

Review: Keragaman plasma nutfah kacang hijau dan potensinya untuk program pemuliaan kacang hijau

Diversity of mungbean germplasm and its potential for mungbean breeding program

RATRI TRI HAPSARI[✉], TRUSTINAH, RUDI ISWANTO

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Jl. Raya Kendalpayak Km 8, PO Box 66 Malang 65101, Jawa Timur. Tel. +62-341-801468, 801075, Fax. +62-341-801496, ✉email: ratri.3hapsari@gmail.com

Manuskrip diterima: 23 Februari 2015. Revisi disetujui: 28 April 2015.

Abstrak. Hapsari RT, Trustinah, Iswanto R. 2015. Keragaman plasma nutfah kacang hijau dan potensinya untuk program pemuliaan kacang hijau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1*: 918-922. Plasma nutfah berperan penting dalam program perbaikan varietas unggul sebagai bahan dasar keragaman genetik. Keberhasilan pengelolaan plasma nutfah dapat dinilai apabila dapat menyediakan aksesori plasma nutfah sebagai sumber gen donor dalam program pemuliaan tanaman. Koleksi plasma nutfah kacang hijau (*Vigna radiata*) Balitkabi hingga saat ini berjumlah 1.074 aksesori yang berasal dari lokal dan introduksi. Aksesori tersebut berasal dari Afganistan, Australia, Brazil, Cina, India, Indonesia, Iran, Korea, Pakistan, Filipina, Sri Langka, Taiwan, Thailand, USA, AVRDC (*World Vegetable Center*), dan Vietnam. Dari tahun 1945-2013, sebanyak 22 varietas kacang hijau telah dilepas. Dari 22 varietas yang telah dihasilkan, hampir seluruhnya memanfaatkan varietas lokal dan introduksi sebagai bahan seleksi maupun tetua persilangan. Hanya satu varietas yang merupakan hasil radiasi dari varietas yang telah dilepas.

Kata kunci: *Vigna radiata*, plasma nutfah, sumber gen

Abstract. Hapsari RT, Trustinah, Iswanto R. 2015. Diversity of mungbean germplasm and its potential for mungbean breeding program. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1*: 918-922. Germplasm plays an important role for improvement program in yielding superior varieties as a raw material of genetic diversity. Successful management of germplasm can be assessed if it can provide a source of germplasm accessions as a donor genes in plant breeding programs. Until now, the number germplasm collection of ILETRI (Balitkabi) mungbean (*Vigna radiata*) were 1,074 accessions, originating from local and introduction. Accessions were from Afghanistan, Australia, Brazil, China, India, Indonesia, Iran, Korea, Pakistan, Philippines, Sri Lanka, Taiwan, Thailand, USA, AVRDC (World Vegetable Center) and Vietnam. A total of 22 varieties of mungbean has been released, from the year 1945-2013. Twenty-two varieties that have been produced almost entirely utilized local varieties and introduced as the selection materials and cross parent. Only one variety that has been released is originating from radiation.

Keywords: Gene source, germplasm, *Vigna radiata*

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata*) merupakan tanaman kacang-kacangan yang memiliki keunggulan karena dapat ditanam di lahan kering, berumur genjah, dan bernilai ekonomis. Di Indonesia, kacang hijau menempati urutan ketiga terpenting dalam pangan legume setelah kedelai dan kacang tanah. Sentra produksi kacang hijau di Indonesia terdapat di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Nusa Tenggara Barat, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, Lampung, Sumatera Selatan, dan Sulawesi Selatan (Dirbukabi 2012). Keunggulan lain yang dimiliki kacang hijau adalah kandungan proteinnya yang cukup tinggi. Kandungan protein varietas kacang hijau berkisar antara 18,3-28,02% (Balitkabi 2012). Kadar asam amino esensial kacang hijau tergolong cukup tinggi dan

dapat memenuhi angka kecukupan protein anak-anak umur 1-6 tahun (Tiommanisyah 2010).

