

ARTIKEL

PENGUNAAN KARAKTER MORFOANATOMI SEBAGAI DASAR ANALISA KEKERABATAN PADA FAMILI ASTERACEAE DI KAKI GUNUNG UNGARAN

[The Use of Morphoanatomic Characters as a Basis for Analysis of Relationship in the Asteraceae Family at the Foot of Mount Ungaran]

Theresia Bianca Lucretia Olivia, Faradiva Zahra Maharani, Deni Saputra, Salwa Rainha Asyura, Ricky Depa Susanto, Sri Widodo Agung Suedy, Endang Saptiningsih*

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275.

ABSTRAK

Famili Asteraceae merupakan salah satu kelompok tumbuhan terbesar di dunia dengan estimasi sekitar 20.000–25.000 spesies, sehingga pemahaman mengenai pola hubungan fenetik antar anggotanya menjadi penting dalam mendukung upaya konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan fenetik 25 spesies Asteraceae yang tumbuh di sekitar Gunung Ungaran berdasarkan karakter morfologi dan anatomi. Karakter yang diamati meliputi morfologi batang, bentuk dan ukuran daun, morfologi bunga, serta karakter anatomi berupa struktur serbuk sari dan tipe stomata. Data kuantitatif dan kualitatif dianalisis menggunakan *cluster analysis* hierarkis berbasis jarak Euclidean dengan metode UPGMA untuk menentukan tingkat kemiripan antar spesies. Hasil analisis kemudian diverifikasi melalui *Principal Component Analysis* menggunakan perangkat lunak MultiVariate Statistical Package untuk mengidentifikasi karakter yang paling berkontribusi terhadap variabilitas data. Hasil klusterisasi menunjukkan dua kelompok utama, yaitu klaster pertama yang terdiri atas enam varietas krisan (*Chrysanthemum indicum*) dengan indeks kemiripan 100 %, yang menunjukkan tingkat homogenitas tinggi pada karakter morfologi dan anatomi. Klaster kedua mencakup 19 spesies lainnya dengan nilai kemiripan bervariasi hingga mencapai tingkat terendah sebesar 58 %, yang mencerminkan tingkat diferensiasi yang lebih besar antar spesies. Hasil *Principal Component Analysis* menunjukkan bahwa ukuran batang, bentuk daun, ornamentasi serbuk sari, dan tipe stomata merupakan karakter yang paling berperan dalam membedakan spesies yang dianalisis. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan analisis multivariat efektif digunakan untuk mengevaluasi hubungan fenetik dalam kelompok Asteraceae serta memberikan dasar ilmiah bagi studi keanekaragaman tumbuhan di wilayah pegunungan tropis.

Kata kunci: keanekaragaman flora, analisis multivariat, vegetasi pegunungan

ABSTRACT

The family Asteraceae is one of the largest groups of flowering plants in the world, comprising an estimated 20,000–25,000 species. Understanding phenetic relationships among its members is therefore important for supporting biodiversity conservation and the sustainable utilization of plant resources. This study aimed to analyze the phenetic relationships among 25 species of Asteraceae growing in the vicinity of Mount Ungaran based on morphological and anatomical characters. The characters observed included stem morphology, leaf shape and size, floral morphology, as well as anatomical traits such as pollen structure and stomatal type. Both quantitative and qualitative data were analyzed using hierarchical cluster analysis based on Euclidean distance with the UPGMA method to determine the level of similarity among species. The results were further verified using Principal Component Analysis with the MultiVariate Statistical Package to identify the characters that contributed most to data variability. The clustering analysis revealed two major groups. The first cluster consisted of six varieties of chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum*) with a similarity index of 100%, indicating a high degree of homogeneity in morphological and anatomical characters. The second cluster included the remaining 19 species, showing varying levels of similarity with the lowest value reaching 58%, reflecting greater differentiation among species. The Principal Component Analysis indicated that stem size, leaf shape, pollen ornamentation, and stomatal type were the most influential characters in distinguishing the analyzed species. These findings demonstrate that multivariate analytical approaches are effective for evaluating phenetic relationships within Asteraceae and provide a scientific basis for studies of plant diversity in tropical montane ecosystems.

Keywords: floristic diversity, multivariate analysis, montane vegetation

PENDAHULUAN

Famili Asteraceae (Compositae) merupakan salah satu famili tumbuhan berbunga terbesar di dunia, mencakup sekitar 1.600 genus dan lebih dari 23.000 spesies yang tersebar luas di berbagai wilayah geografis di hampir seluruh benua (Zahra *et al.*, 2024). Dalam sistem klasifikasi modern yang dikembangkan oleh Angiosperm Phylogeny Group melalui APG IV classification system, famili ini termasuk dalam ordo Asterales dan dikenal memiliki tingkat keragaman morfologi yang sangat tinggi. Ciri khas Asteraceae antara lain perbungaan berbentuk kapitulium dengan diferensiasi tipe bunga dalam satu kepala bunga, serta variasi karakter vegetatif dan reproduktif yang kompleks. Keragaman karakter tersebut menjadikan Asteraceae sebagai kelompok penting dalam kajian biosistematika dan evolusi tumbuhan.

