik, disertai dengan karakter spesifik sesuai preferensi petani dan pasar menghendaki dukungan ketersediaan sumber daya genetik untuk sifat tersebut. Dalam kaitan itulah pengelolaan sumber daya genetik semakin dituntut untuk memenuhi beragam kebutuhan, dan melalui pemanfaatan gen-gen unggul yang dimiliki dalam membentuk varietas unggul yang diinginkan antara lain produksi tinggi, kualitas baik, tahan terhadap penyakit utama (layu dan penyakit daun), toleran cekaman abiotik (kekeringan, kemasaman), umur genjah dan mutu hasil tinggi.

Plasma nutfah atau sumber daya genetik adalah keanekaragaman fenotipik dan genetik yang dimiliki oleh satu spesies. Kekayaan sumber daya genetik adalah banyaknya kultivar, strain, galur, kerabat liar, *land races*, mutan yang dimiliki oleh setiap spesies tanaman (Zuraida dan Sumarno 2007). Meluasnya penggunaan varietas unggul dan intensifnya pemanfaatan hutan akan memperbesar peluang tersingkirnya varietas lokal dan varietas liar, yang akan diikuti pula oleh musnahnya gen-gen berguna yang terkandung di dalamnya. Karenanya penyelamatan dan pengkayaan keragaman populasi bahan genetik plasma nutfah perlu terus diupayakan.

Pelestarian, pengkayaan, pencirian dan penilaian bahan genetik dari suatu plasma nutfah diperlukan guna menopang kegiatan pemuliaan berkelanjutan dalam menghasilkan varietas unggul yang bernilai tambah ekonomi. Pelestarian plasma nutfah dapat dilakukan secara *ex situ* dan *in situ*. Pelestarian secara *in situ* sangat rawan kerusakan, karena eksploitasi dan konversi lahan yang kurang bersifat konservatif. Oleh karenanya pelestarian *ex situ* sangatlah tepat dan secara luas banyak digunakan dalam metode pelestarian plasma nutfah. Kegiatan pengelolaan plasma nutfah meliputi: koleksi, karakterisasi, evaluasi, konservasi, rejuvenasi, dan dokumentasi.

## SISTEMATIKA DAN KARAKTERISTIK KACANG TANAH

Kacang tanah termasuk famili *Papilionidae* dan merupakan tanaman allotetraploid ( $2n=40$ ) dengan dua genom A dan B. Kacang tanah yang dibudidayakan dibagi menjadi dua subspecies, yakni *fastigiata* dan *hypogaea*. Subsp. *fastigiata* secara botani dibagi menjadi empat varietas, yakni *fastigiata*, *peruviana*, *aequatoriana*, dan *vulgaris*, sedangkan subsp. *hypogaea* meliputi varietas *hypogaea* dan *hirsuta* (Krapovickas dan Gregory 1994 dalam Holbrook 2003).

Empat kelompok utama yang paling populer adalah tipe Spanish, Runner, Virginia, dan Valencia. Menurut Rajgopal *et al* (1997), terdapat empat tipe komersial kacang tanah untuk budidaya di India: Valensia (subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*), Spanish (subsp. *Fastigiata* var. *vulgaris*), Virginia bunch dan Virginia runner (subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*).

Varietas *vulgaris* umumnya memiliki 2 biji/polong, sedikit berparuh, polong sedikit berpinggang dan retikulasi agak halus, umur lebih genjah, pola percabangan sequential, pertumbuhan tegak, dan dikenal dengan tipe spanish. Varietas *fastigiata* memiliki jumlah biji/polong tiga atau lebih, polong sedikit berpinggang dan retikulasi agak halus, pola per-

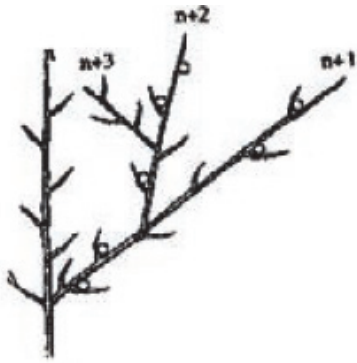
cabangan sequential, tipe tumbuh tegak, dan dikenal dengan tipe valencia. Varietas *peruviana* umumnya memiliki tiga atau lebih biji/polong, agak berpinggang, retikulasi menonjol (kasar), pola percabangan alternate, tipe tumbuh prostrate, ukuran polong tergolong sedang dengan bobot 100 biji berkisar antara 55–65 g, umur relatif dalam yaitu 120 hari atau lebih, dan sangat indeterminate, biasa digunakan untuk selai, dan dikenal dengan tipe peruvian runner. Varietas *hypogaea* memiliki dua biji/polong, ukuran polong dan biji tergolong besar, polong agak berparuh, sedikit-agak berpinggang, agak halus-sedikit kasar, umur dalam, pola percabangan alternate, tipe tumbuh prostrate hingga tegak, dikenal dengan tipe virginia (Pittman 1995). Masing-masing ciri morfologi disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Klasifikasi kacang tanah (*Arachis hypogaea*).

Subspesies	Varietas	Tipe botani	Pola percabangan	Tipe tumbuh	Jumlah biji/polong
Hypogaea	Hypogaea	Virginia	Alternate	prostrate erect	2–3
	Hirsute	peruvian runner	Alternate	Prostrate	2–4
Fastigiata	Fastigiata	valencia	Sequential	Erect	3–5
	Vulgaris	spanish	Sequential	Erect	2

Sumber: Singh dan Simpson (1994).

Sekitar 68 varietas liar spesies *A. hypogaea* telah terdeskripsi dan beberapa spesies lainnya telah terkoleksi namun belum terdeskripsi (Holbrook dan Stalker 2003). Sumber keragaman genetik kacang tanah diklasifikasikan ke dalam empat gen pool (Singh dan Simpson 1994 dalam Smartt 1990). Pertama adalah sumber gen utama (*primary gen pool*) yang terdiri dari spesies budidaya dari pusat asal keragaman dan galur-galur yang dikembangkan di negara-negara penanam kacang tanah. Kedua, sumber gen sekunder (*secondary gen pool*) yang terdiri dari spesies diploid yang memiliki “cross kompatibilitas” dengan *A. hypogaea*, di antaranya *A. menticola* ( $2n=4x=40$ ). Tetraploid *A. menticola* memiliki beberapa perbedaan dari *A. hypogaea*, di antaranya ukuran buah lebih kecil, dan ginofor lebih panjang, tangkai polong lemah. Beberapa varietas telah dilepas dari hasil persilangan interspesifik antara *A. hypogaea* x *A. menticola*, di antaranya Spancross dan Tamnut 74 (Hammons 1970; Simpson dan Smith 1975 dalam PCGC 2003). Sumber gen ketiga adalah dari kelompok *Procumbensae* yang dapat *sharing gen* dengan *A. hypogaea* dalam mengatasi penghambat zigot yang terbentuk. Sumber keragaman berikutnya adalah spesies *Arachis* lainnya yang memiliki “cross incompatibilitas”. Peluang untuk memanfaatkan sumber keragaman ketiga dan keempat adalah dengan menggunakan teknik bioteknologi melalui tranformasi genetik maupun dengan hibridisasi somatik.



Alternate



Sequential

Gambar 1. Pola percabangan kacang tanah (IBPGR 1985).



Varietas *Vulgaris*



Varietas *Fastigiata*

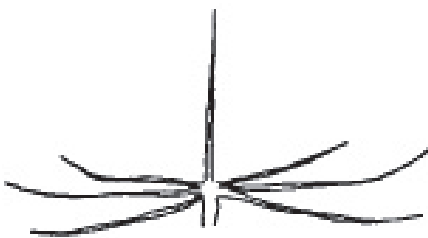


Varietas *Peruwiana*



Varietas *Hypogaea*

Gambar 2. Keragaman polong yang mencirikan varietas golongan *Vulgaris* (A), *Fastigiata* (B), *Peruwiana* (C), dan *Hypogaea* (L) varietas kacang tanah (Pittman 1995).



Prostrate



Tegak (*Erect*)

Gambar 3. Tipe tumbuh kacang tanah (UPOV 1985).

## PUSAT ASAL DAN KERAGAMAN

Amerika Selatan merupakan pusat keragaman kacang tanah. Kacang tanah dibawa oleh orang-orang Spanyol dan Portugis dari pantai timur Amerika Selatan ke Afrika, India, dan dari pantai barat Amerika Selatan ke Indonesia, China, dan Madagaskar pada abad ke-16. Terdapat enam pusat keragaman genetik kacang tanah, yakni: (1) Wilayah Guaraní, yang didominasi tipe tegak Valencia (subsp. *Fastigiata*), daerah ini juga merupakan pusat keragaman varietas *vulgaris*, (2) Wilayah Goiás dan Minas Gerais di Brazil, yang didominasi oleh kacang tanah tipe tegak subsp. *fastigiata*, (3) Wilayah Rondonia (Brazil) diwakili oleh tipe *nambyquarae* subsp. *hypogaea* dan daerah Mato Grosso (Brazil) memiliki kacang tanah tipe tegak, warna kuning dan *A. villosulicarpa*, (4) Daerah tenggara pegunungan Andes merupakan pusat keragaman yang besar untuk subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*, (5) Peru, terdapat tiga tipe kacang tanah dengan konstiksi polong, guratan, dan paruh menonjol/prominent, yakni subsp. *hypogaea* dan subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*. Keduanya disebut tipe “peruvian”. Tipe ketiga adalah subsp. *fastigiata* var. *fastigiata* dengan polong yang halus dengan 3–5 biji, dan tidak berparuh, dan (6) Timur laut Brazil memiliki keragaman untuk kacang tanah seperti var. *fastigiata* di Peru tetapi dengan morfologi yang berbeda, antara var. *fastigiata* dan *hypogaega* (Krapovickas 1969; Gregory dan Gregory 1976 dalam Singh dan Simpson 1994).

Kacang tanah yang berkembang di Indonesia secara umum dapat dibedakan ke dalam dua tipe, yakni Spanish dan Valencia. Kedua tipe kacang tanah tersebut mudah dikenali dari jumlah biji/polong. Kacang tanah tipe Spanish memiliki dua biji per polong dengan bentuk biji bulat atau lonjong, sedangkan tipe Valencia memiliki 3–5 biji/polong dengan bentuk pipih atau bulat dengan umur panen yang lebih dalam.

## SUMBER DAYA GENETIK KACANG TANAH

Sumber daya genetik tanaman merupakan bahan baku dasar yang paling berharga dan penting dalam memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan terutama pada program perbaikan tanaman. Koleksi plasma nutfah dapat dianggap sebagai populasi dasar, yang perlu memiliki keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang diperbaiki. Plasma nutfah yang beragam dapat ditimbulkan dari koleksi varietas liar, varietas lokal, introduksi, varietas unggul lama atau baru, mutan, galur-galur homosigot hasil persilangan, dan genus-genus yang sama. Koleksi plasma nutfah ini pada dasarnya dimaksudkan untuk mendukung program pemuliaan, sehingga sifat koleksi lebih sebagai ‘Koleksi material kerja’ (*working collection*).