Preferensi dan budi daya kacang hijau yang berbeda di setiap daerah merupakan tantangan pemulia tanaman untuk menghasilkan varietas unggul sesuai kebutuhan pengguna. Untuk mendukung program pembentukan varietas unggul, dibutuhkan sumber daya genetik yang memiliki keragaman untuk sifat yang akan diperbaiki. Plasma nutfah memiliki peran penting dalam program pemuliaan tanaman sebagai bahan dasar perakitan varietas unggul. Oleh karena itu, kekayaan plasma nutfah harus dipelihara. Kegiatan eksplorasi, inventarisasi, evaluasi, serta konservasi merupakan usaha pengkayaan dan pemeliharaan plasma nutfah untuk mendukung pemuliaan tanaman dalam program perakitan varietas unggul.

Pemanfaatan keragaman gen-gen unggul yang terkandung dalam aksesori plasma nutfah akan lebih efektif dan

efisien jika dikelola dengan baik. Pengelolaan plasma nutfah dapat dilakukan dengan serangkaian kegiatan seperti konservasi, karakterisasi, evaluasi, dan dokumentasi. Menurut Hakim (2008), ketersediaan pangkalan data sangat penting dalam pengelolaan dan pemanfaatan plasma nutfah. Data yang telah terdokumentasi dengan baik dapat digunakan oleh pemulia tanaman sebagai informasi dalam pemilihan tetua persilangan.

PLASMA NUTFAH KACANG HIJAU

Plasma nutfah merupakan sumber perbendaharaan gen atau karakter. Pengkoleksian plasma nutfah bertujuan untuk mengumpulkan keragaman genetik semaksimal mungkin dengan jumlah sampel yang tidak besar (Trustinah 2009). Dalam arti yang lebih luas, plasma nutfah diartikan sebagai bahan tanaman, hewan, mikroba, atau makhluk lainnya yang mengandung satuan-satuan fungsional pewarisan sifat yang mempunyai nilai, baik aktual maupun potensial. Plasma nutfah dapat dimanfaatkan dan dikembangkan atau dirakit agar tercipta suatu jenis kultivar baru (Komisi Nasional Plasma Nutfah 2000). Menurut Sumarno (2007), plasma nutfah tanaman adalah sumber daya alam yang dapat dilestarikan (*conservable*) dan tak terhabiskan (*renewable*), tetapi sekali hilang maka plasma nutfah tidak dapat diketemukan kembali dan sekali mati maka tidak dapat dihidupkan kembali (*nonrevivable*) (Sumarno, 2007). Oleh karena itu, plasma nutfah perlu mendapat perhatian yang serius.

Salah satu sumber plasma nutfah kacang hijau di dunia terdapat di AVRDC yang terletak di Taiwan. Koleksi plasma nutfah kacang hijau di AVRDC berjumlah 6.742 aksesi yang berasal dari penjuru dunia (AVGRIS 2015). Plasma nutfah kacang hijau di Indonesia terdapat di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) dan Balai Besar Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik (BB-Biogen). Jumlah koleksi kacang hijau di Balitkabi, hingga tahun 2015 berjumlah 1.074 aksesi, sedangkan di BB-Biogen berjumlah 915 aksesi (Kurniawan 2015). Hakim (2008) melaporkan pada tahun 2006, koleksi plasma nutfah kacang hijau di BB-Biogen berjumlah 1.024 aksesi. Hal ini menunjukkan terjadi penurunan jumlah koleksi sebanyak 109 aksesi. Di Balitkabi juga terjadi penurunan jumlah koleksi kacang hijau, dari semula 1.086 aksesi menjadi 1.074 aksesi. Terdapat banyak faktor yang menyebabkan berkurangnya koleksi plasma nutfah kacang hijau, di antaranya adalah fasilitas penyimpanan benih yang kurang baik, minimnya *genset* (jika listrik mati), serangan hama dan penyakit, serta biaya pemeliharaan yang terbatas sehingga kualitas benih sulit dipertahankan.