Tingginya variasi morfologi dalam famili Asteraceae seringkali menyulitkan penentuan hubungan kemiripan antar taksa, terutama ketika karakter yang diamati menunjukkan tingkat plastisitas yang tinggi. Oleh karena itu, pendekatan *phenetic classification* atau klasifikasi fenetik banyak digunakan untuk mengelompokkan organisme berdasarkan tingkat kemiripan keseluruhan karakter tanpa secara langsung menafsirkan hubungan evolusioner (Kandowangko & Febriyanti, 2023). Pendekatan ini memanfaatkan analisis numerik untuk mengintegrasikan berbagai jenis karakter, baik morfologi vegetatif, karakter reproduktif, maupun karakter mikromorfologi seperti struktur serbuk sari dan tipe stomata. Dalam praktiknya, metode *cluster analysis* sering digunakan untuk mengevaluasi pola kemiripan antar spesies melalui pengelompokan berbasis matriks jarak atau kesamaan.

Dalam kajian biosistematika tumbuhan, analisis klaster berbasis metode *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) dan jarak Euclidean banyak digunakan untuk mengevaluasi hubungan fenetik antar taksa karena mampu mengelompokkan data multivariat secara objektif dan sistematis. Metode ini juga sering dikombinasikan dengan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mengidentifikasi karakter yang paling berkontribusi terhadap variasi antar spesies (Brotzman *et al.*, 2015). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombinasi karakter morfologi dan anatomi dapat memberikan informasi yang penting dalam analisis hubungan kemiripan pada Asteraceae. Studi sistematika yang komprehensif menunjukkan bahwa karakter vegetatif, karakter reproduktif, serta karakter palinologi memiliki nilai diagnostik yang signifikan dalam penentuan batas takson dan hubungan antar kelompok dalam famili ini (Funk *et al.*, 2009). Selain itu, penelitian palinologi pada Asteraceae juga menunjukkan bahwa variasi bentuk, ukuran, serta ornamentasi eksin

serbuk sari dapat digunakan sebagai karakter taksonomi yang penting dalam analisis hubungan antar spesies (Blackmore *et al.*, 2009; Rolnik & Olan, 2021).

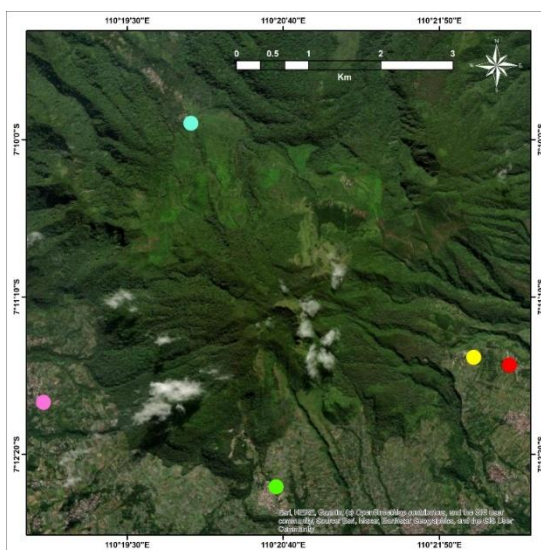
Meskipun pendekatan fenetik dan analisis multivariat telah banyak digunakan dalam studi taksonomi tumbuhan, kajian yang secara khusus mengintegrasikan karakter morfologi dan anatomi untuk mengevaluasi hubungan fenetik spesies Asteraceae pada ekosistem pegunungan tropis Indonesia masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian mengenai hubungan kemiripan dalam famili Asteraceae masih berfokus pada wilayah subtropis atau menggunakan pendekatan filogenetik berbasis data molekuler. Padahal, pada tingkat komunitas lokal, analisis fenetik berbasis karakter morfoanatomi tetap memiliki peranan penting dalam studi inventarisasi dan dokumentasi keanekaragaman tumbuhan, terutama pada wilayah yang masih relatif kurang terdokumentasi.

Kawasan Gunung Ungaran di Jawa Tengah merupakan salah satu wilayah pegunungan dengan tingkat keanekaragaman tumbuhan yang tinggi karena variasi kondisi lingkungan dan gradien ketinggian yang mendukung perkembangan berbagai komunitas vegetasi. Namun demikian, informasi ilmiah mengenai pola kemiripan morfoanatomi serta hubungan fenetik antar spesies Asteraceae yang tumbuh di kawasan ini masih sangat terbatas dalam literatur ilmiah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan fenetik 25 spesies Asteraceae yang tumbuh di sekitar Gunung Ungaran berdasarkan karakter morfologi dan anatomi. Karakter yang diamati meliputi morfologi batang, bentuk dan ukuran daun, susunan bunga, serta karakter anatomi berupa struktur serbuk sari dan tipe stomata. Data kuantitatif dan kualitatif dianalisis menggunakan *hierarchical cluster analysis* berbasis jarak Euclidean dengan metode UPGMA, kemudian diverifikasi menggunakan *Principal Component Analysis* melalui perangkat lunak *MultiVariate Statistical Package* (MVSP) untuk mengidentifikasi karakter utama yang berkontribusi terhadap variabilitas data. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pemahaman hubungan fenetik Asteraceae serta mendukung upaya inventarisasi dan dokumentasi keanekaragaman tumbuhan di ekosistem pegunungan tropis.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Gunung Ungaran, Jawa Tengah, Indonesia. Pengambilan sampel dilakukan pada empat titik lokasi yang berada dalam radius ± 5 km dari puncak Gunung Ungaran pada area dengan kepadatan tumbuhan famili Asteraceae yang relatif tinggi. Penentuan lokasi dilakukan melalui survei eksploratif awal untuk mengidentifikasi area dengan keberadaan spesies Asteraceae yang melimpah. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sebanyak 25 spesies Asteraceae yang ditemukan pada lokasi penelitian dikoleksi sebagai sampel penelitian. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode purposive sampling dengan mempertimbangkan keberagaman spesies yang ditemukan di lapangan.

