

Karakterisasi Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Tanaman Buah Namnam (*Cynometra cauliflora*) di Berbagai Daerah Selatan Kabupaten Kebumen

*Morphological Characterization and Phylogenetic Relationships of Namnam Fruit Plants (*Cynometra cauliflora*) in Various Southern Regions of Kebumen Regency*

Siti Fathonah^{a,1,*}, Umi Barokah^{b,2}

^a Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama, Kebumen, Jawa Tengah dan 54317

^b Umi Barokah, Kebumen, Jawa Tengah dan 54317

¹ f1atonah722@gmail.com*; ² barokahumi@yahoo.com

* corresponding author

INFO ARTIKEL

ABSTRACT / ABSTRAK

Sejarah Artikel

Diterima:

18 Desember 2025

Direvisi:

27 Desember 2025

Terbit:

30 Desember 2025

Populasi tanaman *Cynometra cauliflora* (namnam) di wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen mengalami penurunan akibat degradasi habitat, tekanan lingkungan, dan tidak adanya upaya konservasi terstruktur. Kondisi tersebut menyebabkan variasi morfologi antar populasi semakin sulit dipetakan, padahal karakter morfologi berperan penting dalam identifikasi plasma nutfah dan pengembangan strategi pelestarian spesies. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji keragaman morfologi tanaman namnam pada lima populasi pesisir, yaitu Ambal, Mirit, Puring, Petanahan, dan Buluspesantren, serta menganalisis hubungan kekerabatan antar populasi untuk memahami pola diferensiasi fenotipik yang terbentuk. Tujuan penelitian adalah menentukan karakter morfologi pembeda pada masing-masing populasi dan memetakan kluster kekerabatan berdasarkan parameter vegetatif dan generatif. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif–eksploratif dengan teknik *purposive sampling*. Pengamatan meliputi karakter batang, daun, bunga, buah, dan biji yang diukur secara kuantitatif serta dikodekan dalam bentuk numerik untuk dianalisis menggunakan metode fenetik berbasis UPGMA. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi morfologi yang signifikan antar populasi. Populasi Ambal dan Buluspesantren memiliki ukuran daun, buah, dan biji yang lebih besar dengan tingkat kemanisan lebih tinggi, sedangkan Puring dan Mirit memperlihatkan karakter organ yang lebih kecil akibat tekanan lingkungan pesisir yang lebih ekstrem. Populasi Petanahan berada pada posisi transisional dengan kombinasi karakter campuran. Analisis UPGMA menghasilkan tiga kluster utama yang konsisten dengan pola keragaman morfologi kuantitatif. Hasil ini menegaskan bahwa tekanan lingkungan pesisir berperan penting dalam membentuk diferensiasi morfologi tanaman namnam. Temuan ini merekomendasikan perlunya konservasi berbasis populasi serta pemanfaatan populasi unggul sebagai sumber plasma nutfah untuk mendukung budidaya berkelanjutan.

*The population of *Cynometra cauliflora* (namnam) in the southern coastal region of Kebumen has declined due to habitat degradation, environmental pressures, and the absence of structured conservation programs. These conditions have increased morphological divergence among populations, whereas morphological traits were crucial for germplasm identification and species conservation planning. This study aimed to characterize the morphological variation of namnam across five coastal populations—Ambal, Mirit, Puring, Petanahan, and Buluspesantren—and to analyze their phenetic relationships to understand the pattern of phenotypic differentiation. A descriptive–exploratory approach with purposive sampling was applied. Morphological traits of stems, leaves, flowers, fruits, and seeds were measured quantitatively and converted into numerical codes for phenetic analysis using the UPGMA method. The results revealed significant morphological variation among populations. Ambal and Buluspesantren exhibited larger leaves, fruits, and seeds with higher sweetness levels, whereas Puring and Mirit showed smaller organ*

sizes influenced by harsher coastal conditions. Petanahan represented a transitional population with intermediate characteristics. The UPGMA dendrogram formed three major clusters consistent with quantitative morphological data. These findings indicate that coastal environmental conditions strongly influence morphological diversification of namnam populations. The study highlights the necessity of population-based conservation and recommends utilizing superior populations as germplasm sources for sustainable cultivation.

This is an open access article under the CC-BY license.



Kata Kunci: *Cynometra cauliflora*, morfologi, fenetik, UPGMA, pesisir Kebumen

Keywords: *Cynometra cauliflora*, morphology, phenetics, UPGMA, coastal environment

1. Pendahuluan

Keragaman Tanaman buah lokal Indonesia merupakan sumber daya genetik yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis penting mendukung ketahanan pangan dan konservasi biodiversitas nasional (Alamsyah *et al.*, 2021). Tanaman namnam (*Cynometra cauliflora*) adalah salah satu di antara kekayaan hayati tersebut. *Cynometra cauliflora* masuk dalam famili *Fabaceae* yang dikenal memiliki potensi sebagai tanaman buah, tanaman obat, dan tanaman hias bernilai tinggi karena kandungan fitokimia, bentuk morfologi yang khas, serta kemampuan tumbuhnya di berbagai kondisi tropis (Ashraf *et al.*, 2020). Populasi tanaman namnam di Indonesia dilaporkan mengalami penurunan akibat berkurangnya habitat, perubahan penggunaan lahan, dan tidak adanya program konservasi spesifik yang berkelanjutan di wilayah persebarannya (Widodo & Abdullah, 2022).

Wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen menjadi salah satu daerah yang masih menyisakan populasi namnam, meskipun jumlahnya semakin terbatas dan cenderung terfragmentasi sebagaimana disebutkan dalam dokumen kebijakan daerah (Peraturan Daerah Kabupaten Kebumen Nomor 14 Tahun 2023, 2023). Keberadaan populasi yang terisolasi di beberapa titik wilayah pesisir menunjukkan perlunya pemetaan ulang keragaman morfologi tanaman ini. Variasi yang tampak pada organ batang, daun, buah, dan biji mengindikasikan bahwa populasi namnam memiliki keragaman fenotipik yang berpotensi merepresentasikan perbedaan genetik maupun plastisitas morfologi antar lokasi (Sutanto, Lestari, *et al.*, 2023). Karakter morfologi tanaman buah sering kali menjadi indikator awal dalam membedakan populasi dan mengidentifikasi kemungkinan terbentuknya kelompok kekerabatan tertentu.

