

Keragaman Morfologi dalam Galur dan Hubungan Kekerbatan Enam Galur Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) sebagai Dasar Seleksi Tetua Pemuliaan

Ahmad Alif Riyan Mahdy¹, Rima Rahma², Sitaningrum Hayatunnufus³, Kuswanto^{2*)}

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta.

² Departemen Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

³ Departemen Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

*)E-mail korespondensi: kuswantoas@ub.ac.id

ABSTRACT

Bambara groundnut (Vigna subterranea L. Verdc.) is a drought-tolerant legume with high nutritional value, yet its development in Indonesia remains constrained by low productivity and seed heterogeneity due to the absence of established national varieties. This study aimed to evaluate morphological variability within lines and determine the phylogenetic relationships among six bambara groundnut lines: SS 3.4.2, SS 2.4.2, PWBG 6, BBL 1.1, CCC 1.6, and TVSU 86. Morphological characterization was conducted based on IPGRI descriptors, covering 15 quantitative and 8 qualitative traits. Intra-line variability was assessed using the coefficient of variation (CV), while phylogenetic relationships were analyzed through UPGMA cluster analysis with Simple Matching Coefficient using MVSP 3.2 software, performed separately for qualitative traits and for combined quantitative–qualitative traits. Results showed that yield-related characters such as pod length, pod width, seed length, and seed width exhibited very high CV values across all lines, indicating the need for further intensive selection to achieve phenotypic stability. Qualitative analysis produced similarity values of 85%–100%, while the combined analysis yielded 50%–88%, demonstrating greater discriminating power among lines. Based on component yield performance, the SS 3.4.2 line excelled in pod length, pod width, and seed width; the SS 2.4.2 line excelled in seed length and seed width; while the PWBG 6 line excelled in pod length and possessed the farthest genetic distance. Lines from these different clusters are recommended as crossing parent combinations: SS 3.4.2 × SS 2.4.2; SS 2.4.2 × PWBG 6; as well as their reciprocals, for yield component improvement and broader genetic variability. These findings confirm the utility of morphological characterization as a foundational approach for parental selection in bambara groundnut breeding programs.

Keywords: Bambara groundnut; cluster analysis; genetic distance; phenotypic stability

PENDAHULUAN

Perubahan iklim meningkatkan risiko cekaman kekeringan dan menuntut pengembangan tanaman pangan yang adaptif, termasuk legum toleran kekeringan seperti kacang bambara. Kacang bambara dikenal sebagai tanaman berpotensi tinggi karena mampu tumbuh pada lahan marginal, bernilai gizi baik, dan memiliki peran ekologis melalui fiksasi nitrogen (Tan dkk., 2020). Meskipun demikian, pemanfaatannya di Indonesia masih terbatas karena produktivitas rendah, benih belum seragam, dan belum tersedianya varietas nasional yang stabil. Kondisi ini menjadikan karakterisasi morfologi dan evaluasi kekerabatan sangat penting sebagai dasar seleksi tetua pemuliaan.

Keragaman morfologi merupakan indikator awal adanya variasi genetik yang dapat dimanfaatkan dalam program perakitan varietas unggul. Karakter kuantitatif dan kualitatif yang terukur secara fenotipik membantu membedakan galur sekaligus menyusun deskripsi yang berguna untuk identifikasi germplasm. Adapun keragaman dalam galur mencerminkan tingkat homogenitas genetik suatu galur, yang menjadi indikator penting dalam menentukan kesiapan galur sebagai tetua dalam program pemuliaan. Galur dengan keragaman rendah menunjukkan tingkat kestabilan yang tinggi, sedangkan galur dengan keragaman tinggi masih memerlukan seleksi lanjutan untuk mencapai kemurnian genetik.

Di sisi lain, analisis hubungan kekerabatan fenetik melalui dendrogram memberikan informasi kedekatan antar galur berdasarkan kesamaan karakter, sehingga membantu memilih tetua dengan kombinasi sifat yang diinginkan. Dalam konteks pemuliaan, informasi ini krusial karena persilangan antar galur yang tepat dapat meningkatkan peluang memperoleh segregan superior, tetapi persilangan tetua yang terlalu dekat juga berisiko menimbulkan *inbreeding depression* (Uba dkk., 2023).

Penelitian ini menjadi penting karena fokus pada enam galur kacang bambara yang sudah tersedia sebagai bahan pemuliaan, tetapi belum dideskripsikan secara ringkas dalam format artikel ilmiah yang berorientasi pada keragaman morfologi dalam galur dan analisis kekerabatan. Selain memberikan gambaran fenotipik yang komprehensif, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengelompokan tetua untuk perakitan varietas unggul kacang bambara di Indonesia (Uba dkk., 2021, 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Maret–Juli 2023 di UPT Pengembangan Benih Padi dan Palawija 2, Singosari, Malang, Jawa Timur. Bahan tanam yang digunakan adalah 6 galur kacang bambara, yaitu BBL 1.1, TVSU 86, CCC 1.6, PWBG 6, SS 3.4.2, dan SS 2.4.2, masing-masing ditanam sebanyak 48 ulangan pada sistem baris ganda dengan jarak tanam 40 × 40 cm. Pengelolaan tanaman meliputi pengolahan lahan, pemberian pupuk kandang dan

NPK, penjarangan, penyiangan, penyiraman, pengendalian hama secara mekanik, dan panen pada 20 MST.