Koleksi plasma nutfah kacang tanah disimpan di beberapa bank gen di dunia. Jumlah koleksi plasma nutfah kacang tanah dunia yang ada di ICRISAT sebanyak 15.419 aksesi (Upadhyaya *et al.* 2008). Koleksi plasma nutfah kacang tanah juga disimpan di USDA Amerika Serikat terdiri dari 9.142 aksesi dan 611 aksesi dari spesies *Arachis*. Pemanfaatan koleksi plasma nutfah dapat ditingkatkan dengan pengembangan teknik evaluasi yang lebih efisien. Salah satunya adalah dengan mengembangkan dan menggunakan koleksi inti (*core collection*) sebagaimana yang telah dikembangkan pada koleksi plasma nutfah kacang tanah di ICRISAT (India) maupun di Amerika Serikat (Holbrook dan Dong 2005; Upadhyaya *et al.* 2009). Koleksi inti mewakili keragaman genetik suatu spesies dengan duplikasi minimum yang merupakan bagian dari seluruh koleksi yang mencakup semua karakter yang berguna sehingga identifikasi aksesi yang berguna menjadi mudah. Ukuran koleksi inti sekitar 10% dari total aksesi setidaknya 3000 per spesies, dan untuk aksesi

yang jumlahnya banyak dapat pula dikembangkan mini koleksi inti (*mini core collection*) yang ukurannya sekitar 1% dari total koleksi (Brown 1989; Upadhyaya *et al.* 2002; Holbrook dan Dong 2005).

Beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam pembentukan koleksi inti menurut Upadhyaya *et al.* (2010) adalah: (1) menentukan koleksi yang akan diwakili dan ukurannya. Data taksonomi, paspor dan karakterisasi seluruh koleksi harus dirakit dan diverifikasi untuk memilih sekitar 10% dari seluruh koleksi sehingga minimal 70% dari alel dapat dipertahankan; (2) mengelompokkan aksesori ke dalam kelompok yang dilakukan secara hierarkis menggunakan data yang tersedia, ke dalam kelompok taksonomi (subspesies dan ras), diikuti oleh kelompok geografis (negara, negara bagian), iklim (agro-ekologi), dan data karakterisasi ke dalam kelompok khusus. Pengelompokan koleksi ke dalam subkelompok yang lebih kecil dalam kelompok ini dilakukan sedemikian rupa sehingga dalam kelompok atau subkelompok keragamannya sangat rendah dan antara kelompok keragamannya sangat tinggi. Stratifikasi akan meningkatkan efisiensi sampling dengan pilihan yang tepat ukuran sampel untuk setiap kelompok; (3) memilih aksesori inti dengan cara menentukan jumlah dan pilihan aksesori dari setiap kelompok, yang didasarkan pada pertimbangan seperti ukuran kelompok dalam keanekaragaman genetik kelompok, atau aksesori dengan spesifik tertentu. Besarnya keragaman dalam inti ini kemudian dibandingkan secara statistik dengan seluruh koleksi untuk mengkonfirmasi bahwa koleksi inti telah memiliki sebagian besar keragaman di seluruh koleksi; dan (4) Mengelola koleksi inti dengan cara regenerasi ulang dan dievaluasi lebih lanjut untuk tujuan spesifik.

Penilaian keragaman dan pengelompokan dapat menggunakan “Shannon-Weaver index” ataupun multivariate analisis seperti analisis komponen utama, kluster analisis dan fungsi diskriminant, yaitu dengan membandingkan rata-rata dan keragaman karakter fenotipik dalam koleksi yang ada dan koleksi inti untuk mengetahui bahwa keragaman koleksi terwakili dalam koleksi inti. Pembentukan dan evaluasi koleksi inti mini pada koleksi kacang tanah telah dilakukan di ICRISAT terhadap 14.310 aksesori koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada, dengan menggunakan analisis kluster untuk 14 karakter morfologi. Dari masing-masing kelompok diambil 10% dan diperoleh sebanyak 1.704 aksesori yang merupakan koleksi inti (10,8%), dan dari koleksi inti diperoleh sebanyak 184 aksesori (1,29%) yang merupakan koleksi inti mini (Upadhyaya *et al.* 2009). Pembentukan dan evaluasi koleksi inti mini pada koleksi kacang tanah di Amerika Serikat telah dilakukan oleh Holbrook dan Dong (2005) dengan menggunakan data delapan karakter kacang tanah masing-masing di bagian atas tanaman mengacu pada Pittman (1995). Karakter tersebut meliputi: tipe tumbuh, percabangan, pembungaan pada batang utama, warna daun, warna batang, dan kemasakan, serta bentuk polong, kontriksi polong, retikulasi polong, jumlah biji per polong, bobot 100 polong, tipe polong, warna kulit biji, dan bobot 100 biji. Diperoleh bahwa penggunaan koleksi inti mini akan meningkatkan efisiensi dalam mengidentifikasi aksesori kacang tanah tahan terhadap bercak daun akhir di seluruh koleksi. Pendekatan demikian berguna untuk sifat yang sulit diukur dan atau mahal biaya pengamatannya.

Jumlah koleksi plasma nutfah kacang tanah di Indonesia yang dikelola Balai Besar Biogen (di BB Biogen) 1.194 aksesori (Sumarno 2007), dan di Balitkabi sebanyak 500 aksesori (ILETRI 2007). Koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada di Balitkabi merupakan koleksi aktif yang terdiri dari varietas lokal, varietas introduksi, dan galur-galur hasil pemuliaan. Beberapa varietas lokal di antaranya dari Provinsi Jawa Timur (Blitar, Tulung-

agung, Gresik, Sidoarjo, Kediri, Jombang, Nganjuk, Lamongan, Tuban, Bojonegoro, Banyuwangi, Probolinggo, Jember, Situbondo, Bondowoso, Pasuruan, Magetan, Trenggalek, Madiun, dan Ponorogo), Jawa Tengah (Brebes, Wonogiri, Magelang, Boyolali, Kebumen, Purworejo, Blora, Jepara, Kendal, Batang, Tegal, Pemalang, dan Surakarta), Daerah Istimewa Yogyakarta/DIY (Bantul, Sleman, Yogyakarta, Kulonproogo, dan Gunung Kidul), Jawa Barat (Majalengka, Kuningan, dan Jasinga), Sulsel (Bantaeng, Jeneponto, Baru, Ujung Pandang, Pangkep, Pare-pare, dan Sidrap), Bali (Buleleng, Karang Asem, Badung, Tabanan, Gianyar, Bangli, dan Klungkung), Nusa Tenggara Timur/NTT, Nusa Tenggara Barat/NTB, Lampung, dan Papua. Sebagian besar aksesori introduksi dari mancanegara berasal dari ICRISAT India, sisanya dari Philipina, Australia, Peru, Uganda, dan Nepal (ILETRI 2007). Aksesori-aksesori tersebut disimpan dalam bentuk biji dan polong.

Pengelolaan sumber daya genetik memiliki dua aspek penting, yakni konservasi dan pemanfaatannya dalam perbaikan varietas. Konservasi benih memiliki peran penting dalam pelestarian keragaman genetik dan menjaga stabilitas genetik selama jangka waktu lama. Ada beberapa kegiatan dalam pengelolaan sumber daya genetik secara *ex-situ*: di antaranya adalah, konservasi, koleksi, karakterisasi, rejuvenasi, distribusi, dokumentasi, dan pemanfaatan.

## Koleksi

Koleksi plasma nutfah merupakan sumber perbendaharaan gen atau karakter. Tujuan utama koleksi plasma nutfah adalah untuk mengumpulkan keragaman genetik maksimum dengan jumlah sampel yang tidak besar. Koleksi atau pengkayaan keragaman genetik dilakukan melalui pengumpulan varietas lokal ataupun introduksi varietas dari mancanegara, dan galur-galur hasil pemuliaan. Koleksi varietas lokal atau varietas liar di samping sebagai upaya pelestarian “gen-gen”, juga kemungkinan gen-gen tersebut disisipkan ke dalam varietas unggul baru. Introduksi varietas dari mancanegara juga memiliki tujuan dan dampak yang sama dengan koleksi varietas lokal dan liar. Kegiatan koleksi hendaknya dilakukan oleh tim yang anggotanya terdiri dari staf pengelola plasma nutfah, para ahli dari disiplin yang berkaitan dengan sifat-sifat plasma nutfah berasal dari Balai Penelitian, seperti: Patologis, Fisiologis, Entomologis, Nutrisiologi, Pemulia, Agronomi, dipilih yang ada relevansinya. Eksplorasi hendaknya dilakukan pada sentra produksi, daerah produksi tradisional, daerah terisolir, daerah pertanian lereng-lereng gunung, pulau terpencil, daerah suku asli, daerah yang sistem bertaninya tradisional/belum maju, daerah yang masyarakatnya menggunakan komoditas yang bersangkutan sebagai makanan pokok/utama/penting, daerah endemik hama/penyakit, daerah transmigrasi lama dan baru. Eksplorasi dan koleksi plasma nutfah dibarengi dengan menggali keterangan dari petani, yang berkaitan dengan kriteria preferensi petani terhadap varietas tanaman yang bersangkutan. Keterangan dari petani sangat bermanfaat untuk mengetahui: alasan petani tetap menanam varietas yang bersangkutan, preferensi sifat varietas yang diinginkan petani, hambatan adopsi varietas unggul dan informasi awal yang dimiliki oleh varietas yang dikumpulkan. Informasi tersebut dicatat dalam formulir data koleksi untuk melengkapi passport data yang meliputi: data aksesori, data koleksi, data lokasi, data tanaman, dan beberapa data lain yang diperlukan yang tertulis dalam formulir koleksi (Konopka dan Hanson 1985; IBPGR 1985). Rute/peta eksplorasi dan tempat-tempat perolehan plasma nutfah dicantumkan pada peta yang agak detail, agar diketahui daerah mana yang telah dilakukan eksplorasinya. Aksesori-aksesori baru hasil koleksi dicatat dalam buku induk atau database

mencakup: nomor induk, tanggal terima, nama varietas/aksesi, pengumpul/kurator, karakter tanaman, dan lain-lain yang ada dalam formulir koleksi.

### Karakterisasi

Karakterisasi merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi karakter penting yang bernilai ekonomis, atau yang merupakan penciri dari aksesori yang bersangkutan. Kegiatan tersebut bertujuan untuk mengetahui karakter agronomis, morfologis, dan keunggulan yang dimiliki suatu aksesori dan memiliki arti penting terutama dalam memberikan umpan ke depan melalui penyediaan sumber gen berguna bagi pemulia tanaman. Karakterisasi ditekankan pada varietas-varietas yang baru dikoleksi, baik varietas lokal maupun varietas introduksi. Karakterisasi untuk varietas introduksi memiliki tujuan rangkap: selain mengetahui sifat agronomis dan keunggulan varietas, juga mengidentifikasi reaksinya terhadap penyakit atau kemungkinan adanya penyakit baru yang terbawa melalui benih. Selain itu karakterisasi juga dapat digunakan untuk membantu menggambarkan keragaman koleksi yang ada dan membantu kurator mengelola koleksi secara efektif.