Karakterisasi wilayah persebaran populasi dan identifikasi variasi morfologi merupakan langkah awal yang penting untuk memahami keragaman fenotipik sebelum dilakukan analisis genetik berbasis penanda molekuler (Fiani R., 2018). Pendekatan fenetik berbasis morfologi terbukti efektif dalam mengevaluasi hubungan kekerabatan pada berbagai spesies *Fabaceae* tropis dan mampu memberikan gambaran kuantitatif kedekatan populasi melalui analisis kluster seperti UPGMA (Mehmood *et al.*, 2021). Informasi ini sangat penting untuk strategi konservasi plasma nutfah, pemilihan individu unggul sebagai calon induk dalam program pemuliaan, serta pengembangan strategi pelestarian tanaman lokal bernilai tinggi secara berkelanjutan (Dahiru *et al.*, 2022).

Kajian keragaman morfologi dan hubungan kekerabatan tanaman namnam di wilayah Kebumen masih sangat terbatas. Sebagian besar literatur yang tersedia hanya membahas aspek botani umum atau informasi persebaran tanpa memberikan gambaran komprehensif mengenai variasi fenotipik antar populasi pesisir. Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan tujuan: menganalisis karakter morfologi tanaman namnam dari beberapa populasi di wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen dan mengkaji hubungan kekerabatan antar populasi berdasarkan analisis fenetik menggunakan metode UPGMA. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah penting dalam pengelolaan, konservasi, dan pemanfaatan tanaman namnam sebagai sumber daya genetik lokal.

2. Metodologi

2.1 Desain Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif–eksploratif, untuk mengidentifikasi keragaman morfologi dan hubungan kekerabatan populasi *Cynometra cauliflora* di wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen. Pendekatan deskriptif dinilai efektif untuk mengkaji awal keragaman fenotipik pada tahap awal observasi tanaman lokal, sementara analisis fenetik mampu merepresentasikan hubungan kekerabatan antarpopulasi secara kualitatif melalui karakter morfologi terukur (Zhao *et al.*, 2020).

2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga November 2025, bertepatan dengan fase berbunga dan berbuah tanaman namnam yang memungkinkan karakter generatif dapat diamati secara optimal. Lokasi penelitian mencakup lima kecamatan pesisir, yaitu Mirit, Ambal, Puring, Petanahan, dan Buluspesantren. Wilayah tersebut memiliki kondisi tanah berpasir, salinitas bervariasi, dan intensitas cahaya tinggi sehingga relevan untuk kajian adaptasi morfologi tanaman pesisir (Susanto & Haryanto, 2021).

2.3 Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa individu tanaman namnam yang telah memasuki fase generatif. Pemilihan bahan mengikuti kriteria tanaman sehat, tidak terserang hama, dan mewakili populasi masing-masing lokasi. Peralatan meliputi jangka sorong digital, mistar, GPS, kamera digital, *refractometer* untuk pengukuran kemanisan buah, timbangan analitik, dan kantong sampel. Peralatan tersebut digunakan untuk memperoleh data morfologi yang akurat dan terstandar (Ashraf *et al.*, 2020).

2.4 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan individu tanaman berdasarkan keberadaan populasi, ketersediaan individu yang memenuhi kriteria pertumbuhan sehat, serta variasi morfologi yang tampak di lapangan. Penentuan sampel dilakukan dengan proporsi satu individu untuk setiap 25 tanaman pada masing-masing populasi guna memastikan representativitas keragaman fenotipik tanpa menimbulkan redundansi data. Pendekatan ini dipilih karena efektif dalam studi morfologi tanaman yang populasinya terbatas, tidak merata, atau terfragmentasi, sehingga pemilihan individu dengan karakter yang jelas dan teramati menjadi prioritas dalam menghasilkan data fenetik yang valid. Teknik *purposive* juga memungkinkan peneliti menangkap variasi karakter yang relevan untuk analisis kekerabatan dibandingkan metode acak yang berpotensi kehilangan karakter penting dalam populasi dengan keragaman rendah atau distribusi spasial tidak homogen (Mehmood *et al.*, 2021).

2.5 Parameter Morfologi

Pengamatan dilakukan pada organ batang, daun, bunga, buah, dan biji, dengan parameter morfologi yang diamati meliputi:

- Batang: warna, tekstur permukaan, bentuk batang, diameter, dan pola percabangan sebagai karakter diagnostik utama dalam identifikasi morfologi tanaman berkayu, sesuai karakter yang dijelaskan oleh (Setiani *et al.*, 2022) dan panduan pengamatan batang pada studi morfologi lapangan (Rahmawati *et al.*, 2021).
- Daun: bentuk helai daun, ukuran (panjang dan lebar), warna pucuk dan daun dewasa, tekstur permukaan, pola pertulangan, serta susunan daun pada ranting, sebagaimana dicatat dalam deskripsi morfologi pada proposal (Datumaya & Angio, 2023) serta mengikuti pedoman karakterisasi daun pada tanaman tropis (Sari & Putra, 2020).
- Bunga: warna mahkota, ukuran bunga, jumlah bunga per tandan, dan posisi bunga pada batang berdasarkan deskripsi pembungaan (Ulpiyah, 2023) serta karakter reproduktif yang lazim digunakan dalam analisis taksonomi (Hidayat & Prasetyo, 2019).
- Buah: ukuran (panjang dan diameter), berat buah, bentuk buah, warna kulit buah, tekstur permukaan, dan tingkat kemanisan menggunakan °Brix, mengikuti standar pengamatan morfologi buah dalam proposal (Ulpiyah, 2023) serta panduan evaluasi karakter buah lokal (Nurfadila *et al.*, 2021).
- Biji: bentuk biji, warna, ukuran (panjang dan lebar), serta berat biji sebagai karakter generatif yang berkaitan dengan variabilitas fenotipik dan potensi diferensiasi genetik antar populasi (Sutanto, Putra, *et al.*, 2023).

Semua pengamatan dilakukan minimal dua kali pengukuran pada sampel berbeda untuk menjamin keakuratan data dan mengurangi kesalahan observasi (Setiani *et al.*, 2022).