Karakterisasi morfologi dilakukan berdasarkan pedoman IPGRI untuk kacang bambara, yang mencakup 15 karakter kuantitatif dan 8 karakter kualitatif. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi umur berbunga pertama (hst), jumlah bunga per tangkai, jumlah daun (helai), panjang daun terminal (mm), lebar daun terminal (mm), panjang tangkai daun (mm), jumlah nodus per batang, jumlah cabang per batang, jumlah batang per tanaman, panjang polong (mm), lebar polong (mm), jumlah biji per polong, berat 100 biji (g), panjang biji (mm), lebar biji (mm). Karakter kualitatif meliputi bentuk dan warna pucuk daun muda terminal, bulu pada batang, bentuk dan warna polong, tekstur polong, bentuk biji, dan warna biji. Semua variabel pengamatan dalam penelitian ini berdasarkan buku *Descriptor for Bambara Groundnut (Vigna subterranea)* oleh *International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI/IITA/BAMNET, 2000)*.

Analisis Data Koefisien Keragaman Dalam Galur

Analisis data keragaman dalam galur dilakukan terhadap karakter kuantitatif menggunakan parameter statistik deskriptif. Parameter yang dihitung meliputi :

1. Rerata ($\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$). **Keterangan** : $\sum x$: Jumlah nilai karakter ; n: Jumlah tanaman.
2. Ragam ($\sigma^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$). **Keterangan** : $\sum x$: Jumlah nilai karakter ; n: Jumlah tanaman.
3. Standar deviasi ($\sigma = \sqrt{\sigma^2}$). **Keterangan** : σ^2 : Nilai ragam.
4. Koefisien Keragaman (KK = $\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$). **Keterangan** : σ : Standar deviasi, \bar{x} : Nilai rerata karakter.

Analisis hubungan kekerabatan

Analisis hubungan kekerabatan dilakukan menggunakan data karakter kuantitatif dan kualitatif. Berikut merupakan tahapan dalam pengolahan data untuk analisis hubungan kekerabatan. Analisis hubungan kekerabatan dilakukan menggunakan data karakter kuantitatif dan kualitatif yang diolah terlebih dahulu dengan Microsoft Excel 2021. Data kuantitatif dimasukkan dalam bentuk angka, sedangkan data kualitatif dikonversi menjadi skor numerik sesuai kategori pada *Descriptor for Bambara Groundnut (IPGRI/IITA/BAMNET, 2000)*. Selanjutnya, data dihitung rerata dan standar deviasinya, kemudian dilakukan standarisasi dengan mengurangi nilai tiap kategori terhadap rerata dan membaginya dengan standar deviasi, sebelum akhirnya diubah menjadi data biner dan disimpan dalam format *Excel 97–2003 Workbook*. Data yang telah disiapkan tersebut kemudian dianalisis menggunakan MVSP 3.2 untuk menyusun dendrogram sebanyak dua kali, yaitu berdasarkan

karakter kualitatif saja serta gabungan karakter kuantitatif dan kualitatif, dengan metode kluster UPGMA dan koefisien kemiripan *Simple Matching Coefficient*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Morfologi Dalam Galur

Hasil analisis keragaman dalam galur menunjukkan bahwa enam galur kacang bambara memiliki tingkat keseragaman yang berbeda-beda berdasarkan nilai rerata, ragam, standar deviasi, dan koefisien keragaman (KK) dari karakter kuantitatif yang diamati. Karakter dengan KK rendah mengindikasikan bahwa individu-individu di dalam galur memiliki penampilan yang relatif seragam, sedangkan karakter dengan KK sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa masih terdapat variasi antartanaman di dalam galur yang sama. Secara pemuliaan, kondisi ini penting karena galur yang belum seragam sepenuhnya masih memerlukan seleksi lanjutan untuk memperoleh kestabilan fenotip sebelum layak dijadikan tetua persilangan.

