

Estimation of Variance and Heritability Components in F2 Populations of Maize (*Zea mays* L.) in Dry Land

Amanah Aulia Adeputri^{1*}, M. Taufik Fauzi¹, Suwardji¹, A. A. Ketut Sudharmawan¹

¹Magister Pertanian Lahan Kering, Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : July 18th, 2023

Revised : August 29th, 2023

Accepted : October 24th, 2023

*Corresponding Author:

Amanah Aulia Adeputri,
Magister Pertanian Lahan
Kering, Pascasarjana
Universitas Mataram, Mataram,
Nusa Tenggara Barat,
Indonesia;

Email:

amanah.adeputri02@gmail.com

Abstract: The F2 population of maize plants that has been obtained from hybridization between NK212 and NK7328 varieties has not been suspected of genetic diversity components and heritability in the narrow sense. This study aimed to determine the magnitude of the alleged value of variety components and heritability, as well as determine the types of varieties to be formed. The experimental design used was the Group Randomized Design (RAK) - North Carolina I (NCI) consisting of 120 treatments. The experimental setup involved 40 male parent plants, each paired with 3 female parent plants in season I, and this procedure was replicated twice, resulting in a total of 240 treatment groups. The collected data was subjected to analysis through variety analysis (ANOVA) utilizing the NCI model. The results showed that the presumptive value of additive variety and dominant variety based on the results of data analysis varied, but in all observed traits the dominant variety value tended to be greater. Most of the observed traits have a negative heritability presumptive value, except for stem diameter, panicle exit age, fresh pruning weight, and 1000 seed weights. The conclusion obtained is that most of the observed properties have additive variance values and negative heritability values; the dominant variance value in all observed properties is greater than that of additive variety; The heritability of most traits cannot be predicted because they are negative. Therefore, it is advisable for the improvement of the F2 population is with the formation of hybrids.

Keywords: Additive variance, dominant variance, dryland, heritability, maize.

Pendahuluan

Komoditi utama setelah nasi yang dijadikan sebagai salah satu sumber karbohidrat di beberapa daerah di Indonesia adalah jagung (Lombu *et al.*, 2018). Jagung mengandung beberapa mineral penting bagi, diantaranya fosfor (Li *et al.*, 2022), seng, magnesium, besi, mangan, dan tembaga (Krisnamurthi, 2010). Selain bermanfaat bagi kesehatan, tanaman jagung juga bermanfaat bagi pakan ternak hingga dimanfaatkan sebagai arang aktif (Amin *et al.*, 2016). Kebutuhan diatas menjadikan kebutuhan jagung meningkat, sehingga perlu untuk memerhatikan produktivitasnya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan lahan kering.

Lahan kering adalah area tanam yang memiliki bulan kering lebih dari 7 bulan dan curah hujannya kurang dari 200 mm/tahun (Sudika *et al.*, 2018). Lahan kering di Indonesia sangatlah luas, terdapat sekitar 52% dari total 148 juta ha lahan kering yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian (Abdurachman *et al.*, 2008). Varietas yang adaptif di lahan kering adalah varietas yang tahan kering, memiliki hasil yang tinggi, serta umurnya genjah/super genjah (Adriani *et al.*, 2015). Pembentukan benih jagung oleh Sudika dan Anugrahwati (2021) yang memiliki sifat tahan terhadap cekaman kekeringan melalui hibridisasi antara P8IS dengan NK212 dan NK7328 hingga diperoleh populasi F2.

Pendugaan komponen ragam dan heritabilitas Populasi F2 perlu dilakukan untuk

mengathui macam varietas yang akan dibuat, seta besarnya pengaruh lingkungannya terhadap genetik. Komponen ragam adalah salah satu metode pemuliaan tanaman, Adriani *et al.*, (2015 yang disitasi pada Sudika and Yakop, (2021) menunjukkan perbedaan dalam variasi antar individu, yang juga disorot oleh variasi dalam komponen genetik. Komponen genetik, terdiri dari ragam aditif dan ragam dominan, berperan penting dalam menjelaskan variasi ini (Priyanto *et al.*, 2018), dan memberikan pandangan yang lebih jelas tentang keragaman antar individu. Hal ini membantu para pemulia dalam upaya mereka untuk memperbaiki sifat-sifat dalam generasi berikutnya. Jika σ^2_A (ragam aditif) lebih besar daripada σ^2_D (ragam dominan), maka varietas yang terbentuk adalah varietas komposit, sedangkan jika σ^2_D lebih besar daripada σ^2_A , maka varietas yang dihasilkan adalah varietas hibrida. Untuk memahami bagaimana sifat-sifat diwariskan berdasarkan faktor genetik, kita menggunakan perhitungan heritabilitas arti sempit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi komponen ragam dan heritabilitas arti sempit pada sifat-sifat kuantitatif yang diamati pada populasi F2 tanaman jagung (*Zea mays* L.). Oleh karena itu, perlu dilakukan pendugaan komponen ragam genetik dan heritabilitas pada populasi f2 tanaman jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan percobaan di Desa Gumantar Kabupaten Lombok Utara pada bulan April hingga Oktober 2022 .