Plasma nutfah dapat digolongkan menjadi lima jenis, yaitu: (1) plasma nutfah elit, (2) plasma nutfah hasil perbaikan, (3) varietas lokal, (4) spesies liar, dan (5) stok genetik (Rubenstein dan Heisey 2003). Berdasarkan penggolongan tersebut, koleksi kacang hijau plasma nutfah Balitkabi tergolong ke dalam plasma nutfah elit, plasma nutfah hasil perbaikan, dan varietas lokal. Koleksi plasma nutfah kacang hijau di Balitkabi berasal dari Afganistan, Australia, Brazil, Cina, India, Indonesia, Iran, Korea,

Pakistan, Filipina, Sri Langka, Taiwan, Thailand, USA, AVRDC, dan Vietnam (Tabel 1). Adapun koleksi dari Indonesia berasal dari Provinsi Bali (Badung, Bangli, Buleleng, Gianyar, Karang Asem, Klungkung, Tabanan), Jawa Tengah (Banyumas, Blora, Brebes, Cilacap, Demak, Grobogan, Klaten, Surakarta, Wonogiri), Yogyakarta (Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo), Jawa Timur (Bangkalan, Banyuwangi, Blitar, Bojonegoro, Jember, Jombang, Kediri, Lumajang, Madiun, Magetan, Mojokerto, Nganjuk, Ngawi, Pamekasan, Pasuruan, Ponorogo, Probolinggo, Sampang, Sidoarjo, Situbondo, Sumenep, Trenggalek, Tulungagung), NTB (Bima, Lombok Barat, Lombok Tengah, Sumbawa), NTT (Belu), Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan (Bantaeng, Barru, Janeponto, Maros, Pangkep, Pare-pare).

KARAKTERISASI DAN EVALUASI

Keragaman plasma nutfah kacang hijau dapat diketahui setelah dilakukan kegiatan karakterisasi dan evaluasi. Karakterisasi dilakukan terhadap sifat kualitatif dan kuantitatif, sedangkan evaluasi dilakukan terhadap sifat-sifat penting untuk keperluan perakitan varietas. Prosedur karakterisasi kacang hijau mengacu pada deskripsi yang dikeluarkan IBPGR (1985). Di Balitkabi, karakterisasi dilakukan terhadap sifat warna hipokotil, warna polong, warna biji, kekilauan biji, nodulasi *Rhizobium*, warna daun, luas daun, rasio daun, umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah *cluster* pada cabang utama, jumlah *cluster* pada cabang, jumlah *cluster* pada tanaman, jumlah polong pada tanaman, jumlah polong pada *cluster*, berat polong, persentase *shelling*, hasil biji per tanaman, hasil biji per polong, dan umur panen.

Hasil penelitian pada 900 aksesi kacang hijau, diketahui bahwa warna hipokotil ungu lebih mendominasi dengan jumlah 621 aksesi (69%), dibandingkan dengan warna hipokotil hijau sebanyak 279 aksesi (31%). Warna polong hitam lebih dominan (844 aksesi) (93%) dibandingkan dengan warna polong cokelat (24 aksesi), cokelat kehitaman (3 aksesi), hitam kekuningan (9 aksesi), warna kuning (11 aksesi), dan sisanya berwarna campuran. Warna biji terdiri atas cokelat (28 aksesi), hijau (40 aksesi), hitam (2 aksesi), hijau kusam (363 aksesi) (29%), hijau mengilat (241 aksesi) (27%), hijau campuran (18 aksesi), kuning kusam (4 aksesi), kuning mengilat (7 aksesi), kuning (8 aksesi), dan hijau campuran (*mix*) (189 aksesi) (Kasno 2014). Keragaman biji dan polong masak plasma nutfah kacang hijau dapat dilihat pada Gambar 1.

Hakim (1998) melaporkan dari 1.024 aksesi kacang hijau, warna hipokotil hijau (673) lebih mendominasi dibandingkan warna hipokotil merah (351). Warna polong hitam (706) lebih dominan dibandingkan dengan warna cokelat (244) dan hitam kecokelatan (74). Warna biji hijau lebih dominan dibandingkan kuning, cokelat, dan hitam. Ukuran biji kacang hijau dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu besar (>61 g/1.000 biji), sedang (50-60 g/1.000 biji), dan kecil (<50 g/1.000 biji). Ukuran biji sedang (407) lebih mendominasi dibandingkan besar (233) dan kecil (384) (Tabel 2).