Tabel 1. Perhitungan koefisien keragaman galur SS 3.4.2

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	46,67	1,33	1,15	2,47	Rendah
2	Jumlah bunga per tangkai	0,23	0,00	0,06	24,74	Tinggi
3	Jumlah daun	46,00	91,00	9,54	20,74	Tinggi
4	Panjang daun terminal (mm)	78,44	1,04	1,02	1,30	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	32,89	0,93	0,96	2,93	Rendah
6	Panjang tangkai daun (mm)	181,33	730,33	27,02	14,90	Sedang
7	Jumlah nodus per batang	10,67	0,77	0,88	8,24	Rendah
8	Jumlah cabang per batang	2,11	0,04	0,19	9,03	Rendah
9	Jumlah batang per tanaman	6,00	1,00	1,00	16,67	Sedang
10	Panjang polong (mm)	33,00	495,46	22,26	67,45	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	18,67	224,43	14,98	80,26	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,00	0,00	0,00	0,00	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	89,78	19,28	4,39	4,89	Rendah
14	Panjang biji (mm)	15,60	170,61	13,06	83,73	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	11,10	85,84	9,27	83,47	Sangat tinggi

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa enam galur kacang bambara yang diuji memiliki tingkat homogenitas fenotipik yang bervariasi. Berdasarkan nilai ragam, standar deviasi, dan Koefisien Keragaman (KK), stabilitas karakter kuantitatif dalam setiap populasi galur mencerminkan kesiapan genotipe tersebut sebagai calon varietas atau tetua persilangan. Menurut GOMES (1985) dalam (Vaz dkk., 2017), nilai koefisien keragaman dikategorikan sebagai berikut rendah (< 10%), sedang (10% - 20%), tinggi (20% - 30%), serta sangat tinggi (> 30%). Karakter dengan nilai KK rendah mengindikasikan bahwa individu-individu di dalam galur tersebut memiliki penampilan yang relatif seragam, sedangkan KK

yang tinggi menunjukkan adanya segregasi atau variasi intra-galur yang masih luas (Nisa dkk., 2025).

Pada galur SS 3.4.2 (Tabel 1), karakter umur berbunga menunjukkan stabilitas yang sangat baik dengan nilai KK di bawah 3%. Hal ini mengindikasikan bahwa secara generatif, maka galur ini telah mencapai tingkat homozigositas yang baik. Namun, variasi sangat tinggi ditemukan pada karakter komponen hasil seperti panjang biji (83,73%) dan berat polong. Kondisi serupa ditemukan pada galur SS 2.4.2 (Tabel 2) dan PWBG 6 (Tabel 3), di mana karakter hasil memiliki nilai KK yang sangat tinggi. Ketidakseragaman karakter kuantitatif dalam galur dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti faktor biotik dan abiotik, hal dikarenakan karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen dan lebih responsif terhadap faktor lingkungan dibandingkan karakter kualitatif (Khaliqi dkk., 2021).

Tabel 2. Perhitungan koefisien keragaman galur SS 2.4.2

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	55,00	49,00	7,00	12,73	Sedang
2	Jumlah bunga per tangkai	0,23	0,02	0,15	65,47	Sangat tinggi
3	Jumlah daun	36,00	108,00	10,39	28,87	Tinggi
4	Panjang daun terminal (mm)	76,67	24,08	4,91	6,40	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	26,44	0,04	0,20	0,74	Rendah
6	Panjang tangkai daun (mm)	202,00	201,51	14,20	7,03	Rendah
7	Jumlah nodus per batang	6,55	0,15	0,39	5,90	Rendah
8	Jumlah cabang per batang	2,00	0,00	0,00	0,00	Rendah
9	Jumlah batang per tanaman	5,67	0,33	0,58	10,19	Sedang
10	Panjang polong (mm)	23,33	353,61	18,80	80,59	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	15,33	179,82	13,41	87,46	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,00	0,00	0,00	0,00	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	98,55	3,28	1,81	1,84	Rendah
14	Panjang biji (mm)	16,10	186,16	13,64	84,74	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	10,90	85,61	9,25	84,89	Sangat tinggi

Galur BBL 1.1 (Tabel 4) menunjukkan hasil yang berbeda di mana umur berbunga memiliki nilai KK 0,00%, yang berarti seluruh sampel tanaman berbunga secara serentak pada hari yang sama. Keserempakan ini merupakan sifat agronomis yang sangat diinginkan untuk memudahkan manajemen budidaya. Sebaliknya, pada galur CCC 1.6 (Tabel 5) dan TVSU 86 (Tabel 6), variasi pada jumlah bunga per tangkai masih tergolong sangat tinggi ; oleh karena itu galur dengan KK tinggi pada karakter komponen hasil perlu menjalani tahap pemurnian lanjutan melalui seleksi massa atau single seed descent untuk menekan keragaman antar tanaman di dalam galur sebelum digunakan dalam program persilangan sebagai tetua (Sania, Yuliawati, Rahayu, & Setyono, 2021).

