

Keragaman Genetik Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Asal Indonesia Berdasarkan Karakter Bunga dan Komponen Hasil pada Dua Lahan Berbeda (Genetic Diversity of Butterfly Pea [*Clitoria ternatea*] from Indonesia Based on Flower and Yield Component Traits in Two Land Conditions)

**Trixie A. Ulimaz¹, Debby Ustari², Virda Aziza³, Tarkus Suganda⁴, Vergel Concibido⁵,
Jutti Levita⁶, dan Agung Karuniawan^{1,4*}**

¹Program Studi Magister Manajemen Sumber Daya Hayati, Sekolah Pascasarjana, Universitas Padjadjaran, Jl. Dipati Ukur 35, Bandung 40133, Indonesia

²Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

⁴Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia
Telp. (022) 84288866; Faks. (022) 84288888; *E-mail: agung.karuniawan@unpad.ac.id

⁵Sensient Technologies Corporation, 777 E Wisconsin Ave, Milwaukee, WI 53202, United States

⁶Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

Diajukan: 21 Agustus 2019; Direvisi: 2 maret 2020; Diterima: 13 Maret 2020

ABSTRACT

Genetic diversity among the butterfly pea genotypes is important information to support breeding program of this underutilized crop. The important characters to be targeted in the breeding program of this crop included yield and yield components of flowers that are strongly affected by the environment and have not been previously reported. This study aimed to determine the genetic diversity of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) from Indonesia tested in two land conditions, namely dryland and former paddy fields, based on flower character and yield component traits. The results showed that butterfly pea accessions were divided into two main clusters with dissimilarity coefficient of 0.01–3.99 indicating wide genetic diversity across accessions. The Mantel correlation showed that the genetic distance among accessions studied were not significantly correlated ($r = 0.044$, $P = 0.8709$). Based on principal component analysis (PCA), the eigenvalue ranged from 1.69 to 3.34 with a cumulative contribution of 72.64%. The traits that influenced genetic diversity in this study were flower length, weight of one fresh flower, total weight of pods, and weight of 100 seeds. The results of this study should be useful to support future butterfly pea breeding program.

Keywords: Butterfly pea, genetic diversity, mantel test, dryland, former paddy field.

ABSTRAK

Keragaman genetik antargenotipe bunga telang merupakan informasi penting yang mendukung program pemuliaan tanaman ini. Karakter penting target pemuliaan tanaman bunga telang ialah hasil dan komponen hasil bunga yang merupakan karakter kuantitatif yang dipengaruhi kuat oleh faktor lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengetahui keragaman genetik 38 aksesi bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) asal Indonesia di dua perlakuan lahan, yaitu lahan kering (tegalan) dan lahan bekas sawah, berdasarkan karakter bunga dan komponen hasil. Aksesi bunga telang terbagi ke dalam dua klaster utama dengan koefisien ketidakmiripan 0,01–3,99 yang menandakan adanya keragaman genetik yang luas. Korelasi Mantel menunjukkan bahwa jarak genetik aksesi yang ditanam di kedua lahan tidak berkorelasi nyata ($r = 0,044$, $P = 0,8709$). Berdasarkan *principal component analysis* (PCA), diperoleh *eigenvalue* yang berkisar antara 1,69–3,34 dengan kontribusi kumulatif sebesar 72,64%. Karakter yang memengaruhi keragaman genetik dalam penelitian ini, yaitu panjang bunga, bobot satu bunga segar, bobot polong total, dan bobot 100 biji. Hasil penelitian ini akan bermanfaat dalam mendukung program pemuliaan bunga telang ke depan.

Kata kunci: Bunga telang, keragaman genetik, uji mantel, lahan kering, lahan bekas sawah.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang disebut sebagai negara megabiodiversitas dengan keanekaragaman spesies darat tertinggi di dunia (Sutarno dan Setyawan 2015). Salah satu kekayaan alam di Indonesia ialah tanaman bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). Bunga telang diduga berasal dari Asia tropis (Alderete-Chavez et al. 2011) dan ditemukan pertama kali di Pulau Ternate, Indonesia (Fantz 1977). Penyebaran bunga telang di daerah tropis meliputi dataran rendah yang lembab di Asia, Australia, Afrika, Kepulauan Pasifik, dan Amerika (Bishop et al. 2000), sedangkan di Indonesia tersebar dari Sumatra hingga Papua (ILDIS 2016; USDA-ARS 2016). Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropis dan subtropis, di berbagai jenis tanah selama musim hujan (Ibeawuchi 2007), serta toleran terhadap kelebihan hujan ataupun kekeringan.