Gambar 1. Keragaman warna biji dan polong masak plasma nutfah kacang hijau

Tabel 1. Asal negara/lembaga koleksi plasma nutfah kacang hijau Balitkabi

Asal negara/lembaga	Jumlah aksesi
Afganistan	4
Australia	1
Brazil	1
Cina	1
India	56
Indonesia	659
Iran	1
Korea	3
Pakistan	2
Filipina	32
Sri Langka	2
Taiwan	263
Thailand	5
USA	2
AVRDC	35
Vietnam	2
BORIF	4
MARIF	1

Tabel 2. Jumlah aksesi plasma nutfah kacang hijau berdasarkan karakter morfologi (Hakim 1998)

Karakter	Kelompok	Jumlah aksesi
Warna hipokotil	Hijau	673
	Merah	351
Warna polong	Hitam	706
	Cokelat	244
	Hitam kecokelatan	74
Bentuk polong	Silindris	601
	Gepeng	423
Warna biji	Hijau mengilat	506
	Hijau kusam	450
	Kuning	30
	Cokelat	21
Ukuran biji	Hitam	17
	Besar (>61 g/1.000 biji)	233
	Sedang (50-60 g/1.000 biji)	407
	Kecil (<50 g/1.000 biji)	384
Tipe tanaman	Tegak	792
	Agak merambat	232

Evaluasi dilakukan terhadap cekaman biotik, abiotik, dan kimia. Evaluasi terhadap cekaman biotik terutama dilakukan terhadap hama dan penyakit utama. Evaluasi terhadap ketahanan hama dilakukan pada hama penggerek polong (*Etilla* spp.), lalat bibit (*Ophiomyia phaseoli* (Tryon)), *Melanagromyza sojae* (Zehntn.), thrips, maruca, dan *lamprosema*. Adapun ketahanan terhadap penyakit dilakukan terhadap bercak daun, embun tepung, dan penyakit layu. Penyakit tular tanah sering terjadi pada pertanaman kacang hijau di beberapa instalasi Balitkabi dan yang dominan di antaranya diakibatkan oleh infeksi cendawan *Pythium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium rolfsii*, dan *Colletotrichum* sp. Tanaman yang terserang jamur tersebut mengalami kelayuan dan menyebabkan kematian. Dari 460 aksesi yang dievaluasi, belum diperoleh aksesi yang tahan penyakit tular tanah *Rhizoctonia* hingga stadia reproduktif (ILETRI 2007).

Evaluasi terhadap cekaman abiotik dilakukan terhadap cekaman tanah masam. Kacang hijau merupakan tanaman yang peka terhadap lingkungan masam. Trustinah et al. (2007) melaporkan dari 50 aksesi yang diuji, hanya 20 aksesi yang dapat bertahan hingga stadia reproduktif dengan jumlah tanaman panen (populasi tanaman) hanya 50 persen dari populasi awal saat tumbuh. Pertumbuhan tanaman kurang subur, tanaman kerdil, daun menguning atau kecokelatan, dan beberapa tanaman mati sebelum berbunga. Meskipun tanaman dapat bertahan hidup hingga stadia reproduktif, namun jumlah dan ukuran polong yang dihasilkan sangat sedikit dan kecil.

Evaluasi sifat fisik dan kimia dilakukan terhadap karakter kadar air, kadar abu, protein, amilosa, warna biji mentah, warna biji rebus, aroma biji rebus, tekstur biji rebus, dan rasa biji rebus. Di antara 30 genotipe yang diuji, 10 genotipe memiliki kadar protein cukup tinggi, yakni >26% bk. Kacang hijau dengan kadar protein tinggi sesuai untuk pengolahan tepung, terutama untuk makanan bayi dan isolat protein untuk bahan fortifikasi makanan (Trustinah et al. 2007). Menurut Hakim dan Sutarnan (1996), kacang hijau yang berwarna hijau kusam mempunyai mutu lebih baik karena rasanya lebih enak (pulen) dan apabila dibuat bubur lebih tahan basi dibandingkan dengan biji yang mengilat. Hal yang relatif berbeda dilaporkan oleh Ginting et al. (2008) bahwa biji yang warna kulitnya kusam tidak selalu cepat mekar apabila direbus, demikian juga sebaliknya. Hal ini dibuktikan dengan penelitian terhadap varietas No.129, lokal PB, Kenari, Kutilang, dan Merpati yang memiliki kulit biji mengilat namun memiliki waktu mekar yang relatif singkat (≤ 35 menit).

