

Eksplorasi Karakter Sekunder Untuk Seleksi Tidak Langsung Pada Jagung Pada Kondisi Kekeringan

Secondary Characters Exploration for Indirect Selection of Maize in Drought Conditions

Slamet Bambang Priyanto^{1*} dan Moch. Arif Subechan¹

¹ Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

*E-mail: s.bambangpriyanto@gmail.com

ABSTRACT

Yield maize direct selection in drought conditions sometimes is inefficient. Indirect selection through secondary characters can increase selection efficiency. This study aims to obtain secondary characters that can be used for indirect selection. This research was carried out at IP2TP Bajeng, Indonesia Cereal Research Institute, Gowa Regency, South Sulawesi Province, from July to November 2020. The research was arranged in a randomized Alpha Lattice group design with three replications. The genotypes used were 36 hybrid maize candidates and four comparison varieties. Characters with high variability are determined by a loading factor value of more than 0.7. The correlation between secondary characters and yield was using Pearson correlation, and heritability are derived from the analysis of variance. The results revealed that the characters day to anthesis, day to silk, number of harvested ears, and ear diameter were secondary characters that could be used as the indirect selection of maize in drought conditions.

Keywords: drought; indirect selection, maize; secondary characters

Disubmit: 11 Oktober 2021; **Diterima:** 1 Maret 2022; **Disetujui:** 22 Februari 2023

PENDAHULUAN

Lahan kering merupakan salah satu tipe lahan marginal yang terdapat di luar pulau Jawa. Mulyani & Sarwani (2013) menyebutkan bahwa terdapat lahan seluas 13,3 juta ha lahan kering di Indonesia yang potensial untuk digunakan dalam budidaya pertanian. Menurut Winarso (2012) lahan tersebut sebagian besar tersebar di wilayah timur Indonesia. Luasan lahan tersebut memberikan peluang ekstensifikasi jagung guna mencapai swasembada.

Cekaman kekeringan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Apabila jagung pada fase pembungaan mengalami cekaman kekeringan, akan berakibat pada ketidaksinronan bunga jantan dan bunga betina karena semakin lamanya selisih umur berbunga jantan dan umur berbunga betina. Hal tersebut berakibat pada proses penyerbukan yang tidak sempurna (Suwardi & Azrai, 2013; Priyanto & Efendi, 2015). Ketidaksinkronan umur berbunga jantan dan umur berbunga betina mengakibatkan pengisian biji tidak maksimal yang dapat menurunkan hasil. Penurunan hasil akibat cekaman kekeringan bisa mencapai 18-78% (Efendi et al. 2016).

Seleksi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan bisa dilaksanakan dengan dua cara yaitu seleksi langsung dan seleksi tidak langsung. Seleksi langsung dilakukan dengan mengamati hasil pada kondisi kekeringan. Pelaksanaan Seleksi langsung karakter hasil biji pada kondisi cekaman kerap tidak



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

sangkal karena heritabilitas hasil biji cenderung turun pada kondisi tercekam (Bänziger and Lafitte 1997). (Lu et al. (2011) dan (Ziyomo & Bernardo (2013) menyatakan bahwa kesangkalan pelaksanaan seleksi pada kondisi tercekam dinaikkan dengan seleksi tidak langsung melalui karakter sekunder. Untuk itu perlu penjajakan karakter sekunder yang bisa digunakan untuk seleksi tidak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakter sekunder yang bisa digunakan untuk seleksi tidak langsung. Informasi ilmiah yang diperoleh dapat digunakan dalam pelaksanaan seleksi tidak langsung pada kondisi kekeringan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di IP2TP Bajeng Balai Penelitian Tanaman Serealia, Gowa, Sulawesi Selatan dari bulan Juli sampai November 2020. Penelitian disusun dalam rancangan Acak kelompok *Alpha Lattice* dengan 3 ulangan. Genotipe yang digunakan adalah 36 calon jagung hibrida dan 4 varietas pembanding (Adv 777, Bisi 18, P36 dan JH 37).

