

Original Research Paper

Hubungan Kekekabatan Fenetik Sembilan Spesies Anggota Myrtaceae Berdasarkan Morfologi dan Karakter Anatomis Daun

Phenetic Relationship of Nine Species of Myrtaceae family Based on Morphology and Leaf Anatomical Characters

Nabila Hasna Rizanda^{1*} dan Ratna Susandarini¹

¹Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.

Corresponding Author: nabila.hasna.rizanda@mail.ugm.ac.id

Abstrak: Myrtaceae merupakan famili yang dikenal memiliki ciri khas mengandung minyak atsiri yang bermanfaat sebagai antiinflamasi dan antibakteri. Myrtaceae yang ditemukan di Indonesia diketahui memiliki lebih dari 30 genera dengan variasi morfologis yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kekerabatan fenetik sembilan spesies berdasarkan karakter morfologis dan anatomis daun. Analisis hubungan kekerabatan fenetik dilakukan berdasarkan morfologis dan karakter anatomis daun. Sampel tanaman dikumpulkan dari daerah Hutan Wanagama dan Imogiri, Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa sembilan spesies yang diteliti tergolong dalam genus *Eucalyptus*, *Syzygium*, *Eugenia*, *Psidium*, dan *Melaleuca*. Analisis kekerabatan fenetik dilakukan dengan analisis kluster terhadap 30 karakter morfologis dan anatomis daun menggunakan jarak Euclidean dan metode klustering UPGMA. Hasil analisis menunjukkan pembentukan dua kluster. Kluster pertama terdiri atas spesies dari genus *Eucalyptus*, sedangkan kluster kedua terdiri atas spesies dari genus *Syzygium*, *Eugenia*, *Psidium*, dan *Melaleuca*. Hasil analisis komponen utama menunjukkan karakter permukaan batang, tipe kristal kalsium oksalat, dan bentuk ujung daun adalah yang berperan besar dalam pengelompokan spesies dan genera. Hasil penelitian ini menegaskan peran karakter morfologis dan anatomis sebagai bukti taksonomi untuk klasifikasi spesies dan genus dalam famili Myrtaceae.

Kata kunci: *Bukti taksonomi; klasifikasi; Myrtaceae; taksonomi numerik*

Abstract: Myrtaceae family is well-known for its beneficial essential oils as anti-inflammatory and anti-bacterial. There are more than 30 genera within Myrtaceae family in Indonesia, and they show high morphological variations. This study aims to determine the phenetic relationship of nine species of Myrtaceae based on the morphology and leaf anatomical characters. The phenetic relationship was analyzed based on morphology and leaf anatomical characters. Plant samples were collected from the Wanagama and Imogiri Forest areas, Special Region of Yogyakarta. Sample identification resulted in the recognition of nine species belong to the genera *Eucalyptus*, *Syzygium*, *Eugenia*, *Psidium*, and *Melaleuca*. Phenetic relationship analysis was carried out by cluster analysis of 30 morphological and leaf anatomical characters using Euclidean distance and the UPGMA clustering method. The resulted dendrogram showed the formation of two clusters. The first cluster consists of species from the genus *Eucalyptus*, while the second cluster consists of species from the genera *Syzygium*, *Eugenia*, *Psidium*, and *Melaleuca*. The results of principal component analysis showed that bark structure, the type of calcium oxalate crystals, and leaf apex were a three characters with major role in the grouping of species and genera. The results of this study confirm the role of morphological and anatomical characters as taxonomic evidence for the classification of species and genera in Myrtaceae family.

Keywords: *Taxonomic evidence; classification; Myrtaceae; numerical taxonomy*

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara *mega biodiversity* dengan kekayaan alam tersebar baik di daratan maupun di perairan (Yarman & Damayanti 2012). Keanekaragaman flora yang ada di Indonesia merupakan salah satu aspek penting kekayaan alam yang harus dikelola kelestariannya. Myrtaceae yang dikenal sebagai kelompok tumbuhan jambu-jambuan merupakan famili yang terkenal akan kandungan minyak atsiri yang dapat dimanfaatkan sebagai anti inflamasi dan anti mikroba serta memiliki buah berdaging yang dapat dikonsumsi (Wilson & Kubitzki 2011; Craven *et al.* 2003). Famili ini diketahui memiliki lebih dari 142 genus dan 5500 spesies dengan sebaran geografis di daerah tropis seperti Amerika Selatan, Australia, Asia dan beberapa area di Afrika (Wilson & Kubitzki 2011). Menurut Craven *et al.* (2003) terdapat 30 genus Myrtaceae yang ada di Indonesia.

Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki keberagaman flora sangat tinggi dan berdasarkan data Badan Lingkungan Hidup (BLH) DIY pada tahun 2016 terdapat 805 spesies tumbuhan tinggi yang terdiri atas 110 famili yang dijumpai pada ekosistem darat, 12 famili pada ekosistem perairan, dan 4 famili flora yang dilindungi (Hakim & Yulia 2018). Data BLH DIY menunjukkan beberapa anggota dari famili Myrtaceae termasuk ke dalam jenis tanaman langka khas DIY yaitu *Syzygium cumini* (duwet), *Eugenia jambos* (jambu mawar), *E. polyccephaly* (gowok), *E. malaccensis* (jambu dasono), dan *E. jambo* serta masing-masing memiliki nama lokal duwet, jambu darsono mawar, gowok, jambu dersono, dan jamblang putih (Hakim & Yulia 2018).

Keberagaman spesies anggota famili Myrtaceae di Daerah Istimewa Yogyakarta menarik untuk diteliti lebih lanjut kekerabatan taksonominya melalui proses karakterisasi morfologi dan anatomi. Karakter morfologis diperoleh melalui pengamatan terhadap karakter yang tampak pada organ akar, batang, daun, bunga dan buah. Karakter anatomis dapat diamati berdasarkan kenampakan struktur bagian dalam organ tumbuhan. Karakterisasi morfologis dan anatomis dapat digunakan dalam analisis kekerabatan taksonomis antara spesies anggota Myrtaceae yang penting untuk dilakukan dalam

Lokasi strategis negara Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa menjadikan proses pendataan dan dokumentasi keberagaman flora di Daerah Istimewa Yogyakarta (Rahman *et al.*, 2013).

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2022 di Wanagama dan Imogiri sebagai lokasi pengambilan sampel Pembuatan sediaan mikroskopis pengamatan data anatomis dan analisis data dilakukan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan serta Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada.

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah sampel tumbuhan anggota Myrtaceae didapatkan dari area Hutan Wanagama dan daerah Imogiri. Bahan kimia untuk pengawetan sampel ialah alkohol 70%. Bahan kimia untuk pembuatan sediaan mikroskopis anatomi daun terdiri atas larutan FAA dengan perbandingan formalin:asam asetat glasial:alkohol 70% sebanyak 1:1:18, alkohol bertingkat, safranin 10%, xilol, paraffin, *glycerin jelly*, akuades, dan kanada balsam.

Alat

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel antara lain gunting stek, botol koleksi, *wrapping paper*, *ziplock*, etiket gantung, alat tulis, *logbook*, dan kamera. Alat untuk pembuatan specimen herbarium meliputi kertas putih tebal, gunting, plastik transparan, selotip serta table penamaan herbarium. Pada proses pembuatan dan pengamatan sediaan mikroskopis anatomis daun digunakan alat berupa mikrotom putar, Optilab, mikroskop cahaya, kamera, gelas benda preparat, gelas penutup, gelas ukur, botol-botol bahan kimia, pensil, pipet kecil dan besar, jarum preparate, lap flannel, blok kayu dan tisu.

Cara Kerja

Koleksi sampel tumbuhan dilakukan pada habitat spesies di Hutan Wanagama dan Imogiri. Organ daun disimpan dalam tisu kertas yang sudah diberi air dan dimasukkan ke dalam kotak plastik sampel dalam alkohol 70%.

Pengamatan karakter morfologis organ batang dari spesies anggota famili Myrtaceae dilakukan secara langsung di lapangan. Pengamatan karakter morfologis daun diamati dengan melihat secara langsung serta membandingkan karakter satu dengan lainnya di laboratorium. Karakter morfologis organ buah dan bunga hanya ditemukan pada lebih sedikit spesies anggota sehingga tidak diamati secara langsung, sedangkan organ akar tidak dapat diamati secara langsung.