Cara Kerja

Eksplorasi dan Pengambilan Sampel

Eksplorasi lapangan dilakukan dengan metode jelajah pada area penelitian untuk menemukan spesies Asteraceae yang tumbuh secara alami. Setiap spesies yang ditemukan didokumentasikan dan dikoleksi bagian tumbuhannya, meliputi batang, daun, bunga, dan bunga yang digunakan sebagai sumber serbuk sari. Sampel kemudian disimpan dalam larutan fiksatif untuk menjaga integritas struktur jaringan sebelum dilakukan analisis laboratorium.

Observasi Morfologi

Karakter morfologi diamati secara langsung pada spesimen segar maupun herbarium. Karakter yang diamati meliputi habitus, tinggi batang, bentuk dan ukuran daun, tipe pertulangan daun, susunan bunga (capitulum), serta karakter morfologi bunga. Terminologi morfologi mengacu pada literatur morfologi tumbuhan standar (Tjitrosoepomo, 2018; Simpson, 2019).

Observasi Anatomi

Analisis anatomi dilakukan terhadap struktur jaringan batang dan serbuk sari. Preparat semi permanen dibuat dari jaringan yang telah difiksasi, kemudian diamati menggunakan mikroskop cahaya. Karakter anatomi yang diamati meliputi tipe berkas pembuluh pada batang serta karakter morfologi serbuk sari, seperti bentuk dan ornamentasi eksin. Pengamatan polen mengikuti metode palinologi yang dijelaskan oleh Erdtman (1969) dan Punt *et al.* (2007).

Pemilihan karakter morfologi dan anatomi tersebut didasarkan pada karakter diagnostik yang umum digunakan dalam studi taksonomi dan fenetik Asteraceae karena memiliki variasi yang cukup tinggi antarspesies.

Analisis Data

Karakter morfologi dan anatomi yang diperoleh disusun dalam matriks karakter menggunakan Microsoft Excel. Setiap karakter diberi skor dan dikonversi ke dalam format biner (1 = karakter hadir; 0 = karakter tidak hadir) untuk memudahkan analisis komputasi.

Hubungan fenetik antarspesies dianalisis menggunakan analisis klaster dengan jarak Euclidean dan metode UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean). Hasil pengelompokan divisualisasikan dalam bentuk dendrogram untuk menggambarkan pola kemiripan antarspesies.

Selain itu, Principal Component Analysis (PCA) dilakukan untuk mengidentifikasi karakter yang paling berkontribusi terhadap variasi morfologi dan anatomi pada spesies yang diamati. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak MVSP (MultiVariate Statistical Package) versi 3.1 (Kovach, 2007).

HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sebanyak 25 spesies dari famili Asteraceae berhasil diidentifikasi di empat petak sampling di sekitar Gunung Ungaran. Rincian spesies tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Spesies Asteraceae yang teridentifikasi di Sekitar Gunung Ungaran (*Species identified at the sampling locations.*)

No	Spesies (<i>species</i>)	No	Spesies (<i>species</i>)	No	Spesies (<i>species</i>)
1	<i>Ageratum houstonianum</i>	10	<i>Eupatorium riparium</i>	19	<i>Sigesbeckia orientalis</i>
2	<i>Bidens pilosa</i>	11	<i>Tridax procumbens</i>	20	<i>Sonchus asper</i>
3	<i>Callistephus chinensis</i>	12	<i>Krisan var. Borris becker</i>	21	<i>Sphagneticola trilobata</i>
4	<i>Calypocarpus vialis</i>	13	<i>Krisan var. Jaguar purple</i>	22	<i>Tagetes patula</i>
5	<i>Chromolaena odorata</i>	14	<i>Krisan var. Puspita nusantara</i>	23	<i>Tithonia diversifolia</i>
6	<i>Cosmos caudatus</i>	15	<i>Krisan var. Remix purple</i>	24	<i>Yongia japonica</i>
7	<i>Crassocephalum crepidiodes</i>	16	<i>Krisan var. Remix red</i>	25	<i>Zinnia elegans</i>
8	<i>Emilia sonchifolia</i>	17	<i>Krisan var. Rhinos</i>		
9	<i>Erigeron karvinskianus</i>	18	<i>Pseudelepanthopus spicatus</i>		