Ukuran plot percobaan adalah 5 m x 1,5 m dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm (1 biji/lubang). Pemupukan dilakukan dua kali, pemupukan pertama saat tanaman berumur 7 Hari Setelah Tanam (HST) dengan takaran 135 kg N, 45 Kg P₂O₅ dan 45 kg K₂O per Ha. Pemupukan kedua saat tanaman berumur 30 HST dengan takaran 90 kg N/ha. Perlakuan kekeringan dengan menghentikan pengairan saat tanaman berumur 40 HST pada perlakuan kekeringan kemudian diberi pengairan kembali ketika tanaman berumur 70 HST

Karakter yang diamati adalah umur berbunga jantan, umur berbunga betina, tinggi tanaman, tinggi tongkol, diameter batang, sudut daun, panjang daun, lebar daun, skor lekuk daun, *Senescence*, skor penggulungan daun, jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, rendemen hasil, kadar air panen, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol, diameter tongkol dan hasil biji

Karakter yang diamati dilakukan analisis ragam mengikuti metode Gomez and Gomez (1983). Keragaman karakter ditentukan melalui *Principal Component Analysis* (PCA) dengan tipe korelasi *Pearson*. Penentuan jumlah *Principal Component* (PC) utama adalah PC dengan nilai *eigen value* lebih dari satu (Jollite, 2002; Hair Jr. et al., 2014). Karakter yang berkontribusi terhadap keragaman pada masing-masing PC ditentukan dengan nilai *loading factor* lebih dari 0,7 (Kaiser, 1974). Korelasi antara karakter sekunder dengan hasil menurut Singh and Chaudhary (1979). Nilai keragaman genetik dan fenotipik dan heritabilitas diturunkan dari analisis ragam (Hallauer, Carena, and Filho 2010) pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar analisis ragam dan taksiran kuadrat tengah

S.K.	db	JK	KT	Taksiran Tengah (TKT)	Kuadrat
Blok	b-1	JKb	KTb	$\sigma^2\varepsilon + g\sigma^2b$	
Genotipe	g-1	JKg	KTg	$\sigma^2\varepsilon + b\sigma^2g$	
Galat	(g-1)(b-1)	JKε	KTε	$\sigma^2\varepsilon$	

Berdasarkan tabel 1, varians genetik dan varian fenotipik dapat dihitung

$$\sigma^2g = \frac{KTg - KT\varepsilon}{b}, \sigma^2p = \sigma^2g + KT\varepsilon$$

Nilai h^2 dihitung adalah heritabilitas arti luas, menurut (Allard 1960) sebagai berikut: $h^2 = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2p}$ nilai h^2 dikelompokkan menurut (Stansfield 1983), sebagai berikut: $h^2 > 0,5$ tinggi; $0,2 \leq h^2 \leq 0,5$ sedang dan $h^2 < 0,2$ rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa materi genetik menunjukkan respon yang berbeda terhadap kondisi kekeringan. Hal ini terlihat pada Tabel 2 yang menunjukkan terdapatnya perbedaan untuk hampir

semua karakter yang diamati. Karakter yang tidak menunjukkan perbedaan adalah tinggi tanaman, tinggi tongkol, panjang daun, lebar daun, *senescence* dan skor penggulangan daun. kekeringan pada jagung berpengaruh pada variabel Azrai *et al.*(2016) menyebutkan bahwa genotype menunjukkan respon yang berbeda untuk variabel bobot tongkol panen, penampilan tongkol, jumlah baris biji, rendemen biji, dan hasil panen biji pada kadar air 15%. Hal yang sama juga dikemukakan oleh(Efendi et al. (2018) dan Adriani et al. (2015)Terdapatnya keragaman karakter tersebut memberikan peluang untuk dilakukannya seleksi.

Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) dengan tipe korelasi (Agustina and Waluyo 2017) dapat digunakan untuk menentukan Keragaman kualitatif dan kuantitatif suatu karakter agronomi. Komponen utama (PC) merupakan kombinasi linier dari variabel asli yang menggambarkan kontribusi keragaman suatu variabel terhadap keragaman total (Prayudha et al. 2019). Jumlah maksimum variabel baru yang terbentuk sama dengan jumlah dari variabel lama Ketentuan pembobotan PC menurut Jollite (2002) adalah Keragaman terbesar yang dimiliki variabel baru ditunjukkan oleh PCA1 kemudian diikuti oleh PCA2 dan seterusnya. Besaran kontribusi PCA terhadap keragaman ditunjukkan dengan *eigen value*.

