

Karakteristik Agronomi dan Fisik Biji sebagai Penduga Keragaman serta Penciri Spesifik Genotipe pada Kultivar Unggul dan Galur Harapan Kedelai

Chindy Ulima Zanetta^{1*}, Agung Karuniawan², dan Budi Waluyo³

¹Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati–Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesa 10, Bandung, 40132, Indonesia;

²Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor 45363

³Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang 65145

*E-mail: chindy@sith.itb.ac.id

ABSTRAK

Keragaman penampilan karakter dapat digunakan untuk menentukan perbedaan genotipe pada kedelai. Penentuan keragaman pada karakter kedelai secara serentak berdasarkan pendekatan principal component analysis dan biplot hubungan karakter dan genotipe merupakan teknik penentuan perbedaan genotipe. Penelitian dilaksanakan di Jatinangor pada Agustus–Desember 2013 menggunakan 48 genotipe kedelai yang terdiri dari kultivar unggul dan galur harapan. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok diulang dua kali. Terdapat keragaman pada karakter batang tanaman, kegenjahan, hasil biji, dan karakteristik fisik biji. Genotipe kedelai terbagi menjadi tiga kelompok spesifik, masing-masing dengan penciri khusus karakter volume biji dan luas permukaan biji pada kelompok 1; tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, dan jumlah biji per tanaman pada kelompok 2; panjang ruas, umur berbunga, dan kebulatan biji pada kelompok 3. Karakter-karakter tersebut merupakan penciri khusus setiap kelompok genotipe yang dapat dijadikan indikator kebenaran varietas.

Kata kunci: kedelai, biplot, keragaman, penciri khusus

ABSTRACT

Characteristics of Agronomy and Physical Seed to Predict Variability and Specific Identifier on Superior Cultivar and Promising Lines of Soybean. Variability of traits performance can be used to determine the differences of soybean genotype. Determination of variability on soybean characters simultaneously based approach to principal component analysis and biplot of relation among traits and genotype are technique of determining the genotype differences. Field experiments were conducted at Jatinangor on August 2013 until December 2013, used 48 genotypes consisting of superior cultivars and promising lines. The experimental design was a randomized complete block design with two replications. There was diversity in stem character, early maturity, yield and seed physical properties. Soybean genotypes were divided into three specific groups, seed volume and seed surface area in group 1; plant height, number of pods per plant and number of seeds per plant in group 2; internode, day to flowering, and seed spherical in group 3. These traits were a specific identifier of each genotype groups which can be an indicator of true cultivars.

Keywords: soybean, biplot, variability, specific identifier traits

PENDAHULUAN

Ketersediaan varietas unggul berkualitas, berdaya hasil tinggi, dan mampu beradaptasi pada berbagai lingkungan merupakan hal yang sangat penting. Kedelai sebagai tanaman

penghasil protein nabati tinggi perlu dikembangkan untuk memperoleh varietas unggul baru. Kedelai ditanam terutama untuk hasil biji dan sebagian untuk bahan pangan dan industri. Diperlukan perbaikan dan peningkatan kualitas dan kuantitas biji kedelai untuk mendukung perakitan varietas unggul baru (Zanetta *et al.* 2013).

Peningkatan hasil kedelai dapat diupayakan melalui pemuliaan tanaman secara kontinyu. Penggunaan kultivar kedelai lokal, kultivar unggul, dan galur-galur potensial dalam pemuliaan tanaman berperan penting dalam merakit varietas unggul baru. Keragaman karakter tanaman dapat menentukan potensi hasil dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan genetik dalam pemuliaan tanaman untuk meningkatkan produksi (Khodadadi *et al.* 2011). Oleh karena itu, pemuliaan tanaman harus dilakukan secara dinamis dan berkelanjutan.