2.6 Pengodean Data Morfologi

Karakter kualitatif dikodekan menjadi data numerik melalui skala ordinal berdasarkan kategori morfologi yang diamati pada setiap populasi, sehingga variasi karakter dapat dianalisis secara kuantitatif tanpa menghilangkan informasi deskriptif penting. Setiap kategori karakter kemudian ditransformasikan menjadi data biner (0 dan 1) melalui teknik *dummy coding*, yang memungkinkan setiap keadaan karakter direpresentasikan sebagai variabel independen dalam matriks data. Pendekatan ini umum digunakan dalam taksonomi numerik untuk meningkatkan keterbandingan antar individu, meminimalkan bias subjektif pengamat, serta mempermudah integrasi antara karakter kualitatif dan kuantitatif dalam analisis fenetik (Zhao *et al.*, 2020). Penggunaan data biner juga mempermudah penghitungan koefisien kesamaan maupun jarak, sehingga seluruh karakter morfologi dapat berkontribusi secara proporsional dalam pembentukan kluster kekerabatan melalui metode seperti UPGMA yang membutuhkan format data yang seragam dan terstandarisasi (Sa'diyah S.; Rahmawati, I., 2025).

2.7 Analisis Data

a. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menilai pola keragaman morfologi antar populasi berdasarkan data kuantitatif seperti panjang daun, lebar buah, diameter batang, dan berat biji. Setiap parameter dihitung nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, serta rentang (**range**) untuk menggambarkan variasi internal populasi maupun perbedaan antarpopulasi. Statistik deskriptif berfungsi sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi kecenderungan umum karakter morfologi serta menentukan karakter mana yang berpotensi menjadi pembeda utama antar populasi (Alamsyah *et al.*, 2021). Pendekatan ini menjadi dasar sebelum dilakukan analisis fenetik, karena distribusi data dan besar variasi akan mempengaruhi pola klusterisasi pada analisis kekerabatan berbasis morfologi.

b. Analisis Fenetik (UPGMA)

Analisis kekerabatan dilakukan menggunakan koefisien keseragaman (similaritas) yang dihitung dari seluruh matriks data numerik, kemudian dianalisis dengan metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) untuk membentuk dendrogram yang merepresentasikan tingkat kedekatan antar populasi. Jarak *Euclidean* digunakan untuk mengukur perbedaan antar karakter pada masing-masing populasi, dan dendrogram yang dihasilkan memberikan visualisasi hierarki hubungan berdasarkan kemiripan morfologi (Sa'diyah S.; Rahmawati, I., 2025). Metode UPGMA merupakan salah satu teknik kluster hierarkis paling umum dalam taksonomi numerik karena menghasilkan struktur fenetik yang stabil, mudah ditafsirkan, dan sesuai untuk data morfologi tanaman *Fabaceae* (Mehmood *et al.*, 2021). Validitas struktur kluster dievaluasi menggunakan nilai *Cophenetic Correlation Coefficient* (CCC), yang mengukur kesesuaian antara matriks jarak asli dan jarak pada dendrogram; nilai CCC yang tinggi menunjukkan bahwa pola kluster yang terbentuk merepresentasikan data dengan baik (Badiaraja D.; Siregar, M., 2021). Pendekatan ini memastikan bahwa hubungan kekerabatan yang diperoleh bersifat objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara statistik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakter Morfologi Tanaman Namnam di Wilayah Pesisir Selatan Kebumen

Pengamatan morfologi dilakukan pada lima populasi tanaman *Cynometra cauliflora* yang berasal dari wilayah pesisir selatan Kebumen, yaitu Mirit, Ambal, Puring, Petanahan, dan Buluspesantren. Data mencakup 10 karakter morfologi utama yang mewakili organ batang, daun, buah, dan biji. Hasil pengamatan kuantitatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter morfologi kuantitatif tanaman namnam per lokasi
(nilai ditampilkan dalam rerata \pm standar deviasi)

Karakter	Mirit	Ambal	Puring	Petanahan	Buluspesantren
Panjang daun (cm)	8.2 \pm 1.1	12.7 \pm 1.3	6.9 \pm 0.8	7.4 \pm 1.0	13.1 \pm 1.4
Lebar daun (cm)	4.1 \pm 0.5	6.8 \pm 0.7	3.2 \pm 0.4	3.5 \pm 0.5	7.4 \pm 0.9
Diameter batang (cm)	3.4 \pm 0.6	5.1 \pm 0.8	2.8 \pm 0.5	3.1 \pm 0.4	5.3 \pm 0.9
Berat buah (g)	24.2 \pm 2.6	41.5 \pm 3.8	18.7 \pm 2.1	21.4 \pm 2.4	44.8 \pm 4.1
Kemanisan ($^{\circ}$ Brix)	8.6 \pm 0.8	12.3 \pm 1.0	6.1 \pm 0.7	9.2 \pm 0.9	13.1 \pm 1.2
Berat biji (g)	3.1 \pm 0.4	4.7 \pm 0.5	2.4 \pm 0.3	3.0 \pm 0.4	4.9 \pm 0.6

Hasil analisis karakter morfologi kuantitatif menunjukkan adanya variasi yang sangat jelas antar populasi tanaman namnam di pesisir selatan Kebumen, terutama pada karakter kuantitatif seperti ukuran daun, diameter batang, berat buah, tingkat kemanisan, dan ukuran biji.

1. Panjang daun (cm)

Panjang daun namnam menunjukkan variasi antar populasi pesisir Kebumen. Nilai tertinggi terdapat pada Buluspesantren ($13,1 \pm 1,4$ cm) dan Ambal ($12,7 \pm 1,3$ cm), sedangkan nilai terendah terdapat pada Puring ($6,9 \pm 0,8$ cm). Populasi Petanahan ($7,4 \pm 1,0$ cm) dan Mirit ($8,2 \pm 1,1$ cm) berada pada kisaran menengah. Pola ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan yang lebih mendukung pertumbuhan vegetatif (misalnya ketersediaan air dan hara lebih baik serta tekanan salinitas/angin laut lebih rendah) memungkinkan ekspresi ukuran daun yang lebih besar, sementara tekanan abiotik pesisir yang lebih kuat cenderung berkaitan dengan daun yang lebih kecil sebagai strategi efisiensi.