Tabel 2. Pengelompokan aksesori berdasarkan karakter kualitatif dari 284 aksesori plasma nutfah kacang tanah koleksi Balitkabi.

Karakter yang diamati	Kategori	Persentase (%)
Warna ginofor	Ungu	86
	Hijau	14
Tipe polong	Spanish	86
	Valencia	14
	Kecil	14,4
Ukuran polong	Sedang	66,5
	Besar	19
	Putih	0,7
	Rose	84,9
Warna kulit ari biji	Merah	9,8
	Ungu	2,5
	Coklat	1,8
	Halus (tidak jelas)	6,3
Guratan polong	Sedang (nyata)	44
	Kasar (sangat nyata)	49,6
	Tidak berparuh	4
Paruh polong	Agak berparuh	94
	Berparuh	2
	Tidak berpinggang	13,4
Pinggang polong	Berpinggang	86,3
	Sangat berpinggang	0,3

Sumber: Trustinah *et al.* (2004).

Karakterisasi sumber daya genetik dilakukan pada kondisi lingkungan agronomi dan proteksi yang optimal, sehingga tanaman tumbuh tanpa kendala. Karakterisasi ditekankan untuk karakter yang merupakan karakter penciri, yakni sifat-sifat menurun dan sedikit atau

tidak dipengaruhi lingkungan, mudah dilihat, dan terekspresi di semua lingkungan (Chapman 1989; Riley *et al.* 1996; Upadhyaya *et al.* 2009), meliputi penampilan morfologi ataupun botani yang dapat diamati secara mudah, seperti: warna bunga, bentuk dan warna batang, warna ginofor, dan beberapa sifat kualitatif lain. Sifat-sifat tersebut berguna untuk membantu di dalam identifikasi aksesori ataupun dalam memonitor aksesori pada kegiatan regenerasi. Pengamatan terhadap karakter-karakter tersebut dilakukan berdasarkan tanaman contoh dengan pengukuran berupa skala maupun metrik mengikuti metode evaluasi standar pada kacang tanah menggunakan “Groundnut Descriptor” dari IBPGR (1985) ataupun UPOV (1985). Karakter kualitatif polong dan biji kacang tanah meliputi: pinggang polong (tanpa pinggang, agak berpinggang, berpinggang agak dalam, dan berpinggang sangat dalam), paruh/pelatuk polong (tanpa paruh, paruh sangat kecil, paruh menonjol, paruh sangat menonjol) dengan bentuk paruh (lurus dan lengkung), kulit polong (retikulasi halus, agak kasar, kasar), warna kulit ari biji (warna putih, rose, merah, coklat), dan bentuk biji (bulat, lonjong, pipih) (Tabel 2). Berdasarkan ukuran polong, kacang tanah dibedakan ke dalam: polong sangat kecil (panjang <1,5 cm, ukuran 35–50 g/100 polong), kecil (panjang 1,6–2,0 cm, ukuran 51–65 g/100 polong), sedang (panjang 2,1–2,5 cm, ukuran 56–105 g/100 polong), besar (panjang 2,6–3,0 cm, ukuran 106–155 g/100 polong), dan sangat besar (panjang >3,0 cm, ukuran >155 g/100 polong). Sedangkan berdasarkan ukuran biji, kacang tanah dibedakan ke dalam: biji kecil (<40 g/100 biji), biji sedang (40–55 g/100 biji), dan biji besar (>55 g/100 biji) (Rao dan Murty 1994).

## Evaluasi Pendahuluan

Evaluasi pendahuluan merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi sifat-sifat penting yang bernilai ekonomis, atau yang merupakan penciri dari aksesori yang bersangkutan. Evaluasi pendahuluan lebih ditekankan untuk sifat-sifat kuantitatif yang umumnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan dikendalikan oleh banyak gen (Chapman 1989; Riley *et al.* 1996). Seperti pada karakterisasi, kegiatan evaluasi pendahuluan sumber daya genetik dilakukan pada kondisi lingkungan agronomi dan proteksi yang optimal, sehingga tanaman tumbuh tanpa kendala. Data yang dikumpulkan pada kegiatan karakterisasi dan evaluasi pendahuluan meliputi: data tempat dan data tanaman, mengacu pada daftar deskriptor karakterisasi dan evaluasi untuk masing-masing komoditas. Karakterisasi dan evaluasi pendahuluan sumber daya genetik kacang tanah dilakukan terhadap sifat kualitatif dan kuantitatif untuk tipe tumbuh dan karakter daun, karakter bunga dan polong, serta karakter biji.

Hasil karakterisasi 284 koleksi plasma nutfah kacang tanah yang ada di Balitkabi sebagian besar tergolong tipe Spanish dengan jumlah biji dua per polong, warna ginofor ungu, warna biji rose, ukuran polong sedang, guratan pada polong nyata, berpelatuk/ paruh, dan agak berpinggang (Tabel 2). Tinggi tanaman berkisar antara 22–56 cm, mulai berbunga umur 26 hari dan mulai dipanen pada umur 90 hingga 110 hari. Terdapat keragaman ukuran daun baik panjang maupun lebar daun. Perbandingan panjang dan lebar daun ini menentukan bentuk daun, dimana untuk spanish bentuk daun umumnya lebih mendekati bulat-oval, sedangkan pada tipe valensia umumnya lebih lancip. Polong dan biji juga memiliki keragaman yang cukup antaraksesori yang ditunjukkan dengan bobot 100 polong, bobot 100 biji, diameter biji, serta panjang biji (Tabel 3). Sebagian besar aksesori memiliki ukuran polong sedang dengan biji berukuran kecil, yakni di bawah 40 g/100 biji, sedang-



kan yang tergolong jenis jumbo hanya sekitar 3% dari koleksi yang ada (Trustinah *et al.* 2004).

Karakterisasi secara morfologis memperlihatkan bahwa koleksi aksesori plasma nutfah kacang tanah di Balitkabi memiliki keragaman dan kemiripan untuk sifat kualitatif maupun kuantitatif sehingga diperlukan pengelompokan aksesori berdasarkan karakter tertentu. Pengelompokan plasma nutfah sesuai dengan ciri dan keunggulannya memiliki arti penting, terutama dalam memberikan umpan ke depan melalui penyediaan sumber gen berguna bagi pemulia tanaman. Oleh karenanya diperlukan suatu cara untuk mengelompokkan sekumpulan aksesori berdasarkan beberapa karakter sekaligus. Teknik peubah ganda (*multivariate*) merupakan salah satu cara yang biasa digunakan untuk mengelompokkan suatu koleksi atau sekumpulan individu. Keragaman karakter kuantitatif dan kualitatif plasma nutfah kacang tanah lokal dan introduksi serta ciri pembedanya dikaji dengan menggunakan analisis peubah ganda.

Tabel 3. Statistik beberapa sifat kuantitatif 284 plasma nutfah kacang tanah.

Sifat yang diamati	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Tinggi tanaman (cm)	22	56	33,4
Umur berbunga (hari)	26	32	30
Umur panen (hari)	90	110	95
Panjang daun (cm)	3	7	5,04
Lebar daun (cm)	1,4	3,6	2,5
Panjang/lebar daun	1,4	2,9	2,08
Diameter biji	0,4	1,06	0,85
Panjang biji	0,9	2,22	1,41
Bobot 100 polong (g)	59,7	182,8	107,5
Bobot 100 biji (g)	15,8	65,1	41,2

Sumber: Trustinah *et al.* (2004).

Varietas lokal kacang tanah sebagian besar dikoleksi dari Jawa, Bali, NTB, dan NTT. Dari 148 aksesori varietas lokal, 94,6% di antaranya tergolong ke dalam tipe Spanish (2-1 atau 2-1-3 biji/polong), dan sisanya adalah tipe Valencia (3-2-4-1 atau 3-4-2-1 biji/polong). Angka pertama menunjukkan frekuensi jumlah biji per polong terbesar. Sebagian besar (93,3%) memiliki warna dasar kulit ari biji rose/merah muda, berwarna merah (2,4%), dan sisanya berwarna putih kemerahan (*light tan*) dan merah muda/tua (*dark tan*). Polong kacang tanah varietas lokal sebagian besar berparuh, berpinggang dengan guratan polong yang agak kasar. Karakteristik polong dan biji kacang tanah demikian telah diterima industri. Pengelompokan berdasarkan polong dan biji dengan menggunakan kriteria Rao dan Murty (1994) menunjukkan sebanyak 40% aksesori memiliki ukuran polong besar dan 60% berukuran sedang. Berdasarkan ukuran biji, aksesori yang memiliki ukuran biji kecil dan sedang, proporsinya sama yakni 50%. Hal tersebut memberikan indikasi bahwa pada kelompok aksesori yang memiliki ukuran polong besar tidak selalu diikuti dengan biji yang berukuran sedang (Trustinah *et al.* 2006). Dengan menggunakan skala 1–9 mengacu pada Subrahmanyam *et al.* (1995), seluruh aksesori plasma nutfah kacang tanah lokal tidak ada yang tergolong tahan terhadap penyakit karat maupun bercak daun.

Dengan menggunakan peubah ganda, karakteristik aksesi plasma nutfah kacang tanah varietas lokal untuk 17 karakter, 148 aksesi kacang tanah varietas lokal terbagi ke dalam tiga kelompok dan ukuran polong sebagai pembeda kelompok (Tabel 4). Kelompok I dan II tergolong tipe Spanish, dan di antara keduanya memiliki banyak kemiripan untuk tinggi tanaman dan hasil. Perbedaan kedua kelompok lebih terlihat pada ukuran polong dan ukuran biji. Kelompok III memiliki guratan/retikulasi polong yang kasar, polong besar, tanaman tinggi, hasil tinggi, dan merupakan kelompok Valencia. Analisis ragam dari ketiga kelompok menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antarkelompok dalam hal bentuk daun, yang diwakili oleh panjang/lebar daun. Semua kelompok mempunyai bentuk daun agak bulat atau agak lancip. Begitu pula untuk responnya terhadap penyakit karat maupun bercak daun, kelompok tersebut bersifat tidak tahan.

Tabel 4. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah lokal.

Kelompok	Jumlah aksesi	Ciri morfologi
I	68	retikulasi polong agak kasar, polong pendek, ukuran polong dan biji kecil
II	72	retikulasi polong kasar, ukuran polong dan ukuran biji yang tergolong besar
III	8	retikulasi polong kasar, polong besar

Sumber: Trustinah *et al.* (2006).