Bunga telang termasuk ke dalam kelompok *underutilized crop* yang memiliki banyak kegunaan. Hampir setiap bagian tanaman bunga telang dapat dimanfaatkan. Tanaman ini sering ditanam sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) dan dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan obat (Gomez dan Kamani 2003; Sutedi 2013). Bagian bunga tanaman ini juga dapat digunakan sebagai pewarna alami karena mengandung senyawa antosianin (Vankar dan Srivastava 2010; Suebkhampet dan Sotthibandhu 2012; Hariadi et al. 2018). Malaysia menggunakan bunga dari tanaman bunga telang sebagai pewarna nasi, sedangkan di India dan Filipina bunga telang dimakan langsung sebagai sayuran (Patras et al. 2010; Lee et al. 2011).

Pengembangan bunga telang masih sangat terbatas di Indonesia. Penelitian dan kajian tanaman ini yang telah dilakukan, yaitu keragaman morfologi dan fenotipe (Morris 2009), analisis molekuler berdasarkan marka RAPD dan ISSR (Bishoyi dan Geetha 2013; Bishoyi et al. 2014; Chikkaswamy 2015), dan kandungan fitokimia antara lain tarakserol dan β -sitosterol (Makasana et al. 2016). Tanaman ini memiliki keragaman yang luas pada karakter bunga. Jumlah petal yang dimiliki berkisar antara satu dan lima (Reid dan Sinclair 1980; Stefano et al. 2008) dan warna mahkota bunganya mulai dari biru, biru gelap, biru terang, ungu, violet, dan putih (Gomez dan Kamani 2003; Morris 2009). Informasi keragaman genetik bunga telang dapat berguna untuk mendukung program pemuliaan tanaman ini sehingga diperoleh varietas unggul yang menguntungkan petani pembudidayanya.

Keragaman genetik suatu spesies tanaman dapat dianalisis berdasarkan beberapa karakter, di

antaranya karakter kuantitatif, seperti hasil dan komponen hasil, yang umumnya dipengaruhi kuat oleh faktor lingkungan. Nur et al. (2016) menunjukkan bahwa perbedaan lingkungan tumbuh dapat memengaruhi karakter umur berbunga, jumlah floret hampa, bobot biji per malai, hasil, luas daun bendera, dan kehijauan daun pada gandum. Lahan kering memiliki ketersediaan air dan kesuburan yang rendah, tapi memiliki drainase yang baik. Sementara, lahan sawah memiliki drainase yang kurang baik, namun ketersediaan airnya cukup. Pada tanaman bunga telang, keragaman karakter bunga dan komponen hasilnya sangat bervariasi. Pemahaman keragaman karakter tersebut sangat penting untuk menyusun strategi pemuliaan bunga telang dengan produktivitas tinggi dan kualitas hasil tinggi pula. Penelitian ini bertujuan mengetahui keragaman genetik 38 aksesi bunga telang (*C. ternatea* L.) asal Indonesia di dua perlakuan lahan, yaitu lahan kering (tegalan) dan lahan bekas sawah, berdasarkan karakter bunga dan komponen hasil.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2017 hingga November 2018 pada lahan kering (tegalan) dan lahan bekas sawah di Lahan Percobaan Ciparanje, Universitas Padjadjaran. Ketinggian tempat lebih kurang 753 m dpl dengan tipe iklim C menurut Schmidt dan Ferguson (1951).

Materi Genetik

Materi genetik yang digunakan dalam penelitian ini ialah 38 aksesi bunga telang asal Indonesia (Tabel 1) koleksi Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Universitas Padjadjaran yang merupakan hasil eksplorasi dari berbagai lokasi di Indonesia.