Tabel 3. Perhitungan koefisien keragaman galur PWBG 6

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	54,67	64,33	8,02	14,67	Sedang
2	Jumlah bunga per tangkai	0,30	0,04	0,20	66,67	Sangat tinggi
3	Jumlah daun	63,00	468,00	21,63	34,34	Sangat tinggi
4	Panjang daun terminal (mm)	78,11	32,94	5,74	7,35	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	30,33	24,11	4,91	16,19	Sedang
6	Panjang tangkai daun (mm)	176,78	269,11	16,40	9,28	Rendah
7	Jumlah nodus per batang	14,11	7,70	2,77	19,66	Sedang
8	Jumlah cabang per batang	2,00	0,00	0,00	0,00	Rendah
9	Jumlah batang per tanaman	6,67	4,33	2,08	31,22	Sangat tinggi
10	Panjang polong (mm)	28,33	450,57	21,23	74,92	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	16,00	214,23	14,64	91,48	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,10	0,01	0,10	9,09	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	56,78	4,59	2,14	3,77	Rendah
14	Panjang biji (mm)	14,10	141,61	11,90	84,40	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	9,70	65,44	8,09	83,40	Sangat tinggi

Tabel 4. Perhitungan koefisien keragaman galur BBL 1.1

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	50,00	0,00	0,00	0,00	Rendah
2	Jumlah bunga per tangkai	0,37	0,02	0,15	41,66	Sangat tinggi
3	Jumlah daun	36,33	33,33	5,77	15,89	Sedang
4	Panjang daun terminal (mm)	80,67	34,33	5,86	7,26	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	33,45	5,49	2,34	7,01	Rendah
6	Panjang tangkai daun (mm)	163,22	542,43	23,29	14,27	Sedang
7	Jumlah nodus per batang	13,22	8,49	2,91	22,03	Tinggi
8	Jumlah cabang per batang	2,44	0,26	0,51	20,85	Tinggi
9	Jumlah batang per tanaman	6,00	3,00	1,73	28,87	Tinggi
10	Panjang polong (mm)	26,20	454,67	21,32	81,39	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	16,20	188,12	13,72	84,67	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,17	0,00	0,06	4,95	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	55,28	0,01	0,12	0,22	Rendah
14	Panjang biji (mm)	14,20	142,49	11,94	84,06	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	9,90	68,10	8,25	83,36	Sangat tinggi

Dalam penelitian kacang bambara, karakter hasil kuantitatif umumnya memiliki keragaman fenotipik yang lebih kompleks dibanding karakter kualitatif, sehingga analisis ragam dan KK menjadi alat penting untuk membedakan galur yang benar-benar stabil dari galur yang masih bervariasi. Galur dengan KK rendah pada karakter hasil menunjukkan keragaman yang lebih konsisten dan lebih prospektif untuk seleksi lanjut, sedangkan galur dengan KK tinggi perlu dipurifikasi atau diseleksi ulang agar keturunannya lebih homogen (Sania dkk., 2021).

Dari data yang tersedia maka beberapa karakter yang seragam lebih banyak pada karakter umur berbunga, jumlah biji per polong, dan berat 100 biji. Hal ini sejalan dengan laporan (Hayatunnufus, 2025) bahwa karakter kuantitatif hasil pada kacang bambara sering kali menunjukkan heritabilitas yang dipengaruhi oleh interaksi genotipe x lingkungan yang kuat di dalam populasi. Oleh karena itu, seleksi terhadap individu dengan nilai ekstrem dalam galur yang masih beragam (KK tinggi) dapat menjadi peluang untuk mendapatkan galur murni baru yang lebih superior. Sebab jika, nilai KK pada karakter-karakter tersebut berada pada kategori rendah, maka galur dapat dikatakan relatif stabil; sebaliknya, jika nilai KK masih tinggi, galur tersebut belum cukup sesuai untuk langsung dijadikan sumber tetua tanpa seleksi tambahan (Sayekti & Kuswanto, 2020).

Secara umum, interpretasi nilai ragam, standar deviasi, dan KK dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa tidak semua galur sudah seragam sepenuhnya. Galur yang masih memiliki keragaman dalam galur yang cukup tinggi belum sepenuhnya stabil, sehingga belum ideal langsung dijadikan tetua utama persilangan tanpa tahap seleksi pendahuluan. Sebaliknya, galur yang menunjukkan KK rendah pada sebagian besar karakter memiliki peluang lebih besar untuk dijadikan tetua karena sifat-sifatnya relatif mantap dan dapat diwariskan secara lebih konsisten. Dalam konteks pemuliaan, seleksi terhadap galur yang seragam dan stabil merupakan langkah penting untuk memperjelas identitas galur sekaligus meningkatkan efisiensi perakitan varietas unggul (Nisa dkk., 2025).