Bahan

Secara umum, bahan yang digunakan pada percobaan sama yaitu phonska 15:15:, urea, tali rafia, isi stapler, proclain 5 SG, saromil 35 SD, kantong plastik ukuran 2 kg, furadan 3G, namun terdapat perbedaan pada benih yang digunakan. Musim I menggunakan benih populasi F2, sedangkan pada musim II benih hasil persilangan pada musim I.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK)-*North Carolina* I (NCI) yang terdiri dari 120 perlakuan berasal dari 40 tetua jantan dan diulang sebanyak 2 kali, sehingga diperoleh 240 unit perlakuan

Metode

Pelaksanaan percobaan dilakukan selama dua musim dengan masing-masing musim memiliki kegiatan yang berbeda. Kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan hubungan kekerabatan dengan dengan rancangan persilangan *North Carolina* I (NCI). Persilangan dilakukan dengan cara 3 tetua betina disilangkan oleh 1 tetua jantan, sehingga jumlah jumlah tetua jantan hasil persilangan 40 tetua. Pada musim II dilakukan pengujian hasil persilangan musim I dengan cara membagi lahan percobaan menjadi 8 set/ulangan, masing-masing set terdiri dari 15 baris tanam (perlakuan/hasil persilangan).

Parameter yang diamati antara lain: umur keluar malai, umur keluar rambut tongkol, umur panen, tinggi tanaman, diameter batang, sudut daun, jumlah daun, bobot berangkasan segar, jumlah daun hijau, bobot tongkol kering panen, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot biji kering pipil, dan bobot 1000 butir biji. Penentuan tanaman sampel dilakukan secara *Systematic Random Sampling* (SRS) sebanyak 3 tanaman (8.3%). Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) model NCI pada taraf 5%. Hallauer *et al.*, (1988) memperoleh rumus untuk mengetahui nilai ragam aditif dan ragam dominan dengan rincian sebagai berikut:

$$\sigma^2_A = 4 \{(M3 - M4)/rf\}$$

$$\sigma^2_D = 4 \{(M4 - M5)/r - (M3 - M4)/rf\}$$

$$\sigma^2_P = (\sigma^2_A + \sigma^2_D + M5)$$

sedangkan Ujjianto *et al.*, (2020) untuk menentukan nilai duga heritabilitas arti sempit adalah dengan rumus pada persamaan 1.

$$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_D \quad (1)$$

Keterangan:

σ^2_D = Varian dominan

σ^2_A = Varian aditif

f = Jumlah betina

r = Ulangan

s = Jumlah set
 m = Jumlah jantan

Mendez-Natera (2012) menduga heritabilitas dengan tiga kriteria berikut yaitu: rendah $H^2 \leq 0,2$; sedang apabila $0,2 < H^2 < 0,5$; dan tinggi apabila $H^2 \geq 0,5$.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan nilai ragam dominan pada seluruh sifat yang diamati lebih besar daripada ragam aditif. Sedangkan nilai heritabilitas arti luas yang diperoleh sebagian besar bernilai >1 dan bernilai negatif kecuali pada sifat bobot tongkol kering panen yang memiliki nilai heritabilitas arti luas dengan kriteria sedang.