Uji Keragaman Fenotipe Karakter Bunga dan Komponen Hasil Aksesi Bunga Telang di Dua Kondisi Lahan

Bibit umur 14 hari setelah semai (HSS) ditanam dalam plot percobaan yang berupa guludan dengan panjang 5 m, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm, dengan jarak 1 m \times 1 m dalam barisan tunggal (*one row plot*). Setiap lubang tanam diisi dengan satu bibit. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua ulangan. Luas total lahan percobaan pada kedua lahan ialah 977 m². Pemeliharaan yang dilakukan meliputi pemupukan, penyiangan, pemasangan ajir, dan pengendalian hama dan penyakit. Pengamatan dilakukan terhadap karakter bunga dan komponen

hasil, yaitu panjang bunga (cm), lebar bunga (cm), panjang kaliks (cm), bobot satu bunga segar (g), bobot bunga segar per tanaman (g), bobot bunga segar total (g), bobot polong total (g), jumlah polong total (buah), bobot 100 biji (g), dan bobot biji total (g). Jumlah tanaman sampel yang diamati sebanyak tiga tanaman per plot dan dari satu tanaman diambil tiga sub-sampel untuk setiap karakter yang diamati.

Analisis Data

Keragaman genetik dianalisis menggunakan analisis komponen utama (*principal component analysis*, PCA), sedangkan tingkat kemiripan antaraksesi dilakukan dengan analisis kluster (*cluster analysis*). Korelasi jarak genetik antara lahan kering dan lahan bekas sawah dinilai menggunakan uji Mantel. Tingkat keselarasan pengelompokan ditentukan dari *goodness of fit*, yakni tingkat kesamaan nilai matriks *similarity coefficient* dengan interpretasi kesesuaian matriks korelasi dua data, yaitu sangat baik ($r \geq 0,9$), baik ($0,8 \leq r \leq 0,9$), lemah ($0,7 \leq r \leq 0,8$), dan sangat lemah ($r < 0,7$) (Robiáh et al. 2005). Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *NTSys* versi 2.0.1.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Genetik Aksesori Bunga Telang

Analisis komponen utama aksesori bunga telang asal Indonesia pada kedua lahan menunjukkan bahwa tiga sumbu menunjukkan *eigenvalue* sebesar 1,69–3,34 dengan kontribusi kumulatif sebesar 72,64% (Tabel 2). Jumlah komponen utama yang memberikan pengaruh dan dapat menjelaskan faktor kumulatif serta keragaman ditentukan berdasarkan *eigenvalue* yang lebih dari sama dengan 1 (Jeffers 1967). Karakter panjang bunga, bobot satu bunga segar, bobot polong total, dan bobot 100 biji memiliki *eigenvalue* sebesar 3,34 dengan nilai variasi 33,46% (Tabel 2). Keempat karakter tersebut mampu menjelaskan keragaman genetik tanaman bunga telang sebesar 33,46% dari seluruh total variasi yang ada.

Tabel 3 menunjukkan nilai kontribusi karakter hasil, terdapat keragaman genetik aksesori bunga telang. Penelitian Morris (2009) menunjukkan bahwa pada komponen pertama (PC1), karakter percabangan dan hari berbunga berkontribusi lebih besar terhadap variasi tanaman bunga telang dengan *eigenvector* sama atau lebih besar dari 0,4. Keragaman PC1 menunjukkan pengaruh keragaman terbesar dengan

Tabel 1. Asal daerah dan warna bunga 38 aksesori bunga telang koleksi Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Universitas Padjadjaran.

Kode aksesori	Asal	Warna bunga	Kode aksesori	Asal	Warna bunga
1	Banda Aceh	Biru	33	Madura	Biru
2	Banda Aceh	Biru	34	Madura	Biru
3	Banda Aceh	Biru	35	Madura	Biru
6	Banda Aceh	Biru	38	Bandar Lampung	Biru
7	Banda Aceh	Biru	39	Bandar Lampung	Biru
8	Banda Aceh	Biru	40	Bandar Lampung	Biru
11	Banda Aceh	Biru	43	Ciamis	Biru
12	Banda Aceh	Biru	44	Ciamis	Biru
13	Banda Aceh	Biru	47	Ciamis	Biru
16	Bandung	Biru	48	Malang	Biru
17	Bandung	Biru	49	Malang	Biru
18	Bandung	Biru	50	Malang	Biru
22	Kuningan	Biru	53	Malang	Biru
23	Kuningan	Biru	54	Tobelo	Biru
24	Kuningan	Biru	55	Tobelo	Biru
26	Jakarta	Biru	56	Tobelo	Biru
27	Jakarta	Biru	57	Sukabumi	Biru
28	Jakarta	Biru	58	Sukabumi	Biru
31	Kuningan	Biru	60	Maluku	Biru

Tabel 2. *Eigenvalue* 38 aksesori bunga telang pada lahan kering (tegalan) dan lahan bekas sawah di Lahan Percobaan Ciparanje, Universitas Padjadjaran.