Tabel 5. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah introduksi.

Kelompok	Jumlah aksesi	Ciri morfologi
I	3	polong berpinggang, daun lebar, tumbuh lebih tinggi, berpung banyak, hasil tinggi, dan lebih tahan penyakit karat dan bercak daun
II	21	berpinggang, memiliki polong dan biji besar, jumlah polong banyak, hasil tinggi, dan tahan penyakit karat dan bercak daun
III	31	polong berpinggang, daun kecil, pendek, polong dan biji kecil dan hasil rendah, tetapi rentan penyakit karat dan bercak daun
IV	18	polong tidak berpinggang, bergurat, polong dan biji besar, hasil tinggi dan rentan penyakit karat dan bercak daun.

Sumber: Kasno *et al.* (2006).

Dari 73 aksesi plasma nutfah kacang tanah introduksi dari mancanegara yang sebagian besar berasal dari ICRISAT India, terdapat keragaman untuk 19 karakter yang diamati, dan terbagi ke dalam empat kelompok (Tabel 5). Kelompok I dan II merupakan kelompok aksesi terbaik, memiliki ragam hasil polong yang tinggi dan tahan penyakit daun (24 aksesi) sehingga sangat menunjang upaya perbaikan kacang tanah varietas lokal.

## Evaluasi Lanjutan

Evaluasi lanjutan merupakan kegiatan dalam rangka mengidentifikasi sifat-sifat penting yang lebih spesifik, meliputi respon aksesi terhadap perlakuan agronomi, cekaman biotik maupun abiotik, karakter kualitas, dan karakterisasi molekuler. Lingkungan dan metode yang digunakan juga spesifik sesuai dengan tujuan evaluasi. Evaluasi dilakukan bersama antara pemulia, kurator, dan pakar pada masing-masing bidang keahlian.

Produktivitas kacang tanah dibatasi oleh sejumlah kendala biotik dan abiotik, oleh karenanya koleksi yang ada perlu dievaluasi untuk mengatasi masalah yang ada. Karakterisasi dan evaluasi lanjutan pada plasma nutfah kacang tanah ditujukan antara lain untuk umur genjah (85 hst), tahan penyakit layu, karat, *Aspergillus flavus*, toleran terhadap kekeringan, kemasaman lahan, dan salinitas, serta kandungan lemak dan asam lemak.

#### **a. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap kekeringan**

Pertanaman kacang tanah di Jawa sebagian besar (70%) ditanam pada lahan kering jenis tanah Alfisol dan Latosol, dan 30% ditanam di lahan sawah dengan jenis tanah umumnya Aluvial dan Regosol pada musim kemarau. Konsekuensi budidaya kacang tanah pada musim kemarau adalah cekaman kekeringan akibat air yang terbatas.

Evaluasi 225 aksesori terhadap cekaman kekeringan pada stadia kecambah menggunakan larutan PEG 6000, dan dilanjutkan dengan evaluasi lapang untuk cekaman kekeringan pada stadia reproduktif. Cekaman osmotikum dari larutan PEG 6000 dengan potensial  $-0,3$  MPA atau 3 bar berkisar antara 0,36–0,61 atau tergolong sedang hingga agak berat. Pada kondisi tercekam, akar menjadi lebih pendek, jumlah akar lateral sedikit sehingga bobot kering akar menjadi lebih rendah, hipokotil dan epikotil lebih pendek, dan jumlah daun lebih sedikit. Pada pengujian di lapang, cekaman kekeringan menyebabkan tanaman tumbuh lebih pendek, jumlah daun dan jumlah polong isi lebih sedikit, jumlah polong hampa lebih banyak, ukuran biji lebih kecil, intensitas serangan penyakit karat tinggi, serta bobot polong dan rendemen lebih rendah. Terdapat indikasi kuat bahwa kacang tanah tipe Valencia secara alamiah memiliki toleransi terhadap cekaman/kekeringan lebih baik dari kacang tanah tipe Spanish. Aksesori kacang tanah tipe Valencia: MLG 7726, Badak, Zebra, Sima, dan Singa (ICG 1697), dan tipe Spanish MLG 7622 (PI 407454), Jerapah dan Bison teridentifikasi toleran cekaman/kekeringan (Kasno dan Trustinah 2009). Beberapa aksesori lain: ICGV 86024, ICGV 86124, juga dilaporkan toleran terhadap kekeringan (Ntare *et al.* 2003).

#### **b. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap cekaman kemasaman**

Di luar Jawa, terutama di Sumatera, kacang tanah ditanam di lahan kering masam Ultisol yang umumnya memiliki pH rendah ( $<5,5$ ), yang berkaitan dengan kadar Al tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan basa dapat di tukar dan KTK rendah, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni, peka erosi, dan miskin elemen biotik. Evaluasi 225 aksesori terhadap cekaman kemasaman dilakukan pada stadia kecambah. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan tiga lingkungan: L1 (0 ppm Al, pH netral), L2 (0 ppm Al, pH 4), dan L3 (60 ppm Al, pH 4), dan dilakukan pewarnaan akar dengan menggunakan hematoksilin. Penelitian lapang dilakukan pada lahan masam Jasinga (Bogor) dengan kandungan Al tinggi (kejenuhan Al 91,5%) menggunakan dua lingkungan yaitu lingkungan masam dan lingkungan masam dengan penambahan kapur. Aksesori MLGA 0297 (ICG 1697), MLGA 0112 (PI 381622), MLGA 0301, MLGA 0292 (ICGV 87358), MLGA 0190, MLGA 0004, MLGA 0001, dan MLGA 306 (ICG 1703) teridentifikasi toleran terhadap kemasaman lahan dengan kejenuhan Al tinggi (Trustinah *et al.* 2009).

#### **c. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah terhadap penyakit layu bakteri *Ralstonia solanacearum***

Penyakit layu bakteri disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas (Ralstonia solanacearum)* merupakan penyakit utama. Penyakit ini sangat berbahaya bahkan dapat mengakibatkan

kegagalan panen. Kerugian yang ditimbulkan oleh penyakit ini adalah penurunan hasil sebagai akibat menurunnya jumlah tanaman dipanen, dan penurunan kualitas biji apabila tanaman mampu bertahan hidup hingga panen. Kehilangan hasil akibat penyakit layu bakteri bervariasi tergantung ketahanan setiap varietas. Pada varietas yang sangat rentan, kehilangan hasil dapat mencapai 100%.

Evaluasi 150 aksesori dilakukan di rumah kaca dan lapang dengan menggunakan varietas Chico sebagai cek rentan. Varietas Gajah, Banteng, Tapir, Kidang, Tupai, Domba, Mahesa, Panter, Kancil, Anoa, dan Tuban tahan terhadap penyakit layu (Rahayu *dalam* Trustinah *et al.* 2009). Pengujian ketahanan 150 aksesori kacang tanah introduksi terhadap penyakit layu di daerah endemik layu di Tayu (Pati) dengan populasi bakteri *R. Solanacearum* yang tinggi  $2,6 \times 10^6$  cfu/g mendapatkan 23 aksesori yang tergolong tahan dengan persentase tanaman layu di bawah 15%, sedangkan aksesori peka mencapai lebih dari 90% (Rahayu dan Nugrahaeni *dalam* Kasno *et al.* 2014).

#### **d. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit karat**

Penyakit Karat merupakan penyakit penting pada kacang tanah yang disebabkan oleh cendawan *Puccinia arachidis* dan dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 57%. Pada umumnya gejala terdapat pada permukaan daun bawah yang berupa pustul berwarna coklat seperti karat besi.

Evaluasi 115 aksesori terhadap penyakit karat dilakukan di lapang dan di rumah kaca. Terdapat korelasi yang erat dan positif antara intensitas serangan pada pengujian di lapang dan di rumah kaca ( $r=0,35^{**}$ ). Aksesori yang terindikasi tahan pada pengujian di lapang juga berpeluang tahan pada pengujian di rumah kaca. Terdapat 6 aksesori yang tergolong tahan dengan intensitas serangan di bawah 10%, yakni MLGA 0292, MLGA 0300, MLGA 0337, MLGA 0338, dan MLGA 0340 (Sumartini dan Trustinah 2010). Beberapa aksesori dari ICRISAT juga dilaporkan tahan terhadap penyakit karat, di antaranya ICGV 94361, ICG 10933, ICG 10963, ICG 10014, dan ICG 10918 (Upadhyaya *et al.* 2001; Ntare *et al.* 2003).

Penyakit daun lainnya adalah bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Cercospora spp.* Beberapa aksesori dilaporkan tahan terhadap penyakit bercak daun awal yakni ICGV 91225, ICGV 92099, ICGV 92087 (Ntare *et al.* 2003), dan tahan terhadap penyakit bercak daun akhir ICG 7756, ICG 8298, ICGV 88274, ICGV 92080 (Ntare *et al.* 2003).

#### **e. Karakterisasi plasma nutfah kacang tanah umur genjah**

Sebanyak 187 aksesori dievaluasi umur masakannya mulai umur 80, 85, 90, 95, dan 100 hari. Pada umur 80 hari, rata-rata polong muda sebanyak 61,5% yang dicirikan dengan kulit polong bagian dalam berwarna putih, 22% polong sudah agak tua, dan 16,5% polong telah menunjukkan kategori tua. Dengan menggunakan kriteria persentase jumlah polong yang menunjukkan bintik-bintik coklat hingga hitam pada kulit polong bagian dalam, teridentifikasi delapan genotipe tergolong berumur antara 80–85 hari dengan polong agak tua hingga polong tua di atas 75%. Kedelapan genotipe tersebut adalah MLGA 0042, MLGA 0237, MLGA 0238, MLGA 0243, MLGA 0487, MLGA 0516, MLGA 0536, dan MLGA 0572. Termasuk di dalamnya varietas Chico (MLG 0487) yang merupakan pembanding varietas umur genjah. Sebagian besar genotipe (171 genotipe) berumur antara 90–100 hari dengan persentase polong masak di atas 75%. Terdapat 8 genotipe yang pada umur 100 hari persentase polong masak di bawah 75%. Kedelapan

genotipe tersebut adalah MLGA 0181, MLGA 0540, MLGA 0066, MLGA 0283, MLGA 0455, MLGA 0264, MLGA 0356, MLGA 0357. Termasuk dalam kelompok umur ini di antaranya varietas Kelinci (MLGA 0181) yang tergolong kacang tanah tipe Valencia (Trustinah 2011).

Upadhyaya *et al.* (2006c) melaporkan keragaman sebanyak 21 asal lokal (*landraces*) kacang tanah yang memiliki umur segenjah Chico, namun memiliki hasil lebih tinggi serta memiliki polong dan biji lebih baik.