2. Lebar daun (cm)

Lebar daun juga memperlihatkan perbedaan yang konsisten antar lokasi. Buluspesantren memiliki lebar daun tertinggi ($7,4 \pm 0,9$ cm) diikuti Ambal ($6,8 \pm 0,7$ cm), sedangkan Puring menunjukkan lebar daun paling kecil ($3,2 \pm 0,4$ cm). Mirit ($4,1 \pm 0,5$ cm) dan Petanahan ($3,5 \pm 0,5$ cm) berada pada posisi menengah. Lebar daun yang lebih besar umumnya mendukung kapasitas penangkapan cahaya dan fotosintesis, sehingga berpotensi meningkatkan suplai fotosintat bagi pertumbuhan dan pembentukan organ generatif. Sebaliknya, lebar daun yang lebih sempit pada populasi tertentu dapat mencerminkan adaptasi untuk menekan kehilangan air melalui transpirasi pada kondisi pesisir yang lebih menantang.

3. Diameter batang (cm)

Diameter batang menunjukkan pola yang sejalan dengan ukuran daun. Buluspesantren ($5,3 \pm 0,9$ cm) dan Ambal ($5,1 \pm 0,8$ cm) memiliki diameter batang terbesar, sementara Puring memiliki diameter terkecil ($2,8 \pm 0,5$ cm). Populasi Mirit ($3,4 \pm 0,6$ cm) dan Petanahan ($3,1 \pm 0,4$ cm) berada pada kisaran menengah. Diameter batang yang lebih besar mengindikasikan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dan kapasitas transportasi air serta hara yang lebih kuat, yang dapat mendukung pembentukan buah dan biji. Sebaliknya, diameter batang yang lebih kecil dapat menunjukkan keterbatasan sumber daya (air/hara) atau tekanan lingkungan pesisir yang membatasi pertumbuhan sekunder.

4. Berat buah (g)

Berat buah memperlihatkan diferensiasi yang tajam antar populasi. Buluspesantren memiliki berat buah tertinggi ($44,8 \pm 4,1$ g) dan Ambal ($41,5 \pm 3,8$ g), sedangkan Puring menunjukkan berat buah terendah ($18,7 \pm 2,1$ g). Populasi Petanahan ($21,4 \pm 2,4$ g) dan Mirit ($24,2 \pm 2,6$ g) berada pada kelompok menengah. Buah yang lebih berat umumnya menunjukkan alokasi fotosintat yang lebih besar ke organ generatif, yang dapat terjadi pada lokasi dengan kondisi tumbuh lebih mendukung. Sebaliknya, nilai berat buah yang lebih rendah pada beberapa populasi dapat berkaitan dengan stres abiotik pesisir (misalnya salinitas dan keterbatasan air) yang menghambat pembesaran buah.

5. Kemanisan ($^{\circ}$ Brix)

Tingkat kemanisan buah ($^{\circ}$ Brix) menunjukkan pola yang konsisten dengan berat buah. Buluspesantren memiliki kemanisan tertinggi ($13,1 \pm 1,2^{\circ}$ Brix) diikuti Ambal ($12,3 \pm 1,0^{\circ}$ Brix), sementara Puring memiliki nilai terendah ($6,1 \pm 0,7^{\circ}$ Brix). Populasi Petanahan ($9,2 \pm 0,9^{\circ}$ Brix) dan Mirit ($8,6 \pm 0,8^{\circ}$ Brix) berada pada kisaran menengah. Kemanisan mencerminkan akumulasi gula selama pematangan buah, yang dipengaruhi oleh kemampuan fotosintesis (terkait ukuran daun), kondisi lingkungan saat pengisian buah, serta efisiensi translokasi fotosintat. Nilai $^{\circ}$ Brix yang rendah pada populasi tertentu dapat mengindikasikan keterbatasan akumulasi gula akibat tekanan lingkungan yang lebih kuat.

6. Berat biji (g)

Berat biji juga memperlihatkan perbedaan antar populasi dan cenderung mengikuti pola berat buah. Buluspesantren memiliki berat biji tertinggi ($4,9 \pm 0,6$ g) dan Ambal ($4,7 \pm 0,5$ g), sedangkan Puring terendah ($2,4 \pm 0,3$ g). Populasi Mirit ($3,1 \pm 0,4$ g) dan Petanahan ($3,0 \pm 0,4$ g) berada pada kisaran menengah. Biji yang lebih berat umumnya menunjukkan suplai fotosintat yang lebih optimal selama fase pembentukan biji, sehingga sering berkaitan dengan kondisi vegetatif yang baik serta pembentukan buah yang lebih maksimal. Sebaliknya, berat biji yang rendah dapat mencerminkan pembatasan sumber daya selama fase pengisian biji pada habitat pesisir yang lebih tertekan.

3.2. Pengodean Morfologi untuk Analisis Fenetik

Dalam rangka analisis kekerabatan, semua karakter kualitatif diubah menjadi kode numerik berskala ordinal. Data tersebut ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Pengodean karakter morfologi (skala ordinal)

Lokasi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Mirit	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
Ambal	2	3	3	3	2	3	3	2	4	3
Puring	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1
Petanahan	3	3	1	1	4	2	1	2	3	2
Buluspesantren	2	2	3	4	5	3	4	3	5	3

Tabel 2 memperlihatkan pola pengodean karakter morfologi yang menjadi fondasi utama dalam analisis fenetik, di mana setiap nilai ordinal direpresentasikan sebagai skala peningkatan karakter berdasarkan ukuran, bentuk, atau intensitas visual. Penggunaan data ordinal memungkinkan karakter kualitatif diterjemahkan menjadi bentuk numerik sehingga variasi antar populasi dapat dianalisis secara objektif, sesuai prinsip taksonomi numerik yang dikembangkan (Sneath & Sokal, 1973). Distribusi nilai dalam tabel menunjukkan adanya pola diferensiasi yang konsisten antar populasi, yang merupakan indikasi bahwa masing-masing kelompok memiliki ciri fenotipik yang cukup kuat untuk digunakan dalam penentuan hubungan kekerabatan. Populasi Ambal dan Buluspesantren misalnya, menampilkan nilai tertinggi pada sebagian besar karakter, khususnya karakter generatif seperti ukuran buah dan biji, suatu pola yang kerap ditemukan pada kelompok dengan morfologi berkembang sebagaimana ditunjukkan dalam studi morfologi buah tropis oleh (Ashraf *et al.*, 2020). Konsistensi nilai tinggi pada populasi tersebut menyebabkan keduanya diperkirakan memiliki tingkat kemiripan fenotipik yang tinggi, sehingga dalam analisis fenetik mereka cenderung membentuk klaster yang berdekatan.