Pembuatan sediaan mikroskopis anatomi daun dilakukan dengan metode parafin yang dimodifikasi dari Al-Edany *et al* (2012). Daun yang telah disimpan dalam alkohol 70% dipotong dengan ukuran 2 x 1 cm dibagian tengah daun dan dilakukan fiksasi selama 24 jam dalam larutan FAA. Larutan FAA dibuang dan sampel diwarnai dengan safranin 10% dalam akuades selama 24 jam. Dehidrasi dilakukan dengan merendam sampel dalam alkohol dengan konsentrasi bertingkat, yaitu konsentrasi 70%, 80%, 95%, absolut I dan absolut II masing- masing selama 30 menit. Dealkoholisasi dilakukan dengan perendaman dalam alkohol:xilol dengan perbandingan 3:1, 1:1, 1:3, xilol I dan xilol II masing-masing 30 menit. Tahap selanjutnya adalah mengganti mediaperendaman dari xilol II menjadi xilol:paraffin dengan perbandingan 1:9 dan perendaman sampel dilakukn dalam oven bersuhu 57°C selama 24 jam. Campuran xilol:paraffin dibuangdan diganti dengan paraffin murni selama 24 jamdan didiamkan di dalam oven bersuhu tetap 57°C.Paraffin dibuang kembali dan digantikan paraffinmurni ke dua selama 1 jam sebelum penyelubungan sampel. Proses penyelubungan sampel dalam blok paraffin dilakukan menggunakan hot plate dalam keadaan paraffin masih sangat panas namun dipastikan tidak merusak sampel. Hasil penyelubungan dibiarkan selama 24 jam agar sel-sel pada jaringan sampel terselubungi secara keseluruhan oleh paraffin. Pengirisan blok paraffin berisi sampel daun dilakukan menggunakan mikrotom putar yang diatur untuk menghasilkan ketebalan 6-12 µm. Irisan dilekatkan pada gelas benda dengan

bantuan akuades dan *glycerin jelly*. Gelas benda dikeringkan dengan hotplate bersuhu 45°C hingga pita paraffin meregang. Pewarnaan dilakukan dengan safranin 1% dalam alkohol 70% dengan xilol dan alkohol bertingkat. Penutupan sediaan mikroskopis atau *mounting* dilakukan dengan kanada balsam. Preparat diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 10x dan diambil gambar dengan kamera yang disambung dengan optilab.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan karakter morfologis dan anatomis digunakan dalam penentuan kekerabatan menggunakan metode taksonomi numerik. Data dikonversi menjadi angka atau skor numerik menggunakan *multistate character* pada karakter yang memiliki dua atau lebih keadaan dan *binary character* jika hanya memiliki 2 keadaan. Perhitungan indeks disimilaritas dilakukan dengan rumus *Euclidean distance* dan klastering menggunakan metode *Unweighted Pair Group Method Arithmetic Mean* (UPGMA) untuk menghasilkan dendrogram. Penentuan peran karakter dalam pengelompokkan dilakukan dengan analisis komponen utama. Analisis klaster dan analisis komponen utama dilakukan menggunakan perangkat lunak *Multivariate Statistical Program* (MVSP) versi 3.1 (Kovach, 2007).

Hasil dan Pembahasan

Karakter morfologis dan anatomis spesies anggota Myrtaceae

Pengamatan karakter morfologis dan anatomis daun sembilan spesies anggota Myrtaceae menghasilkan 30 karakter yang ditampilkan pada Tabel 1. Karakter tersebut terdiri atas 21 karakter kualitatif dan 9 karakter kuantitatif. Menurut Rohaeni & Yunani (2017) kombinasi antara karakter kualitatif dan kuantitatif akan menghasilkan analisis kekerabatan yang baik. Ketiga puluh karakter tersebut digunakan sebagai dasar penentuan kekerabatan fenetik.

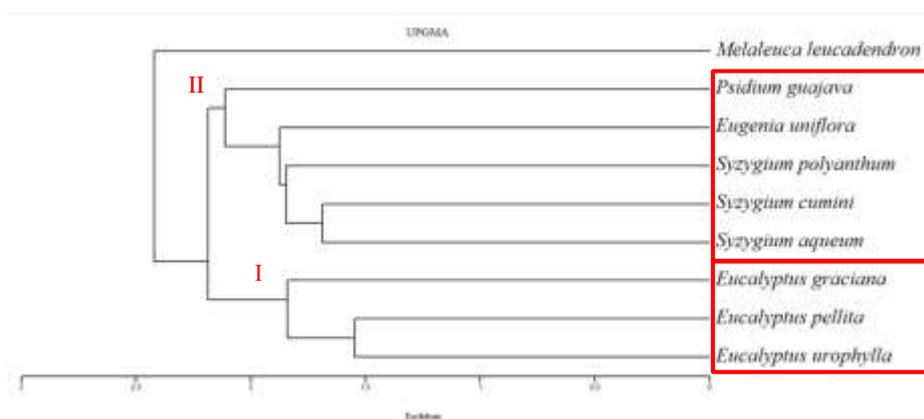
Tabel 1. Data Morfologi dan Anatomi Daun Spesies Anggota Myrtaceae dan Skor Numeriknya

No	Karakter yang diamati	Kode dan Nama									Keterangan
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	