Tabel 2. Rangkuman analisis ragam

Variabel	Kuadrat Tengah (KT)			KK (%)
	Ulangan	Hibrida	Galat	
Umur berbunga jantan	1,900	12,611 **	2,011	2,5
Umur berbunga betina	1,590	10,821 **	2,246	2,6
Tinggi tanaman	462,500	246,105	222,330	9,4
Tinggi tongkol	316,061	104,363	87,895	12,2
Diameter batang	0,003	0,095 **	0,010	4,8
Sudut daun	71,563	111,695 **	56,437	23,5
Panjang daun	363,138	46,674	46,254	9,2
Lebar daun	2,710	0,432	0,566	8,4
Skor lekuk daun	1,840	0,664 **	0,344	25,7
<i>Senescence</i>	9,675	4,050	2,769	38,3
Skor penggulangan daun	0,558	0,135	0,105	28,4
Jumlah tongkol panen	17,727	45,758 **	8,466	30,5
Bobot tongkol panen	11,113	10,626 **	1,817	33,9
Rendemen hasil	0,006	0,005 **	0,001	5,1
Kadar air panen	2,036	10,526 **	2,145	5,5
Jumlah baris per tongkol	1,729	3,338 **	0,887	6,8
Jumlah biji per baris	161,732	118,475 **	61,745	25,6
Panjang tongkol	7,278	9,667 **	3,161	11,3
Diameter tongkol	9,239	39,049 **	9,653	7,4
Hasil biji	8,112	13,839 **	3,906	29,1

Keterangan* = berpengaruh nyata pada P<0.05, ** = berpengaruh nyata pada P<0.01, tn = KK= Koefisien Keragaman

Terdapat beberapa metode dalam menentukan jumlah PC yang harus diambil. Penentuan jumlah PC yang diambil dalam penelitian ini adalah PC dengan nilai *eigen value* lebih dari 1 (Pachauri et al. 2017). Korelasi antara variabel yang diamati dengan PC dinyatakan dalam *loading factor* (Johnson and Wichern 2007). Semakin tinggi nilai *loading factor* berarti semakin erat hubungan variabel terhadap PC yang terbentuk. Variabel yang berkontribusi terhadap keragaman pada tiap taraf pemupukan N ditentukan dengan nilai *loading factor* lebih dari 0,7 (Kaiser, 1974).

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat tujuh PC yang memiliki nilai *eigen value* lebih dari 1. Total keragaman yang dijelaskan oleh ketujuh PC tersebut adalah 71,222 %. Hefny et al. (2017) dalam

penelitiannya yang melibatkan dua puluh satu genotipe untuk sembilan karakter pada dua lokasi penelitian dan dua kondisi irigasi mendapatkan 3 PC yang memiliki nilai *eigen value* lebih dari 1 dengan total keragaman 71,38%.

Tabel 3. Nilai *eigen value*, keragaman, keragaman kumulatif dan *loading factor* karakter-karakter pada kondisi kekeringan

Variabel dan Komponen	PC						
	1	2	3	4	5	6	7
Umur berbunga jantan	-0,15	0,89*	-0,10	-0,12	0,00	-0,07	0,16
Umur berbunga betina	-0,19	0,92*	-0,08	-0,05	0,08	-0,05	0,03
Tinggi tanaman	0,09	-0,14	0,87*	0,00	0,08	0,01	-0,01
Tinggi tongkol	-0,07	-0,01	0,86*	0,17	0,04	0,08	0,08
Diameter batang	-0,03	0,02	-0,01	-0,16	0,01	0,82*	0,10
Sudut daun	0,02	0,08	0,04	0,00	-0,14	0,07	0,87*
Panjang daun	0,18	0,01	0,60	-0,13	0,45	-0,18	-0,17
Lebar daun	0,01	0,09	0,38	0,09	0,66	0,06	-0,07
Skor lekuk daun	0,12	-0,04	0,04	-0,23	0,67	0,18	-0,05
<i>Senescence</i>	-0,37	-0,38	-0,10	0,40	0,52	-0,07	0,01
Skor penggulangan daun	-0,21	0,05	0,01	-0,22	-0,35	-0,59	0,04
Jumlah tongkol panen	0,26	-0,18	0,12	0,88*	-0,07	-0,02	0,00
Bobot tongkol panen	0,60	-0,16	0,15	0,69	-0,11	0,00	0,01
Rendemen hasil	0,52	-0,11	-0,14	0,43	0,11	0,05	0,43
Kadar air panen	-0,08	0,58	0,12	-0,22	-0,31	0,20	-0,30
Jumlah baris per tongkol	0,81*	0,02	-0,10	0,07	0,15	-0,03	0,02
Jumlah biji per baris	0,58	-0,34	0,14	0,11	-0,07	-0,03	-0,11
Panjang tongkol	0,54	-0,07	0,24	0,20	-0,05	0,38	-0,30
Diameter tongkol	0,80*	-0,01	0,03	0,18	0,03	0,11	-0,03
Hasil biji	0,72*	-0,24	0,06	0,01	0,03	0,03	0,17
<i>Eigen value</i>	3,46	2,42	2,21	1,93	1,67	1,31	1,24
Keragaman (%)	17,28	12,08	11,05	9,66	8,37	6,57	6,20
Keragaman kumulatif (%)	17,28	29,36	40,42	50,08	58,45	65,03	71,22