Pada perakitan kultivar baru, keunggulan sifat tanaman merupakan hal yang perlu diutamakan agar setiap calon kultivar mempunyai karakteristik yang berbeda dengan yang sudah ada. Identifikasi karakter yang spesifik pada setiap genotipe perlu diidentifikasi untuk mencegah duplikasi dan menjamin kebenaran varietas. Statistika *multivariate principal component analysis* dapat digunakan untuk mengidentifikasi keragaman karakter dan mengidentifikasi karakter umum, dan visualisasi biplot dapat menentukan karakter spesifik suatu genotipe (Duarte and Pinto 2002; Lipkovich and Smith 2002; Yan and Hunt 2002; Pacheco *et al.* 2005). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakter agronomi dan fisik biji kedelai dalam menduga keragaman dan penciri spesifik genotipe.

BAHAN DAN METODE

Penelitian menggunakan 48 genotipe kedelai sebagai perlakuan, terdiri dari 36 genotipe kedelai hitam dan 12 genotipe kedelai kuning. Genotipe kedelai yang digunakan terdiri dari kultivar unggul dan galur harapan.

Percobaan Lapang

Penelitian lapang menggunakan rancangan acak kelompok. Setiap perlakuan diulang dua kali, sehingga terdapat 96 plot percobaan. Percobaan dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Ciparanje, Jatiningor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Percobaan dilaksanakan pada bulan Agustus–Desember 2013.

Pengamatan meliputi karakter agronomi, antara lain jumlah buku, jumlah cabang, diameter batang, panjang ruas batang, tinggi tanaman, umur berbunga, umur panen, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, bobot biji per plot, dan potensi hasil biji. Pengamatan karakter fisik biji antara lain panjang biji, lebar biji, ketebalan biji, diameter biji, kebulatan biji, volume biji, luas permukaan biji, dan massa jenis.

Analisis Data

Analisis multivariat dilakukan terhadap 21 karakter pada 48 genotipe kedelai. Analisis komponen utama atau *principal component analysis* (PCA) berdasarkan tipe koefisien korelasi Pearson ($n-1$) untuk menentukan kontribusi setiap karakter terhadap keragaman total. Analisis data menggunakan perangkat lunak Microsoft® Excel 2007/XLSTAT Versi 2009.3.02. Komponen utama (PC) bermakna jika nilai *eigenvalue* lebih dari satu. Karakter yang berkontribusi utama pada setiap PC ditandai oleh nilai *factor loading* ($PC > |0.6|$)

(Peres-Neto *et al.* 2003). Biplot karakter spesifik pada genotype berdasarkan metode pendekatan *singular value decomposition* (SVD). Data ditransformasi berdasarkan *rows-columns centered*, dan biplot ditampilkan berdasarkan *scaling symmetric* (SYM Biplot) menggunakan Biplot 1.1 (Lipkovich and Smith 2002).

Jarak maksimum titik pusat untuk menentukan karakter penciri umum dinyatakan dengan pendekatan *Hotelling test* (Johnson and Wichern 2014) sebagai berikut:

$$r_i \pm \sqrt{\frac{p(n-1)}{(n-p)} F_{(\alpha,p,n-p)}} \sqrt{\frac{s_{PC_i}^2}{n}}$$

dimana r_i = jari-jari elips untuk PC_i , p = komponen PC yang digunakan, n = banyaknya genotype yang diuji, $F_{(\alpha,p,n-p)}$ = sebaran F pada peluang 5% dengan db p dan $n-p$, $s_{PC_i}^2$ = varians skor PC_i .

Karakter yang berada pada wilayah dalam elips, dinyatakan dengan rumus:

$$\frac{(PC1_i)^2}{(r_1)^2} + \frac{(PC2_i)^2}{(r_2)^2} < 1$$

Kelompok genotype ditentukan berdasarkan pada wilayah diantara dua garis melalui (0,0) yang tegak lurus terhadap garis yang menghubungkan dua titik terluar poligon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter kultivar-kultivar unggul dan galur-galur harapan kedelai mempunyai penampilan agronomi yang beragam. Keragaman pada karakter ini ditampilkan secara deskriptif berdasarkan parameter pemusatan dan sebaran data metrik hasil pengukuran. Hal ini penting sebagai dasar dalam menentukan diversitas dan jarak genetik serta karakter penciri umum dan penciri khusus yang dimiliki kultivar unggul dan galur-galur harapan kedelai. Karakter penciri dibagi ke dalam karakteristik batang tanaman, kegenjahan, hasil biji, dan karakteristik biji.