Tabel 1. Nilai Duga Ragam Aditif ($\hat{\sigma}^2_A$), Ragam Dominan ($\hat{\sigma}^2_D$), dan Heritabilitas arti luas (H^2) pada Seluruh sifat yang diamati

Sifat yang diamati	Nilai Ragam			Heritabilitas	
	$\hat{\sigma}^2_A$	$\hat{\sigma}^2_D$	$\hat{\sigma}^2_P$	H^2	Kriteria
Jumlah Daun	-0.058	624,242	315,5785	-0,00018	-
Sudut Daun	-76.436	4911,356	2535,51	-0,0301	-
Diameter Batang	2,102	15,651	9,123	0,23	Rendah
Tinggi Tanaman	-772.526	134964.843	68258,35	-0,011	-
Umur Keluar Malai	0,970	652,663	3265,261	0,0003	Rendah
Umur Keluar Rambut Tongkol	-0.967	7297,010	3652,87	-0,0003	-
Umur Panen	-1.029	20466,390	10237,6	-0,0001	-
Bobot Tongkol Kering Panen	-1078.587	107590.722	54877,3	-0,0197	-
Panjang Tongkol	-2.057	726.728	368,82	-0,0056	-
Diameter Tongkol	2,121	71,433*	36,994	0,057	Rendah
Bobot Berangkasian Segar	-9606.013	205750.914	112484,87	-0,085	-
Jumlah Daun Hijau	-0.703	200,171	104,188	-0,007	-
Bobot Biji Kering Pupil	-206722.065	13317146.666	6865298,79	-0,030	-
Bobot 1000 Butir	-1183.767	203091.549	-9207,585	0,13	Rendah

Keterangan: (-) dalam perhitungan ragam aditif dan heritabilitas dianggap 0

Pembahasan

Pendugaan Komponen Ragam

Hasil analisis data menunjukkan bahwa, dalam berbagai sifat yang diamati, nilai perkiraan ragam dominan cenderung lebih tinggi daripada nilai ragam aditif. Temuan ini konsisten dengan penelitian Sudika *et al.*, (2015) yang juga menemukan bahwa nilai ragam dominan pada umur keluar malai dan umur keluar rambut tongkol lebih besar daripada nilai ragam aditif. Selain itu, Badawy (2011) mencatat bahwa ragam dominan lebih besar daripada ragam aditif dalam hal berat 1000 butir biji, dan penelitian oleh Hadini *et al.*, (2015) juga mendapati hal serupa pada sifat-sifat seperti panjang tongkol, diameter tongkol, dan umur panen.

Nilai ragam dominan yang tinggi dalam seluruh sifat menunjukkan bahwa variasi dalam fenotip tanaman disebabkan oleh interaksi antar alel dalam lokus yang sama dan memiliki pengaruh yang lebih signifikan dalam membentuk sifat-sifat tersebut. Oleh karena itu,

beberapa penelitian (Nguyen *et al.*; Sudika dan Yakop, 2021; El-Badawy, 2011; Sudika *et al.*, 2015; Lobus *et al.*, 2016) merekomendasikan penggunaan hibridisasi dalam upaya perbaikan populasi tanaman. Sementara itu, nilai ragam aditif, yang biasanya dianggap sebagai komponen utama dalam pembentukan keragaman genetik untuk pemuliaan tanaman, memiliki nilai yang lebih rendah dan berpengaruh negatif.

Nilai negatif pada pendugaan komponen ragam berdasarkan Sudika dan Yakop (2021) menunjukkan nilai ragam dianggap nol. Salah satu penyebab nilai negatif pada pendugaan komponen ragam adalah kurang tepatnya jumlah populasi yang diamati (Searle pada Sudika dan Yakop, 2021). Penelitian terdahulu yang juga memperoleh hasil negatif pada komponen ragamnya yaitu: Hadini (2015) yang menggunakan 240 perlakuan dari 80 tetua jantan, Kumar *et al.*, (2013) menggunakan 226 perlakuan yang berasal dari 64 tetua jantan memperoleh nilai negatif pada ragam dominan

dan ragam aditif namun tidak pada seluruh sifat. Sudika *et al.*, (2015) yang menggunakan 225 perlakuan, berasal 75 tetua jantan diperoleh nilai negatif pada seluruh sifat yang diamati.

Heritabilitas

Heritabilitas adalah proporsi faktor genetik yang ditunjukkan oleh suatu besaran terhadap faktor lingkungan dan menggambarkan kemampuan genotipe dalam pewarisan sifat (Sa'diyah *et al.*, 2013). Sebagian besar sifat yang diamati memiliki nilai duga heritabilitas negatif, kecuali pada diameter batang, umur keluar malai, bobot berangkasan segar, dan bobot 1000 butir biji. Nilai negatif pada perhitungan heritabilitas arti sempit juga diperoleh Juliati *et al.*, (2023) pada karakter umur keluar malai dan bobot biji kering pipil.

