

Keragaman Karakter Agronomis Sumber Daya Genetik Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) Koleksi Bank Gen BB Biogen (Variability of Agronomic Characters of Cowpea Germplasm ICABIOGRAD Collection)

Mamik Setyowati* dan Minantyorini

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820

*E-mail: setyomamik@gmail.com

Diajukan: 11 November 2015; Direvisi: 6 Januari 2016; Diterima: 8 April 2016

ABSTRACT

Potential legumes, such as cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.), is one of the important genetic resource material. Cowpea relatively has more tolerant to drought comparing with other legumes. Characterization of cowpea genetic resources had been done on 106 of ICABIOGRAD collection. This characterization was conducted in order to know accessions has good characters as gene resources for developing new varieties. Accessions which have rapid harvesting time were KT-81, Tunggak 16, TVX.4667-010, and TVX.2939-09D at 59 days. The highest number of pods per plant was 8 clusters per plant, yielded by Kacang Dadap 125, and Tunggak Hitam 24. Accession with largest grain size was Tunggak Hitam 13 (black cowpea) (16.9 g/100 grains), while highest grain yield was Wajak 132 (104.9 g/50 plants). Phenotypic diversity of cowpea genetic resources in the collection was relatively narrow, so it was necessary to increase its diversity through introduction, collection, and crossing.

Keywords: cowpea, characterization, variability.

ABSTRAK

Kacang-kacangan potensial seperti kacang tunggak (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) merupakan sumber daya genetik (SDG) yang penting. Tanaman kacang tunggak memiliki sifat relatif lebih tahan kering dibanding dengan kacang-kacangan yang lain. Karakterisasi SDG kacang tunggak telah dilakukan sebanyak 106 aksesori koleksi BB Biogen. Karakterisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui aksesori-aksesori yang memiliki karakter baik yang dapat dijadikan sebagai sumber gen untuk merakit varietas unggul. Diketahui bahwa aksesori SDG kacang tunggak yang cepat dipanen, yaitu aksesori KT-81, Tunggak 16, TVX.4667-010, dan TVX.2939-09D pada umur 59 hari. Jumlah gerombol polong tiap tanaman terbanyak dihasilkan oleh aksesori Kacang Dadap 125 dan Tunggak Hitam 24 sebanyak 8 klaster/tanaman. Ukuran butir terbesar dimiliki oleh aksesori Tunggak Hitam 13 (16,9 g/100 butir) dan hasil biji tertinggi dihasilkan oleh aksesori Wajak 132 (104,9 g/50 tanaman). Keragaman fenotipik koleksi SDG kacang tunggak relatif sempit, sehingga perlu dilakukan peningkatan keragaman SDG kacang tunggak baik melalui introduksi dan koleksi maupun persilangan.

Kata kunci: kacang tunggak, karakterisasi, keragaman.

PENDAHULUAN

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) merupakan tanaman kacang-kacangan yang umum dijumpai di berbagai wilayah di dunia. Kacang tunggak secara umum dikenal sebagai *cowpea*, *southern pea*, *blackeye pea*, *crowder pea*, *lubia*, *niebe*, *coupe*, atau *frijole* (Davis *et al.*, 1991). Jenis ini secara jelas dapat dibedakan dari dua subspecies kacang tunggak budi daya lainnya, yaitu *Vigna catjang* dan *Vigna sesquipedalis*, berdasarkan karakteristik polong dan biji (Allen dan Allen, 1981). Kacang tunggak berasal dari benua Afrika dan sekarang banyak dibudidayakan, serta tersebar di berbagai wilayah di negara-negara Afrika, Amerika Latin, Amerika Utara, dan Asia Tenggara. Tanaman ini telah menjadi komoditas penting untuk pangan, terutama di negara-negara berkembang tropis (FAO, 2002, 2012; Singh *et al.*, 1997). Di beberapa negara Afrika, beberapa kultivar kacang tunggak umumnya dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pakan (Cook *et al.*, 2005; Nielsen *et al.*, 1997; Rachie, 1985).