PCi	<i>Eigenvalue</i>	Variabilitas (%)	Kumulatif
1	3,34	33,46	33,46
2	2,21	22,18	55,64
3	1,69	16,99	72,64

PC = *principal component*.

nilai variabilitas sebesar 33,46%. Pada PC1 terdapat empat karakter yang berkontribusi pada keragaman genetik, yaitu panjang bunga, bobot satu bunga segar, bobot polong total, dan bobot 100 biji. Pada komponen kedua (PC2) terdapat empat karakter, yaitu panjang kaliks, bobot satu bunga segar, bobot bunga segar total, dan bobot biji total, dengan nilai kontribusi variasi sebesar 22,18%. Komponen ketiga (PC3) memiliki nilai kontribusi variasi sebesar 16,99% dengan karakter yang berpengaruh, yaitu lebar bunga, bobot bunga segar per tanaman, dan jumlah polong total.

Terdapat perbedaan nilai vektor bertanda positif dan negatif dari hasil analisis komponen utama (Tabel 3). Menurut Supranto (2004), nilai vektor negatif menandakan bahwa karakter tersebut membuat aksesori bunga telang masuk ke dalam kelompok berbeda, sedangkan nilai vektor positif menandakan bahwa karakter tersebut berpengaruh terhadap pengelompokan populasi dalam kelompok yang sama. Karakter yang memiliki nilai vektor positif menunjukkan karakter yang berkontribusi maksimum terhadap keragaman (Haydar et al. 2007; Solankey dan Singh 2018). Karakter panjang bunga, bobot satu bunga segar, bobot polong total, bobot 100 biji, bobot bunga segar total, bobot biji total, dan lebar bunga merupakan karakter yang memiliki nilai vektor positif sehingga memberikan pengaruh yang besar terhadap keragaman aksesori bunga telang asal Indonesia.

Gambar 1 menunjukkan dendrogram hasil analisis kluster 38 aksesori bunga telang asal Indonesia. Jarak genetik berdasarkan jarak *Euclidean* (*Euclidean distance*) sebesar 0,01–3,99. Penelitian Karuniawan et al. (2017) juga mendapatkan jarak *Euclidean* 0,01–3,99 di antara 10 aksesori bunga telang. Koefisien ketidakmiripan yang diperoleh dari kedua penelitian menunjukkan adanya keragaman genetik yang luas dalam aksesori bunga telang. Menurut Tairo et al. (2008), keragaman sempit ditandai dengan koefisien ketidakmiripan yang kecil, sedangkan keragaman

luas dengan koefisien ketidakmiripan yang besar. Sitepu et al. (2011) juga melaporkan bahwa jarak *Euclidean* lebih dari 1 termasuk ke dalam keragaman genetik yang luas.

Berdasarkan dendrogram pada Gambar 1, 38 aksesori terbagi ke dalam dua kluster utama, yaitu kluster A dan kluster B. Setiap kluster terdiri atas 19 aksesori yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia. Kluster A terdiri atas empat aksesori dari Banda Aceh (1, 2, 6, 11, dan 12), dua aksesori dari Bandung (16 dan 17), dua aksesori dari Kuningan (24 dan 31), dua aksesori dari Madura (34 dan 35), tiga aksesori dari Malang (49, 50, dan 53), dan dua aksesori dari Sukabumi (57 dan 58), serta satu aksesori masing-masing dari Jakarta, Bandar Lampung, dan Ciamis (26, 40, dan 44). Kluster B terdiri atas empat aksesori dari Banda Aceh (3, 7, 8, dan 13), dua aksesori dari Kuningan (22 dan 23), dua aksesori dari Jakarta (27 dan 28), dua aksesori dari Bandar Lampung (38 dan 39), dua aksesori dari Ciamis (43 dan 47), tiga aksesori dari Tobelo (54, 55, dan 56), serta satu aksesori masing-masing dari Bandung, Madura, Malang, dan Maluku (18, 33, 48, dan 60). Aksesori yang masuk ke dalam kluster yang sama memiliki persamaan karakter bunga dan komponen hasil bunga. Aksesori dari setiap wilayah Indonesia tersebar di dua kluster, kecuali aksesori dari Tobelo dan Maluku yang hanya masuk ke dalam kluster B.