Sebaliknya, populasi Puring menunjukkan nilai terendah pada sebagian besar parameter, menggambarkan karakter organ yang relatif kecil dan sederhana dibandingkan populasi lainnya. Fenomena ini sering muncul pada populasi tanaman yang menunjukkan homogenitas fenotipik dasar, sehingga nilai jarak terhadap populasi lain dalam matriks *Euclidean* menjadi lebih besar (Legendre & Legendre, 2012). Sementara itu, populasi Petanahan memperlihatkan pola nilai campuran, yaitu kombinasi nilai rendah dan sedang, yang menempatkannya sebagai populasi transisional secara fenotipik—tidak terlalu dekat dengan kelompok berkarakter besar ataupun kelompok berkarakter kecil. Distribusi nilai ordinal seperti ini sangat penting karena algoritma UPGMA mengandalkan pola kemiripan antar karakter untuk membangun struktur klaster. Semakin besar kesamaan pola nilai antar populasi, semakin dekat posisi mereka dalam dendrogram, sedangkan perbedaan nilai yang signifikan menghasilkan pemisahan klaster yang lebih jelas (Zhao *et al.*, 2020). Dengan demikian, Tabel 2 tidak hanya berfungsi sebagai representasi numerik karakter morfologi, tetapi juga sebagai pendorong utama dalam pembentukan pola klaster yang muncul dalam analisis fenetik. Variasi nilai ordinal ini membuktikan bahwa karakter morfologi yang digunakan mampu membedakan populasi secara efektif, sehingga hasil dendrogram yang diperoleh dapat dianggap valid dan representatif terhadap keragaman fenotipik tanaman *Cynometra cauliflora*.

3.3. Matriks Jarak Fenetik

Analisis kekerabatan menggunakan jarak *Euclidean* menghasilkan matriks jarak sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks jarak *Euclidean* antar populasi

Lokasi	Mirit	Ambal	Puring	Petanahan	Buluspesantren
Mirit	0	7.28	4.12	5.92	7.00
Ambal	7.28	0	8.48	6.78	3.46
Puring	4.12	8.48	0	5.75	9.49
Petanahan	5.92	6.78	5.75	0	7.55
Buluspesantren	7.00	3.46	9.49	7.55	0

Matriks jarak *Euclidean* pada Tabel 3 memperlihatkan pola hubungan fenetik yang jelas antar populasi tanaman namnam di pesisir selatan Kebumen. Jarak terkecil tercatat antara populasi Ambal dan Buluspesantren, yaitu 3,46, yang menunjukkan tingkat kemiripan morfologi paling tinggi di antara semua pasangan populasi. Nilai jarak rendah ini sejalan dengan temuan pada Tabel 1, di mana kedua populasi tersebut menampilkan nilai karakter kuantitatif tertinggi pada panjang daun, lebar daun, diameter batang, dan berat buah. Kemiripan fenotipik yang kuat seperti ini sering kali menghasilkan klaster yang sangat dekat dalam analisis UPGMA,

sebagaimana dijelaskan oleh (Mehmood *et al.*, 2021) bahwa populasi dengan nilai morfologi besar dan homogen cenderung membentuk kluster berdekatan dalam analisis fenetik berbasis jarak.

Jarak relatif kecil juga terlihat antara populasi Mirit dan Puring dengan nilai 4,12, menunjukkan bahwa kedua populasi tersebut memiliki kemiripan morfologi yang cukup kuat, terutama dalam ukuran daun dan buah yang berada pada kisaran rendah hingga sedang. Pola jarak seperti ini umum terjadi pada populasi dengan karakter organ yang lebih kecil, di mana variasi antar populasi cenderung lebih sempit sehingga nilai jarak *Euclidean* relatif rendah (Legendre & Legendre, 2012). Dengan demikian, Mirit dan Puring diperkirakan akan berada pada percabangan yang berdekatan dalam dendrogram fenetik.

Populasi Petanahan memiliki nilai jarak yang berada pada kisaran menengah terhadap semua populasi lain, yaitu 5,92 terhadap Mirit, 6,78 terhadap Ambal, 5,75 terhadap Puring, dan 7,55 terhadap Buluspesantren. Pola jarak menengah dan relatif seimbang ini menguatkan interpretasi bahwa Petanahan merupakan populasi transisional secara morfologi. Posisi transisional ini telah banyak dijelaskan dalam literatur taksonomi numerik, di mana populasi dengan nilai jarak menengah sering berperan sebagai penghubung atau penyeimbang dalam struktur kluster hierarkis (Sneath & Sokal, 1973).

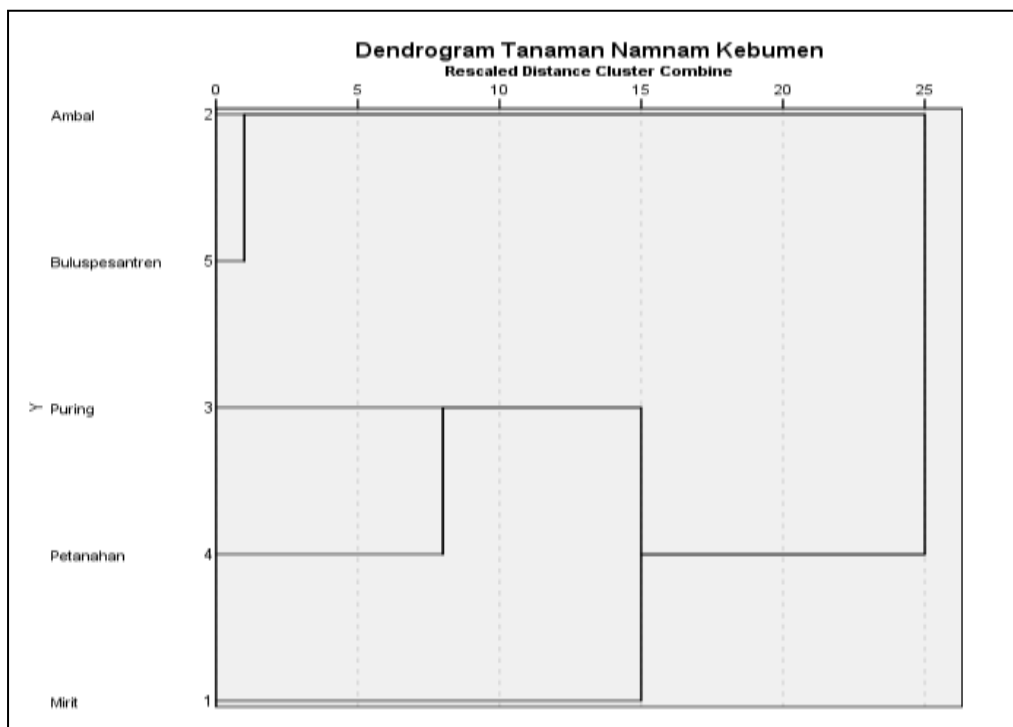
Sebaliknya, jarak terbesar tercatat antara populasi Puring dan Buluspesantren, yaitu 9,49, yang menunjukkan tingkat perbedaan morfologi paling tinggi di antara semua populasi. Nilai jarak ekstrem ini merupakan cerminan perbedaan yang signifikan pada ukuran organ, terutama berat buah, panjang daun, dan tingkat kemanisan, sebagaimana juga tampak dalam data kuantitatif pada Tabel 1. Jarak fenetik yang besar seperti ini menjadi indikator kuat bahwa kedua populasi tersebut berada pada dua kutub fenotipik berbeda, suatu pola yang sangat berpengaruh dalam pembentukan kluster terpisah pada dendrogram UPGMA (Zhao *et al.*, 2020).