Rata-rata dan Variasi Karakter Kultivar Unggul dan Galur Harapan

Karakter kultivar unggul dan galur harapan secara umum ditampilkan pada Tabel 1. Karakter jumlah cabang mempunyai keragaman yang paling luas dengan standar deviasi 1,22 dan nilai koefisien keragaman 61,93%. Karakter tersebut mempunyai rentang 0–4,33 dengan rata-rata 1,98 cabang. Keragaman yang luas untuk karakter jumlah cabang juga dilaporkan oleh Kumar *et al.* (2015). Keragaman yang sempit terdapat pada karakter umur berbunga dengan standar deviasi 2,80 dan nilai koefisien variasi 6,67%.

Karakter fisik biji memiliki keragaman yang bervariasi. Volume biji memiliki keragaman yang paling luas dengan nilai standar deviasi 23,77 dan koefisien keragaman 31,39% dengan rentang 41,70–134,30. Keragaman yang sempit dimiliki oleh kebulatan biji dengan standar deviasi 0,01 dan koefisien variasi 3,74%, rentang kebulatan 0,39–0,34 dengan rata-rata 0,33 (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata dan variasi karakter pada kultivar unggul dan galur harapan kedelai

Karakter	Kode Karakter	Rentang	Rata-rata	Standar deviasi	KV (%)
Jumlah buku	KB1	4,17–9,70	7,42	1,05	14,16
Jumlah cabang	KB2	0,00–4,33	1,98	1,22	61,93
Diameter batang (mm)	KB3	2,83–6,33	4,77	0,74	15,55
Panjang ruas batang (cm)	KB4	2,03–8,47	4,41	1,21	27,36
Tinggi tanaman (cm)	KB5	19,17–70,33	41,06	10,96	26,71
Umur berbunga (hst)	KG1	37,50–48,50	41,96	2,80	6,67
Umur panen (hst)	KG2	79,50–100,50	86,96	5,41	6,23
Jumlah polong per tanaman	KH1	9,50–70,00	32,61	14,83	45,49
Jumlah biji per tanaman	KH2	17,33–148,17	60,97	29,80	48,87
Bobot biji per tanaman (g)	KH3	1,33–18,28	6,61	3,26	49,34
Bobot 100 biji (g)	KH4	6,12–19,68	11,43	3,39	29,68
Bobot biji per plot (kg)	KH5	0,06–1,11	0,40	0,23	57,43
Potensi hasil (ton/ha)	KH6	0,12–1,33	0,66	0,33	49,73
Panjang biji (mm)	KF1	5,82–8,66	6,97	0,63	8,99
Lebar biji (mm)	KF2	4,86–7,19	5,80	0,59	10,12
Ketebalan biji (mm)	KF3	3,51–5,39	4,39	0,50	11,49
Diameter biji (mm)	KF4	4,68–7,07	5,60	0,56	10,06
Kebulatan biji (mm)	KF5	0,29–0,34	0,33	0,01	3,74
Volume biji (mm ³)	KF6	41,70–134,30	75,73	23,77	31,39
Luas permukaan biji (mm ²)	KF7	60,12–130,14	87,76	17,97	20,48
Massa Jenis (g/cm ³)	KF8	1,29–2,30	1,52	0,17	11,08

KV koefisien variasi.