Secara teori, nilai varians genetik tidak dapat bernilai negatif, namun secara lapang dapat bernilai negatif karena nilai ragam lingkungan lebih besar daripada ragam fenotipe. Hasil analisis ragam karakter dengan nilai heritabilitas negatif memiliki hasil tidak berbeda nyata (non-significant), sehingga dianggap tidak terjadi keragaman atau bernilai 0 (Handini *et al.*, 2020). Juliati *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa nilai heritabilitas dalam arti sempit dapat membantu identifikasi karakter yang sesuai untuk seleksi dan membantu pemulia untuk memilih genotipe unggul berdasarkan penampilan fenotipik sifat-sifat kuantitatif.

Nilai heritabilitas yang rendah menunjukkan penampilan suatu karakter/sifat banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan daripada faktor genetik (Syukur *et al.*, 2011). Faktor lingkungan yang mempengaruhi heritabilitas dalam hal ini adalah lahan kering. Lahan kering adalah lahan yang memiliki persediaan sumber air terbatas, topografi tidak rata, jumlah bahan organik rendah, dan tanahnya yang kurang subur. Sedangkan ketersediaan air mutlak bagi tanaman karena merupakan faktor yang penting untuk produksi tanaman. Air bersama karbondioksida dengan bantuan sinar matahari didalam klorofil disintesis menjadi karbohidrat. Selain itu, air merupakan penyusun utama protoplasma dan pengangkut bahan hasil fotosintesa untuk didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Priyanto dan Efendi, 2015).

Kesimpulan

Hasil penelitian tentang Estimasi Ragam Komponen dan Heritabilitas pada Populasi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) F2 menunjukkan beberapa kesimpulan yaitu sebagian besar sifat yang diamati menunjukkan nilai ragam aditif dan heritabilitas yang bernilai negatif; nilai ragam dominan pada semua sifat yang diamati lebih tinggi daripada ragam aditif; dan sebagian besar sifat tidak memungkinkan perhitungan heritabilitas karena nilai heritabilitas cenderung negatif.

Referensi

- Abdurachman, A., Dariah, A., & Mulyani, A. (2008). Strategi Dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 43.
- Adriani, Azrai, M., Suwanto, W. B., & Sutjahjo, S. H. (2015). Pendugaan Keragaman Genetik dan Heritabilitas Jagung Hibrida Silang Puncak pada Perlakuan Cekaman Kekeringan. *Jurnal Informatika Pertanian*, 1(24), 91-100. DOI: 10.21082/ip.v24n1.2015.p91-100
- El-Badawy, M. E. (2011). Estimation of Genetic Variance and its Components in New Synthetic "Moshtohor2" of White Maize. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(12), 2489-2494.
- Hadini, H., Nasrullah, Taryono, & Basunanda, P. (2015). Estimates of Genetic Variance Components of an Equilibrium Population of Corn. *Jurnal Agrivita*, 37(1), 45-50. DOI: <http://doi.org/10.17503/agrivita.v37i1.486>
- Hallauer, A. R., Carena, M. J., & Filho, J. B. (1988). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. USA: Springer.
- Handini, M. A., D, S., & B, W. (2020). Parameter genetik karakter komponen hasil dan seleksi 82 genotipe ercis di dataran rendah. *Jurnal Kultivasi*, 19(2), 1162-1179. DOI: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i2.22931>
- Jauhari, S., Samijan, Praptana, R., Setiapermas, M., Utomo, B., Oelviani, R., & Winarni, E. (2022). Adaptation of growth and yield of several hybrid corn varieties of