Seluruh bagian tanaman diketahui dapat dimanfaatkan untuk pangan sumber protein dan vitamin. Daun, polong, dan biji muda digunakan sebagai sayur, sementara biji tua dikonsumsi sebagai makanan kecil maupun lauk-pauk utama (Bernhardt, 1976; Bittenbender *et al.*, 1984; Duke, 1981; Islam *et al.*, 2006).

Di Indonesia, tanaman kacang tunggak merupakan tanaman potensial dan memerlukan perhatian untuk dikembangkan (CRIFC, 1988). Tanaman kacang tunggak memiliki sifat relatif lebih tahan kering dibanding dengan kacang-kacangan lain. Kacang tunggak dapat beradaptasi cukup luas, dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan ketinggian hingga 1.500 m dpl. Di samping itu, kacang tunggak juga toleran pada kondisi kesuburan rendah karena mampu mengikat nitrogen yang berasal dari udara dan dapat tumbuh baik pada pH 5,5–6,5 (Anonim, 2005; Fall *et al.*, 2003; Ortiz, 1998). Umur berbunga beragam mulai 39–52 hari, mulai panen 70–80 hari, dengan potensi hasil biji kering sekitar 1,2 t/ha (Trustinah, 2007). Kacang tunggak memiliki nilai nutrisi yang relatif

tinggi, memiliki kandungan protein yang tinggi antara 23,4–25,9% (Purwani dan Santosa, 1996), lemak 1,9%, serat 6,3%, dan karbohidrat 63,6% (Davis *et al.*, 1991).

Kegiatan karakterisasi sumber daya genetik (SDG) kacang tunggak dari koleksi yang telah diperoleh perlu dilaksanakan agar dapat diketahui aksesori mana yang memiliki karakter baik yang dapat dijadikan sebagai sumber gen untuk menciptakan varietas unggul (Hidajat dan Purnawati, 1994). Hasil dari kegiatan karakterisasi juga dapat diketahui tingkat keragaman koleksi yang dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan SDG kacang tunggak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keragaman morfo-agronomis dari koleksi SDG kacang tunggak, serta mengidentifikasi aksesori-aksesori SDG kacang tunggak potensial.

BAHAN DAN METODE

Sebanyak 106 aksesori kacang tunggak koleksi bank gen BB Biogen ditanam di Kebun Percobaan Cikeumeuh, Bogor, pada bulan Mei 2013. Asal koleksi kacang tunggak yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1. Setiap aksesori ditanam pada setiap plot sebanyak 50 tanaman (2 baris), dengan jarak tanam 50 cm × 20 cm. Pemupukan sebanyak 50 kg urea/ha, 100 kg SP36/ha, dan 100 kg KCl/ha diberikan pada waktu tanam dengan cara dibenamkan di samping barisan tanaman. Penyiangian tanaman dilakukan pada umur 3 dan 6 minggu setelah tanam. Pengendalian hama penyakit diberikan sesuai dengan kebutuhan di lapang. Karakter fenotipik tanaman yang diamati adalah: umur mulai berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah klaster polong, jumlah polong, panjang polong, diameter polong, jumlah biji/polong, bobot 100 butir biji, bobot biji/50 tanaman, dan warna biji. Umur berbunga dan umur panen ditetapkan bila dalam plot per-tanaman tiap aksesori kacang tunggak telah mencapai 75%. Karakter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah klaster polong diamati dari 5 sampel tanaman, sedangkan panjang polong, diameter polong, jumlah biji/polong diamati dari 5 sampel dari plot. Tinggi tanaman diukur pada saat panen dari

pangkal batang tanaman hingga ujung tanaman. Prosedur karakterisasi fenotipik dilakukan berdasarkan pedoman standar karakterisasi dari IBPGR (IBPGR, 1993).

Data hasil pengamatan pada 12 karakter fenotipik tersebut dianalisis gerombol antar 106 aksesori SDG kacang tunggak. Pengelompokan 106 aksesori SDG kacang tunggak dilakukan menggunakan metode pautan rata-rata (*average linkage*) pada program aplikasi *Minitab*. Hasil pengelompokan selanjutnya divisualkan dalam bentuk dendrogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fenotipik SDG Kacang Tunggak

Kacang tunggak merupakan tanaman semak (*herbaceous*). Bentuk tanaman beragam dari tanaman tegak kecil hingga tanaman yang relatif besar dan berumur bervariasi. Karakteristik data SDG kacang tunggak hasil koleksi disajikan pada Tabel 2.