Principal Component Analysis

Principal component analysis menunjukkan komponen dari karakter yang berkontribusi terhadap keragaman total. Keragaman total berasal dari seluruh karakter yang dilibatkan dan dapat dilihat dari eigenvalue yang mempunyai nilai lebih dari satu. Berdasarkan hal ini maka terdapat empat komponen utama pertama yang berkontribusi terhadap keragaman total 83,167% (Tabel 2).

Komponen utama pertama (PC1) dengan eigenvalue 7,82 mempunyai kontribusi keragaman 37,22% dari karakter jumlah buku, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, panjang biji, lebar biji, ketebalan biji, diameter biji, volume biji, dan luas permukaan biji. PC2 dengan eigenvalue 7,32 berkontribusi terhadap keragaman total 34,88% yang berasal dari karakter jumlah cabang, diameter batang, panjang ruas batang, tinggi tanaman, jumlah polong, jumlah biji, bobot biji per tanaman, bobot biji per plot, dan potensi hasil. PC3 mempunyai eigenvalue 1,22 berkontribusi 5,83% terhadap keragaman total. Pada PC3 tidak terdapat karakter yang berkontribusi utama terhadap keragaman. Dengan demikian, pada komponen-komponen ini, setiap karakter berkontribusi terhadap keragaman total. PC4 mempunyai eigenvalue 1,10 dengan kontribusi terhadap keragaman total 5,24%, berasal dari massa jenis biji.

Tabel 2. *Eigenvalue*, keragaman, keragaman kumulatif, dan *loading factor* pada karakter kultivar unggul dan galur harapan kedelai

Komponen Utama	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Eigenvalue	7,817	7,324	1,223	1,100	0,849
Variability (%)	37,223	34,878	5,826	5,240	4,042
Cumulative %	37,223	72,101	77,927	83,167	87,209
Jumlah buku	0,659	0,568	-0,144	-0,090	0,158
Jumlah cabang	0,214	0,813	-0,003	0,186	-0,072
Diameter batang (mm)	0,530	0,721	-0,126	0,059	-0,029
Panjang ruas batang (cm)	-0,076	0,619	-0,355	-0,067	0,575
Tinggi tanaman (cm)	0,221	0,812	-0,091	-0,042	0,407
Umur berbunga (hst)	-0,467	0,558	0,253	0,241	-0,050
Umur panen (hst)	0,580	0,343	0,508	-0,024	0,218
Jumlah polong per tanaman	0,165	0,933	0,111	0,125	-0,116
Jumlah biji per tanaman	0,214	0,933	0,171	0,109	-0,097
Bobot biji per tanaman (g)	0,640	0,656	0,203	0,216	-0,063
Bobot 100 biji (g)	0,828	-0,449	-0,157	0,280	-0,004
Bobot biji per plot (kg)	0,419	0,617	0,098	-0,133	-0,351
Potensi hasil (ton/ha)	0,388	0,776	-0,303	-0,123	-0,219
Panjang biji (mm)	0,867	-0,310	-0,109	0,061	-0,014
Lebar biji (mm)	0,918	-0,369	-0,057	0,000	0,004
Ketebalan biji (mm)	0,888	-0,402	0,112	0,025	0,058
Diameter biji (mm)	0,899	-0,368	-0,041	0,022	-0,012
Kebulatan biji (mm)	-0,129	-0,360	0,533	0,425	0,259
Volume biji (mm ³)	0,903	-0,413	0,009	-0,001	0,015
Luas permukaan biji (mm ²)	0,913	-0,397	0,004	0,012	0,019
Massa jenis (g/cm ³)	-0,309	-0,071	-0,457	0,786	-0,054

PC = komponen utama, angka yang dicetak tebal menunjukkan karakter mempunyai kontribusi utama jika *loading factor* >0,6.