1	Karakter umum	Habitus (HBT)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1=perdu; 2=pohon
2		Arah tumbuh cabang batang (ATCB)	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1=condong ke atas; 2=tegak; 3=menggantung	
3		Warna batang pokok (WBP)	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1=cokelat; 2=putih keabuan	
4	Karakter makro-morfologi	Permukaan batang (TRTK)	1	2	1	4	4	3	5	3	3	1=Kasar, Tidak beraturan, bercabang, dan bagian terkelupas lebar berwarna kecokelatan, mudah terkelupas; 2= membentuk sulur; 3=Retakan tidak bercabang, terkelupas, lebih halus; 4=Banyak Irisan; 5=tidak beraturan dan berwarna putih	
5		Tata letak daun (FLT)	1	1	1	2	2	2	1	2	3	1= berseling (<i>alternate</i>); 2=berhadapan (<i>opposite</i>); 3= <i>alternate-opposite</i>	
6		Rerata panjang tangkai daun (PTKD)	3	2	3	1	3	2	1	2	1	1= 0-0,71cm; 2=0,72-1,42cm; 3=1,43-2,13 cm	
7		Pangkal daun (BPKD)	1	1	1	2	1	3	3	2	2	1=Tumpul; 2=menjantung (<i>cordate</i>); 3=Runcing	
8		Tepi daun (BTPD)	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1=Rata; 2=beringgit (<i>crenate</i>)	
9		Ujung daun (BUD)	1	1	1	4	4	3	3	2	3	1= meruncing dan bengkok (<i>cuspidate</i>); 2= berbelah (<i>retuse</i>); 3=runcing; 4 meruncing	

10		Pernukaan helaian daun (TKSR)	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1=halus (<i>glabrous</i>); 2=berkerut (<i>rugose</i>); 3= berambut (<i>pubescens</i>)
11		Warna daun (WRND)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1=hijau;2=hijau kemerahan
12		Tekstur helaian daun (KAKU)	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1=lemas;2= agak kaku; 3=kaku
13		Bentuk daun (BTKD)	1	1	3	4	4	1	3	2	2	1=bulat memanjang (<i>oblongus</i>); 2= membulat;3= melancet; 4=menjorong
14		Venasi (VENA)	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1=menyirip; 2=sejajar
15		Rerata ketebalan kutikula (TBLK)	1	4	1	2	2	4	2	2	3	1=0,22-0,35µm; 2=0,36-0,48µm; 3=0,49-0,61µm; 4=0,62-0,74
16		Rerata ketebalan epidermis (TBLE)	3	3	5	2	5	5	1	1	4	1=0,76-0,88µm; 2=0,89-1,00 µm; 3=1,01- 1,12 µm; 4= 1,13-1,24 µm; 5=1,24-1,36 µm
17		Tipe Stomata (STOM)	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1=anomositik;2 = parasitik;
18		Tipe trikoma (TRIK)	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1=non glanduler; 2= tidak ada
19	Karakter mikroanatomi	Tipe mesofil (MESO)	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1=dorsiventral; 2= isobilateral
20		Lapisan palisade (PLSD)	1	2	3	1	2	2	3	2	1	1= 1 baris; 2=2 baris; 3= 2 baris (isobilateral)
21		Rerata jumlah kristal druses pada palisade per bidang pandang (JKRP)	1	1	3	2	1	1	1	2	1	1=5-33,7; 2=33,8-62,4; 3= 62,5-91,1
22		Rerata jumlah kristal druses pada ibu tulang daun (JKRM)	2	1	2	2	1	2	1	3	1	1=4-24,33; 2=24,34-44,66; 3=44,67-65
23		Rerata jumlah sel sekret pada palisade per bidang pandang (JSKP)	1	1	3	1	1	1	3	3	3	1=2,5-5,35; 2=5,36-8,2; 3=8,21-11,05
24		Rerata jumlah sel sekret pada ibu tulang daun per bidang pandang (JSKM)	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1=0-1; 2=2-3

25	Rasio lebar ibu tulang daun terhadap lamina (RASI)	1	2	2	2	2	2	1	3	1	1=1,26-2,24; 2=2,25-3,22; 3=3,23-4,2
26	Rerata diameter sel sekretori (UKSK)	2	2	4	3	1	3	3	3	3	1=4,75-5,84; 2=5,85-6,93; 3=6,94-8,02; 4=8,03-9,11
27	Tipe <i>crystal</i> (CLUK)	3	1	3	2	4	1	5	2	5	1= <i>druses</i> ; 2= <i>druses</i> dan Spherical; 3= <i>druses</i> dan prism; 4= <i>druses</i> , <i>spheri</i> <i>cal</i> , <i>raphide</i> ; 5= <i>druses</i> dan <i>rhombohedral</i>
28	Permukaan adaksial ibu tulang daun (MDAD)	1	1	1	2	2	3	2	3	2	1= <i>rata</i> ; 2= <i>beralur</i> ; 3= <i>konveks</i>
29	Tipe berkas pengangkut pada ibu tulang daun (MARC)	3	3	3	3	3	2	4	1	1	1= <i>terbuka</i> ; 2= <i>tertutup</i> ; 3= <i>melengkung</i> ; 4= <i>seperti</i> <i>kerang</i>
30	Posisi berkas pengangkut terhadap lamina (MPOS)	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1= <i>sejajar</i> ; 2= <i>bengkok</i>