Secara keseluruhan, matriks jarak *Euclidean* pada Tabel 3 mendukung dengan kuat struktur variasi morfologi yang telah dijelaskan sebelumnya dan memberikan dasar matematis yang penting dalam pembentukan kluster fenetik. Nilai jarak rendah, menengah, dan tinggi yang terdistribusi jelas antar populasi memberikan indikasi kuat bahwa populasi tanaman *Cynometra cauliflora* di lokasi penelitian memiliki diferensiasi fenotipik yang dapat dipetakan dengan efektif melalui metode UPGMA.

3.4. Dendrogram UPGMA

Dendrogram hasil klusterisasi UPGMA ditampilkan pada Gambar 1 berikut dalam bentuk ASCII (representasi yang dapat dimasukkan ke naskah jurnal tanpa masalah format).

Gambar 1. Dendrogram UPGMA tanaman namnam di lima wilayah pesisir Kab Kebumen



Dendrogram UPGMA pada Gambar 1 memperlihatkan terbentuknya tiga kluster utama yang menggambarkan pola kekerabatan morfologi antar populasi tanaman namnam di pesisir selatan Kebumen. Kluster pertama terdiri atas populasi Mirit dan Puring yang bergabung pada jarak 4,12, mencerminkan tingkat kemiripan morfologi yang cukup tinggi, terutama pada karakter berukuran kecil hingga sedang seperti panjang

daun, lebar daun, diameter batang, berat buah, dan berat biji. Kesamaan nilai karakter kuantitatif ini menyebabkan kedua populasi menempati posisi fenetik yang berdekatan, sebagaimana dijelaskan dalam analisis numerik bahwa populasi dengan nilai karakter rendah cenderung membentuk kluster dekat (Legendre & Legendre, 2012). Struktur kluster ini juga selaras dengan prinsip *clustering hierarkis* yang menunjukkan bahwa kelompok dengan variasi kecil pada karakter vegetatif dan generatif akan bergabung lebih awal dalam dendrogram (Sneath & Sokal, 1973).
















Kluster kedua terdiri atas populasi Ambal dan Buluspesantren yang bergabung pada jarak 3,46, menjadikannya pasangan dengan tingkat kemiripan tertinggi dibandingkan pasangan populasi lainnya. Kedekatan fenetik ini sejalan dengan data morfologi kuantitatif yang menunjukkan nilai tertinggi pada karakter panjang daun, lebar daun, berat buah, tingkat kemanisan, dan berat biji. Karakter yang berkembang secara konsisten pada kedua populasi tersebut menjadi penanda fenotipik kuat yang memengaruhi pengelompokan dalam analisis UPGMA, sesuai dengan laporan (Mehmood *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa karakter generatif berbasis ukuran dan massa memiliki kontribusi besar dalam pembentukan struktur kluster pada genus *Fabaceae*. Dengan demikian, Ambal dan Buluspesantren dapat dikategorikan sebagai kelompok populasi berfenotipe besar yang memiliki hubungan kekerabatan paling dekat.

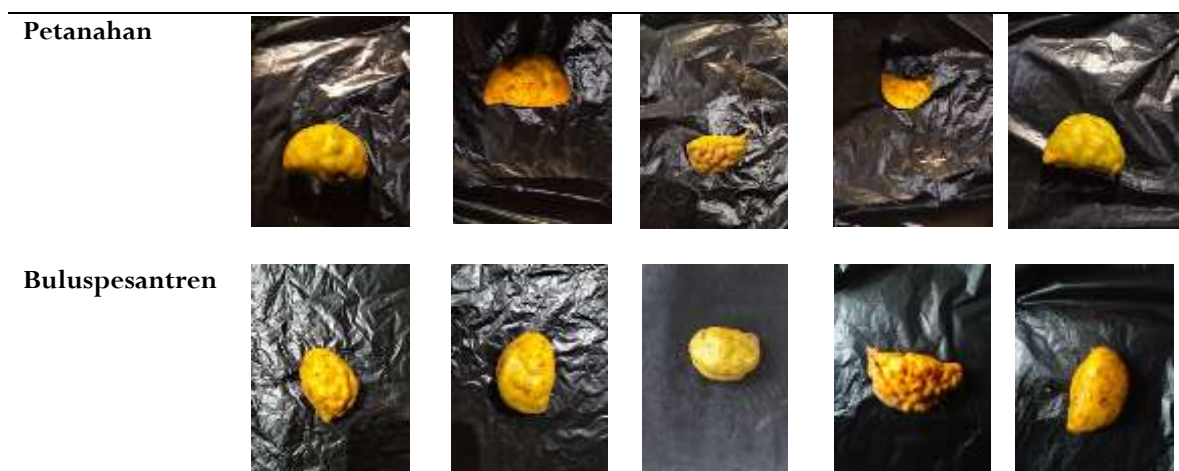
Populasi Petanahan membentuk kluster tersendiri karena memiliki kombinasi karakter kuantitatif yang berada pada nilai menengah—tidak mendekati kelompok berkarakter kecil (Mirit–Puring) maupun kelompok berkarakter besar (Ambal–Buluspesantren). Nilai jaraknya yang relatif seimbang terhadap seluruh populasi lain (misalnya 5,92 terhadap Mirit, 6,78 terhadap Ambal, dan 7,55 terhadap Buluspesantren) menegaskan bahwa Petanahan merupakan populasi transisional secara fenetik. Pola ini sesuai dengan teori fenetik yang menyatakan bahwa populasi dengan nilai karakter campuran cenderung menempati percabangan tengah dalam dendrogram dan tidak bergabung secara langsung dengan kelompok ekstrem (Zhao *et al.*, 2020). Posisi transisional Petanahan memperkaya struktur kluster dan menunjukkan adanya diferensiasi internal yang signifikan dalam spesies *Cynometra cauliflora*.