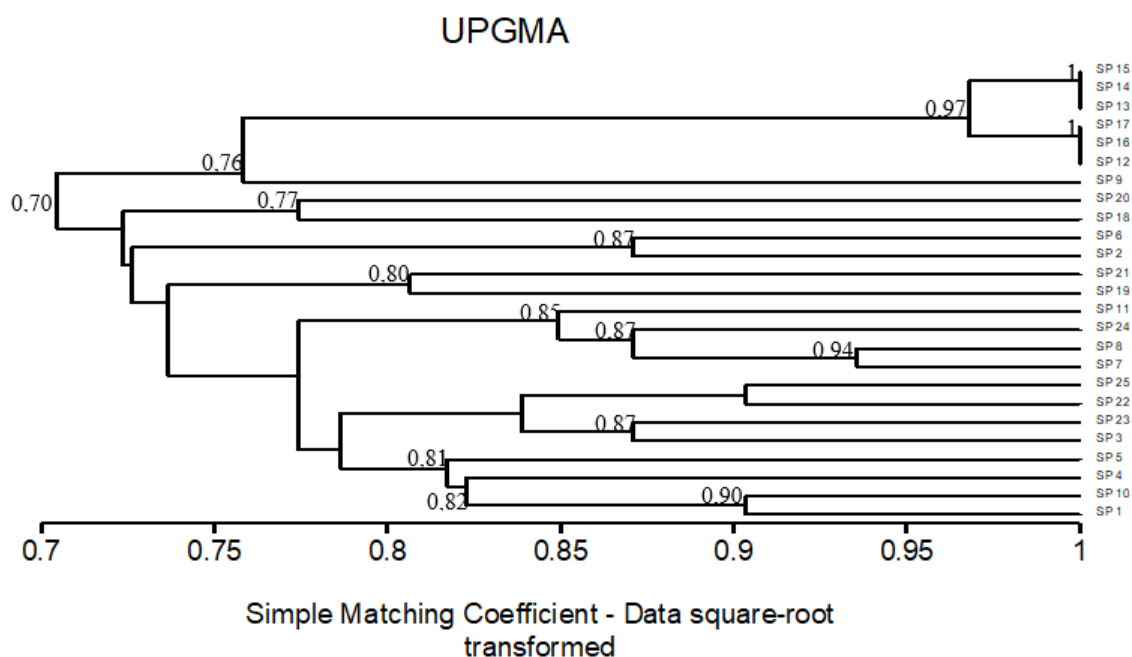
Karakter morfologi vegetatif pada spesies yang dianalisis memperlihatkan variasi pada sejumlah karakter utama. Habitus tumbuhan terdiri atas herba, semak, dan perdu, dengan dominasi habitus herba pada sebagian besar spesies. Sistem perakaran umumnya berupa akar tunggang, sedangkan akar serabut hanya dijumpai pada beberapa spesies tertentu. Berdasarkan tipe batang, sebagian besar spesies memiliki batang basah, sementara beberapa lainnya menunjukkan batang berkayu. Bentuk batang bervariasi antara bulat dan segi empat, dengan arah pertumbuhan umumnya tegak; hanya satu spesies yang menunjukkan pertumbuhan berbaring. Permukaan batang menunjukkan variasi mulai dari licin dan gundul hingga berambut atau berambut halus. Modifikasi batang berupa stolon ditemukan pada beberapa spesies, sedangkan sebagian besar spesies tidak menunjukkan adanya modifikasi batang. Seluruh spesies yang diamati memiliki tipe berkas angkut kolateral terbuka.

Variasi yang lebih mencolok dijumpai pada karakter daun. Tipe daun pada spesies yang dianalisis terdiri atas daun tunggal dan daun majemuk, dengan tipe daun tunggal sebagai kondisi yang paling umum. Bangun daun menunjukkan keragaman yang cukup tinggi, meliputi bentuk delta, bulat telur, lanset, lonjong, jorong, memanjang, hingga bertelinga. Ujung daun umumnya runcing, meskipun beberapa spesies memiliki ujung tumpul atau membulat. Pangkal daun juga memperlihatkan variasi, antara lain rata, tumpul, membulat, meruncing, hingga baji. Seluruh spesies memiliki pola pertulangan daun menyirip. Pada bagian tepi daun dijumpai beberapa tipe, yaitu beringgit, bergerigi, bertoreh, rata, dan bercangap. Perbedaan juga terlihat pada tekstur atau daging daun yang berkisar dari seperti kertas, tipis selaput, tipis kertas, seperti kulit, hingga seperti perkamen. Permukaan daun dapat bersifat gundul, berambut, atau berambut halus, sedangkan keberadaan trikoma bervariasi dari tidak ada, rambut halus, hingga berbulu.

Dibandingkan dengan karakter vegetatif, karakter palinologi menunjukkan tingkat variasi yang lebih rendah. Polen pada seluruh spesies memiliki bentuk sferoidal. Variasi terutama ditemukan pada tipe apertur, yaitu colporate dan tricolporate. Sementara itu, skulptur polen pada seluruh spesies memperlihatkan tipe echinate. Secara keseluruhan, karakter vegetative khususnya yang berkaitan dengan habitus, karakter batang, serta morfologi daun menunjukkan variasi yang cukup besar antarspesies. Sebaliknya, karakter palinologi cenderung lebih konservatif, ditandai oleh keseragaman bentuk polen dan tipe skulptur, dengan perbedaan utama hanya pada tipe apertur.

Tabel 2. Karakteristik morfoanatomi Asteraceae (*Morphoanatomical characteristics of Asteraceae*).