Gambar 1. Dendrogram dengan jarak Euclidean

Hubungan Kekerabatan Spesies Anggota Myrtaceae

Hasil analisis kluster yang ditampilkan pada Gambar 1. menunjukkan terdapat dua

kluster utama. Kluster pertama terdiri atas *Eucalyptus urophylla*, *E. pellita* dan *E. graciana*. Kluster kedua terdiri atas *Syzygium aqueum*, *S. cumini*, *S. polyanthum*, *Eugenia uniflora*, dan *Psidium guajava*. Diantara sembilan spesies

anggota famili Myrtaceae yang diteliti, hanya *Melaleuca leucadendron* yang terpisah dari kedua klaster yang terbentuk.

Melaleuca leucadendron pada penelitian ini memiliki karakter yang berbeda dibandingkan anggota Myrtaceae lainnya pada karakter arah tumbuh cabang batang yang menggantung, permukaan batang berwarna putih dan retakan tidak beraturan, permukaan helaian daun yang berambut, venasi utama sejajar dan tipe berkas pengangkut pada ibu tulang daun yang terbuka dengan bentuk seperti kerang.

Kedua klaster yang terbentuk memiliki perbedaan utama pada permukaan batang, rerata panjang tangkai daun, pangkal daun, ujung daun, permukaan helaian daun, bentuk daun, rerata ketebalan epidermis, permukaan adaxial pada ibu tulang daun. Klaster satu memiliki permukaan batang yang terkelupas lebar, retakan bercabang dan tidak beraturan dengan pada salah satu spesiesnya memiliki modifikasi, sedangkan klaster dua memiliki permukaan batang yang terkelupas tidak bercabang dan lebih halus. Panjang tangkai daun pada klaster satu berkisar dari 0,71 cm – 2,13 cm, sedangkan klaster dua memiliki beberapa anggota yang tidak bertangkai daun. Pangkal daun pada klaster satu ialah tumpul, sedangkan pada klaster dua memiliki karakter menjantung dan runcing kecuali pada *Syzygium cumini* yang memiliki pangkal daun tumpul. Ujung daun pada klaster 1 ialah meruncing dan bengkok, sedangkan pada klaster 2 bervariasi antara berbelah, runcing dan meruncing. Permukaan helaian daun pada klaster satu rata, sedangkan beberapa anggota klasterdua memiliki tipe berkerut dan berambut. Klaster satu memiliki dua variasi bentuk daun yaitu bulat memanjang dan melanset, sedangkan klaster dua lebih bervariasi karena memiliki variasi bulat memanjang, membulat, menjorong, dan melanset. Rerata ketebalan epidermis pada klaster satu memiliki rentang 1,01 – 1,36 µm, sedangkan pada klaster dua memiliki rentang 0,76 – 1,38 µm. Permukaan adaxial pada ibu tulang daun klaster satu rata, sedangkan pada klaster dua bervariasi antara beralur dan konveks.

Peran karakter morfologis dan anatomis dalam pengelompokan spesies seperti yang dihasilkan dari analisis klaster dapat diidentifikasi berdasarkan hasil analisis komponen utama. Analisis komponen utama yang berupa nilai *character loadings* dan *eigen*

value ditampilkan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa komponen utama pertama (aksis 1) mewakili 27,54% total varians, komponen utama kedua (aksis 2) menunjukkan 18,28% varians, sedangkan komponen utama ketiga (aksis 3) mewakili 16,11% varians.

Tabel 2. *Eigen values* Karakter Morfologis dan Anatomis pada Tiga Aksis Komponen Utama