#### **f. Karakterisasi untuk kandungan lemak dan asam lemak pada plasma nutfah kacang tanah**

Sebagian besar lemak pada kacang tanah mengandung asam lemak tak jenuh terutama oleat dan linoleat yang sangat penting bagi kesehatan, karena dapat menurunkan kadar LDL-kolesterol dalam darah sehingga dapat mengurangi resiko penyakit jantung, dan dapat meningkatkan produksi insulin sehingga sangat bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus (Vassiliou *et al.* 2009; O'Byrne *et al.* 1997 dalam Singkham *et al.* 2010). Selain itu, kandungan asam lemak tersebut juga berpengaruh terhadap stabilitas oksidasi biji. Biji kacang tanah dengan perbandingan oleat/linoleat (O/L rasio) yang tinggi akan memiliki stabilitas biji yang lebih lama sehingga ketengikan tidak cepat terjadi (Braddock *et al.* 1995).

Karakterisasi kandungan asam lemak kacang tanah dilakukan dengan menggunakan Gas Chromatography. Dari 50 aksesi yang dikarakterisasi untuk kadar lemak total, nilainya berkisar antara 36,4–46,5%. Aksesi MLGA 0389 memiliki kandungan lemak terendah yakni 36,40%, sedangkan MLGA 0474 memiliki kandungan lemak tertinggi 46,51%. Selain itu, aksesi kacang tanah yang dievaluasi juga memiliki kandungan asam lemak yang beragam. Asam oleat dan asam linoleat menempati komposisi tertinggi (70,8–85,4%) dari lemak total. Kandungan rata-rata asam oleat, linoleat, palmitat, behenat, dan arachidat masing-masing 37,7%, 41,2%, 12,5%, 3,6%, dan 3,0% dari total asam lemak. Kandungan asam oleat tertinggi pada MLGA 0261 (49,3%) dan asam linoleat tertinggi (48,9%) pada MLGA 0077. Perbandingan Oleat/Linoleat (O/L Rasio) tergolong rendah berkisar antara 0,66–1,38. Asam oleat memiliki korelasi negatif dengan asam linoleat ( $-0,59^{**}$ ), asam palmitat ( $-0,49^{**}$ ), dan asam behenat ( $-0,45^{**}$ ) (Trustinah dan Kasno 2012). Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan asam oleat akan diikuti dengan penurunan kandungan asam linoleat, asam palmitat, dan asam behenat. Berdasarkan kandungan asam oleat, linoleat, palmitat, arakhidat, dan behenat terdapat tiga kelompok kacang tanah, yaitu kelompok I (19 genotipe) memiliki asam palmitat, linoleat, dan behenat di atas rata-rata, kelompok II (25 genotipe) mengandung asam oleat dan arakhidat di atas rata-rata, dan kelompok III (1 genotipe) dengan kandungan asam oleat tinggi asam lemak lainnya rendah. Varietas Gajah, Tapir, Turangga, Sima, Singa, Zebra, Panther, Tuban, dan Talam-1 termasuk dalam kelompok I, sedangkan varietas Badak, Landak, Jerapah dan Kancil masuk dalam kelompok II, dan MLGA 0261 termasuk kelompok III.

Dwivedi *et al.* (2000) mendapatkan kandungan asam oleat pada 10 genotipe yang berasal dari subsp. *fastigiata* dan subsp. *hypogaea* berkisar antara 37,33–57,04%, dengan O/L Rasio antara 0,94–2,51. Wang *et al.* (2009) melaporkan kandungan asam oleat pada var. *hypogaea* lebih tinggi dibandingkan var. *hirsuta* (491 vs. 377 g/kg), var. *vulgaris* lebih tinggi dari var. *aequatoriana* (437 vs. 402 g/kg). Dari 112 genotipe yang merupakan sebagian kecil koleksi (*mini core*) dari 7432 koleksi plasma nutfah kacang tanah di Amerika

Serikat (Dean *et al.* 2009) mempunyai O/L rasio antara 1,07–3,47%. SunOleic-97R dan Georgia-02C merupakan varietas kacang tanah dengan kandungan asam oleat tinggi, masing-masing 84,4% dan 79,5% dengan O/L Rasio 23,3 dan 25,2. Kedua varietas tersebut telah digunakan dalam studi pewarisan kacang tanah untuk asam oleat tinggi (Singhkam *et al.* 2010).

### **g. Evaluasi terhadap jamur *Aspergillus flavus***

*Aspergillus flavus* adalah jamur penghasil aflatoksin. Kontaminasi aflatoksin terjadi bila terdapat interaksi antara kacang tanah varietas peka, jamur *Aspergillus flavus* yang bersifat toksik dan lingkungan kondusif bagi jamur untuk memproduksi aflatoksin. Dengan demikian, penggunaan varietas kacang tanah tahan *A. flavus* merupakan salah satu cara untuk mencegah kontaminasi aflatoksin.

Upadhyaya *et al.* (2001) melaporkan bahwa aksesori kacang tanah ICGV 91278, ICGV 91283, ICGV 91284 merupakan aksesori yang tergolong tahan terhadap infeksi jamur *Aspergillus flavus*. Aksesori ICGV 91283 telah digunakan dalam pembentukan varietas kacang tanah di Balitkabi, sehingga diperoleh varietas Talam 1 (Kasno *et al.* 2011). Genotipe kacang tanah lainnya yang tergolong agak tahan *A. flavus* adalah ICGV 91234, ICGV 90129, ICGV 91015; ICGV 94095, ICGV 87935 (Trustinah *et al.*, 2004). Sedangkan aksesori yang toleran terhadap kontaminasi aflatoksin adalah ICGV 88274, ICGV 89063, ICGV 89112 (Ntare *et al.* 2003).

### **h. Toleransi terhadap salinitas**

Salinitas di masa mendatang menjadi masalah serius dalam produksi tanaman pangan khususnya pada daerah-daerah yang terletak di dekat pantai. Hal ini disebabkan intrusi air laut akibat bencana alam seperti tsunami, rob akibat pengaruh pasang surut air laut, dan pencemaran limbah industri. Dampak salinitas pada lahan berkeandungan garam tinggi akan semakin parah bila terjadi pada musim kemarau. Salinitas tinggi ditandai dengan kandungan garam yang tinggi pada tanah atau lahan pertanian sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman. Semakin tinggi konsentrasi garam-garam ini pada larutan tanah, semakin tinggi pula daya hantar listrik (DHL) larutan tanah. Tanah dengan daya hantar listrik >4 dS/m tergolong tanah salin.

Pengaruh salinitas menyebabkan tanaman mengalami nekrosis dan klorosis serta penurunan bahan kering dan hasil. Beberapa aksesori yang dilaporkan toleran terhadap salinitas di antaranya ICGV 97257, ICGV 87119, ICG 7355, ICGV 92243, ICGV 87187, ICG 3027, ICGV 86155, ICG 76, ICG 5195, ICGV 00309, ICG 6892, ICGV 93382, ICGV 97254, dan ICG 11651 (Srivastara 2006).

## **Rejuvinasi**

Rejuvinasi bertujuan untuk memperbanyak benih materi koleksi agar daya tumbuh dan vigor tumbuh tetap tinggi untuk keperluan penyimpanan, penelitian, analisis kandungan kimia, uji 'screening' terhadap berbagai hama, penyakit, atau lingkungan sub-optimal, atau penyediaan benih untuk dipertukarkan. Kegiatan tersebut merupakan proses yang sangat penting karena menyangkut resiko terhadap integritas genetik akibat tekanan seleksi, silang dan campuran mekanik, dan beberapa faktor lain. Oleh karenanya, dalam rejuvinasi perlu dipertahankan komposisi genetik materi koleksi agar tidak mengalami perubahan komposisi genetik. Pekerjaan ini menuntut ketelitian agar tidak terjadi percami-

puran dan pertukaran kode nomor koleksi. Di dalam pembaharuan benih, pengenalan identitas aksesori dilakukan menggunakan penciri berupa karakter kualitatif. Sedangkan nilai tengah dan ragam digunakan sebagai penilai penciri karakter kuantitatif.

Beberapa langkah yang diperlukan dalam pemeliharaan sumber daya genetik kacang tanah menurut Upadhyaya *et al.* (2006), adalah: (i) kacang tanah ditanam pada tanah ringan berdrainase, (ii) minimum 160 tanaman hidup untuk mempertahankan integritas genetik, (iii) verifikasi identitas aksesori pada setiap periode tumbuh untuk membuang tanaman yang off type atau terserang penyakit, (iv) panen pada kemasakan yang optimum untuk mendapatkan biji yang sehat, (v) hindari penjemuran polong segar dari paparan sinar matahari yang sangat terik (suhu  $>40^{\circ}\text{C}$ ) untuk mempertahankan viabilitas benih di dalam penyimpanan, (vi) hindari kerusakan selama sortasi dan pengupasan polong, (vii) simpan benih sesuai dengan kadar air yang telah diperlukan, dan (viii) monitoring stok biji, daya tumbuh secara teratur untuk keperluan regenerasi.

Rejuvenasi dilakukan berdasarkan kemampuan ruang simpan untuk mempertahankan daya tumbuh dan vigor benih. Pada kacang tanah, untuk mendapatkan jumlah biji yang ideal untuk penyimpanan tidaklah mudah karena tingkat multiplikatifnya hanya sekitar 10 kali, dan volumenya yang cukup besar dibandingkan biji kedelai atau kacang hijau. Oleh karenanya rejuvenasi dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan ketersediaan lahan, ruang simpan, dan diprioritaskan untuk aksesori yang jumlahnya sedikit dan daya tumbuhnya sudah menurun. Pembaharuan benih bahan koleksi perlu dilakukan secara teratur dari waktu ke waktu bila daya tumbuhnya sudah turun di bawah 65%. Peremajaan dengan menanam kembali di lapang pada lingkungan budidaya yang optimal sehingga diperoleh kualitas dan vigor biji yang optimal, dan tidak dilakukan seleksi (Upadhyaya *at al.* 2008). Regenerasi aksesori dalam koleksi dasar harus memperoleh prioritas di atas aksesori dalam koleksi aktif.

Pemantauan viabilitas benih dilakukan secara berkala, dengan interval pemantauan tergantung pada spesies, viabilitas benih pada awal penyimpanan atau dalam tes sebelumnya, dan kondisi penyimpanan. Pemantauan dilakukan dengan uji perkecambahan pada ukuran sampel tetap dengan terlebih dahulu mengidentifikasi dan menyiapkan daftar aksesori yang membutuhkan pengujian kelayakan secara bulanan, dengan menggunakan sistem dokumentasi bank gen.

Keluarkan botol aksesori yang akan direjuvenasi dari ruang penyimpanan utama ke ruang antara agar suhu tidak turun secara drastis, dan diamkan semalam pada suhu kamar sebelum benih dikeluarkan dari botol. Buka botol dan ambil sampel benih yang dibutuhkan untuk pengujian dan tutup kembali. Selanjutnya benih ditanam di lapang pada kondisi lingkungan yang optimal sehingga tanaman terhindar dari cekaman biotik maupun abiotik. Rejuvenasi sebaiknya tidak dilakukan pada musim hujan dikarenakan proses pengeringan polong dapat terhambat yang dapat mengakibatkan kualitas polong dan biji kacang tanah menjadi kurang optimal. Benih yang dihasilkan di lapangan harus cepat diproses, dikemas dalam wadah yang sesuai dan disimpan sesegera mungkin.