Keterangan: * berkontribusi nyata terhadap keragaman total

PC 1 memiliki nilai *eigen value* 3,46 dan total keragaman 17,28%. karakter yang berkontribusi terhadap keragaman pada PC 1 adalah jumlah baris per tongkol, diameter tongkol dan hasil biji. Nilai *eigen value* dan total keragaman yang ditunjukkan oleh PC2 berturut-turut adalah 2,42 dan 12,08% dengan umur berbunga jantan dan umur berbunga betina variabel sebagai karakter yang berkontribusi terhadap keragaman pada PC2. Terdapat dua variabel yang berkontribusi terhadap keragaman pada PC3 yaitu tinggi tanaman dan tinggi tongkol. PC3 memiliki nilai *eigen value* dan keragaman 2,21 dan 11,05 %. Pada masing-masing PC 4, PC 6 dan PC 7 hanya terdapat satu karakter yang memberikan kontribusi signifikan terhadap keragamannya. Karakter tersebut adalah Jumlah tongkol panen, diameter batang dan sudut daun. Nilai *eigen value* pada PC 4, PC 6 dan PC 7 masing-masing adalah 1,93; 1,31 dan 1,24 dengan keragaman masing-masing adalah 9,66%, 6,57% dan 6,20%. Tidak ada karakter yang memberikan kontribusi signifikan terhadap keragaman pada PC6 (Tabel 3).

Karakter-karakter yang memiliki nilai *loading factor* lebih dari 0,7 dapat digunakan sebagai sumber keragaman genetik pada jagung di kondisi kekeringan. Hal ini senada dengan pendapat Karuniawan et al. (2017) yang menyebutkan bahwa keragaman genetik pada suatu komoditas dapat berasal dari keragaman karakter morfologi dan agronomi tanaman. Keragaman genetik merupakan representasi variasi antar individu dalam suatu populasi (Sa'diyah, Widiastuti, dan Ardian 2013; Kristamtini et al. 2014). Peluang kombinasi

sifat-sifat baik yang diinginkan akan semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya keragaman genetik suatu sifat (Azrai dan Kasim 2003)

Korelasi nyata negatif terhadap hasil biji ditunjukkan oleh karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, skor penggulungan daun dan kadar air panen. Sedangkan karakter jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, rendemen hasil, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol dan diameter tongkol menunjukkan korelasi nyata positif (Tabel 4). Korelasi merupakan derajat kedekatan relasi antara satu karakter dengan karakter lainnya. Hapsari and Adie (2010) menyebutkan bahwa apabila terdapat korelasi yang kuat yang karakter sekunder dengan karakter yang primer maka seleksi akan lebih efektif. Nilai korelasi positif menandakan apabila terjadi perubahan pada karakter komponen hasil akan berbanding lurus dengan perubahan hasil. Nilai korelasi negatif berarti bahwa jika terjadi perubahan pada karakter komponen hasil akan berbanding terbalik dengan perubahan hasil (Bewick, Cheek, and Ball 2003).

Tabel 4. Nilai korelasi karakter agronomis terhadap hasil

Karakter	Korelasi terhadap hasil
Umur berbunga jantan	-0,241**
Umur berbunga betina	-0,332**
Tinggi tanaman	0,159
Tinggi tongkol	0,052
Diameter batang	0,030
Sudut daun	0,039
Panjang daun	0,087
Lebar daun	0,015
Skor lekuk daun	0,054
<i>Senescence</i>	-0,044
Skor penggulungan daun	-0,195*
Jumlah tongkol panen	0,186*
Bobot tongkol panen	0,566**
Rendemen hasil	0,410**
Kadar air panen	-0,214*
Jumlah baris per tongkol	0,462**
Jumlah biji per baris	0,366**
Panjang tongkol	0,318**
Diameter tongkol	0,574**