POTENSI PLASMA NUTFAH KACANG HIJAU DALAM PROGRAM PEMULIAAN

Hasil karakterisasi dan evaluasi terhadap sifat-sifat penting dapat digunakan pemulia tanaman sebagai tetua persilangan untuk merakit varietas unggul baru (VUB). Hasil evaluasi terhadap sifat agronomi, cekaman biotik, abiotik, maupun sifat fisik dan kimia plasma nutfah kacang hijau disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Plasma nutfah kacang hijau hasil evaluasi terhadap sifat agronomi, cekaman biotik, abiotik, maupun sifat fisik dan kimia

Sifat	Sandi aksesori	Sumber
Umur sangat genjah (52 hari)	MLGV 0353, MLGV 0354, MLGV 0358, MLGV 0460	Hapsari 2015
Ukuran biji besar (>70 g/1.000 biji)	MLGV 0215, MLGV 0379, MLGV 0380, MLGV 1019, VR2010, VR 2768, Lokal Demak, Lokal Belu	Hapsari 2015, Kasno 2014, Hakim 2008
Ukuran biji sangat kecil (<30 g/1.000 biji)	MLGV 0048, MLGV 0058, MLGV 0061, MLGV 0062, MLGV 0438, MLGV 0465, MLGV 0975	Hapsari 2015 Kasno 2014
Ketahanan penggerek polong (<i>moderate resistant</i>)	MLGV 0253, MLGV 0256, MLGV 0372, MLGV 0395, MLGV 0396, MLGV 0397, MLGV 0401, MLGV 0402, MLGV 0403, MLGV 0404, MLGV 0405, MLGV 0406, MLGV 0407, MLGV 0435, MLGV 0450, MLGV 0454, MLGV 0461, MLGV 0491, MLGV 0516, MLGV 0517, MLGV 0603, MLGV 0606, MLGV 0686, MLGV 0687, MLGV 0715, MLGV 0717, MLGV 0762, MLGV 0770, MLGV 0771, MLGV 0778, MLGV 0780, MLGV 0782, MLGV 0785, MLGV 0799, MLGV 0800, MLGV 0803, MLGV 0805, MLGV 0807, MLGV 0809, MLGV 0819, MLGV 0839, MLGV 0856, MLGV 0866	ILETRI 2007
Ketahanan lalat bibit (<i>moderate resistant</i>)	MLGV 0014, MLGV 0021, MLGV 0032, MLGV 0051, MLGV 0064, MLGV 0109, MLGV 0124, MLGV 0162, MLGV 0168, MLGV 0248, MLGV 0249	ILETRI 2007
Ketahanan <i>Thrips</i>	MMC 224d-Mn-3, MMC 111d-Kp-3, MMC 225-7e, MLGV 0110, MLGV 0046, MMC 326-2d-Mn-2, MMC 274-1d-Jg-1-Mn-3, MLGV 0112, MLGV 0431, MLGV 0098, MLGV 0716	Anwari et al. 2006
Ketahanan bercak daun	V5000, VC 1137, VC1560D, VC2720	Hakim 2008
Ketahanan embun tepung	VR298, VR2535, VR2543, VR2545, VR2773, VR4718	Hakim 2008
Kadar protein tinggi (>28% BK)	MLGV 0432, MLGV 0256, MLGV 0716, MLGV 0850, MLGV 0510, MLGV 0526, MLGV 0902	Trustinah et al. 2008