## Konservasi

Konservasi atau pelestarian sumber daya genetik pada hakekatnya adalah mempertahankan daya hidup spesies/varietas tanpa mengubah identitasnya selama mungkin. Dengan demikian sumber gen yang terkandung di dalam koleksi plasma nutfah akan dapat digunakan sewaktu-waktu bila diperlukan dalam program pemuliaan berkelanjutan.

Menjaga identitas genetik, yang merupakan prioritas utama seorang kurator bank gen, dapat dicapai dengan menyimpan benih asli (atau dari perbanyakkan awal) sebagai koleksi dasar (*base collection*) dalam kondisi jangka panjang dalam jumlah yang cukup. Jika bank gen memiliki fungsi distribusi, maka dilakukan sistem penyimpanan dua langkah untuk menghindari regenerasi diulang, dan memelihara koleksi aktif (*active collection*) sampel dalam kondisi jangka menengah. Dalam sistem ini, dua sampel benih terpisah dipertahankan satu untuk koleksi dasar dan yang lainnya untuk distribusi yang disimpan pada koleksi aktif atau koleksi kerja (*working collection*). Permintaan benih dipenuhi dengan mendistribusikan sampel penyimpanan jangka menengah sampai benih akan segera habis atau viabilitas benih mulai menurun. Kemudian sebagian benih dari penyimpanan jangka panjang diambil untuk diperbanyak dan disimpan dalam penyimpanan jangka menengah untuk distribusi lebih lanjut. Siklus ini diulang sampai biji dalam penyimpanan jangka panjang akan segera habis atau viabilitas benih telah menurun. Selanjutnya benih dalam jangka panjang digunakan untuk regenerasi, dan benih segar yang dihasilkan digunakan baik untuk mengisi stok benih pada penyimpanan jangka menengah dan penyimpanan dalam jangka panjang.

Untuk sumber daya genetik yang memiliki biji ortodok seperti kacang tanah, pengelolaan bahan genetik dilakukan dengan sistem dua langkah, yakni menyimpan benih di ruang dingin dengan memperhatikan ukuran contoh benih minimal dan dilakukan pemantauan viabilitas benih secara periodik. Pemantauan meliputi kualitas (daya tumbuh) dan kuantitas dari setiap aksesori yang disimpan untuk menentukan kapan rejuvenasi dan perbanyakkan diperlukan. Interval pemantauan tergantung spesies tanaman, kondisi penyimpanan (kadar air biji dan suhu) serta daya tumbuh biji saat disimpan. Pengujian secara berkala sangat penting untuk kelangsungan operasi dari bank gen karena memungkinkan mengontrol erosi genetik selama penyimpanan.

### Penyimpanan Jangka Panjang

Penyimpanan jangka panjang (>10 tahun) menggunakan *cold storage* bersuhu  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , terutama untuk "koleksi dasar" (*base collection*). Benih pada koleksi dasar hanya digunakan untuk rejuvenasi/regenerasi dan tidak digunakan untuk kegiatan distribusi. Untuk aksesori yang homogen seperti kacang tanah, ukuran aksesori yang harus disimpan sebaiknya 3000–5000 biji. Daya tumbuh benih yang akan disimpan minimum 85%, disimpan dalam kantong aluminium foil standar yang divakum, dengan kadar air biji 3–7% (Maggioni *et al.* 2003; Rao *et al.* 2006; Upadhyaya *et al.* 2008). Untuk benih-benih yang disimpan pada suhu di bawah  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  harus memiliki kadar air dalam keseimbangan dengan kelembaban nisbi ruang 70% atau lebih rendah. Dengan demikian kadar air bebas di dalam jaringan tidak membentuk kristal-kristal es selama penyimpanan jangka panjang di ruang bersuhu di bawah titik beku.

Menurut Upadhyaya *et al.* (2008), untuk koleksi dasar yang memiliki daya tumbuh saat awal penyimpanan di atas 95%, daya tumbuh benih dapat dimonitor setiap 10 tahun, sedangkan untuk daya tumbuh 85–95% dimonitor setiap 8 tahun, dan daya tumbuh di bawah 85% dimonitor setiap 5 tahun. FAO/IPGRI Genebank Standards merekomendasikan pemantauan pertama dapat dilakukan setelah 10 tahun biji disimpan pada koleksi dasar pada suhu penyimpanan ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) dengan daya tumbuh awal (>90%). Sastry *et al.* (2003) mengevaluasi 990 aksesori kacang tanah yang telah disimpan selama 10 tahun pada suhu  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kadar air biji 4%, dan viabilitas awal rata-rata 98,2%. Setelah disimpan 10



tahun, viabilitas rata-rata menjadi 96,5% dan beragam antarvarietas. Aksesori-aksesori pada varietas *hypogaea* dan *fastigiata* lebih stabil selama penyimpanan dibandingkan pada varietas *peruwiana* dan *vulgaris* yang membutuhkan regenerasi lebih cepat pada penyimpanan sebagai koleksi dasar.

### Penyimpanan Jangka Menengah

Koleksi yang sering diakses merupakan koleksi aktif (*active collection*) dan disimpan atau dipertahankan pada penyimpanan jangka menengah pada suhu 4 °C dan kelembaban 20–30%. Daya tumbuh benih yang akan disimpan minimum 80%, dengan ukuran aksesori tergantung pada permintaan aksesori. Untuk aksesori yang sering diminta dapat disimpan dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang lain. Pada kacang tanah biasanya sebanyak 1,5 kg polong. Pada kondisi penyimpanan yang baik, koleksi aktif kacang tanah dengan viabilitas di atas 95% dapat dipantau setiap 8 tahun, aksesori dengan viabilitas antara 85–95% dipantau setiap 5 tahun dan aksesori yang viabilitasnya di bawah 85% dipantau setiap 3 tahun (Upadhyaya *et al.* 2008). Pada kondisi penyimpanan yang kurang baik seperti suhu yang berfluktuasi akibat listrik padam, maka diperlukan interval peman-tauan yang lebih pendek lagi.

Untuk biji-biji yang daya simpannya tidak lama, termasuk biji-biji yang berminyak (*oily seed*), pemantauan dapat dilakukan setiap lima tahun. Daya simpan biji tergantung kualitas biji, kadar air, dan suhu selama penyimpanan. Penyimpanan jangka menengah ( $\pm 5$  tahun) menggunakan ruang pendingin (*cold storage*) bersuhu  $\pm 4$  °C, terutama untuk koleksi aktif yang ditujukan untuk perbanyak dan memenuhi permintaan. Biji disimpan dalam botol atau wadah plastik tertutup dengan kelembaban relatif 30% dan kadar air biji 7–10%. Penyimpanan plasma nutfah kacang tanah dalam bentuk polong untuk jangka menengah (4 °C dan kelembaban relatif 30%) juga dilakukan di ICRISAT (Rao *et al.* 2002; Upadhyaya *et al.* 2008). Penyimpanan dalam bentuk polong memiliki waktu simpan yang lebih panjang, namun memerlukan biaya yang sangat besar dikarenakan memerlukan volume ruang simpan yang besar, sehingga penyimpanan dalam bentuk biji lebih efisien (Rao dan Sastry 2002).

Untuk penyimpanan benih jangka panjang, Balitkabi memiliki 1 unit *cold storage* dengan volume 8 m<sup>3</sup>, suhu dapat diatur hingga –10 °C dan kelembaban maksimal 70%. Sedangkan untuk penyimpanan benih jangka menengah tersedia 2 unit chiller, suhunya dapat diatur hingga 5 °C dan kelembaban hingga 25%. Seluruh koleksi plasma nutfah kacang tanah disimpan di ruang penyimpanan tersebut menggunakan wadah toples, botol gelas tertutup rapat, atau amplop benih terbuat dari aluminium yang diisi benih dalam keadaan hampa udara. Pada kondisi saat ini, viabilitas benih yang tinggi hanya dapat dipertahankan antara 2–5 tahun, karena benih kacang tanah relatif lebih cepat merosot viabilitasnya dibandingkan kacang hijau.

### Penyimpanan Jangka Pendek

Penyimpanan jangka pendek dipertahankan pada suhu 18–20 °C dan kelembaban relatif 30–40%. Ruang ini juga digunakan untuk pengeringan dan pengolahan benih sebelum dipindahkan ke tempat penyimpanan jangka menengah. Ruang ini juga digunakan untuk penyimpanan jangka pendek koleksi kerja dan benih varietas populer. Koleksi kerja disimpan dalam wadah plastik berkapasitas sekitar 2 kg.

Di Balitkabi tersedia pula ruang ber-AC yang dilengkapi dengan pengatur kelembaban udara. Ruang ini digunakan untuk menyimpan separuh benih hasil peremajaan sebelum dipindah ke ruang penyimpanan jangka menengah dan digunakan untuk penelitian, pertukaran dan lain-lain. Benih-benih hasil perbanyak yang baru dikoleksi dan belum diidentifikasi juga disimpan di ruang ini.

## **Dokumentasi**

Dokumentasi adalah kodifikasi mengenai jatidiri (identitas) suatu aksesori dalam plasma nutfah. Dokumentasi sangat penting dalam pengelolaan sumber daya genetik sehingga pemanfaatannya menjadi efisien dan efektif. Koleksi sumber daya genetik baru disertai dengan upaya pengenalan varietas yang bersangkutan (karakterisasi) merupakan langkah pertama dalam pengelolaan plasma nutfah. Informasi yang diperoleh melalui pengamatan karakter kualitatif dan kuantitatif didokumentasi dan diterbitkan dalam bentuk katalog plasma nutfah. Dokumentasi hasil kegiatan karakterisasi/identifikasi perlu dilakukan karena perencanaan kegiatan memerlukan data awal, bertambahnya data hasil karakterisasi atau identifikasi plasma nutfah memberikan informasi baru yang perlu didokumentasikan, penelusuran sumber gen yang dibutuhkan dalam kegiatan pemuliaan, dan pertukaran informasi antarlembaga di dalam dan luar negeri akan lebih mudah dan cepat dengan adanya pangkalan data.

Data hasil kegiatan sumber daya genetik dimasukkan ke dalam program MS Excell, selanjutnya dimasukkan dalam program SIPNP (MS Access) dan dicetak dalam bentuk katalog. Informasi dalam katalog meliputi pasport data yang berisi deskripsi asal sumber daya genetik, data sifat kualitatif dan kuantitatif hasil kegiatan karakterisasi, dan data hasil evaluasi untuk cekaman biotik, abiotik dan mutu hasil.