Keterangan: *=berkorelasi nyata pada taraf 5%, **=berkorelasi nyata pada taraf 1%,

Tabel 5 memperlihatkan bahwa lima karakter memiliki nilai duga heritabilitas rendah. Sedangkan karakter dengan nilai duga heritabilitas sedang dan tinggi masing-masing adalah tujuh karakter dan satu karakter memiliki nilai duga heritabilitas negatif. Nilai duga heritabilitas rendah ditunjukkan karakter tinggi tanaman, tinggi tongkol, panjang daun, *senescence* dan skor penggulungan daun. Karakter sudut daun, skor lekuk daun, rendemen hasil, jumlah baris per tongkol, jumlah biji per baris, panjang tongkol dan hasil biji mempunyai nilai duga heritabilitas sedang. Untuk karakter dengan nilai duga heritabilitas tinggi terdapat pada karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, diameter batang, jumlah tongkol panen, bobot tongkol panen, kadar air panen dan diameter tongkol.

Tabel 5. Ragam genotipik, ragam fenotipik, dan heritabilitas karakter agronomik pada kondisi kekeringan

Variabel	σ^2_g	σ^2_ϵ	σ^2_p	h^2	Kriteria h^2
Umur berbunga jantan	3,53	2,01	5,54	0,64	Tinggi
Umur berbunga betina	2,86	2,25	5,10	0,56	Tinggi
Tinggi tanaman	7,92	222,33	230,26	0,03	Rendah
Tinggi tongkol	5,49	87,90	93,38	0,06	Rendah
Diameter batang	0,03	0,01	0,04	0,73	Tinggi
Sudut daun	18,42	56,44	74,86	0,25	Sedang
Panjang daun	0,14	46,25	46,39	0,00	Rendah
Lebar daun	-0,04	0,57	0,52	-0,09	Rendah
Skor lekuk daun	0,11	0,34	0,45	0,24	Sedang
<i>Senescence</i>	0,43	2,77	3,20	0,13	Rendah
Skor penggulangan daun	0,01	0,11	0,12	0,09	Rendah
Jumlah tongkol panen	12,43	8,47	20,90	0,59	Tinggi
Bobot tongkol panen	2,94	1,82	4,75	0,62	Tinggi
Rendemen hasil	0,00	0,00	0,00	0,45	Sedang
Kadar air panen	2,79	2,15	4,94	0,57	Tinggi
Jumlah baris per tongkol	0,82	0,89	1,70	0,48	Sedang
Jumlah biji per baris	18,91	61,75	80,66	0,23	Sedang
Panjang tongkol	2,17	3,16	5,33	0,41	Sedang
Diameter tongkol	9,80	9,65	19,45	0,50	Tinggi
Hasil biji	3,31	3,91	7,22	0,46	Sedang

Nilai duga heritabilitas pada penelitian ini adalah nilai duga heritabilitas arti luas. Heritabilitas arti luas hanya menggambarkan faktor genetik secara keseluruhan. Nilai duga heritabilitas suatu karakter perlu diketahui agar dapat ditentukan faktor genotipe atau lingkungan yang lebih berperan dalam penampilan karakter tersebut. Sebagai contoh, karakter hasil biji yang memiliki nilai duga heritabilitas 0,46 berarti hasil biji 46% dipengaruhi oleh faktor genetik dan 54% lainnya oleh faktor lingkungan

Tidak semua karakter agronomi menunjukkan keragaman tinggi, nilai heritabilitas tinggi serta korelasi tinggi terhadap hasil. Hanya terdapat empat karakter yang memenuhi kriteria tersebut. Karakter tersebut adalah umur berbunga jantan, umur berbunga betina, jumlah tongkol panen, dan diameter tongkol. Karakter-karakter tersebut berpeluang untuk digunakan sebagai karakter sekunder dalam seleksi tidak langsung terhadap hasil pada kondisi kekeringan. Bänziger *et al.* (2000) dan Shandila *et. al* (2019) menyebutkan bahwa kriteria yang harus dipenuhi suatu karakter agar dapat digunakan dalam seleksi tidak langsung antara lain: memiliki heritabilitas dan keragaman tinggi, memiliki korelasi dengan hasil pada kondisi cekaman, pengamatannya mudah, cepat dan murah. dituju. Badu-Apraku (2012) menyebutkan bahwa karakter *anthesis-silking interval*, aspek keseragaman tanaman dan tongkol, jumlah tongkol panen, dan *stay green* dapat digunakan sebagai karakter seleksi jagung dengan daya hasil tinggi pada kondisi kekeringan.