Hasil pengamatan rerata umur berbunga kacang tunggak adalah 43 hari dengan kisaran

antara 38–57 hari. Aksesori SDG kacang tunggak yang paling cepat berbunga adalah Tunggak 19, Lembayung A-1, AS-A-70B, TVX.2939-09D, TVX.1948-01E, Tunggak Hitam 24, ACC-15-A-1, Tunggak 25, dan KT-89 dengan umur tanaman mencapai 38 hari. Sementara itu aksesori yang paling lama berbunga adalah ACC-513B, yaitu 51 hari. Sumber daya genetik kacang tunggak yang dapat dipanen paling cepat berumur 59 hari, yaitu aksesori KT-81, Tunggak 16, TVX.4667-010, dan TVX.2939-09D, sedangkan yang paling lama (75 hari) adalah aksesori ACC-513B dan TVX.27-27. Umur panen tanaman kacang tunggak dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu berumur genjah (97–109 hari) dan *intermediate* (110–120 hari) (Vural dan Karasu, 2007). Dengan demikian, maka ke-106 aksesori SDG kacang tunggak yang dikarakterisasi dalam penelitian ini dapat dikategorikan berumur genjah dengan kisaran umur panen 59–75 hari.

Alidu *et al.* (2013) dan Kamai *et al.* (2014) melaporkan bahwa umur berbunga kacang tunggak nyata berkorelasi negatif dengan hasil biji. Meskipun demikian, SDG kacang tunggak yang dapat dipanen cepat (umur panen genjah) sangat diperlu-

Tabel 1. Asal koleksi kacang tunggak yang digunakan dalam penelitian.

Asal koleksi	Jumlah koleksi
Nusa Tenggara Timur	9
Nusa Tenggara Barat	2
Bali	1
Sulawesi Selatan	12
Jawa Timur	29
Jawa Tengah	8
Jawa Barat	22
Introduksi	23

Tabel 2. Karakteristik data 106 aksesori SDG kacang tunggak yang dianalisis.

Karakter	Minimum	Maksimum	Rerata	SD
Umur berbunga (hari)	38,0	57,0	42,52	3,16
Umur panen (hari)	59,0	75,0	64,97	3,09
Tinggi tanam (cm)	15,3	213,3	116,99	35,45
Jumlah cabang	0,0	4,0	1,93	0,96
Jumlah klaster	2,0	8,0	4,54	1,39
Jumlah polong	2,0	34,0	7,20	3,90
Panjang polong (cm)	9,2	33,6	16,02	2,69
Diameter polong (cm)	0,3	1,1	0,65	0,11
Jumlah biji/polong	8,0	27,0	14,03	2,23
Bobot 100 butir (g)	5,9	16,9	10,77	2,05
Bobot biji (g/50 tanaman)	26,1	104,9	68,85	20,01

kan untuk kemampuan beadaptasi pada berbagai kondisi agroekologi (Vaughan *et al.*, 2011). Kultivar kacang tunggak berumur pendek dan cepat dipanen akan terhindar dari risiko cekaman faktor lingkungan baik berupa iklim ekstrim maupun serangan hama/penyakit, sehingga mampu memberikan hasil yang diharapkan.

Tinggi tanaman kacang tunggak yang paling pendek sekitar 15,3 cm, yaitu aksesori Tunggak 137 dan paling tinggi sekitar 213,3, yaitu Tunggak Hitam 13. Dilaporkan bahwa karakter tinggi tanaman memberikan kontribusi positif terhadap hasil melalui peningkatan jumlah bunga betina per tanaman, yang pada gilirannya akan meningkatkan potensi jumlah polong dan biji yang terbentuk (Cramer dan Wehner, 1998; Ekpo *et al.*, 2012; Takang, 2002). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aksesori-aksesori yang menghasilkan jumlah polong lebih dari 10 sebagian besar memiliki tinggi tanaman lebih dari 100 cm. Tiga aksesori dengan jumlah polong tertinggi ternyata memiliki tinggi kurang dari 100 cm, yaitu SU-76A (jumlah polong 34, tinggi tanaman 68,2 cm), Lokal Kudus A-1 (jumlah polong 19, tinggi tanaman 82,4 cm), dan SU-73 (jumlah polong 18, tinggi tanaman 62,9 cm).