	Habitus	Sistem perakaran	Jenis batang	Bentuk batang	Permukaan batang	Arah tumbuh batang	Modifikasi batang	Tipe berkas angkut	Tipe daun	Bangun daun	Ujung daun	Pangkal daun	Pertulangan daun	Tepi daun	Daging daun	Permukaan daun	Trikoma	Bentuk polen	Apertur polen	Skulptur polen
Sp1	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Stolon	Kolateral terbuka	Tunggal	Delta	Tumpul	Rata	Menyirip	Beringgit	Seperti kertas	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp2	Herba	Serabut	Basah	Segi empat	Licin	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Majemuk	Bulat telur	Runcing	Tumpul	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Gundul	Tidak ada	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp3	Semak	Tunggang	Berkayu	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Lanset	Runcing	Membulat	Menyirip	Bertoreh	Seperti kertas	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp4	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Stolon	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Tumpul	Rata	Menyirip	Beringgit	Seperti kertas	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp5	Perdu	Tunggang	Berkayu	Bulat	Berambut	Tegak	Stolon	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Runcing	Runcing	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp6	Herba	Tunggang	Berkayu	Segi empat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Majemuk	Bulat telur	Runcing	Runcing	Menyirip	Rata	Seperti kertas	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp7	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Runcing	Meruncing	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Gundul	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp8	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Runcing	Meruncing	Menyirip	Bergerigi	Tipis selaput	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp9	Herba	Tunggang	Berkayu	Bulat	Berambut	Tegak	Stolon	Kolateral terbuka	Majemuk	Lonjong	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Rata	Tipis selaput	Gundul	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp10	Semak	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Lanset	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Bergerigi	Tipis kertas	Gundul	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp11	Herba	Tunggang	Basah	Segi empat	Berambut	Tegak	Stolon	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Meruncing	Membulat	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp12	Perdu	Serabut	Basah	Bulat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp13	Perdu	Serabut	Basah	Segi empat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp14	Perdu	Serabut	Basah	Segi empat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp15	Perdu	Serabut	Basah	Segi empat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Meruncing	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp16	Perdu	Serabut	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Membulat	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berambut	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp17	Perdu	Serabut	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Tumpul	Membulat	Menyirip	Bercangap	Seperti kulit	Berbulu	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp18	Perdu	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Jorong	Runcing	Runcing	Menyirip	Rata	Seperti perkamen	Kasap	Tidak ada	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp19	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Gundul	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Majemuk	Memanjang	Runcing	Membulat	Menyirip	Rata	Seperti kertas	Gundul	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp20	Herba	Tunggang	Basah	Segi empat	Licin	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Bertelinga	Runcing	Membulat	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Gundul	Tidak ada	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp21	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Gundul	Berbaring	Stolon	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Runcing	Baji	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp22	Semak	Tunggang	Basah	Bulat	Gundul	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Lanset	Runcing	Meruncing	Menyirip	Bergerigi	Seperti kertas	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp23	Semak	Tunggang	Berkayu	Bulat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Runcing	Runcing	Menyirip	Bercangap	Seperti kertas	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Colporate	Echinate
Sp24	Herba	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Bulat telur	Membulat	Meruncing	Menyirip	Bercangap	Seperti kertas	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate
Sp25	Semak	Tunggang	Basah	Bulat	Berambut halus	Tegak	Tidak ada	Kolateral terbuka	Tunggal	Lanset	Runcing	Tumpul	Menyirip	Rata	Seperti kertas	Berambut halus	Rambut halus	Sferoidal	Tricolporate	Echinate



Gambar 1. Dendrogram hubungan fenetik 25 spesies Asteraceae di sekitar Gunung Ungaran (*Dendrogram of the phenetic relationships among 25 Asteraceae species around Mount Ungaran*).

Dendrogram hasil analisis kluster menggunakan metode UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) menunjukkan tingkat kemiripan antarspesies berdasarkan karakter morfologi dan palinologi yang dianalisis. Pengelompokan dilakukan menggunakan Simple Matching Coefficient dengan transformasi data akar kuadrat, sehingga nilai kemiripan berkisar antara 0,70 hingga 1,00. Secara umum, seluruh spesies membentuk satu kelompok besar dengan tingkat kemiripan relatif tinggi ($>0,70$), yang menunjukkan bahwa karakter yang diamati masih berada dalam kisaran variasi morfologi yang relatif dekat. Pada tingkat kemiripan yang lebih tinggi terlihat beberapa subkelompok yang menunjukkan kedekatan karakter antarspesies. Salah satu klaster yang paling jelas adalah kelompok Sp12, Sp13, Sp14, Sp15, Sp16, dan Sp17, yang bergabung pada nilai kemiripan sangat tinggi (sekitar 0,97–1,00), mengindikasikan bahwa spesies-spesies tersebut memiliki karakter morfologi yang sangat mirip.

Beberapa spesies lainnya bergabung pada tingkat kemiripan yang lebih rendah, menunjukkan adanya variasi karakter yang lebih besar dibandingkan dengan anggota dalam klaster yang sangat rapat. Pola pengelompokan ini menunjukkan bahwa karakter vegetatif, terutama karakter daun dan batang, berkontribusi cukup besar dalam menentukan kedekatan fenetik antarspesies, sementara karakter palinologi cenderung lebih seragam. Secara keseluruhan, dendrogram ini menggambarkan adanya struktur pengelompokan yang bertingkat, yang mencerminkan tingkat kesamaan karakter antarspesies yang berbeda-beda dalam kelompok yang dianalisis.