KESIMPULAN

Karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, jumlah tongkol panen dan diameter tongkol merupakan karakter skunder yang bisa digunakan sebagai seleksi tidak langsung jagung pada kondisi kekeringan

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A., M. Azrai, W.B. Suwarno, and S.H. Sutjahjo. 2015. Pendugaan Keragaman Genetik Dan Heritabilitas Jagung Hibrida Silang Puncak Pada Perlakuan Cekaman Kekeringan. *Jurnal Informatika Pertanian*, Volume 24 No.1 pp 91–100.
- Agustina, N.I., and B. Waluyo. 2017. Keragaman Karakter Morfo-Agronomi Dan Keanekaragaman Galur-Galur Cabai Besar (*Capsicum Annuum L.*). *Jurnal Agro*, Volume 4 No.2 pp 120–30. <https://doi.org/10.15575/1608>.
- Allard, R.W. 1960. Pemuliaan Tanaman. Terjemahan Oleh Mul Mulyani 1989. Bina Aksara. Jakarta.
- Azrai, M., R. Efendi, Suwarti, and R. H. Praptana. 2016. Keragaman Genetik Dan Penampilan Jagung Hibrida Silang Puncak Pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Volume 35 No.3 pp 199–208.
- Azrai, M., and F. Kasim. 2003. Analisis Varians Dan Heritabilitas Ketahanan Galur Jagung Rekombinan Terhadap Penyakit Bulai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* Volume 22 No.1 pp 31–35.
- Badu-Apraku, B., R. O. Akinwale, J. Franco, and M. Oyekunle. 2012. Assessment of Reliability of Secondary Traits in Selecting for Improved Grain Yield in Drought and Low-Nitrogen Environments. *Journal Crop Science*, Volume 52 No.5 pp 2050–62. <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.12.0629>.
- Bänziger, M., G.O. Edmeades, D. Beck, and M. Bellon. 2000. *Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize. From Theory to Practice*. D.F: CIMMYT. Mexico.
- Bänziger, M., and H R Lafitte. 1997. Efficiency of Secondary Traits for Improving Maize for Low-Nitrogen Target Environments. *Journal Crop Sci*, Volume 37 No.11 pp 10–17.
- Bewick, Viv, Liz Cheek, and Jonathan Ball. 2003. Statistics Review 7: Correlation and Regression. *Journal Critical Care (London, England)*, Volume 7 No.6 pp 451–59. <https://doi.org/10.1186/cc2401>.
- Efendi, R., M. Aqil, A.T. Makkulawu, and M. Azrai. 2016. Path Analysis in the Determination of Selection Characteristics of Hybrid Maize Genotypes Tolerant to Drought Stress. *Jurnal Informatika Pertanian*, Volume 25 No.2 pp 171–80.
- Efendi, R., Y. Musa, M. Farid Bdr, M. D. Rahim, M. Azrai, and M Pabendon. 2018. Seleksi Jagung Inbrida Dengan Marka Molekuler Dan Toleransinya Terhadap Kekeringan Dan Nitrogen Rendah. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Volume 34 No.1 pp 43. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v34n1.2015.p43-53>.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1983. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Terjemah Oleh E. Syamsuddin Dan Justika S. Baharsyah 1995. Penerbit UI-Press. Jilid II. Jakarta.
- Hair Jr., Joseph F., William C. Black, Barry J Babin, and R.E. Anderson. 2014. *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited. 7th ed. United States of America.
- Hallauer, A.R., M.J. Carena, and J.B.M. Filho. 2010. *Quantitative Genetics in Maize*. Springer Science & Business Media. 6th ed. New York. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Hapsari, R.T., and M.M. Adie. 2010. Pendugaan Parameter Genetik Dan Hubungan Antarkomponen Hasil Kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Volume 29 No.1 pp 18–23.
- Hefny, Manal, Abdelraheim Ali, Tarek Byoumi, Mohamed Al-Ashry, and Salah Okasha. 2017. Classification of Genetic Diversity for Drought Tolerance in Maize Genotypes through Principal