Tabel 5. Perhitungan koefisien keragaman galur CCC 1.6

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	47,67	0,33	0,58	1,21	Rendah
2	Jumlah bunga per tangkai	0,37	0,08	0,29	78,73	Sangat tinggi
3	Jumlah daun	51,00	52,00	7,21	14,14	Sedang
4	Panjang daun terminal (mm)	79,34	9,33	3,06	3,85	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	36,45	40,49	6,36	17,46	Sedang
6	Panjang tangkai daun (mm)	159,00	13,33	11,50	7,23	Rendah
7	Jumlah nodus per batang	15,45	42,79	6,54	42,35	Sangat tinggi
8	Jumlah cabang per batang	2,33	0,00	0,00	0,00	Rendah
9	Jumlah batang per tanaman	7,00	3,00	1,73	24,74	Tinggi
10	Panjang polong (mm)	27,33	401,79	20,04	73,33	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	16,00	187,16	13,68	85,50	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,17	0,00	0,06	4,95	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	50,67	1,26	1,12	2,22	Rendah
14	Panjang biji (mm)	12,90	119,12	10,91	84,61	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	9,50	63,62	7,98	83,96	Sangat tinggi

Tabel 6. Perhitungan koefisien keragaman galur TVSU 86

No	Karakter Morfologi	Rerata	Ragam	Standar Deviasi	KK (%)	Kategori
1	Umur berbunga pertama	48,67	14,33	3,79	7,78	Rendah
2	Jumlah bunga per tangkai	0,27	0,04	0,21	78,06	Sangat tinggi
3	Jumlah daun	43,00	79,00	8,89	20,67	Tinggi
4	Panjang daun terminal (mm)	78,11	30,02	5,48	7,01	Rendah
5	Lebar daun terminal (mm)	32,33	12,33	3,51	10,86	Sedang
6	Panjang tangkai daun (mm)	154,11	125,55	11,20	7,27	Rendah
7	Jumlah nodus per batang	11,89	1,37	1,17	9,83	Rendah
8	Jumlah cabang per batang	2,22	0,04	0,19	8,58	Rendah
9	Jumlah batang per tanaman	6,67	1,33	1,15	17,32	Sedang
10	Panjang polong (mm)	24,20	382,18	19,55	80,78	Sangat tinggi
11	Lebar polong (mm)	16,70	201,88	14,21	85,08	Sangat tinggi
12	Jumlah biji per polong	1,23	0,00	0,06	4,68	Rendah
13	Berat 100 biji (g)	56,26	4,99	2,23	3,97	Rendah
14	Panjang biji (mm)	13,30	123,18	11,10	83,45	Sangat tinggi
15	Lebar biji (mm)	9,80	71,01	8,43	85,99	Sangat tinggi

Jika ditinjau dari potensi seleksi karakternya maka koefisien keragaman yang diperoleh menunjukkan bahwa beberapa karakter memiliki variasi rendah hingga sedang, sedangkan beberapa karakter lain menunjukkan variasi lebih tinggi. Karakter yang lebih beragam, terutama berat biji, hasil per tanaman, dan karakter daun, dapat dijadikan prioritas seleksi karena memberikan peluang lebih besar untuk membedakan satu genotipe dari genotipe lainnya secara fenotipik. Dalam konteks pemuliaan, keberadaan keragaman morfologi ini sangat penting karena menyediakan bahan dasar untuk seleksi dan perakitan varietas unggul yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan spesifik (Hamdi dkk., 2024; Uba dkk., 2023).

Hubungan Kekkerabatan

Analisis hubungan kekerabatan memberikan gambaran mengenai kedekatan fenotipik antar galur berdasarkan kesamaan profil morfologi yang diamati. Hasil analisis kekerabatan dalam penelitian ini disajikan dalam dua tahap, yaitu berdasarkan karakter kualitatif dan berdasarkan gabungan karakter kuantitatif serta kualitatif, untuk mendapatkan daya resolusi pengelompokan yang lebih tajam. Adapun data karakter kualitatif tersaji pada tabel 7. Hasil analisis hubungan kekerabatan ditampilkan dalam bentuk dendrogram untuk mengetahui hubungan kekerabatan dari 6 galur kacang bambara.

Pengelompokkan galur-galur kacang bambara ke dalam kelompok kekerabatan dibantu dengan melihat cabang-cabang yang membentuk node dalam dendrogram. Node mengacu pada titik dimana cabang-cabang dendrogram bergabung atau terpisah. Setiap node menunjukkan galur-galur yang memiliki persamaan karakter. Analisis hubungan kekerabatan

dilakukan menggunakan karakter kualitatif. Data kelompok kekerabatan 6 galur kacang bambara dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7. Data karakter kualitatif 6 galur kacang bambara

No	Karakter	Galur					
		SS 3.4.2	SS 2.4.2	PWBG 6	BBL 1.1	CCC 1.6	TVSU 86
1	Bentuk pucuk daun muda terminal	Bulat telur	Bulat panjang	Bulat panjang	Bulat panjang	Bulat panjang	Bulat panjang
2	Warna pucuk daun muda terminal	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
3	Bulu pada batang	Absen	Absen	Absen	Absen	Absen	Absen
4	Bentuk polong	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain	Berakhir di satu titik, bulat di sisi lain
5	Warna polong	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat	Cokelat
6	Tekstur polong	Banyak beralur	Banyak beralur	Banyak beralur	Banyak beralur	Banyak beralur	Banyak beralur
7	Bentuk biji	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat telur
8	Warna biji	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam	Hitam

Sumber : Data sekunder (Hayatunnufus, 2025).