PEMBAHASAN

Famili Asteraceae merupakan salah satu famili tumbuhan berbunga terbesar dalam kelompok *angiospermae* dan dikenal memiliki tingkat variasi morfologi yang sangat tinggi. Keragaman tersebut tercermin baik pada karakter vegetatif maupun reproduktif. Secara umum, anggota famili ini dicirikan oleh tipe perbungaan berupa *capitulum* atau kepala bunga yang tersusun atas banyak bunga kecil (*floret*) yang terletak pada satu reseptakel dan dikelilingi oleh *involucral bracts*. Struktur ini secara morfologis menyerupai satu bunga tunggal, meskipun sebenarnya merupakan kumpulan banyak bunga kecil yang tersusun rapat. Keunikan struktur perbungaan ini menjadikan *Asteraceae* mudah dikenali dan sering digunakan sebagai karakter diagnostik utama dalam identifikasi taksonomi (Janačković *et al.*, 2019).

Selain karakter reproduktif, variasi morfologi vegetatif juga memainkan peranan penting dalam sistematika kelompok ini. Daun pada anggota *Asteraceae* umumnya bertipe daun tunggal dengan variasi bentuk yang sangat luas, mulai dari lanset, elips, hingga bulat telur. Tepi daun dapat berupa rata, bergerigi, atau berlekuk, sedangkan pola pertulangan daun umumnya bertipe menyirip. Variasi tersebut sering kali berkaitan dengan strategi adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu, seperti intensitas cahaya, ketersediaan air, serta tekanan herbivori. Oleh karena itu, karakter morfologi daun sering dimanfaatkan dalam kajian taksonomi maupun ekologi tumbuhan karena mampu mencerminkan respons adaptif spesies terhadap habitatnya.

Kajian anatomi daun menunjukkan bahwa banyak spesies *Asteraceae* memiliki struktur epidermis yang khas. Rivera *et al.* (2019) melaporkan bahwa pada beberapa spesies *Asteraceae* yang tumbuh di komunitas semak xerofitik di Mexico City, permukaan daun menunjukkan adanya kutikula beralur (*striated cuticle*), keberadaan trikoma multiseluler, serta berkas vaskuler bertipe kolateral dengan selubung parenkim yang jelas. Struktur tersebut diduga berkaitan dengan mekanisme perlindungan terhadap kehilangan air serta perlindungan terhadap radiasi matahari yang tinggi pada habitat kering. Keberadaan trikoma, baik yang bersifat glanduler maupun non-glanduler, juga sering dijumpai pada berbagai anggota famili ini. Trikoma dapat berfungsi sebagai perlindungan mekanik terhadap herbivora, mengurangi laju transpirasi, maupun sebagai struktur sekretori yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder.

Temuan yang serupa juga dilaporkan oleh Santos *et al.* (2016) pada *Ageratum conyzoides*, yang menunjukkan adanya kutikula beralur pada permukaan daun dan batang serta keberagaman tipe trikoma pada jaringan epidermis. Variasi struktur trikoma tersebut tidak hanya memiliki fungsi fisiologis, tetapi juga sering dimanfaatkan sebagai karakter diagnostik dalam kajian taksonomi. Hal ini karena pola distribusi, bentuk, serta struktur trikoma cenderung relatif stabil pada tingkat genus maupun spesies sehingga dapat digunakan sebagai karakter pembeda yang cukup reliabel.

Selain karakter vegetatif dan anatomi daun, morfologi serbuk sari juga merupakan sumber data yang sangat penting dalam kajian sistematika *Asteraceae*. Polen pada anggota famili ini umumnya memiliki bentuk hampir sferoidal dengan tipe apertur trikolporat dan dinding eksin yang memiliki skulptur berduri (*echinate*). Karakter palinologi tersebut telah lama digunakan dalam klasifikasi *Asteraceae* karena memiliki variasi yang cukup konsisten antar kelompok takson. Qu *et al.* (2025) menunjukkan bahwa pada beberapa spesies dalam tribus Astereae, polen memiliki bentuk hampir sferoidal dengan tiga celah apertur yang jelas serta eksin yang dilengkapi duri konis. Variasi ukuran polen, rasio polar terhadap ekuatorial, serta pola distribusi duri pada permukaan eksin dapat memberikan informasi penting mengenai hubungan kekerabatan antar spesies.

Dalam beberapa penelitian modern, karakter palinologi bahkan dikombinasikan dengan data molekuler untuk memahami hubungan evolusioner dalam famili ini. Meskipun demikian, data morfologi dan mikromorfologi tetap memiliki peranan penting karena dapat digunakan dalam identifikasi lapangan serta analisis keanekaragaman pada tingkat lokal. Oleh karena itu, kombinasi karakter vegetatif, reproduktif, dan palinologi sering digunakan secara bersama-sama dalam kajian sistematika untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan taksonomi dalam *Asteraceae*.