Biplot Hubungan Karakter dan Genotipe

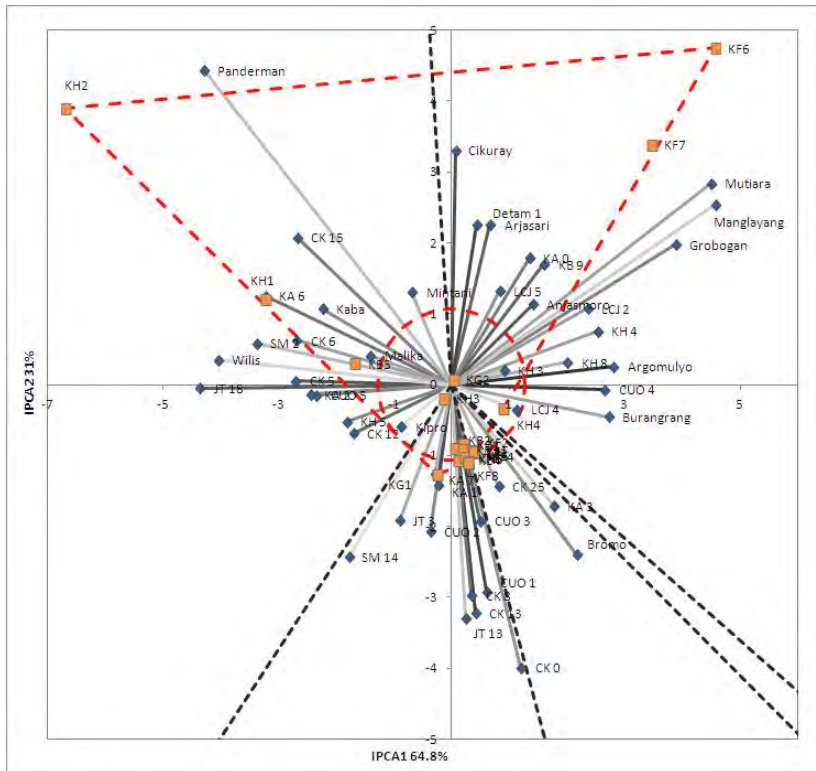
Biplot hubungan karakter dengan genotipe kultivar unggul dan galur harapan ditampilkan pada Gambar 1. Biplot menunjukkan adanya keragaman total 95,5% yang disebabkan oleh hubungan antara karakter dengan genotipe. Komponen utama biplot menunjukkan keragaman 64,8% dan komponen kedua menyumbangkan keragaman sebesar 31%. Secara visual, panjang vektor dari setiap genotipe menunjukkan keunikan yang dimiliki dalam kaitannya dengan setiap karakter yang diukur. Poligon menunjukkan hubungan antara karakter dengan genotipe yang dibatasi oleh sektor. Sektor adalah garis dari pusat yang memotong tegak lurus yang menghubungkan dua koordinat terluar dari karakter. Elips yang berada di bagian tengah merupakan batas yang menentukan karakter sebagai penciri khusus atau penciri umum dari genotipe. Karakter yang berada di wilayah elips merupakan karakter umum yang dimiliki oleh setiap genotipe pada kultivar unggul dan galur harapan.

Terdapat 12 karakter yang menjadi penciri umum kultivar unggul dan galur kedelai yang diuji (Gambar 1). Penampilan ini merupakan karakter kuantitatif pada kedelai yang mungkin sulit dijadikan pembeda antar genotipe pada populasi yang dievaluasi. Karakter tersebut ialah jumlah buku ($6,7 \pm 0,39$ buku), jumlah cabang ($0,8 \pm 0,48$ cabang), diameter batang ($4,3 \pm 0,43$ mm), umur panen ($83,2 \pm 0,33$ HST), bobot biji per tanaman ($3,1 \pm 0,69$ g), bobot 100 biji ($11,7 \pm 0,79$ g), bobot biji per plot ($0,2 \pm 0,05$ kg), potensi hasil