Sifat umur genjah sangat penting untuk menghindari kekeringan dan serangan hama dan penyakit serta meningkatkan indeks pertanaman. Biji kacang hijau yang cepat mengembang dan masak disukai untuk produk bubur. Kadar protein yang tinggi dalam kacang hijau juga sangat cocok untuk bahan baku produk pangan berbasis tepung. Setiap daerah memiliki preferensi khusus yang unik dalam penggunaan jenis kacang hijau tertentu. Di beberapa sentra produksi kacang hijau, seperti Jawa Tengah, Jawa Timur, NTB, dan Sulawesi Selatan, karakteristik yang dominan diminati selain hasil biji tinggi adalah warna biji (kusam/mengilap) dan ukuran biji (kecil/besar). Di Jawa Tengah, sentra produksi kacang hijau terdapat di Kabupaten Demak, Grobogan, dan Pati. Karakteristik yang menjadi pilihan di daerah tersebut adalah ukuran biji besar dan berwarna kusam, serta warna polong hitam/cokelat. Sentra produksi di Sumbawa (Nusa Tenggara Barat) lebih menyukai kacang hijau berukuran biji kecil, di Kabupaten Wajo (Sulawesi Selatan) karakteristik biji mengilap dan berukuran biji besar lebih disukai, sedangkan di Jawa Timur (Kabupaten Sumenep dan Sampang) biji kusam atau mengilap tidak menjadi masalah. Secara garis besar, dapat diketahui bahwa daerah-daerah yang dekat dengan industri roti, makanan, dan minuman, petani banyak menanam kacang hijau berbiji besar. Di daerah-daerah industri taoge, petani menanam kacang hijau berbiji kecil (Trustinah et al. 2014).

Sejak tahun 1945-2013, sebanyak 22 varietas kacang hijau telah dilepas. Dari 22 varietas yang telah dihasilkan, hampir seluruhnya memanfaatkan varietas lokal dan introduksi sebagai bahan seleksi maupun tetua persilangan.

Hanya satu varietas yang merupakan hasil radiasi dari varietas yang telah dilepas (varietas Camar). Sebanyak 13 varietas kacang hijau yang dihasilkan berasal dari pemurnian atau seleksi galur introduksi (Bhakti, No.129, Merak, Nuri, Manyar, Walet, Gelatik, Merpati, Sriti, Kenari, Murai, Perkutut, dan Kutilang). Tiga varietas berasal dari varietas lokal (Siwalik, Arta Ijo, dan Sampeong) dan sisanya merupakan hasil persilangan. Varietas kacang hijau yang dirilis tahun 2008-2013 (Vima-1, Vima-2, dan Vima-3) merupakan varietas hasil persilangan buatan. Ketiga varietas tersebut menggunakan plasma nutfah koleksi Balitkabi sebagai tetua persilangan. Pengelompokan plasma nutfah kacang hijau hasil evaluasi terhadap sifat agronomi, cekaman biotik, abiotik, maupun sifat fisik dan kimia seperti **Tabel 3** diharapkan dapat membantu pemulia untuk memanfaatkan sumber gen yang tersedia.