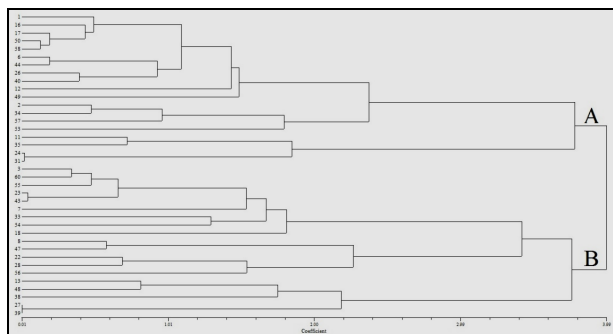
Korelasi Jarak Genetik antara Lahan Kering dan Lahan Bekas Sawah

Keselarasan jarak genetik pada kedua lahan dilihat dari penilaian berdasarkan *goodness of fit* nilai korelasi. Hasil uji korelasi antara lahan kering dan lahan sawah berdasarkan uji Mantel mendapatkan nilai korelasi (*r*) sebesar 0,0448 dengan nilai *P* sebesar 0,8709. Menurut Robiáh et al. (2005), nilai *r* sebesar 0,491 dengan *P* > 0,05 menunjukkan korelasi yang tidak nyata. Dengan demikian, tidak ada korelasi nyata antara aksesori bunga telang yang ditanam di

Tabel 3. *Eigenvector* 38 aksesori bunga telang pada lahan kering (tegalan) dan lahan bekas sawah di Lahan Percobaan Ciparanje, Universitas Padjadjaran.

Karakter	PC1	PC2	PC3	PC4
Panjang bunga	0,9449*	0,0188	0,0128	0,0914
Lebar bunga	-0,4190	-0,0212	0,7420*	-0,3085
Panjang kaliks	-0,3107	-0,7083*	0,3090	0,1405
Bobot 1 bunga segar	0,5605*	0,6229*	0,0253	-0,1717
Bobot bunga segar per tanaman	0,0318	-0,0890	-0,5848*	-0,7618*
Bobot bunga segar total	-0,2344	0,8233*	0,2498	-0,0470
Bobot polong total	0,8485*	-0,1401	0,3740	0,0062
Jumlah polong total	-0,1760	0,3431	-0,6236*	0,4193
Bobot 100 biji	0,9518*	0,0603	0,1592	0,0208
Bobot biji total	-0,3931	0,7077*	0,3075	0,0351

*Nilai karakter yang berpengaruh karena diskriminan >0,5 atau <-0,5 (Jolliffe 2002).



Gambar 1. Dendrogram ketidakmiripan antaraksesi bunga telang asal Indonesia berdasarkan karakter bunga dan komponen hasil. Informasi nomor aksesori 1–38 mengacu pada data yang disajikan pada Tabel 1. A dan B adalah dua kluster utama yang dihasilkan pada penelitian ini.

lahan kering dan lahan bekas sawah. Geng et al. (2016) melaporkan bahwa tidak terdapat korelasi yang nyata antara jarak penanda dan ketidakmiripan fenotipik plastisitas di habitat darat dan perairan ($r = 0,15$, $P = 0,29$). Korelasi yang sangat lemah ini menunjukkan bahwa pola keragaman bunga telang pada kedua lahan sangat sedikit yang selaras.

KESIMPULAN

Keragaman genetik 38 aksesori bunga telang asal Indonesia berdasarkan karakter bunga dan komponen hasil pada dua perlakuan lahan (lahan kering dan lahan bekas sawah) adalah luas dengan koefisien ketidakmiripan 0,01–3,99. Analisis komponen utama menunjukkan bahwa karakter bunga dan komponen hasil yang memengaruhi keragaman genetik pada penelitian ini ialah panjang bunga, bobot satu bunga segar, bobot polong total, dan bobot 100 biji. Tidak terdapat korelasi yang nyata pada karakter yang diuji di antara aksesori bunga telang pada kedua lahan ($r = 0,044$, $P = 0,8709$). Informasi yang diperoleh pada penelitian ini akan bermanfaat untuk mendukung program pemuliaan bunga telang ke depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sensient Colors LLC, St. Louis, Missouri, Amerika Serikat atas dukungan finansial pada penelitian ini.