Jumlah cabang yang paling banyak adalah 4, yaitu aksesori TVX.27-27, Bs-3, Tunggak 22, Wajak 132, KT-84-A-1, dan SU-76A. Jumlah klaster tiap tanaman merupakan komponen hasil tanaman kacang tunggak. Jumlah klaster minimum dimiliki oleh aksesori TVX.4661-01-DA, Kacang Tunggak, Ces-26-1, dan ACC-513B (2 klaster per tanaman), sedangkan jumlah klaster maksimum ada pada aksesori Kacang Dadap 125 dan Tunggak Hitam 24 (8 klaster per tanaman).

Jumlah polong tiap tanaman juga merupakan komponen hasil. Jumlah polong paling sedikit di-

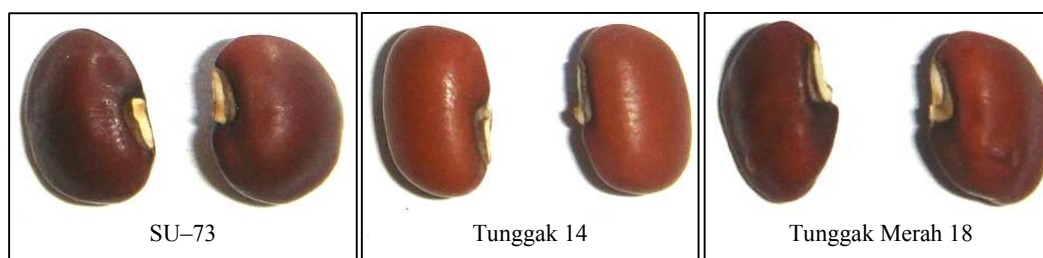
hasilkan dari aksesori TVX.4661-01-DA, ACC-513B, Kacang Tunggak Hitam 15, dan AS-A-70B (2-3 polong), dan paling banyak SU-76A (34 polong). Ukuran polong dimanifestasikan oleh panjang dan diameter polong. Panjang polong terpendek 9,2 cm (aksesori SU-76A) dan terpanjang 33,6 cm (aksesori Kacang Tunggak Lokal Lombok), sedangkan diameter polong terkecil sekitar 0,34 cm, yaitu SU-76A dan terbesar ICV-12B (1,07 cm).

Jumlah biji per polong paling sedikit dimiliki oleh SU-76A (8 biji) dan paling banyak dimiliki oleh Kacang Tunggak Lokal Lombok (18 biji). Hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang diperoleh Agbogidi dan Egho (2012), yang melakukan karakterisasi 8 aksesori kacang tunggak asal Nigeria. Tiga aksesori terpilih (Ife Brown, IT848-2246-4, dan TVS3236) hanya memberikan rerata jumlah biji per polong masing-masing sebesar 7,0; 7,8; dan 8,2. Bobot biji 100 butir sebagai indikator ukuran biji memiliki rata-rata 10,77 g. Ukuran biji terbesar dimiliki oleh Tunggak Hitam 13.

Hasil biji dari 50 tanaman, terbesar dihasilkan oleh aksesori Wajak 132 (104,9 g). Potensi hasil biji 5 terbesar dimiliki oleh Wajak 132 (104,9 g), SU-73 (104,4 g), TVX.1948-01E (102,2 g), Tunggak 14 (100,9 g), dan Tunggak Merah 18 (100,9 g) (Gambar 1).