Penelitian ini menganalisis hubungan kemiripan fenetik pada 25 spesies *Asteraceae* yang ditemukan di kawasan Gunung Ungaran berdasarkan 31 karakter morfologi yang mencakup organ vegetatif dan reproduktif. Karakter yang diamati meliputi habitus, sistem perakaran, tipe batang, bentuk dan permukaan batang, arah tumbuh batang, tipe daun, bangun daun, morfologi ujung dan pangkal daun, tipe pertulangan daun, karakter trikoma, serta berbagai karakter bunga dan polen. Analisis kemiripan dilakukan menggunakan koefisien *simple matching* yang kemudian dianalisis dengan metode *unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA)*. Pendekatan fenetik ini digunakan untuk mengelompokkan taksa berdasarkan tingkat kemiripan karakter tanpa mempertimbangkan hubungan evolusioner secara langsung.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai similaritas antar spesies berkisar antara sekitar 0,70 hingga 1,00. Rentang nilai tersebut menunjukkan adanya variasi morfologi yang cukup besar di antara

spesies yang diamati. Pola pengelompokan yang dihasilkan oleh analisis *UPGMA* membentuk dua klaster utama yang mencerminkan tingkat kemiripan morfologi antar spesies.

Klaster pertama terdiri atas tujuh taksa yang memiliki tingkat kemiripan morfologi sangat tinggi, yaitu enam varietas krisan serta *Erigeron karvinskianus*. Keenam varietas krisan tersebut menunjukkan nilai similaritas mencapai 1,00 yang menunjukkan bahwa seluruh karakter morfologi yang diamati memiliki kesamaan yang sangat tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa karakter morfologi yang digunakan dalam analisis belum mampu membedakan secara jelas antar varietas tersebut. Hal ini dapat dipahami karena varietas-varietas krisan umumnya merupakan hasil seleksi hortikultura yang memiliki karakter morfologi yang relatif seragam, terutama pada organ vegetatif dan struktur bunga.

Kesamaan karakter tersebut terlihat pada habitus yang umumnya berupa perdu, sistem perakaran serabut, batang berbentuk silindris dengan permukaan relatif halus, serta tipe daun tunggal dengan pertulangan menyirip. Selain itu, karakter palinologi yang diamati juga menunjukkan kesamaan, yaitu bentuk polen sferoidal dengan skulptur eksin bertipe *echinate* serta tipe apertur *tricolporate*. Keceragaman karakter tersebut menyebabkan varietas-varietas krisan membentuk satu kelompok yang sangat kompak dalam dendrogram.

Klaster kedua mencakup 18 spesies lainnya yang menunjukkan variasi morfologi yang lebih besar. Spesies dalam kelompok ini antara lain *Bidens pilosa*, *Cosmos caudatus*, *Chromolaena odorata*, *Sphagneticola trilobata*, *Sonchus asper*, *Tithonia diversifolia*, dan beberapa spesies lainnya. Variasi morfologi yang besar pada kelompok ini terutama terlihat pada perbedaan habitus, tipe batang, serta bentuk dan ukuran daun.

Sebagai contoh, *C. odorata* dan *Tithonia diversifolia* memiliki habitus berupa semak dengan ukuran tubuh relatif besar dan percabangan batang yang kompleks, sedangkan *B. pilosa* dan *Emilia sonchifolia* merupakan tumbuhan herba dengan ukuran lebih kecil dan struktur batang yang lebih sederhana. Perbedaan habitus tersebut secara langsung memengaruhi sejumlah karakter vegetatif lain seperti bentuk daun, ukuran daun, serta pola percabangan batang. Variasi karakter vegetatif inilah yang berkontribusi besar terhadap rendahnya nilai similaritas antar spesies dalam kelompok ini.

Nilai similaritas terendah dalam penelitian ini berada pada kisaran sekitar 0,70 yang menunjukkan bahwa hanya sekitar 70 persen karakter morfologi yang sama antara beberapa pasangan spesies. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perbedaan karakter morfologi antar spesies cukup besar, baik pada karakter vegetatif maupun reproduktif. Perbedaan tersebut terutama terlihat pada bentuk daun, tipe tepi daun, keberadaan trikoma, serta karakter bunga seperti tipe floret dan bentuk mahkota.

Pola pengelompokan yang dihasilkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa karakter vegetatif memiliki pengaruh yang cukup besar dalam pembentukan klaster dalam analisis fenetik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa karakter vegetatif sering menjadi faktor utama dalam analisis kemiripan morfologi pada *Asteraceae*. Qatrunnada dan Susandarini (2022) melaporkan bahwa analisis fenetik pada beberapa spesies *Asteraceae* di kawasan Gunung Lawu juga menghasilkan pola pengelompokan yang sangat dipengaruhi oleh variasi karakter vegetatif, terutama bentuk daun dan tipe batang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi karakter morfologi vegetatif, karakter bunga, serta karakter palinologi mampu memberikan gambaran yang cukup jelas mengenai pola kemiripan fenetik antar spesies *Asteraceae*. Variasi karakter vegetatif terutama pada habitus, tipe daun, dan struktur batang merupakan faktor utama yang memengaruhi pembentukan klaster dalam analisis fenetik. Sementara itu, karakter reproduktif dan palinologi berperan sebagai karakter pendukung yang memperkuat interpretasi hubungan kemiripan antar spesies dalam famili ini.

KESIMPULAN

Analisis fenetik berdasarkan karakter morfologi dan anatomi menggunakan metode *unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA)* berhasil mengelompokkan 25 spesies dalam famili Asteraceae menjadi dua klaster utama. Klaster pertama terdiri atas enam varietas *Chrysanthemum indicum* dan *Erigeron karvinskianus* yang menunjukkan tingkat kemiripan karakter sangat tinggi dengan nilai indeks similaritas mencapai 100%, mencerminkan homogenitas morfologi terutama pada habitus, tipe batang, bentuk daun, serta karakter polen. Klaster kedua mencakup 18 spesies lainnya yang menunjukkan variasi morfologi dan anatomi lebih besar.