	Aksis 1	Aksis 2	Aksis 3
1-HBT	-0,092	-0,063	0,143
2-ATCB	0,099	-0,184	0,092
3-WBP	0,095	-0,129	0,038
4-TRTK	0,442	0,088	0,207
5-FLT	0,161	0,242	0,03
6-PTKD	-0,289	-0,015	-0,048
7-BPKD	0,293	0,093	-0,038
8-BTPD	0,051	0,038	-0,18
9-BUD	0,374	0,154	0,27
10-TKSR	0,213	-0,182	-0,116
11-WRND	0,041	0,025	0,037
12-KAKU	0,125	0,093	-0,299
13-BTKD	0,215	-0,255	0,099
14-VENA	0,095	-0,129	0,038
15-TBLK	0,115	0,358	0,153
16-TBLE	-0,326	0,184	0,329
17-STOM	0,071	0,065	0,093
18-TRIK	-0,189	-0,067	-0,032
19-MESO	0,019	-0,228	-0,028
20-PLSD	0,023	-0,182	-0,064
21-JKRP	-0,04	-0,103	-0,284
22-JKRM	-0,039	0,091	-0,349
23-JSKP	0,19	-0,283	-0,293
24-JSKM	0,051	0,168	-0,162
25-RASI	-0,011	0,164	-0,2
26-UKSK	0,063	-0,064	-0,257
27-CLUK	0,18	-0,432	0,184
28-MDAD	0,263	0,215	-0,073
29-MARC	-0,106	-0,27	0,252
30-MPOS	0,051	0,038	-0,18

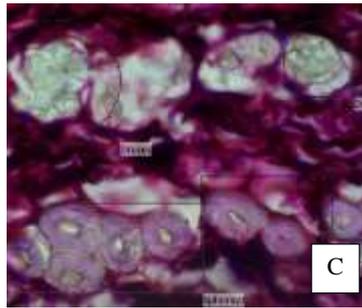
Nilai *character loadings* pada komponen utama pertama (Axis 1) berkorelasi kuat dengan delapan karakter membedakan anggota klaster satu dan klaster 2 pada dendrogram, yang ditunjukkan dengan nilai lebih besar dari 0,2. Karakter pembeda tersebut ialah permukaan batang, rerata panjang tangkai daun, pangkal

daun, ujung daun, permukaan helaian daun, bentuk daun, rerata ketebalan epidermis, permukaan adaxial pada ibu tulang daun. Pada komponen utama kedua juga terdapat delapan karakter yang memiliki nilai lebih besar dari 0,2 yaitu filotaksis, bentuk daun, rerata ketebalan kutikula, tipe mesofil, rerata jumlah jaringan sekretori pada palisade per bidang pandang, tipe kristal kalsium oksalat pada helaian daun, permukaan adaxial pada ibu tulang daun, dan tipe berkas pengangkut pada ibu tulang daun. Hal ini menunjukkan bahwa kedelapan karakter tersebut mewakili variasi tertinggi kedua dalam data. Pada komponen utama ketiga terdapat sembilan karakter yang menonjol yang menunjukkan pengaruh variasi tertinggi ketiga dalam data. Kesembilan karakter tersebut ialah yaitu permukaan batang, ujung daun, tekstur helaian daun, rerata ketebalan epidermis, rerata jumlah kristal palisade per bidang pandang, rerata jumlah kristal pada ibu tulang daun, rerata jumlah jaringan sekretori pada palisade per bidang pandang, rerata diameter jaringan sekretori, dan tipe berkas pengangkut pada ibu tulang daun. Kombinasi 21 karakter ini memberikan kontribusi yang cukup besar pada pengelompokan aksesori.

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa karakter permukaan batang, tipe kristal kalsium oksalat dan bentuk ujung daun merupakan karakter yang sangat berpengaruh dalam pembentukan dua klaster karena memiliki nilai *character loadings* tertinggi. Tipe permukaan batang spesies yang tergolong dalam klaster satu (Gambar 2) memiliki dua variasi yakni permukaan berwarna cokelat yang kasar tidak beraturan, bercabang serta mudah terkelupas lebar serta variasi terdapat modifikasi batang yang membentuk sulur. Batang spesies anggota klaster dua permukaannya memiliki variasi berupa retakan yang halus, tidak bercabang dan mudah terkelupas serta variasi terdapat banyak retakan yang membentuk seperti irisan. Bizarro *et al.* (2021) menyatakan bahwa terdapat enam karakter dendrologis yang dapat membedakan antar spesies Myrtaceae, salah satu diantaranya ialah aspek dan warna kulit batang. Hasil pengamatan sediaan mikroskopis anatomi daun menunjukkan keberadaan kristal kalsium oksalat yang bervariasi tipenya (Gambar 3). Tipe kristal oksalat yang dijumpai meliputi *druses*, *spherical*, *rhombohedral*, prismatic dan