Warna biji bervariasi antara lain: 10 aksesori berwarna putih, 29 aksesori berwarna merah, 54 aksesori berwarna cokelat, 3 aksesori berwarna krem, 6 aksesori berwarna blirik, dan 5 aksesori berwarna hitam. Warna biji terbanyak adalah warna cokelat dan merah. Keragaman warna biji SDG kacang tunggak yang diwakili oleh aksesori-aksesori tertentu disajikan pada Gambar 2.

Hasil analisis korelasi antara bobot biji tiap plot dengan karakter yang diamati menunjukkan



Gambar 1. Aksesori SDG kacang tunggak dengan potensi hasil biji tinggi.

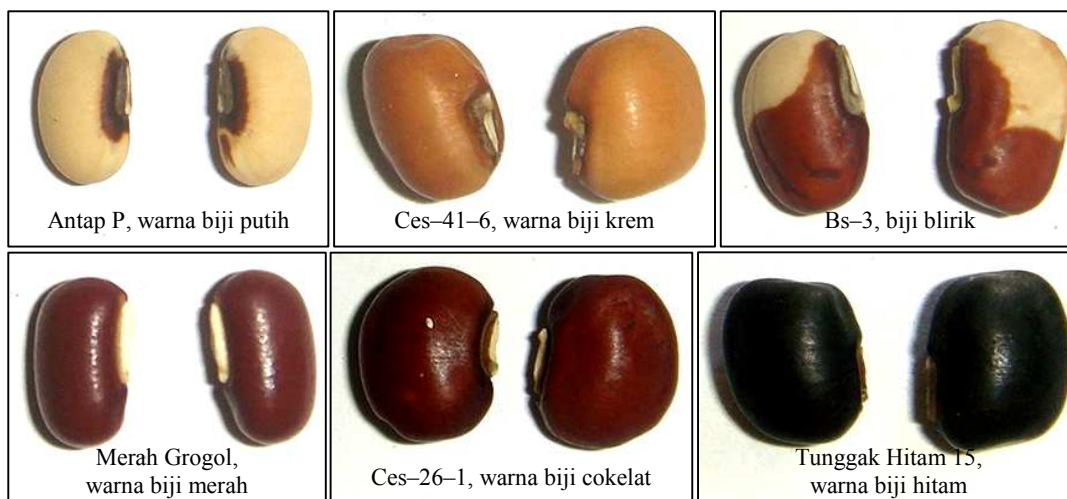
bahwa karakter umur berbunga ($r = -0,366^*$) dan umur panen ($r = -0,489^*$) nyata berkorelasi negatif serta panjang polong nyata berkorelasi positif ($r = 0,179^*$) dengan bobot biji. Hal ini mengindikasikan makin lama umur berbunga cenderung semakin banyak bobot biji yang dihasilkan tanaman dan semakin panjang polong yang dihasilkan semakin banyak bijinya.

Pengelompokan Aksesori Kacang Tunggak

Analisis komponen utama menunjukkan bahwa 6 komponen utama dapat menerangkan total keragaman kacang tunggak sebesar 79,0% (Tabel 3). Komponen utama pertama yang menerangkan total keragaman sebesar 24% terutama dikontri-

busikan oleh variabel jumlah cabang, jumlah klaster, dan jumlah polong. Kontribusi variabel panjang polong paling besar pada komponen utama kedua yang dapat menerangkan keragaman sebesar 15,9%. Umur berbunga dan umur panen berkontribusi terbesar pada komponen utama ketiga yang menerangkan keragaman sebesar 11,8%. Komponen utama keempat yang menerangkan keragaman sebesar 10,1% terutama kontribusi dari variabel bobot polong.

Hasil analisis pengelompokan dengan menggunakan keenam komponen utama menunjukkan bahwa dari 106 aksesori SDG kacang tunggak yang dianalisis dapat dikelompokkan menjadi 4 klaster (kelompok). Keempat klaster terpisah pada nilai kemiripan 60%. Klaster pertama beranggotakan se-



Gambar 2. Keragaman warna biji SDG kacang tunggak.

Tabel 3. Koefisien komponen utama 1–6 dari variabel kacang tunggak.