($0,4 \pm 0,11$ t/ha), panjang biji ($6,9 \pm 0,07$ mm), lebar biji ($5,7 \pm 0,05$ mm), ketebalan biji ($4,3 \pm 0,06$ mm), dan diameter biji ($5,5 \pm 0,07$ mm). Hal ini mungkin disebabkan karena selama proses seleksi genotipe unggul untuk menghasilkan hasil tinggi, secara langsung maupun tidak langsung, telah mempengaruhi secara linier karakter karakter lainnya. Magnitude pemusatan data setiap karakter pada setiap genotipe lebih dominan dibandingkan dengan sebaran rata-rata karakter antargenotipe. Silva *et al.* (2015) mengemukakan, pada tanaman terjadi kesetimbangan antarkarakter untuk mencapai hasil optimal. Heinrich *et al.* (1983) menyampaikan konsep kompensasi antarkarakter komponen hasil agar tanaman dapat merespons perubahan lingkungan untuk mendapatkan hasil optimal, dan karakter ini bergantung pada genotipe tanaman. Konsekuensi dari seleksi ini adalah karakter antargenotipe mengarah pada sebaran penampilan data yang lebih sempit atau mendekati homogen (Fehr 1987). Jika karakter mempunyai keragaman yang sempit maka sulit melakukan seleksi dan menentukan perbedaan genotipe pada karakter tersebut.

Biplot pada Gambar 1 memperlihatkan dua karakter menjadi penciri kelompok 1, yaitu volume biji ($101,7 \pm 3,47$ mm³) dan luas permukaan biji ($107,3 \pm 2,48$ mm²). Terdapat 18 genotipe yang termasuk ke dalam kelompok 1, yaitu Anjasmoro, Argomulyo, Arjasari, CUO 4, Burangrang, Cikuray, Detam 1, Grobogan, KA 0, KB 9, LCJ 2, LCJ 4, LCJ 5, KH 3, KH 4, KH 8, Manglayang, dan Mutiara. Kelompok 2 dicirikan oleh tiga karakter spesifik, yaitu tinggi tanaman ($50,1 \pm 2,18$ cm), jumlah polong per tanaman ($49,8 \pm 2,30$ polong), dan jumlah biji per tanaman ($94,7 \pm 4,93$ biji). Terdapat 16 genotipe yang termasuk kelompok 2, yaitu CUO 5, CK 12, CK 15, CK 5, CK 6, JT 18, KA 2, KA 6, Kaba, KH 5, Kipro, Malika, Mintani, Panderman, SM 2, dan Wilis. Pada kelompok tiga terdapat 11 genotipe dengan ciri spesifik pada empat karakter, yaitu panjang ruas batang ($4,3 \pm 0,50$ cm), umur berbunga ($43,5 \pm 0,33$ HST), kebulatan biji ($0,3 \pm 0,00$), dan massa jenis ($1,6 \pm 0,03$ g/cm³). Genotipe pada kelompok 3 ialah CUO 1, CUO 2, CUO 3, CK 0, CK 13, CK 8, JT 13, JT 3, KA 1, KA 7, dan SM 14.

Karakteristik fisik biji dan massa jenis biji telah digunakan sebagai indikator untuk meningkatkan kandungan protein pada kedelai dan menghasilkan varietas unggul baru dengan karakteristik unik (Fehr and Weber 1968, Li and Burton 2002), dan juga bisa untuk seleksi terhadap kandungan minyak (Fehr *et al.* 1968). Kandungan minyak kedelai dapat dijadikan salah satu sumber biofuel (Zanetta *et al.* 2015).



KB1 Jumlah buku; KB2 Jumlah cabang; KB3 Diameter batang (mm); KB4 Panjang ruas batang (cm); KB5 Tinggi tanaman (cm); KG1 Umur berbunga (hst); KG2 Umur panen (hst); KH1 Jumlah polong per tanaman; KH2 Jumlah biji per tanaman; KH3 Bobot biji per tanaman (g); KH4 Bobot 100 biji (g); KH5 Bobot biji per plot (kg); KH6 Potensi hasil (ton/ha); KF1 Panjang biji (mm); KF2 Lebar biji (mm); KF3 Ketebalan biji (mm); KF4 Diameter biji (mm); KF5 Kebulatan biji; KF6 Volume biji (mm³); KF7 Luas permukaan biji (mm²); KF8 Massa Jenis (g/cm³);

Gambar 1. Biplot hubungan 21 karakter pada kultivar unggul dan galur harapan kedelai.