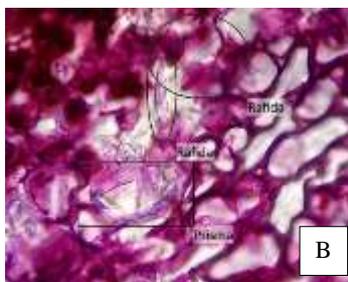
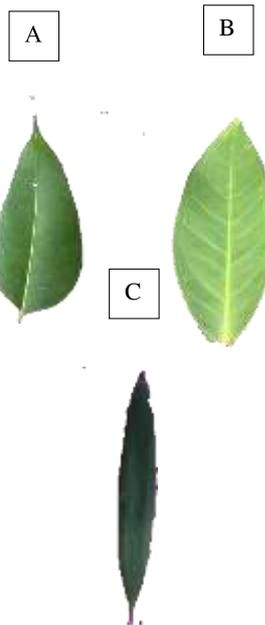
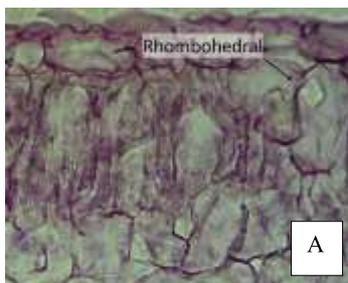
rafida. Menurut Retamales *et al.* (2015), tipe kristal kalsium oksalat yang paling umum terdapat pada famili Myrtaceae ialah *druses* dan prismatic (*rhombohedral* dan *spherical*). Klaster 1 memiliki tipe kristal *druses* dan prismatic, sedangkan klaster 2 bervariasi antara *druses*, rafida, *rhombohedral*, *spherical*, dan prismatic. Bentuk ujung daun (Gambar 4) spesies anggota Myrtaceae juga mempengaruhi pembentukan klaster 1 dan 2. Pada klaster 1 bentuk ujung daun semua anggota spesiesnya ialah meruncing dan bengkok (*cuspidate*), sedangkan pada klaster 2 terdapat variasi bentuk daun berbelah (*retuse*), runcing dan meruncing. Viacrusis & Buot (2021) menyatakan bahwa bentuk ujung daun merupakan salah satu karakter yang mampu membedakan spesies *Syzygium aqueum* dengan *Syzygium samarangense* dibandingkan berbagai karakter lain yang menunjukkan banyak kesamaan antara kedua spesies tersebut.





Gambar 2. Karakter permukaan batang spesies anggota Myrtaceae: (a) *Eucalyptus pellita* dengan permukaan memiliki retakan dan pembentukan sulur; (b) *E. urophylla* dengan permukaan batang yang kasar, pola retakan tidak beraturan serta bercabang secara vertical, dan memiliki bagian terkelupas lebar; (c) *Psidium guajava* dengan permukaan batang halus, memiliki retakan tidak bercabang, terkelupas lebar; (d) *Syzygium cumini* dengan pola retakan irisan; (e) *Melaleuca leucadendron* dengan permukaan halus, pola retakan tidak beraturan, dan berwarna putih

Gambar 3. Tipe kristal: (a) *rhombohedral* pada *Eugenia uniflora*; (b) rafida dan prisma pada *Syzygium cumini*; dan (c) *spherical* dan *druses* pada *S. cumini*



Gambar 4. Karakter ujung daun pada 3 spesies anggota Myrtaceae: (a) *Eucalyptus pellita* meruncing dan bengkok; (b) *Syzygium aqueum* meruncing; dan (c) *Melaleuca leucadendron* runcing.

Klaster satu pada dendrogram terbagi menjadi dua subklaster, yaitu IA yang terdiri atas *Eucalyptus graciana* dan IB yang terdiri atas *E. urophylla* dan *E. pellita*. Karakter pembeda pada kedua subklaster tersebut ialah merata ketebalan