Secara keseluruhan, dendrogram UPGMA menunjukkan bahwa struktur kekerabatan yang terbentuk konsisten dengan pola variasi morfologi kuantitatif. Kelompok populasi dengan karakter besar cenderung mengelompok bersama, demikian pula populasi dengan karakter kecil, sementara populasi transisional berada pada percabangan tersendiri. Hasil ini sejalan dengan kaidah taksonomi numerik yang menyatakan bahwa pola kluster yang baik harus mencerminkan kemiripan nyata pada data. Dengan demikian, dendrogram UPGMA memberikan representasi fenetik yang valid dan komprehensif mengenai hubungan kekerabatan antar populasi tanaman namnam di wilayah penelitian.

3.5. Integrasi Hasil Morfologi dan Fenetik

Tabel 4. Tampilan Fenotipik Buah Namnam

Tempat	1	2	3	4	5
Mirit					
Ambal					
Puring					



Integrasi antara data morfologi kuantitatif, pengodean karakter fenotipik, matriks jarak *Euclidean*, serta struktur kluster UPGMA menunjukkan adanya pola diferensiasi fenotipik yang konsisten antar populasi tanaman namnam di wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen. Populasi Ambal dan Buluspesantren secara konsisten menampilkan karakter generatif yang paling berkembang dibandingkan populasi lainnya. Kedua populasi tersebut memiliki berat buah tertinggi, masing-masing sebesar $41,5 \pm 3,8$ g (Ambal) dan $44,8 \pm 4,1$ g (Buluspesantren), disertai berat biji yang lebih besar yaitu $4,7 \pm 0,5$ g dan $4,9 \pm 0,6$ g, serta tingkat kemanisan tertinggi dengan nilai $12,3 \pm 1,0^\circ\text{Brix}$ dan $13,1 \pm 1,2^\circ\text{Brix}$. Keunggulan karakter generatif ini tercermin secara konsisten pada data kuantitatif, pengodean karakter ordinal, maupun tampilan fenotipik buah. Kesamaan fenotipik yang kuat tersebut menghasilkan nilai jarak fenetik terendah, sehingga Ambal dan Buluspesantren bergabung dalam satu kluster utama pada dendrogram UPGMA. Pola ini menegaskan bahwa karakter generatif, khususnya ukuran dan kualitas buah, memiliki kontribusi dominan dalam pembentukan hubungan kekerabatan fenetik pada tanaman *Fabaceae* tropis (Mehmood *et al.*, 2021).

Sebaliknya, populasi Mirit dan Puring menunjukkan karakter fenotipik buah yang relatif lebih kecil dan sederhana. Populasi Mirit memiliki berat buah $24,2 \pm 2,6$ g dengan tingkat kemanisan $8,6 \pm 0,8^\circ\text{Brix}$, sedangkan populasi Puring menunjukkan nilai terendah hampir pada seluruh karakter generatif, dengan berat buah $18,7 \pm 2,1$ g, berat biji $2,4 \pm 0,3$ g, serta tingkat kemanisan $6,1 \pm 0,7^\circ\text{Brix}$. Fenotipe buah yang berukuran kecil ini mencerminkan keterbatasan alokasi fotosintat ke organ generatif, yang diduga berkaitan dengan tekanan lingkungan pesisir yang lebih kuat, seperti salinitas tanah yang tinggi, tekstur tanah berpasir, serta keterbatasan ketersediaan air dan hara. Kesamaan karakter morfologi tersebut tercermin pada nilai jarak fenetik yang relatif kecil antara Mirit dan Puring, sehingga kedua populasi ini membentuk satu kluster tersendiri pada dendrogram UPGMA. Pola ini sejalan dengan prinsip analisis fenetik bahwa populasi dengan nilai karakter morfologi rendah dan relatif homogen cenderung mengelompok bersama dalam analisis kluster hierarkis berbasis jarak (Zhao *et al.*, 2020).

Populasi Petanahan menunjukkan karakter fenotipik buah yang berada pada kisaran menengah, dengan berat buah $21,4 \pm 2,4$ g, berat biji $3,0 \pm 0,4$ g, dan tingkat kemanisan $9,2 \pm 0,9^\circ\text{Brix}$, yang nilainya tidak setinggi Ambal dan Buluspesantren namun juga tidak serendah Mirit dan Puring. Posisi nilai menengah ini menyebabkan Petanahan memiliki jarak fenetik yang relatif seimbang terhadap seluruh populasi lain dan membentuk kluster tersendiri dalam dendrogram UPGMA. Karakter campuran tersebut menegaskan peran Petanahan sebagai populasi transisional secara fenetik, yang merepresentasikan jembatan antara kelompok fenotipe besar dan kelompok fenotipe kecil. Konsistensi antara pola morfologi kuantitatif, pengelompokan fenetik, dan visualisasi fenotip buah menunjukkan bahwa karakter morfologi kuantitatif merupakan dasar yang kuat dan reliabel untuk identifikasi plasma nutfah, seleksi induk unggul, serta perumusan strategi konservasi tanaman namnam sebelum dilakukan analisis genetik berbasis penanda molekuler (Dahiru *et al.*, 2022).

3.6. Limitasi Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah individu yang diamati karena populasi tanaman namnam di wilayah penelitian relatif jarang dan tersebar tidak merata. Karakter morfologi yang digunakan masih bersifat fenotipik dan dapat dipengaruhi faktor lingkungan, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan variasi genetik. Analisis genetik berbasis penanda molekuler seperti ISSR, SSR, atau SNP belum dilakukan sehingga hubungan kekerabatan antar populasi memerlukan verifikasi lebih lanjut. Kondisi lingkungan yang diukur hanya

mencakup parameter dasar, padahal faktor lain seperti tekstur tanah, kandungan unsur hara, dan keterbukaan lahan mungkin berkontribusi terhadap variasi morfologi.