KONTRIBUTOR PENULISAN

TAU: kontributor utama, penanggung jawab kegiatan lapangan. DU: kontributor anggota. VA: kontributor anggota, membantu kegiatan lapangan. TS: kontributor anggota. VC: kontributor anggota. JL: kontributor anggota. AK: kontributor utama, penanggung jawab penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alderete-Chavez, A., Guerra-Santos, J.J., De la Cruz-Landero, N., Brito, R., Guevara, E., Gelabert, R., Nunez, E., Endanu, E. & Amador-del Angel, L.E. (2011) Evaluation of *Clitoria ternatea* L. in relation with fertility in tropical soils. *Journal of Applied Sciences*, 11 (6), 1044–1048.
- Bishop, A.C., Boersma, M. & Barnes, C.D. (2000) *Clitoria ternatea* (butterfly-pea) [Online] 12th Australian Weeds Conference: Papers and Proceedings. Wrest Point Convention Centre, Hobart, Tasmania, 12–16 September 1999. Tasmanian Weed Society. Available from: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55416#6d6353e8-4df0-4ae2-b2a5-c67e7fcfecc2> [Accessed 9 August 2018].
- Bishoyi, A.K. & Geetha, K.A. (2013) Polymorphism in flower colour and petal type in aparajita (*Clitoria ternatea*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3 (2), 12–14.
- Bishoyi, A.K., Pillai, V.V., Geetha, K.A. & Maiti, S. (2014) Assessment of genetic diversity in *Clitoria ternatea* populations from different parts of India by RAPD and ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61 (8), 1597–1609.
- Chikkaswamy, B. (2015) Assessment of genetic diversity and relationships of medicinal plants using RAPD marker. *International Journal of Advanced Research in IT and Engineering*, 4 (2), 25–35.
- Fantz, P.R. (1977) *A monograph of the genus Clitoria (Leguminosae: Glycineae)*. Ph.D. thesis. University of Florida.
- Geng, Y., van Klinken, R.D., Sosa, A., Li, B., Chen, J. & Xu, C.Y. (2016) The relative importance of genetic diversity and phenotypic plasticity in determining invasion success of a clonal weed in the USA and China. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1–13.
- Gomez, S.M. & Kamani, A. (2003) Butterfly pea (*Clitoria ternatea*): A nutritive multipurpose forage legume for the tropics—An overview. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2 (6), 374–379.
- Hariadi, H., Sunyoto, M., Nurhadi, B. & Karuniawan, A. (2018) Comparison of phytochemical characteristics pigmen extract (antosianin) sweet purple potatoes powder (*Ipomoea batatas* L.) and clitoria flower (*Clitoria ternatea*) as natural dye powder. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (4), 3420–3429.
- Haydar, A., Ahmed, M.B., Hannan, M.M., Razvy, M.A., Mandal, M.A., Salahin, M., Karim, R. & Hossain, M. (2007) Analysis of genetic diversity in some potato varieties grown in Bangladesh. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 2 (3–4), 143–145.
- Ibeawuchi, I.I. (2007) Landrace legumes: Synopsis of the culture, importance, potentials and roles in agricultural production systems. *Journal of Biological Sciences*, 7 (3), 464–474.
- ILDIS (2016) *International Legume Database and Information Service*. [Online] Available from: <http://www.ildis.org> [Accessed 7 March 2018].