KESIMPULAN

Terdapat keragaman pada karakter batang, kegenjahan, hasil biji, dan karakteristik fisik biji diantara 48 genotipe kedelai. Genotipe kedelai terbagi menjadi tiga kelompok dengan karakteristik penciri khusus yang berbeda, yaitu volume biji dan luas permukaan biji pada kelompok 1; tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, dan jumlah biji per tanaman pada kelompok 2; panjang ruas batang, umur berbunga, kebulatan biji, dan massa jenis biji pada kelompok 3.

DAFTAR PUSTAKA

- Duarte, J.B. and R. de M.C. Pinto. 2002. Biplot AMMI graphic representation of specific combining ability. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 2(2): 161–170.
- Fehr, W. 1987. *Principles of Cultivar Development Vol. 1: Theory and Technique.* Macmillan Publ. Co., New York.
- Fehr, W.R., F.I. Collins, and C.R. Weber. 1968. Evaluation of methods for protein and oil determination in soybean seed. *Crop Sci.* 8(1): 47–49.

- Fehr, W. and C. Weber. 1968. Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. *Crop Sci.* 8(5): 551–554.
- Heinrich, G.M., C.A. Francis, and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop Sci* 23(2): 209–212.
- Johnson, R. and D. Wichern. 2014. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Sixth. Pearson Education, Inc., Edinburgh.
- Khodadadi, M., M.H. Fotokian, and M. Miransari. 2011. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. *Aust. J. Crop Sci.* 5(1): 17–24.
- Kumar, A., A. Pandey, C. Aochen, and A. Pattanayak. 2015. Evaluation of genetic diversity and interrelationships of agro-morphological characters in soybean (*Glycine max*) genotypes. *Proc. Natl. Acad. Sci. India Sect. B Biol. Sci.* 85(2): 397–405.
- Li, H. and J.W. Burton. 2002. Selecting increased seed density to increase indirectly soybean seed protein concentration. *Crops* 42: 393–398.
- Lipkovich, I. and E.P. Smith. 2002. Biplot and singular value decomposition macros for Excel@. *J. Stat. Softw.* 7(5): 1–15.
- Pacheco, R.M., J.B. Duarte, R. Vencovsky, J.B. Pinheiro, and A.B. Oliveira. 2005. Use of supplementary genotypes in AMMI analysis. *Theor. Appl. Genet.* 110(5): 812–818.
- Peres-Neto, P.R., D.A. Jackson, and K.M. Somers. 2003. Giving meaningful interpretation to ordination axes: assessing loading significance in principal component analysis. *Ecology* 84(9): 2347–2363.
- Silva, A., T. Sedyama, F. Silva, A. Bezerra, and L. Ferreira. 2015. Correlation and path analysis of soybean yield components. *Int. J. Plant, Anim. Environ. Sci.* 5(1): 177–179.
- Yan, W. and L.A. Hunt. 2002. Biplot analysis of diallel data. *Crop Sci.* 42(1): 21–30.
- Zanetta, C.U., B. Waluyo, and A. Karuniawan. 2013. Keragaman genetik karakter agronomis dan karakteristik fisiko-kimia biji kedelai hitam sebagai bahan baku alternatif tempe. p. 407–413. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional 3 in One Hortikultura, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman: Peran Nyata Hortikultura, Agronomi dan Pemuliaan Tanaman terhadap Ketahanan Pangan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Zanetta, C.U., B. Waluyo, M. Rachmadi, and A. Karuniawan. 2015. Oil content and potential region for cultivation black soybean in Java as biofuel alternative. *Energy Procedia* 65: 29–35.