## **PEMANFAATAN SUMBER DAYA GENETIK DALAM PEMBENTUKAN VARIETAS UNGGUL**

Plasma nutfah atau sumber daya genetik dalam pembentukan varietas unggul berfungsi sebagai cadangan varietas dan bahan perbaikan varietas. Pengelolaan sumber daya genetik dinilai berhasil apabila dapat menyediakan bahan yang dapat digunakan dalam pembentukan varietas unggul. Pemanfaatan sumber daya genetik dalam program perbaikan varietas dapat dilakukan dengan pemanfaatan secara langsung aksesori plasma nutfah elit baik yang berasal dari lokal maupun introduksi, pemurnian, atau melalui persilangan dengan menggunakan aksesori yang spesifik dan adaptif untuk suatu sifat tertentu.

Pada kacang tanah, beberapa varietas lokal telah dilepas sebagai varietas unggul karena memiliki keunggulan tertentu, seperti tahan layu, umur genjah, atau keunggulan spesifik lain. Pemuliaan untuk mendapatkan kacang tanah yang berdaya hasil tinggi dan tahan terhadap penyakit layu telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu dan diperoleh Schwarz 21 yang tahan penyakit layu dan seleksi dari keturunannya telah dihasilkan beberapa varietas kacang tanah seperti Gajah, Kidang, Macan, dan Banteng. Varietas-varietas tersebut dilepas pada tahun 1950. Varietas-varietas unggul lama tersebut biasanya telah beradaptasi cukup lama di suatu daerah sehingga masyarakat menyebutnya sebagai varietas lokal. Varietas Lokal Tuban, dievaluasi dan dilakukan seleksi masa, dan galur hasil seleksi dilepas sebagai varietas lokal Tuban. Beberapa varietas lokal lainnya adalah Jepara, Bima, Citayam, dan Krentil (Nugrahaeni *et al.* 2002; Prasetyono 2003; Kasno *et*

al. 2004). Melepas varietas lokal sebagai varietas unggul memiliki beberapa keuntungan antara lain: benih telah tersedia, karakter yang bernilai ekonomi telah diterima pengguna dan menjadi kebanggaan daerah yang melepas. Salah satu kelemahan kacang tanah varietas lokal adalah tidak tahan terhadap serangan penyakit daun terutama penyakit karat dan bercak daun.

Pembentukan varietas unggul baru (VUB) kacang tanah diutamakan dengan memperbaiki kekurangan varietas lokal. Alasannya adalah: varietas lokal telah lama dikenal petani dan benihnya tersedia, sehingga VUB yang dibentuk mudah diterima petani. Varietas Jerapah, Sima, Domba, Talam 1, HypoMa 1, HypoMa 2, Takar 1, Takar 2, Talam 2, dan Talam 3 adalah contoh VUB kacang tanah dengan menggunakan induk betina varietas lokal (Kasno *et al.* 2001a; Kasno *et al.* 2001b; Purnomo *et al.* 2004; Kasno *et al.* 2011). Kontribusi plasma nutfah kacang tanah dalam pembentukan varietas unggul langsung atau secara tidak langsung, disajikan pada Tabel 6–8.

Tabel 6. Pemanfaatan varietas lokal kacang tanah sebagai varietas unggul.

Nama Varietas	Tahun Dilepas	Keunggulan
Varietas swatcz 21	1937	Tahan layu
Gajah	1950	Tahan layu
Kidang	1950	Tahan layu
Macan	1950	Tahan layu
Banteng	1950	Tahan layu
Varietas lokal Jepara	1989	Umur genjah
Varietas lokal Bima	2001	Berbiji tiga
Varietas lokal Tuban	2003	Adaptif pada tanah alkalis
Varietas Garuda Biga (Lokal Citayam)	2003	Berbiji tiga
Varietas Garuda Dua (Krentil/Lokal Blitar)	2003	Tahan layu
Nama Varietas	Tahun didaftarkan di PVT	
Lokal Bogor (Bogor)	2005	
Tigo Ampek (Pasaman Barat)	2008	
Situraja DM1 (Sumedang)	2009	
Sandle (Sumba Timur)	2009	
Lemola (Maluku Barat Daya)	2011	

Tabel 7. Pemanfaatan varietas introduksi kacang tanah sebagai varietas unggul.

Nama Varietas	Tahun	Asal	Keunggulan
Kelinci	1987	Acc-12	Tahan layu, karat, bercak daun
Komodo	1991	Acc-3 (CES 103)	Cocok untuk lahan kering
Biawak	1991	Acc-23 (F334-33)	Agak tahan layu
Zebra	1992	MGS 9-2-5/NC 3033-4B-9	Responsif thd perbaikan lingkungan
Singa	1998	ICG 1697	Tahan karat, toleran kekeringan
Turangga	2001	ICGV 87358	Toleran kekeringan dan naungan
Kancil	2001	ICGV 86031	Tahan layu, toleran klorosis

Tabel 8. Pemanfaatan varietas lokal dan introduksi dalam pembentukan varietas unggul kacang tanah.

Nama Varietas	Tahun	Tetua Betina	Tetua jantan	Keunggulan
Rusa, Anoa	1983	Gajah	PI 350680	Tahan layu
Tapir, Pelanduk	1983	Kidang	Virginia Bunch Improved	Tahan layu
Tupai	1983	US 26	Kidang	Tahan layu
Mahesa	1991	PI 350680	Kidang	Tahan layu
Jerapah	1998	Lokal Majalengka	ICGV 86021	Toleran kekeringan dan adaptif lahan kering masam
Sima	2001	Lokal Majalengka	ICGV 87165	Toleran kekeringan dan adaptif lahan kering masam
Bison	2004	Kelinci	SHM2	Agak tahan penyakit karat, umur genjah
Domba	2004	Gajah	ICGV 259747	Agak tahan karat dan BD
Talam 1	2010	Jerapah	ICGV 91283	Adaptif lahan kering masam dan toleran <i>A. flavus</i> , agak tahan kutu kebul ( <i>Bemisia tabaci</i> )
HypoMa 1, HypoMa 2	2012	Lokal Lamongan	Lokal Tuban	Agak tahan penyakit layu
Takar 1	2012	Macan	ICGV 91234	Tahan penyakit karat
Takar 2	2012	Lokal Muneng	ICGV 92088	Tahan penyakit karat
Talam 2, Talam 3	2014	Gajah	ICGV 92088	Toleran lahan kering masam, tahan penyakit karat

## PENUTUP

Plasma nutfah memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan terutama pada program perbaikan tanaman. Koleksi plasma nutfah dapat dianggap sebagai populasi dasar, yang perlu memiliki keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang diperbaiki. Keragaman tersebut dapat ditimbulkan dari koleksi varietas liar, varietas lokal, introduksi, varietas unggul lama atau baru, mutan, galur-galur homosigot hasil persilangan, dan genus-genus yang sama. Untuk itu koleksi plasma nutfah yang ada perlu dilestarikan sehingga musnahnya aksesori plasma nutfah yang diikuti oleh hilangnya gen-gen berguna yang terkandung di dalamnya dapat dihindari. Melalui kegiatan koleksi, karakterisasi, evaluasi, dan konservasi plasma nutfah maka gen-gen pengatur karakter dapat dikenali, dilestarikan, didokumentasi dan didayagunakan secara optimal dan efisien melalui sistem informasi dan dokumentasi yang handal.

Dari kegiatan plasma nutfah kacang tanah telah tersedia dan teridentifikasi beberapa aksesori yang dapat digunakan sebagai bahan untuk program perbaikan varietas. Pengelolaan plasma nutfah yang meliputi: koleksi, karakterisasi, evaluasi, konservasi, dan dokumentasi yang mampu menyediakan informasi dan benih, serta tersedianya aksesori yang memiliki karakter spesifik akan berdampak besar bagi efektifitas dan akselerasi pertukaran informasi plasma nutfah, dan aksesori plasma nutfah yang akan menunjang percepatan program pemuliaan tanaman dalam menghasilkan varietas unggul yang bernilai ekonomi.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPS. Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Tanaman Pangan 2012. [http://www.bps.go.id/tab\\_sub](http://www.bps.go.id/tab_sub). diakses. [17 Januari 2013].
- FAO. Food and Agriculture Organization. 2012. FAOSTAT:Top production-Groundnut, with shell-2012. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx> diakses 23 Februari 2014.
- Boote, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Sci.* 9:35–39.
- Braddock, J.C, C.A., Sims, and S.F., O’Keefe. 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high oleic peanut. *J. Food Sci.* 60:489–493.
- Brown, A.H.D. 1989. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome* 31: 818–824.
- Chapman C. 1989. Principles of germplasm evaluation. p.55–63. In Stalker, H. T., and C. Chapman (Eds.). *Scientific Management of Germplasm: Characterization, Evaluation and Enhancement*. IBPGR Training Courses: Lecture Series. 2.
- Dean L.L., K.W., Hendrix, C.C., Holbrook, T.H., Sanders. 2009. Content of some nutrients in the core of the peanut germplasm collection. *Peanut Sci.* 36:104–120.
- Dwivedi SL, S.N., Nigam, and R.C. Nageswara Rao. 2000. Photoperiod effect on seed quality traits in peanut. *Crop Sci.* 40:1223–1227.
- Gopal K, R. Jagadeswar, G. Prasad Babu, H.D. Upadhyaya. 2004. Sources of resistance to bud necrosis disease in groundnut. *Internat Arachis Newsletter* 24:36–68.
- Holbrook, C.C. 2003. Peanut Breeding and Genetic Resources. p.297–316. In J. Janick (Eds.). *Plant Breeding reviews*, Vol. 22. John Wiley & Sons.
- Holbrook C.C., and H.T. Stalker. 2003. Peanut breeding and genetic resources. In J. (ed.) *Plant Breed. Rev.* Vol. 22: 297–356.
- Holbrook C.C., and W. Dong. 2005. Development and evaluation of a minicore collection for the US Peanut germplasm collection. *Crop Sci.* 45:1540–1544.
- IBPGR. 1985. Descriptors of groundnut (revised). IBPGR-ICRISAT, Rome, Italy.
- ILETRI. 2007. Germplasm catalogue of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Germplasm Unit, Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute. Malang. 68p.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Sumartini, dan Trustinah. 2001a. Pembentukan varietas kacang tanah hasil stabil dan beradaptasi luas. Studi kasus varietas Jerapah. *Bul. Palawija*. No.1:1–14.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Trustinah dan Sumartini. 2001b. Kacang tanah varietas Sima tahan cekaman biotik dan abiotik. Hlm. 192–204. *dalam* A. Kasno *et al.* (Peny.). *Pros. Simposium Pemuliaan VI. Kontribusi Pemuliaan dalam Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan*. Peripi, Malang.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, dan A. Taufiq. 2001c. Kancil, varietas kacang tanah toleran kahat besi. Hlm. 490–501. *Pros. Kongres IV dan Simp. Nasional PERIPI di Yogyakarta* 23–24 Oktober 2001.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni dan J. Purnomo. 2002. Kacang tanah varietas Turangga adaptif pada cara tanam tumpangsari. Hlm. 421–438 *dalam* Tastra I K *et al.* (Peny.) *Pros. Seminar Peningkatan Produktivitas, Kualitas, Efisiensi dan Sistem Produksi Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis*. Puslitbangtan.
- Kasno, A., Trustinah, dan J. Purnomo. 2004. Kacang tanah varietas Tuban. hlm. 404–414. *dalam* S. Hardaningsih *et al.* (Eds.). *Pros. Seminar Teknologi Inovatif Agribisnis kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan*. Puslitbangtan.
- Kasno, A., Trustinah, N. Nugrahaeni, dan J. Purnomo. 2006. Pembeda kelompok kacang tanah introduksi. Hlm. 217–224. *Pros. Kongres V dan Simposium Nasional Peripi: Pemuliaan sebagai Pendukung Kemandirian dan Ketahanan Pangan 2020*. Purwokerto.