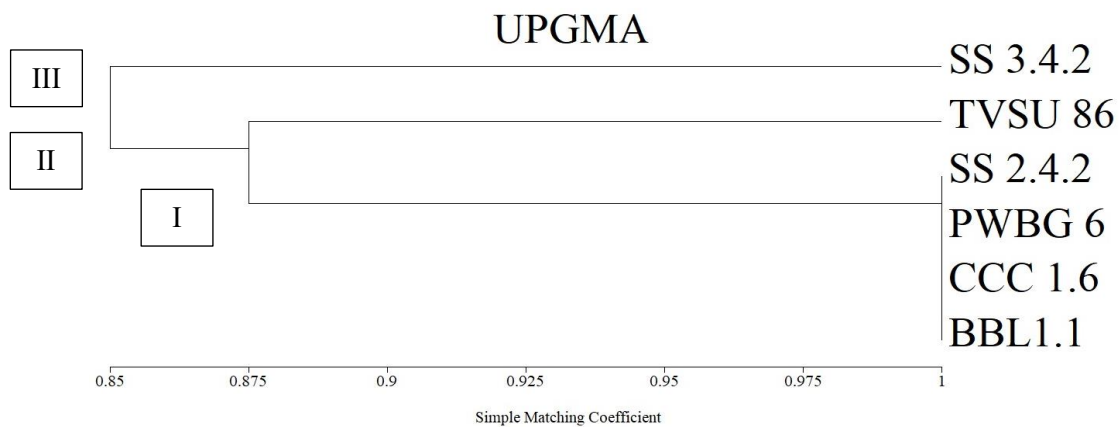
Hubungan kekerabatan kacang bambara yang ditampilkan dalam bentuk dendrogram dapat memperlihatkan dekat dan jauhnya hubungan kekerabatan melalui cabang-cabang pada dendrogram tersebut. Cabang-cabang dendrogram menunjukkan nilai kemiripan antar galur kacang bambara yang digunakan untuk menganalisis hubungan kekerabatan. Semakin dekat cabang-cabang dendrogram maka nilai kemiripan yang ditunjukkan semakin besar. Hal tersebut didukung oleh pernyataan (Martiansyah dkk., 2018) yang menyatakan bahwa individu dalam suatu populasi yang berada dalam kelompok yang sama menunjukkan bahwa individu tersebut memiliki kekerabatan yang erat.

Berdasarkan karakter kualitatif (Tabel 8 dan Gambar 1), enam galur kacang bambara menunjukkan tingkat kemiripan yang sangat tinggi, berkisar antara 85% hingga 100%. Kelompok kekerabatan I yang mencakup galur BBL 1.1, CCC 1.6, PWBG 6, dan SS 2.4.2 memiliki nilai kemiripan mutlak (100%). Hal ini mengindikasikan bahwa secara visual-kualitatif, keempat galur tersebut identik pada seluruh penciri yang diamati, seperti bentuk pucuk daun muda, warna polong, tekstur polong, hingga warna biji. Di sisi lain, galur TVSU 86 dan SS 3.4.2 terpisah secara bertahap dengan nilai kemiripan masing-masing 87,5% dan 85%. Daya

pembeda karakter pada analisis ini terbatas karena sifat kualitatif cenderung bersifat diskret dan kurang sensitif dalam membedakan genotipe yang berkerabat dekat (Odongo dkk., 2023).

Tabel 8. Data kelompok kekerabatan 6 galur kacang bambara menggunakan karakter kualitatif

Node	Kelompok 1	Kelompok 2	Kemiripan (%)	Jumlah Objek dalam Kelompok
1	BBL 1.1	CCC 1.6	100	2
2	Node 1	PWBG 6	100	3
3	Node 2	SS 2.4.2	100	4
4	Node 3	TVSU 86	87,5	5
5	Node 4	SS 3.4.2	85	6



Gambar 1. Dendrogram hubungan kekerabatan 6 galur kacang bambara menggunakan karakter kualitatif