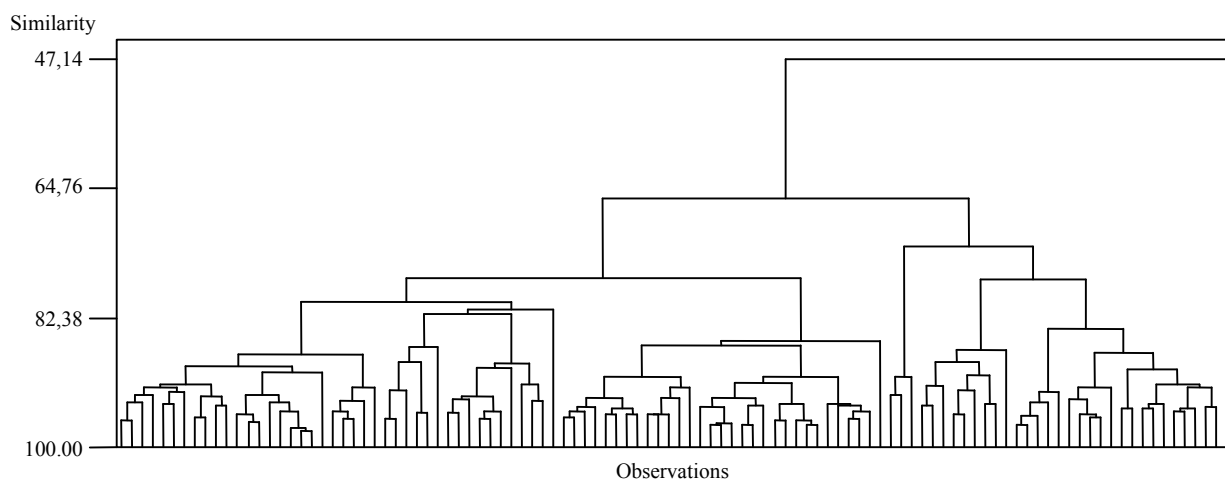
Variabel	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Umur berbunga	0,192	-0,535	-0,250	0,137	-0,104	-0,233
Umur masak	0,180	-0,534	-0,264	0,257	-0,126	-0,074
Tinggi tanaman	-0,180	-0,004	-0,143	0,634	0,445	0,518
Jumlah cabang	0,441	0,233	-0,140	0,086	-0,085	0,161
Jumlah klaster	0,369	0,458	-0,159	0,232	0,087	-0,099
Jumlah polong	0,476	0,125	-0,085	0,175	0,078	-0,214
Panjang polong	-0,238	0,366	-0,461	0,053	-0,245	-0,360
Diameter polong	-0,366	0,074	0,127	0,176	0,151	-0,295
Jumlah biji	-0,258	0,084	-0,302	0,158	-0,669	0,369
Bobot 100 butir	-0,263	-0,025	-0,541	-0,096	0,421	-0,265
Bobot biji	0,122	-0,029	-0,428	-0,595	0,219	0,410
<i>Eigenvalue</i>	2,7662	1,7443	1,2970	1,1070	0,9648	0,8152
Proporsi	0,251	0,159	0,118	0,101	0,088	0,074
Kumulatif	0,251	0,410	0,528	0,629	0,716	0,790

bagian besar aksesori SDG kacang tunggak, yaitu sebanyak 103 aksesori (meliputi 95% dari keseluruhan aksesori yang dianalisis). Kluster kedua hingga kluster keempat masing-masing terdiri dari 1 aksesori (Gambar 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman genetik koleksi SDG kacang tunggak relatif sempit. Beberapa upaya dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik koleksi SDG kacang tunggak seperti koleksi, introduksi, maupun persilangan.

Tidak terdapat korelasi yang nyata antara pola penyebaran aksesori-aksesori pada ketiga kluster

dengan karakter fenotipik tertentu. Demikian pula tidak terlihat pola pengelompokan aksesori-aksesori dalam kaitannya dengan asal aksesori. Distribusi banyaknya aksesori pada masing-masing kluster dalam kaitannya dengan keragaman karakter warna biji disajikan pada Tabel 4.