- Kasno, A. dan Trustinah. 2009. Seleksi genotipe kacang tanah toleran kekeringan pada stadia kecambah dan reproduktif. *Jurnal Pen. Pert.* 28 (8): 50–57.
- Kasno, A., Trustinah, J. Purnomo, and Sumartini. 2011. Seed coat resistance of groundnut to *Aspergillus flavus* and their stability performance in the field. *Agrivita J. of Agric. Sci.* 3(2): 53–62.
- Kasno, A., T.S. Wahyuni, dan Suhartina. 2014. Pengelolaan dan pemberdayaan sumber daya genetik aneka kacang dan umbi. Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2013. Balitkabi, Malang.
- Konopka, G., and J. Hanson. 1985. Documentation of genetic resources: information handling system for genebank management. IBPGR, Rome.
- Maggioni, L., S. Giergiev, and Lipman (Compilers). 2003. Arachis genetic resources in Europe. European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks ECPGR. *Ad hoc Meeting*, 15–16 November 2002, Plovdiv, Bulgaria.
- Ntare BR, F. Waliyar, and H.Y. Bissala. 2003. Revitalization of groundnut production in West and central Africa: Partnership between ICRISAT, the CFC, FAO, NARS, and CIRAD. *Internat. Arachis Newsletters*. 23:12–16.
- Nugrahaeni, N., A. Kasno, J. Purnomo, M. Zairin, dan H. Sembiring. 2002. Bima, varietas kacang tanah berbiji tiga. Hlm. 382–388. *dalam Yusuf M et al.(Eds.). Pros. Seminar: Teknologi inovatif tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung ketahanan pangan.* Puslitbangtan, Bogor.
- Peanut Crop Germplasm Committee. 2003. Report on the Status of *Arachis* Germplasm in the United States. pp.70.
- Pittman, Roy N. (eds.). 1995. United States Peanut Descriptors. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-132, 18 pp.
- Prasetyono J. 2003. Varietas kacang tanah baru: Garuda Biga dan Garuda Dua. *Warta Balitbio* No. 22:1–2.
- Purnomo, J., N. Nugrahaeni, Trustinah, dan A. Kasno. 2004. Domba, varietas unggul kacang tanah tahan penyakit daun, toleran klorosis, tahan *Aspergillus flavus*. Hlm. 179–187. *dalam Makarim A.K. et al. (Peny.)*. Kinerja Penelitian mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan, Bogor.
- Rahayu, M. 2009. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit layu bakteri *Pseudomonas (Ralstonia solanacearum)*. *dalam Trustinah, A. Kasno, A. Wijanarko, H. Kuswantoro, R. Iswanto, dan M. Rahayu. (Peny.)* Evaluasi plasma nutfah kacang-kacangan toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik. *Dalam Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2008.* Balitkabi, Malang.
- Rajgopal, K., K. Chandran, N.R. Bhagat, and Bhlmodia. 1997. Morphological characterization of Valencia and Virginia bunch peanut (*Arachis hypogaea* L.) germplasm. *Plant Genetic Resources Newsletter*. No. 109:27–29.
- Rao, V.R. and U.R. Murthy. 1994. Botany-morphology and anatomy of groundnut., pp.43–95. *In Smart, J. (Ed).* The groundnut Crop. Chapman & Hall, London.
- Rao, NK, B. Koo, and D.V.S.S.R. Sastry. 2002. Pod and seed storage: Cost-benefit study for groundnut germplasm conservation. *International Arachis Newsletters IAN* 22:10–12.
- Reddy, L.J., S.N. Nigam, R.C. Nageswara Rao, and N.S. Reddy. 2001. Registration of ICGV 87354 peanut germplasm with drought tolerance and rust resistance. *Crop Sci.* 41(1):274–275.
- Reddy, L.J., S.N. Nigam, P. Subrahmanyam, F.M. Ismael, N. Govinden, and V.J.A. van der Merwe. K.W. Riley, V. Ramanatha Rao, Z. Ming-de, and P. Quek. 1996. Characterization and evaluation of plant genetic resources-Present status and future challenges. The fourth MAFF International Workshop on Genetic Resources, Japan Oct 22–24, 1996.

- Riley, K.W., V. Ramanatha Rao, Z. Ming-De, and P. Queek. 1996. Plant genetic resources: characterization and evaluation of plant genetic resources. The Fourth Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan International Workshop on Genetic Resources. October 22–24, 1996. Tsukuba, Japan. 12p.
- Sastry, D.V.S.S.R., N.K. Rao, and H.D. Upadhyaya. 2003. Groundnut germplasm seed viability after ten years of storage as base collection. *International Arachis Newsletters IAN* 23:7–9.
- Singh, A.K. and C.E. Simpson. 1994. Biosystematics and genetic resources. p.96–137. *In* Smartt J. (Eds.). *The Groundnut Crop*. Cahpman & Hall. London.
- Singkhram, N., S. Joglo, T. Kesmala, P. Swatsitang, P. Jaisil, N. Puppala, A. Patanothai. 2010. Estimation of heritability by parent-offspring regression for high-oleic acid in peanut. *Asian J. of Plant Sci.* 9(6):358–363.
- Srivastara, N. 2006. Identification and field-testing of salinity tolerant groundnut in saline areas of India. Progress Report for IFAR. ICRSISAT, India. pp.5.
- Subrahmanyam, P., D. McDonald, F. Waliyar, L.J. Reddy, S.N. Nigam, R.W. Gibbons, V. Ramanatha Rao, A.K. Singh, S. Pande, P.M. Reddy, and P.V. Subba Rao. 1995. Screening Methods and Sources of Resistance to Rust and Late Leaf Spot of Groundnut. ICRISAT, India.
- Sumarno. 2007. Menuju sistem pengelolaan plasma nutfah tanaman secara adil dan bermanfaat. *Zuriat* 18(1):63–68.
- Sumartini dan Trustinah. 2010. Evaluasi plasma nutfah kacang tanah tahan penyakit karat. *Dalam* Trustinah, Saleh N, Sumartini, dan Hardaningsih S. (Peny.). Evaluasi plasma nutfah kacang-kacangan toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik. Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2009. Balitkabi, Malang.
- Trustinah, A. Kasno, Sumartini, Moedjiono, J. Purnomo, dan N. Nugrahaeni. 2004. Karakteristik plasma nutfah kacang tanah dan potensinya dalam pembentukan varietas unggul. Hlm. 188–197. *dalam* Makarim AK *et al.* (Peny.). Kinerja Penelitian mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan, Bogor.
- Trustinah, A. Kasno, dan N. Nugrahaeni. 2006. Pengelompokan plasma nutfah kacang tanah varietas lokal dengan teknik peubah ganda, hlm. 23–32. *dalam* Suharsono *et al.* (Peny.). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Balitkabi Malang.
- Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan masam. *J. Pert. Tan. Pangan.* 28(3): 183–191.
- Trustinah. 2011. Penentuan umur masak plasma nutfah kacang tanah. Hlm. 470–477. *Dalam* Adi Widjono *et al* (Peny.). Pros. Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat sukses Kementrian Pertanian. Puslitbangtan.
- Trustinah dan A. Kasno. 2012. Kandungan asam lemak beberapa genotype kacang tanah. *J. Pen. Pert. Tan. Pangan* 31(3): 145–151.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, S. Pande, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2001a. Registration of early-maturing, moderately resistant to rust peanut germplasm ICGV 94361. *Crop Sci.* 41(2): 598–599.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, V.K. Mehan, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2001b. Registration of *Aspergillus flavus* seed infection resistant peanut germplasm ICGV 91278, ICGV 91283, and ICGV 91284. *Crop Sci.* 41(2): 599–600.
- Upadhyaya, H.D., S.N. Nigam, A.G.S. Reddy, and N. Yellaiah. 2002. Registration of early-maturing, rust, late leaf spot, and low temperature tolerant peanut germplasm line ICGV 92267. *Crop Sci.* 41(6): p.221.
- Upadhyaya, H.D., R.P.S. Pundir, S. Singh, and C.L.L. Gowda. 2006. Procedures and protocols to maintain purity and viability of peanut (groundnut) germplasm. p.73–78. *In* Rao, C.N.R., G. Wright, L. Kuniata, and A. Ramakrishna (Eds.). Improving yield and economic viability

- of peanut production in Papua New Guinea and Australia. ACIAR Proc. No. 122. Canberra.
- Upadhyaya, H.D., C.L.L. Gowda, and D.V.S.S.R. Sastry. 2008a. Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. SAT Electronic Journal. 6:1–16
- Upadhyaya, H.D., C.L.L. Gowda, and D.V.S.S.R. Sastry. 2008b. Management of germplasm collections and enhancing their use by mini core and molecular approaches. In APEC-ATCWG Workshop. Capacity Building for Risk Management Systems on Genetic Resources. p.35–70.
- Upadhyaya, H.D., and C.L.L. Gowda. 2009. Managing and enhancing the use of germplasm strategies and methodologies. Technical Manual no.10. ICRISAT. India. 226p.
- Upadhyaya, H.D., D. Yadav, N. Dronavalli, C.L.L. Gowda, and S. Singh. 2010. Mini core germplasm collection for infusing genetic diversity in plant breeding programs. Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4):1294–1309.
- UPOV. 1985. Guidelines for conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. p, 18.
- Vassiliou, E.K., A. Gonzalez, C. Carcia, J.H. Tadros, G. Chakraborty, J.H. Toney. 2009. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- $\alpha$  both in vitro and in vivo system. Lipid in health and disease 8:25.
- Wang, M.L., C.Y. Chen, J. Davis, B. Guo, H.T. Stalker. 2009. Assessment of oil content and fatty acid composition variability in different peanut subspecies and botanical varieties. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 8(1):71–73.
- Zuraida dan Sumarno. 2007. Pengelolaan Plasma Nutfah Secara Terpadu. Iptek Tanaman Pangan. 2(2):242–252. Puslitbangtan, Bogor.