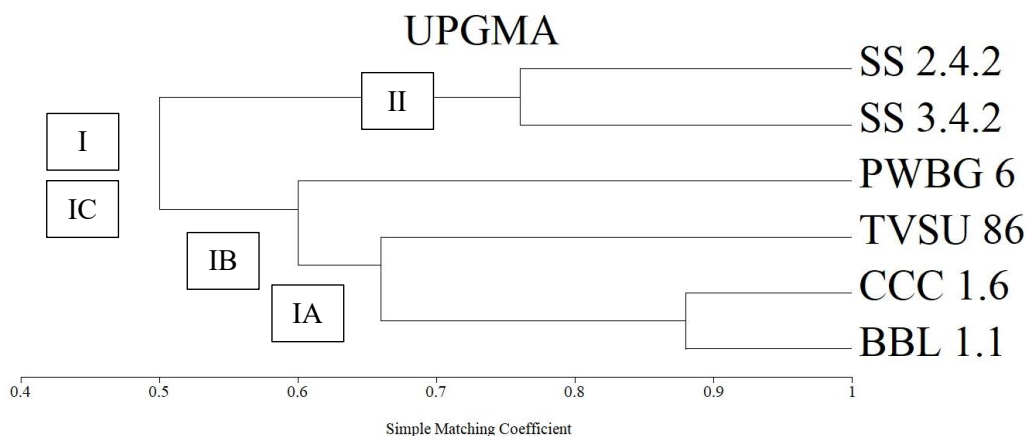
Analisis hubungan kekerabatan berdasarkan karakter kuantitatif dan kualitatif dengan metode UPGMA dan *simple matching coefficient* menghasilkan 2 kelompok kekerabatan utama. Kelompok kekerabatan I terdiri 3 subkelompok kekerabatan. Subkelompok kekerabatan IA terdiri dari galur BBL 1.1 dan CCC 1.6 dengan nilai kemiripan 88%. Subkelompok kekerabatan IB terdiri dari galur TVSU 86 dengan nilai kemiripan 66%. Subkelompok kekerabatan IC terdiri dari galur PWBG 6 dengan nilai kemiripan 60%. Kelompok kekerabatan II terdiri dari galur SS 3.4.2 dan SS 2.4.2 dengan nilai kemiripan 76%

Pemisahan antar galur terlihat lebih jelas dan intensif pada dendrogram gabungan karakter kuantitatif dan kualitatif (Tabel 9 dan Gambar 2). Integrasi data kuantitatif menurunkan koefisien kemiripan antar galur hingga nilai kemiripan terendah 50%, yaitu pada node penggabungan terakhir yang menyatukan seluruh galur. Hal ini membuktikan bahwa karakter kuantitatif, seperti berat biji, jumlah daun, dan umur berbunga, memiliki tingkat pembeda yang lebih tinggi dalam mendeteksi variasi yang tidak tertangkap oleh pengamatan kualitatif sederhana (Kiryowa dkk., 2022). Pada dendrogram ini, galur BBL 1.1 dan CCC 1.6 membentuk klaster IA dengan kedekatan tertinggi (88%), yang menunjukkan bahwa kedua

galur ini diduga kuat memiliki latar belakang genetik atau asal-usul plasma nutfah yang berdekatan.

Tabel 9. Data kelompok kekerabatan 6 galur kacang bambara menggunakan karakter kuantitatif dan kualitatif

Node	Kelompok 1	Kelompok 2	Kemiripan (%)	Jumlah Objek dalam Kelompok
1	BBL 1.1	CCC 1.6	88	2
2	SS 3.4.2	SS 2.4.2	76	2
3	Node 1	TVSU 86	66	3
4	Node 3	PWBG 6	60	4
5	Node 4	Node 2	50	6



Gambar 2. Dendrogram hubungan kekerabatan 6 galur kacang bambara menggunakan karakter kuantitatif dan kualitatif

Kontras dengan kedekatan tersebut, galur PWBG 6 menunjukkan posisi yang berbeda dengan terpisah secara signifikan dari kelompok utama pada koefisien kemiripan 60% (Node 4). Dalam strategi pemuliaan tanaman, jarak fenotipik yang lebih besar seperti yang ditunjukkan oleh PWBG 6 menjadikannya kandidat yang sangat potensial sebagai tetua persilangan (Kuswanto dkk., 2012). Namun, kedekatan fenotipik yang ditunjukkan dalam analisis kekerabatan ini hanya mencerminkan kesamaan karakter morfologi yang diamati saja, dan tidak dapat diartikan sebagai bukti kesamaan asal-usul geografis antar galur (Hayatunnufus, 2025).

Secara praktis, hubungan kekerabatan yang dekat (60%–100%) antar galur ini memberikan informasi penting dalam kegiatan persiapan seleksi tetua. Galur-galur dalam satu klaster (seperti kelompok SS pada Klaster II) sebaiknya tidak disilangkan satu sama lain jika tujuannya adalah untuk memperluas variabilitas genetik keturunan atau menghindari risiko *inbreeding depression* (Sania dkk., 2021). Sebaliknya, persilangan antar genotipe dari klaster yang berbeda, misalnya antara kelompok SS dengan klaster BBL, akan membuka peluang segregasi yang lebih luas pada generasi berikutnya, sehingga meningkatkan efisiensi dalam perakitan varietas unggul kacang bambara yang adaptif (Uba dkk., 2023).