Karakteristik agronomi yang membedakan di antara keempat kluster meliputi umur berbunga, jumlah polong, panjang polong, dan bobot biji/polong. Pada karakter umur berbunga, jumlah polong, pada kluster 2 nyata lebih cepat/banyak daripada kluster lainnya (Tabel 5).



Gambar 3. Pengelompokan 106 aksesori SDG kacang tunggak berdasarkan koefisien jarak *Euclidean* dan pautan rata-rata (*average linkage*).

Tabel 4. Distribusi banyaknya aksesori dari 3 kluster dan 6 warna biji kacang tunggak.

Kluster	Warna biji						Jumlah
	Putih	Merah	Cokelat	Krem	Blirik	Hitam	
1	10	27	52	3	6	5	103
2		1		1	5		1
3		1		1			1
4	0		1				1
Jumlah	10	29	53	5	11	5	106

Tabel 5. Rerata karakter agronomi dari aksesori pada setiap kluster.

Kluster	Umur berbunga	Jumlah polong	Panjang polong	Bobot biji/polong
1	42,8a	6,9a	15,9a	14,0a
2	51,0ab	34,9b	9,2a	8,0a
3	57,0b	3,0a	14,2a	13,0a
4	40,0a	4,0a	15,5a	11,0a

Angka pada satu kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 5% menurut Uji BNT.

KESIMPULAN

Aksesi SDG kacang tunggak yang menunjukkan indikasi cepat dipanen (umur 59 hari) adalah KT-81, Tunggak 16, TVX.4667-010, dan TVX.2939-09D. Jumlah klaster polong per tanaman terbanyak dihasilkan oleh Kacang Dadap 125 dan Kacang Tunggak Hitam 24 (8 klaster per tanaman). Jumlah polong paling banyak dihasilkan oleh aksesi SU-76A (34 polong). Jumlah biji per polong paling banyak dimiliki oleh Kacang Tunggak Lokal Lombok (18 biji). Ukuran biji terbesar dimiliki oleh Tunggak Hitam 13 (16,9 g/100 butir) dan hasil biji tertinggi dihasilkan oleh Wajak 132 (104,9 g/50 tanaman). Hasil pengelompokan menggunakan koefisien jarak *Euclidean* diketahui bahwa koleksi SDG kacang tunggak dapat dikelompokkan menjadi 4 klaster. Klaster pertama beranggotakan sebagian besar aksesi SDG kacang tunggak, yaitu 103 aksesi, klaster kedua hingga keempat masing-masing terdiri 1 aksesi. Keragaman fenotipik koleksi kacang tunggak relatif sempit, sehingga perlu dilakukan peningkatan keragaman SDG kacang tunggak baik melalui introduksi dan koleksi maupun persilangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Hakim Kurniawan, MP atas bimbingannya dalam penulisan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbogidi, O.M. and E.O. Egho. 2012. Evaluation of eight varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) in Asaba agro-ecological environment, Delta State, Nigeria. *Eur. J. Sustain. Dev.* 1(2):303-314.
- Alidu, M.S., I.D.K. Atokple, and R. Akromah. 2013. Genetic analysis of vegetative-stage drought tolerance in cowpea. *Greener J. Agri. Sci. Greener JAS* 3:476-491.
- Allen, O.N. and E.K. Allen. 1981. *The Leguminosae: a source book of characteristics, uses, and nodulation.* The Univ. of Wisconsin Press, Madison, WI.
- Anonim. 2005. Cowpea. <http://www2.ctahr.hawaii.edu/sustainag/GreenManures/cowpea.asp> (Diakses 10 Agustus 2015).
- Bernhardt, C.F. 1976. *The legume food crops.* ASEAN Grain Legumes. Central Research Institute of Agriculture, Bogor.
- Bittenbender, H.C., Barret, R.P. and Indire-Lauvsa, and B.M. 1984. Beans and cowpeas as leaf vegetables and grains legumes. Monograph No. 1 Bean/Cowpea Collaborative Research Support Programme. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Central Research Institute for Food Crops. 1988. Grain legumes. Central Research Institute for Food Crops, Bogor.
- Cook, B.G., B.C. Pengelly, S.D. Brown, J.L. Donnelly, D.A. Eagles, M.A. Franco, J. Hanson, B.F. Mullen, I.J. Partridge, M. Peters, and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: an interactive selection tool. *Vigna unguiculata* CSIRO, DPI & F (Qld), CIAT, and ILRI, Brisbane, Australia. http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Vigna_unguiculata.htm (Diakses 16 Maret 2015).
- Cramer, C.S. and T.C. Wehner. 1998. Fruit yield and yield component means and coloration of four legumes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 123:388-395.
- Davis D.W., E.A. Oelke, E.S. Oplinger, J.D. Doll, C.V. Hanson, and D.H. Putnam. 1991. Cowpea. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/cowpea.html> (Diakses 14 November 2015).
- Duke, J.A. 1981. *Vigna unguiculata* (L.) Walp spp. unguiculata. In: O.N. Okeson, editor, *Legumes of World Importance.* Plenum Press, New York. p. 303-305.
- Ekpo, I.A., R.B. Agbor, A.N. Osuagwu, E.C. Okpako, and B.E. Ekanem. 2012. Evaluation of eight cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) species for yield and associated traits. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol.* 12(2):1-7.
- Fall, L., D. Diouf, M.A. Fall-Ndiaye, F.A. Badiane, and M. Gueye. 2003. Genetic diversity in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] varieties determined by ARA and RAPD techniques. *Afr. J. Biotechnol.* 2(2):48-50.
- Food and Agriculture Organization. 2002. *World agriculture: towards 2015/2030.* Summary report, Rome.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2012. Grassland species index. *Vigna unguiculata.* <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000090.htm> (Diakses 6 Oktober 2015).
- Hidajat, J.R. dan E. Purnawati. 1994. Karakterisasi dan pemeliharaan plasma nutfah kacang-kacangan. Koleksi dan Karakterisasi Plasma Nutfah Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.