- Jeffers, J.N.R. (1967) Two case studies in the application of principal component analysis. *Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)*, 16 (3), 225–236.
- Jolliffe, I.T. (2002) *Principal component analysis*. Second edition. New York, Springer-Verlag.
- Karuniawan, A., Ulimaz, T.A., Kusumiyati, Yulia, E., Widiyanti, F., Wicaksana, N., Dudi & Suganda, T. (2017) *Early identification on the genetic diversity of Indonesia butterfly pea accession as coant food based on morphological traits*. [Online] PERIPI 2017 International Seminar. Bogor, Indonesia, 2 October. Available from: <http://peripi.org/wp-content/uploads/2019/01/paper-09-page-78-83.pdf> [Accessed 7 March 2018].
- Karuniawan, A., Wicaksono, N.H., Ustari, D., Setiawati, T. & Supriatun, T. (2017) Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* Muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Jurnal Kultivasi*, 16 (3), 435–443.
- Laila, F., Zanetta, C.U., Waluyo, B., Amien, S. & Karuniawan, A. (2015) Early identification of genetic diversity and distance from Indonesia cassava potential as food, industrial and biofuel based on morphological characters. *Energy Procedia*, 65, 100–106.
- Lee, P.M., Abdullah, R. & Hung, L.K. (2011) Thermal degradation of blue anthocyanin extract of *Clitoria ternatea* flower. [Online] 2011 2nd International Conference on Biotechnology and Food Science. Bali, Indonesia, 1–3 April. Available from: <http://www.ipcbee.com/vol7/12-ICBFS2011S035.pdf> [Accessed 7 March 2018].
- Makasana, J., Dholakiya, B.Z., Gajbhiye, N.A., Bishoyi, A.K. & Raju, S. (2016) Assessment of chemical diversity in *Clitoria ternatea* accessions by an improved and validated HPTLC method. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86 (9), 1133–1139.
- Maulana, H., Prayudha, H.N., Liberty, Y.F., Mulyani, R.S., Ustari, D., Dewayani, S., Solihin, E. & Karuniawan, A. (2018) Variabilitas genetik F₁ orange fleshed sweet potato (OFSP) asal Peru di Jatinangor berdasarkan karakter agromorfologi. *Zuriat*, 29 (2), 88–94.
- Morris, J.B. (2009) Characterization of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) accessions for morphology, phenology, reproduction and potential nutraceutical, pharmaceutical trait utilization. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56 (3), 421–427.
- Nur, A., Azrai, M. & Trikoesoemaningtyas, T. (2014) Interaksi genetik × lingkungan dan variabilitas genetik galur gandum introduksi (*Triticum aestivum* L.) di agro-ekosistem tropika. *Jurnal AgroBiogen*, 10 (3), 93–100.
- Patras, A., Brunton, N.P., O'Donnell, C. & Tiwari, B.K. (2010) Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*, 21 (1), 3–11.
- Reid, R. & Sinclair, D. (1980) An evaluation of a collection of *Clitoria ternatea* for forage and grain production. *Genetic Resources Communication*, 1, 1–8.
- Robiáh, H.R., Sobir & Surahman, M. (2005) Analisis pembandingan pola keanekaragaman pisang introduksi berdasarkan penanda fenotipik dengan penanda RAPD dan pendugaan korelasi antara keduanya terhadap genomiknya. *Buletin Agronomi*, 3 (33), 55–61.
- Schmidt, F. & Ferguson, J.H. (1951) *Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea*. Jakarta, Indonesia, Kementerian Perhubungan, Djawatan Meteorologi dan Geofisik.
- Sitepu, R., Irmeilyana & Gultom, B. (2011) Analisis cluster terhadap tingkat pencemaran udara pada sektor industri di Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 14 (3), 11–17.
- Solankey, S.S. & Singh, P.K. (2018) Principal component assessment of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.) genotypes for yield and quality traits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences (Special Issue-7)*, 1124–1130.
- Stefano, R.D., Fantz, P.R., Fernandez-Concha, G.C. & Itza, L.L.C. (2008) *Centrosema* and *Clitoria* (Leguminosae: Papilionidae: Phaseoleae: Clitoriinae) in the Mexican Yucatán peninsula, including three lectotypifications. *Vulpia*, 7, 1–15.
- Suebkhampet, A. & Sothibandhu, P. (2012) Effect of using aqueous crude extract from butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea* L.) as a dye on animal blood smear staining. *Journal of Science and Technology*, 19 (1), 15–19.
- Supranto, J. (2004) *Analisis multivariat: Arti dan interpretasi*. Jakarta, Indonesia, Rineka Cipta.
- Sutarno & Setyawan, A.D. (2015) *Biodiversitas Indonesia: penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa*. [Online] Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1 (1), pp. 1–13. Available from: <https://smujo.id/files/psnmbi/M0101/M010101.pdf> [Accessed 7 March 2018].
- Sutedi, E. (2013) Potensi kembang telang (*Clitoria ternatea*) sebagai tanaman pakan ternak. *Wartazoa*, 23, 51–62.
- Tairo, F., Mneney, E. & Kullaya, A. (2008) Morphological and agronomical characterization of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.) germplasm collection from Tanzania. *African Journal of Plant Science*, 2 (8), 77–85.
- USDA-ARS (2016) *Germplasm Resources Information Network (GRIN)*. [Online] Online Database, National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, USA. Available from: http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax_search.pl [Accessed 9 August 2018].
- Vankar, P.S. & Srivastava, J. (2010) Evaluation of anthocyanin content in red and blue flowers. *International Journal of Food Engineering*. [Online] 6 (4). Available from: <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1907> [Accessed 7 March 2018].