- Component Analysis. *Journal of Agricultural Sciences*, Volume 62 No.3 pp 213–27. <https://doi.org/10.2298/JAS1703213H>.
- Johnson, Richard A, and Dean W. Wichern. 2007. *Applied Multivariate Statistics Analysis*. Pearson Prentice Hall. 6th ed. New Jersey.
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis*. Springer. 2nd ed. New York: <https://doi.org/10.2307/1270093>.
- Kaiser, Henry F. 1974. An Index of Factorial Simplicity. *Journal Psychometrika*, Volume 39 No.1 pp 31–36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>.
- Karuniawan, A., H.N. Wicaksono, D. Ustari, T. Setiawati, and T Supriatun. 2017. Identifikasi Keragaman Genetik Plasma Nutfah Ubi Kayu Liar (*Manihot Glaziovii* Muell) Berdasarkan Karakter Morfo-Agronomi. *Jurnal Kultivasi*, Volume 16 No.3 pp 435–43. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14038>.
- Kristamtini, Taryono, P Basunanda, and R. H. Murti. 2014. Keragaman Genetik Dan Korelasi Parameter Warna Beras Dan Kandungan Antosianin Total Sebelas Kultivar Padi Beras Hitam. *Jurnal Ilmu Pertanian*, Volume 17 pp 90–103. <https://doi.org/10.13140/2.1.5061.6964>.
- Lu, Yanli, Zhuanfang Hao, Chuanxiao Xie, Jose Crossa, Jose Luis Araus, Shibin Gao, Bindiganavile S. Vivek, et al. 2011. Large-Scale Screening for Maize Drought Resistance Using Multiple Selection Criteria Evaluated under Water-Stressed and Well-Watered Environments. *Journal Field Crops Research*, Volume 124 No.1 pp 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.003>.
- Mulyani, A., and M. Sarwani. 2013. Karakteristik Dan Potensi Lahan Sub Optimal Untuk Pengembangan Pertanian Di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, Volume 7 No.1 47–55. <https://doi.org/10.2018/jsdl.v7i1.6429>.
- Pachauri, A.K., A K Sarawgi, S Bhandarkar, and G C Ojha. 2017. Agro-Morphological Characterization and Morphological Based Genetic Diversity Analysis of Rice (*Oryza Sativa* L.) Germplasm. *Journal of Pharmacognosy and Pythochemistry*, Volume 6 No.6 pp 75–80.
- Prayudha, Harlino Nandha, Amalia Murnihati Noerrizki, Haris Maulana, Debby Ustari, Neni Rostini, and Agung Karuniawan. 2019. Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi Dan Agronomi. *Buletin Palawija*, Volume 17 No.2 pp 94. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v17n2.2019.p94-101>.
- Priyanto, S.B., and R. Efendi. 2015. Evaluasi Galur Jagung Terhadap Cekaman Kekeringan. *Seminar Nasional Serelia 2015* pp 509–12.
- Sa'diyah, N, M Widiastuti, and Ardian. 2013. Keragaan, Keragaman, Dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kacang Panjang (*Vigna Unguiculata*) Generasi F 1. *Jurnal Agrotek Tropika*, Volume 1 No.1 pp 32–37.
- Shandila, P., B. Waluyo, and A.L. Adiredjo. 2019. Evaluasi Kemajuan Genetik Seleksi Langsung Dan Tidak Langsung Melalui Komponen Hasil Beberapa Galur Cabai Besar (*Capsicum Annuum* L). *Jurnal Produksi Tanaman*, Volume 7 No.1 pp 90–97.
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publisher. New Delhi.
- Stansfield, R.D. 1983. *Genetika. Terjemahan Oleh Mohidin A, Apandi, Lanny T 1991*. Erlangga. Jakarta.

Priyanto dan Moch. Arif : Eksplorasi Karakter Sekunder Untuk Seleksi Tidak Langsung Pada Jagung.....

Suwardi, and M. Azrai. 2013. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Hasil Genotipe Jagung. Seminar Nasional Serealia pp 139–47.

Winarso, Bambang. 2012. Prospek Dan Kendala Pengembangan Agribisnis Jagung Di Propinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, Volume 12 No.2 pp 103–14.

Ziyomo, Cathrine, and Rex Bernardo. 2013. Drought Tolerance in Maize: Indirect Selection through Secondary Traits versus Genomewide Selection. *Journal Crop Science*, Volume 53 No.4 pp 1269–75. <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.11.0651>.