Program pemuliaan kacang hijau dapat menggunakan aksesori plasma nutfah sebagai tetua persilangan agar didapatkan varietas kacang hijau yang memiliki kandungan genetik yang luas. Indonesia memiliki lahan dan topografi yang spesifik di setiap daerah. Varietas lokal memiliki keunggulan dapat beradaptasi dengan baik di lingkungan spesifik, selain itu varietas tersebut biasanya juga memiliki ketahanan terhadap hama dan penyakit tertentu. Persilangan antara varietas lokal dengan aksesori yang memiliki keunggulan tertentu dapat memperkaya populasi dasar bahan seleksi sehingga dapat dimanfaatkan untuk program pemuliaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwari, Kuswanto H, Trustinah et al. 2006. Konservasi, karakterisasi fenotipik, dan evaluasi plasma nutfah kacang-kacangan dan umbi-umbian. Laporan Akhir Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2005. Balitkabi, Malang.
- AVGRIS [AVRDC Vegetable Genetic Resources Information System]. 2015. *Vigna radiata* germplasm. <http://203.64.245.173/index.asp> [16 Maret 2015].
- Balitkabi [Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian]. 2012. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Cetakan ke-7). Puslitbangtan, Bogor.
- Day-Rubenstein K, Heisey PW. 2003. Plant genet-icresources: New rules for international exchange. *Amber Waves* 1 (3): 23-29.
- Dirbukabi [Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi]. 2012. Kacang hijau. Buletin Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi. http://tanamanpangan.pertanian.go.id/ditjentp/files/Booklet_KcHijau.pdf [19 September 2013].
- Ginting E, Ratnaningsih, Iswanto R. 2008. Karakteristik fisik dan kimia 17 genotipe kacang hijau untuk bahan pangan. Dalam: Harsono A, Taufiq A, Rahmianna AA, Suharsono, Adie MM, Rozi F, Wijanarko A, Widjono A, Soehendi R. (eds). Seminar Nasional Balitkabi: Inovasi Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi. Malang, 9 November 2007.
- Hakim L, Sutarman T. 1996. Karakterisasi sifat kualitatif dan kuantitatif plasma nutfah kacang hijau. *Buletin Plasma Nutfah* 1 (1): 38-43.
- Hakim L. 1998. Pengelolaan dan pemanfaatan plasma nutfah kacang hijau. *Buletin Plasma Nutfah* 3 (1): 34-40.
- Hakim L. 2008. Konservasi dan pemanfaatan sumber daya genetik kacang hijau. *J Litbang Pertanian* 27 (1):16-23.
- Hapsari RT. 2015. Hubungan kekerabatan plasma nutfah kacang hijau berdasarkan karakter agronomik. Seminar Balitkabi 2015. Balitkabi, Malang.
- IBPGR [International Board for Plant Genetic Resources]. 1985. Descriptors for *Vigna mungo* and *V. radiata* (Revised). International Board for Plant Genetic Resources, FAO, Rome.
- ILETRI [Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute]. 2007. Germplasm catalogue of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Balitkabi, Malang.
- Kasno A. 2014. Pengelolaan dan pemberdayaan sumber daya genetik tanaman aneka kacang dan umbi. Laporan Akhir Tahun 2014. Balitkabi, Malang.
- Komisi Nasional Plasma Nutfah. 2000. Draft Rencana Strategis Komisi Nasional Plasma Nutfah. KNP, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Kurniawan H. 2015. Status koleksi sumber daya genetik tanaman pangan pada bank gen Balitbangtan di BB Biogen. <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/index.php/2015/03/status-koleksi-sdg-tanaman-pangan-di-bank-gen-bb-biogen/> [13 Maret 2015].
- Sumarno. 2007. Menuju sistem pengelolaan plasma nutfah tanaman secara adil dan bermanfaat. *Zuriat* 18 (1): 63-81.
- Tiommanisyah. 2010. Analisa Kadar Protein Kasar dalam Kacang Kedelai, Kacang Tanah dan Kacang Hijau Menggunakan Metode Makro Kjehdal sebagai Bahan Makanan Campuran. USU, Medan.
- Trustinah, Anwari M, Soehendi R et al. 2008. Evaluasi sumber daya genetik aneka kacang toleran terhadap cekaman biotik dan abiotik serta mutu hasil. Laporan Akhir Penelitian Aneka Kacang dan Umbi-umbian Tahun 2007. Balitkabi, Malang.
- Trustinah, Radjit BS, Prasetyawati N, Harnowo D. 2014. Adopsi varietas unggul kacang hijau di sentra produksi. *Iptek Tanaman Pangan* 9 (1): 24-38.
- Trustinah, Kasno A, Widjanarko A et al. 2007. Evaluation of legume and tuber crops germplasm resistant on biotic and abiotic stress. 2006 Technical Reports. ILETRI, Malang.
- Trustinah. 2009. Plasma nutfah kacang tanah: Keragaman dan potensinya untuk perbaikan sifat-sifat kacang tanah. *Buletin Palawija* 18: 58-65.