- International Board for Plant Genetic Resources. 1993. Descriptor for pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). International Board for Plant Genetic Resources/ International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Rome.
- Islam, S., R.C. Cowmen, and J.O. Ganer. 2006. Screening for tolerance of stress temperature during germination of twenty-five cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) cultivars. *JFAE* 4(2):189–191.
- Kamai, N., A.Y. Kamara, and L.O. Omoigui. 2014. Varietal trials and physiological basis for yield differences among cowpea varieties in Sudan savanna of Nigeria. *IJAIR* 2:855–859.
- Nielsen, S., T. Ohler, and C. Mitchell. 1997. Cowpea leaves for human consumption: Production, utilization, and nutrient composition. In: B. Singh, D.M. Raj, K. Dashiell, and L. Jackai, editors, *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCASS), Ibadan, Nigeria. p. 326–332.
- Ortiz, R. 1998. Cowpea from Nigeria: A silent food revolution. *Outlook Agric.* 27:125–128.
- Purwani, E.Y. and B.A.S. Santoso. 1996. Dehulling characteristics and chemical composition of four cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars in Indonesia. *Indon. J. Trop. Agric.* 7(1):18–23.
- Rachie, K.O. 1985. Introduction. In: S.R Singh and K.O. Rachie, editors, *Cowpea Researchs, Production, and Utilisation*. Wiley, New York. p. 21–28.
- Singh, B.B., D.R.M. Raj, K.E. Dashiell, and J. Len. 1997. *Advances incowpea research*. IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
- Takang, J. 2002. Soybean in human diet. FAO of the United Nations, Italy.
- Trustinah. 2007. Seleksi daya hasil galur kacang tunggak. Dalam: Harnowo, D., A.A. Rahmiana, Suharsono, M.M. Adie, F. Rozi, Subandi, dan A.K. Makarim, editor, *Peningkatan produksi kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung kemandirian pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. hlm. 200–215.
- Vaughan, M.A., O.J. Ariyo, I.O. Danieland, and C.O. Alake. 2011. Diallel analysis of earliness in cowpea. *African Crop Science Conference Proceedings* 10:521–524.
- Vural, H. and A. Karasu. 2007. Variability studies in cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) varieties grown in Isparta, Turkey. *Revista UDO Agricola* 7(1):29–34.
-