3.7. Implikasi Konservasi dan Pemuliaan

Hasil analisis menunjukkan bahwa populasi Ambal dan Buluspesantren memiliki karakter morfologi unggul, khususnya ukuran buah dan tingkat kemanisan. Kedua populasi direkomendasikan sebagai kandidat sumber plasma nutfah untuk program pemuliaan tanaman buah lokal. Populasi Mirit dan Puring memiliki karakter organ lebih kecil namun konsisten, sehingga bermanfaat untuk kajian variasi fenotipik dan identifikasi karakter dasar spesies. Populasi Petanahan menunjukkan karakter transisional yang penting untuk menjaga keberagaman fenotipik spesies. Informasi fenetik ini dapat digunakan untuk merancang strategi konservasi berbasis populasi dan seleksi induk unggul.

4. Kesimpulan & Rekomendasi

Tanaman *Cynometra cauliflora* di wilayah pesisir selatan Kabupaten Kebumen memiliki keragaman morfologi yang tinggi, yang tercermin dari variasi ukuran daun, berat buah, tingkat kemanisan, serta ukuran biji antar populasi. Karakter morfologi kuantitatif dan data hasil pengodean numerik membentuk pola fenetik yang stabil melalui analisis UPGMA, menghasilkan tiga kelompok utama. Klaster pertama terdiri atas populasi Mirit dan Puring yang memiliki ukuran organ relatif kecil akibat tekanan lingkungan pesisir yang lebih ekstrem. Klaster kedua mencakup populasi Ambal dan Buluspesantren yang memiliki organ lebih besar dan tingkat kemanisan lebih tinggi, sehingga berpotensi sebagai kandidat plasma nutfah unggul untuk perbanyakan dan budidaya. Klaster ketiga ditempati oleh populasi Petanahan yang menunjukkan karakter campuran, mengindikasikan posisi peralihan antara populasi berukuran kecil dan besar. Variasi fenotipik antar populasi sejalan dengan perbedaan kondisi lingkungan pesisir, yang diduga menjadi faktor pendorong utama munculnya diferensiasi morfologi tanaman namnam di Kebumen. Rekomendasi dari penelitian ini adalah karakterisasi morfologi diperlukan sebagai langkah awal dalam strategi konservasi sumber daya genetik agar tidak punah dan menjaga ekosistem lingkungan.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, M., Rahayu, S., & Putri, D. (2021). Teknik sampling dalam penelitian tanaman perkebunan. *Jurnal Agribisnis Terapan*, 16(1), 45–56.
- Ashraf, S., Ali, Q., & Haider, M. S. (2020). Morphological diversity and phytochemical potential of underutilized tropical fruit species. *Journal of Tropical Plant Biology*, 17(3), 211–222. <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09239-2>.
- Badiaraja D.; Siregar, M., L. . N. (2021). Penerapan metode UPGMA dalam analisis kekerabatan tanaman buah lokal Indonesia. *Jurnal Statistika Dan Sains Data*, 5(1), 33–40.
- Dahiru, R., Bello, A., & Ibrahim, S. (2022). Phenetic and genetic variation in tropical Fabaceae species under contrasting environments. *Plant Systematics Journal*, 28(2), 145–159.
- Datumaya, D., & Angio, R. (2023). *Deskripsi morfologi tanaman lokal Indonesia: Panduan penelitian lapangan*. Universitas Negeri Yogyakarta Press.
- Fiani R., N. . Y. (2018). Karakterisasi warna daun dan bunga pada tanaman endemik Indonesia. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 14(2), 77–85.
- Hidayat, R., & Prasetyo, M. (2019). Floral morphology as a key taxonomic character in tropical plant species. *Journal of Tropical Botany*, 12(2), 85–94.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical Ecology*. Elsevier.
- Mehmood, A., Khan, M. A., & Iqbal, Z. (2021). Cluster analysis and phenetic relationships in Fabaceae based on morphological descriptors. *Plant Biosystems*, 155(5), 1125–1134. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1784317>.
- Nurfadila, S., Putri, R., & Mahendra, D. (2021). Morphological evaluation of local fruit germplasm for characterization and selection. *AgroScience Journal*, 18(3), 201–210.
- PERATURAN DAERAH KABUPATEN KEBUMEN NOMOR 14 TAHUN 2023, 79 (2023).
- Rahmawati, T., Nugraha, B., & Setiawan, H. (2021). Field morphological characterization methods for tropical woody plants. *Forest Biology Review*, 9(4), 155–167.

- Sa'diyah S.; Rahmawati, I., N. . W. (2025). Penerapan metode statistik UPGMA untuk analisis fenotip tanaman buah tropika. *Jurnal Sains Hayati*, 15(1), 51–58.
- Sari, N., & Putra, A. (2020). Leaf morphological descriptors for plant identification in tropical ecosystems. *Plant Systematics Indonesia*, 7(1), 23–35.
- Setiani, R., Widodo, N., & Pramono, A. (2022). Standardized field measurement protocols for morphological traits in woody species. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 9(3), 145–158.
- Sneath, P. H. A., & Sokal, R. R. (1973). *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman.
- Susanto, D., & Haryanto, A. (2021). Topografi dan Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Kebumen. *Jurnal Pembangunan Wilayah*, 3(1), 15–25.
- Sutanto, A., Lestari, D., & Prakoso, B. (2023). Morphological variability of coastal plant species in response to microhabitat differences. *Ocean and Coastal Research*, 71(1), 33–44.
- Sutanto, A., Putra, Y., & Lestari, D. (2023). Phenotypic variation of coastal tropical plants using quantitative morphological traits. *Ecological Plant Biology*, 14(1), 45–58.
- Ulpiyah, Z. (2023). *Karakterisasi morfologi bunga dan buah spesies Fabaceae lokal*. Fakultas Biologi, Universitas Negeri Jakarta.
- Widodo, P., & Abdullah, M. (2022). Threats to genetic diversity of local fruit species in Indonesia and strategies for conservation. *Journal of Environmental Biology*, 43(4), 1021–1029.
- Zhao, X., Zhang, Y., & Liu, H. (2020). Comparative morphological clustering of legume species using UPGMA and numerical taxonomy. *Botanical Studies*, 61(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40529-020-00285-0>.