- Balitbangtan on dryland agroecosystems in young Albasia Forest Area. *Bristol*, 1107(1), 1-9. DOI: 10.1088/1755-1315/1107/1/012052
- Juliati, F., Sudika, I. W., & Sutresna, I. W. (2023). Kajian Parameter Genetik Karakter Kuantitatif Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lahan Kering. *Agroteksos*, 33(1), 79-87. DOI: <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v33i1.786>
- Krisnamukti, B. (2010). Manfaat Jagung dan Peran Produk Bioteknologi Serealia dalam Menghadapi Krisis Pangan, Pakan, dan Energi di Indonesia. *Prosiding Pekan Serealia Nasional* (pp. 1-9). Jakarta: LitbangPertanian.
- Kumar, N., Joshi, V. N., & Dagla, M. C. (2013). Estimation of Components of Genetic Variance in Maize (*Zea mays* L.). *The Biosean Journal*, 8(2), 503-507.
- Li, D., Li, G., Wang, H., Guo, Y., Wang, M., Lu, X., Liu, W. (2022). Genetic Dissection of Phosphorus Use Efficiency and Genotype-by-Environment Interaction in Maize. *International Journal of Molecular Science*, 23(22), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms232213943>
- Lobus, I. J., Idris, & Ujianto, L. (2016). Pendugaan Ragam Genetik Populasi F1 Hasil Persilangan PHKRL vs PIONEER 21. *Crop Agro*, 1-7.
- Lombu, W. K., Wisaniyasa, N. W., & Wiadnyani, A. S. (2018). Perbedaan Karakteristik Kimia Dan Daya Cerna Pati Tepung Jagung Dan Tepung Kecambah Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal ITEPA*, 7(1), 43-51. DOI: <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i01.p05>
- Mendez-Natera, J.R., A. Rondon, J. Hernandez, and J. F. Merazo- Pinto. (2012). Genetic Studies in Upland Cotton. III. Genetic Parameters, Correlation and Path Analysis. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 44(1) : 112-128. URL: https://www.researchgate.net/publication/265887144_Genetic_studies_in_upland_cotton_III_genetic_parameters_correlation_and_path_analysis
- Nguyen, H. T., Chen, Z. Q., Fries, A., Berlin, Hallingback, H. R., & Wu, H. X. (2021). Effect of Additive, Dominant, and Epistatic Variance on Breeding and Deployment Strategy in Norway Spruce. *Forestry*, 416-427. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab052>
- Priyanto, S. B., Azra'i, & Syakir, M. (2018). Analisis Ragam Genetik, Heritabilitas, dan Sidik Lintas Karakter Agronomik Jagung Hibrida Silang Tunggal. *Informatika Pertanian*, 1-8. DOI: 10.21082/ip.v27n1.2018.p1-8
- Priyanto, S.B., dan R. Efendi, 2015. Evaluasi galur jagung terhadap cekaman kekeringan. Balai Penelitian Tanaman Serealia. *Prosiding Seminar Nasional Serealia* : 69-76.
- Sa'diyah, N., Widiastuti, M., & Ardian. (2013). Keragaan, Keragaman, Dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kacang Panjang (*Vigna unguiculata*) Generasi F1 Hasil Persilangan Tiga Genotipe. *Jurnal Agrotek*, 1(1), 32-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v1i1.1885>
- Sudika, I. W., & Anugrahwati, D. R. (2021). Perbaikan Sudut Daun Populasi Komposit Tanaman Jagung Melalui Hibridisasi dengan Varietas Hibrida. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 254-266. DOI: 10.29303/jstl.v0i0.261
- Sudika, I. W., & Yakop, U. M. (2021). Pendugaan Komponen Ragam Genetik Pada Populasi Tanaman Jagung Hasil Seleksi Massa Dengan Indeks Dasar. *Crop Agro*, 17. DOI: <https://doi.org/10.29303/caj.v14i1.679>
- Sudika, I. W., Anugrahwati, D. R., Muliarta, I. G., & Sudharmawan, A. K. (2018). Pengenalan Paket Teknologi Varietas Jagung Komposit dan Hibrida Pada Kondisi Cekaman Kekeringan di Lahan Kering. *PKM CSR*, 1, 537-545. URL: <https://prosiding-pkmcsr.org/index.php/pkmcsr/article/view/231>
- Sudika, I. W., Basuki, N., Sugiharto, A. N., & Soegianto, A. (2015). Estimation of Genetic Variance Components from Composite and Hybrid Maize (*Zea mays* L.) Hybridization. *International Journal of Plant Research*, 5(5), 107-112. DOI: 10.5923/j.plant.20150505.03

Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yunianti, K. Nida.
(2012). Pendugaan Komponen Ragam,
Heritabilitas, dan Korelasi untuk
Menentukan Kriteria Seleksi Cabai

(*Capsicum annum* L.) Populasi F5. *J. Hort.
Indonesia*. 1(3): 74-80. DOI:
<https://doi.org/10.29244/jhi.1.2.74-80>