Karakter yang paling berperan dalam analisis kekerabatan meliputi habitus tumbuhan, bentuk dan pertulangan daun, tipe tepi daun, karakter batang, keberadaan dan tipe trikoma, serta beberapa karakter palinologi seperti bentuk polen dan tipe apertur. Nilai similaritas terendah sebesar 58% pada beberapa pasangan spesies menunjukkan adanya perbedaan morfologi yang cukup besar sehingga mencerminkan jarak fenetik yang jauh. Secara keseluruhan, pendekatan fenetik berbasis karakter morfologi dan anatomi mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai pola kemiripan antarspesies *Asteraceae*. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi karakter vegetatif, anatomi daun, dan karakter polen dapat digunakan sebagai dasar dalam kajian taksonomi serta sebagai referensi awal untuk penelitian lanjutan mengenai keanekaragaman dan adaptasi spesies *Asteraceae* di kawasan Gunung Ungaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro atas dukungan pendanaan melalui program Hibah Penelitian dan Pengabdian Mahasiswa (PPM) Tahun Anggaran 2023 dengan nomor surat penugasan 40.A2/UN7.F8/PP/II/2023. Dukungan ini memungkinkan terlaksananya penelitian mengenai keanekaragaman dan analisis fenetik anggota famili *Asteraceae*. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, baik dalam kegiatan pengambilan sampel di lapangan maupun dalam proses analisis data.

KONTRIBUSI PENULIS

TBLO: Membuat konsep penelitian, mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel, merevisi naskah akhir; FDM: mengumpulkan data penelitian, membuat draf artikel; DS: Membuat kosep penelitian, mengumpulkan data penelitian, SRA: mengumpulkan data penelitian, merevisi naskah akhir, RDS: mengumpulkan data penelitian, merevisi naskah akhir, SWAS: Membuat kosep penelitian, membuat draf artikel, ES : Membuat kosep penelitian, membuat draf artikel.

REFERENSI

- Blackmore, S., Wortley, A. H., Skvarla, J. J., Robinson, H. 2009. Evolution of pollen in the Compositae. In V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, & R. J. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae*, pp. 101–130. International Association for Plant Taxonomy (IAPT).
- Brotzman, R. L., Cook, N. B., Nordlund, K., Bennett, T. B., Gomez Rivas, A., Döpfer, D. 2015. Cluster analysis of Dairy Herd Improvement data to discover trends in performance characteristics in large Upper Midwest dairy herds. *Journal of dairy science*, 98(5), 3059–3070.
- Erdtman, G. 1969. *Handbook of palynology*. Copenhagen: Munksgaard.
- Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy, T. F., Robinson, H. 2009. Classification of Compositae. In V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, & R. J. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae*, pp.171–189. International Association for Plant Taxonomy (IAPT).

- Janačković, P., Susanna, A., Marin, P. D. 2019. Micromorphology and anatomy in systematics of Asteraceae: An old-fashioned approach? *Biologica Nyssana*, 10(2), pp.77–85. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3600177>
- Kandowangko, N. Y., Febriyanti. 2023. Genetic diversity of the genus *Citrus* in Tomini Bay coastal areas, Indonesia based on morphological characters. *Biodiversitas*, 24, pp.2938–2952. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240549>
- Kovach, W. L. (2007). *MVSP: Multivariate statistical package version 3.1*. Kovach Computing Services.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, pp.1–81.
- Qatrunnada, Q., & Susandarini, R. (2022). Keanekaragaman dan hubungan kekerabatan fenetik Asteraceae di jalur pendakian Gunung Lawu. *Bioma*, 24(1), 43–53. <https://doi.org/10.14710/bioma.24.1.43-53>
- Qu, T., Xie, G., Zheng, X., Zhang, Y., Chen, X., Lu, L., Fu, Z. 2025. Systematic analysis of some Astereae (Asteraceae) species by integrating pollen morphology and molecular evidence. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1558995. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1558995>
- Rivera, P., Terrazas, T., Rojas-Leal, A., Villaseñor, J. L. 2019. Leaf architecture and anatomy of Asteraceae species in a xerophytic scrub in Mexico City, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, 126, 1–22. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1515>
- Rolnik, A., Olas, B. 2021. The plants of the Asteraceae family as agents in the protection of human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), p.3009
- Santos, R. F., Nunes, B. M., Sá, R. D., Soares, L. A. L., Randau, K. P. 2016. Morpho-anatomical study of *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(6), 715–722. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.07.002>
- Simpson, M. G. 2019. *Plant systematics* (3rd ed.). Academic Press.
- Tjitrosoepomo, G. 2018. *Morfologi tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Zahra, S. A., Iqbal, J., Abbasi, B. A., Kanwal, S., Alwahibi, M. S., Elshikh, M. S., Rizwan, M., Iqbal, R., Mahmood, T. 2024. Phylogenetic analysis of selected species of Asteraceae on the basis of RPS 11 gene. *Scientific Reports*, 14, p.24808.