KESIMPULAN

Terdapat dominasi karakter yang belum seragam di semua galur meliputi jumlah bunga per tangkai, panjang polong, lebar polong, panjang biji, dan lebar biji sehingga perlu dilakukan seleksi lanjutan. Selain itu, berdasarkan jarak genetik yang jauh dan kualitas komponen hasil terbaik maka direkomendasikan 2 kombinasi persilangan yaitu SS 2.4.2 x PWBG 6 ; SS 3.4.2 x PWBG 6; atau resiprokalnya. Hal ini bertujuan untuk memperluas variabilitas genetik keturunan yang difokuskan pada perbaikan karakter panjang dan lebar polong serta panjang dan lebar biji kacang bambara.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdi, M. F. F. Al, Ilyas, S., Qadir, A., & Mayes, S. (2024). Morphological variability and cluster analysis of 16 bambara groundnut (*Vigna subterranea*) genotypes. *Biodiversitas*, 25(1), 97–106. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250111>
- Hayatunnufus, S. (2025). Keragaman morfologi enam galur kacang bambara (*Vigna subterranea* L.) dalam rangka penyusunan deskripsi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 13(4), 279–285.
- IPGRI/IITA/BAMNET. (2000). Descriptors for bambara groundnut (*Vigna subterranea*). Dalam *International Plant Genetic Resources Institute, Rome; International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan*.
- Khaliqi, A., Rafii, M. Y., Mazlan, N., Jusoh, M., & Oladosu, Y. (2021). Genetic analysis and selection criteria in bambara groundnut accessions based yield performance. *Agronomy*, 11(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081634>
- Kiryowa, M., Ddamulira, G., Alenoma, G., Karwani, G., Ifeyinwa, M. O., Umeugochukwu, O. P., & Alanyo, M. (2022). Morphological characterization and diversity of bambara groundnuts in Uganda. *Journal of Agricultural Science*, 14(9), 86. <https://doi.org/10.5539/jas.v14n9p86>
- Kuswanto, Waluyo, B., Pramantasawi, R. A., & Canda, S. (2012). Koleksi dan evaluasi galur-galur lokal kacang bogor (*Vigna subterranea*). *Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Genetik dan Pemuliaan Tanaman*, 1, 5–6.
- Martiansyah, I., Haris, N., Husniyati, T., & Purwakusumah, E. D. Y. D. (2018). Genetic Variation Analysis of Hevea brasiliensis Genotype Population of In Vitro Micro-Cutting Culture by RAPD Marker. *Junrla Sumberdaya Hayati*, 4(2), 57–62.
- Nisa, F. K., Wahyu, Y., & Ilyas, S. (2025). Keragaan galur-galur kacang bambara (*Vigna subterranea* L.) Asal lanras sumedang. *Buletin Agrohorti*, 13(2), 256–264. <https://doi.org/10.29244/agrob.v13i2.65578>
- Odongo, F., Oyoo, M. E., Kimurto, P. K., & Wasike, V. W. (2023). Morphological characterization of bambara groundnut [*Vigna subterranea* (L.) Verdc.] landraces in Kenya. *Agricultural Science Digest*, 43(3), 282–288. <https://doi.org/10.18805/ag.D-363>
- Sania, W. N., Yulawati, Y., Rahayu, A., & Setyono, S. (2021). Karakter morfologi dan hubungan kekerabatan galur-galur kacang bogor (*Vigna subterranea* L. Verdc.) asal lanras sukabumi. *Jurnal Agronida*, 7(1), 26–35. <https://doi.org/10.30997/jag.v7i1.4141>
- Sayekti, P. A., & Kuswanto. (2020). Evaluasi dan analisis kekerabatan tujuh galur harapan kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 9(6), 396–405.
- Tan, X. L., Azam-Ali, S., Goh, E. Von, Mustafa, M., Chai, H. H., Ho, W. K., Mayes, S., Mabhaudhi, T., Azam-Ali, S., & Massawe, F. (2020). Bambara groundnut: An underutilized leguminous crop for global food security and nutrition. *Frontiers in Nutrition*, 7(December), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.601496>
- Uba, C. U., Oselebe, H. O., Tesfaye, A. A., & Abteu, W. G. (2021). Genetic diversity and population structure analysis of bambara groundnut (*Vigna subterrenea* L) landraces

- using DArT SNP markers. *PLoS ONE*, 16(7 July), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253600>
- Uba, C. U., Oselebe, H. O., Tesfaye, A. A., Mekonen, G. S., & Abteu, W. G. (2023). Exploring phenotypic variation of diverse bambara groundnut (*Vigna subterranea* L) origin and development of mini-core collection for future breeding. *Food and Energy Security*, 12(3), 1–17. <https://doi.org/10.1002/fes3.460>
- Vaz, M. A. B., Pacheco, P. S., Seidel, E. J., & Ansuji, A. P. (2017). Classification of the coefficient of variation to variables in beef cattle experiments. *Ciência Rural*, (2002), 9–12. https://doi.org/cattle_experiments. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160946>