epidermis dan rerata diameter jaringan sekretori. *Eucalyptus graciana* memiliki ketebalan epidermis sebesar 1,01-1,12 μm , sedangkan *E. pellita* dan *E. urophylla* memiliki ketebalan epidermis sebesar 1,24-1,36 μm . Karakter selanjutnya ialah rerata diameter jaringan sekretori pada subklaster IB yang memiliki diameter sebesar 5,85-6,93 μm , sedangkan pada *E. graciana* memiliki diameter sebesar 8,03-9,11 μm . Menurut Santos *et al.* (2008), densitas dari struktur sekretori dapat dipengaruhi oleh jumlah produksi senyawa metabolit sekunder yang berbeda pada tiap spesies walaupun kapasitas produktivitasnya harus diteliti lebih lanjut dengan studi kimia kuantitatif. Pada penelitian Santos *et al.* (2008) juga disebutkan bahwa *E. pellita* memiliki densitas struktur sekretori bagian sub-epidermal yang paling besar dibandingkan enam spesies yang diteliti termasuk *E. urophylla*. Berdasarkan perbandingan tersebut, maka diperkirakan bahwa *E. pellita* yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan produktivitas senyawa metabolit sekunder lebih rendah dibandingkan *E. graciana*. Klaster dua terbagi menjadi dua subklaster yaitu IIA yang terdiri atas *Syzygium cumini* dan *S. aqueum* serta subklaster IIB yang terdiri atas *S. polyanthum*, *Eugenia uniflora*, dan *Psidium guajava*. Pembagian anggota klaster dua menjadi dua subklaster ditentukan oleh karakter permukaan batang, ujung daun, bentuk daun, tipe kristal rafida serta tipe berkas pengangkut pada ibu tulang daun. Spesies dalam subklaster IIA memiliki permukaan batang yang banyak terlihat seperti irisan, sedangkan subklaster IIB memiliki retakan yang tidak bercabang, terkelupas dan lebih halus. Bizarro *et al.* (2021) menyebutkan bahwa *Eugenia uniflora* memiliki kulit yang terkelupas berbilah-bilah seperti biji. Bentuk ujung daun spesies pada subklaster IIA ialah meruncing, sedangkan pada subklaster II B runcing dan berbelah (retuse). Bentuk daun juga mempengaruhi pengelompokan subklaster IIA yang memiliki bentuk daun menjorong, sedangkan anggota IIB memiliki oblongus dan membulat. Subklaster IIA memiliki tipe kristal kalsium oksalat *druses*, *spherical* dan rafida, sedangkan subklaster IIB memiliki tipe kristal *druses*, *spherical*, dan *rhombohedral*. Tipe kristal kalsium oksalat *spherical* pada penelitian ini hanya dapat ditemukan pada anggota subklaster IIA, yaitu *Syzygium cumini*. *Eugenia*

uniflora memiliki tipe kristal *rhombohedral* yang tidak ditemukan pada anggota subklaster IIB lainnya. Karakter pembeda lainnya ialah berkas pengangkut pada ibu tulang daun yang bertipe melengkung pada subklaster IIA, sedangkan pada subklaster IIB dijumpai berkas pengangkut bertipe terbuka dan tertutup. Al-Edany & Al-Saadi (2012) menyebutkan bahwa *Syzygium* memiliki bentuk berkas pengangkut seperti huruf U atau yang pada penelitian disini disebut sebagai melengkung dengan adanya tambahan bagian seperti sayap pada ujung lengkungannya. Berkas pengangkut *Psidium* juga disebutkan berbentuk huruf U, namun karena tidak memiliki tambahan bagian yang bersayap maka dalam penelitian ini tidak disatukan menjadi karakter yang sama. *Melaleuca leucadendron* tidak termasuk kedalam kedua klaster ini karena memiliki karakter dengan persamaan paling rendah diantara spesies lainnya.

Secara umum penelitian ini menunjukkan bahwa setiap kelompok spesies yang terbentuk dari hasil analisis klaster dapat dengan jelas membedakan kombinasi karakter morfologi dan karakter anatomis daun. Hal ini menunjukkan bahwa karakter morfologis dan anatomis berperan dalam klasifikasi anggota Myrtaceae, baik pada tingkat genus maupun spesies. Karakter permukaan batang, tipe kristal kalsium oksalat, dan bentuk ujung merupakan tiga karakter yang memiliki peran paling besar dalam membentuk pola kekerabatan fenetik pada sembilan spesies anggota Myrtaceae yang diteliti. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan dua metode fenetik, yakni analisis klaster dan analisis komponen utama berfungsi sebagai pemberi dukungan empiris yang kuat dalam menentukan pengelompokan aksesi tumbuhan berdasarkan karakter morfologis dan anatomis serta mampu menilai afinitas taksonominya (Susandarini, 2013).

Kesimpulan

Kekerabatan fenetik sembilan spesies anggota famili Myrtaceae dalam penelitian ini dipengaruhi oleh tiga karakter utama, yaitu permukaan batang, tipe kristal kalsium oksalat dan bentuk ujung daun. Hasil analisis dengan metode taksonomi numerik menunjukkan bahwa 30 karakter morfologis dan anatomis yang digunakan dalam penelitian ini mampu

membedakan genera dan spesies sesuai dengan klasifikasi dalam famili Myrtaceae.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Fakultas Biologi UGM serta Hutan Wanagama Fakultas Kehutanan UGM yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Referensi

- Al-Edany, T.Y. & Al-Saadi, S.A.A.M. 2012. Taxonomic Significance of Anatomical Characters in Some Species of the Family Myrtaceae. *American Journal of Plant Sciences*, 3: 572-581. DOI: [10.4236/ajps.2012.35069](https://doi.org/10.4236/ajps.2012.35069)
- Bizarro, O.M.R., Miller, D.Z & Blum, C.T. (2021). Vegetative characterization and key of Myrtaceae species from a remnant of Araucaria Rainforest, Curitiba, Paraná. *Rodriguésia*, 72: 1-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202172063>
- Craven, L. A., Sunarti, S., Mudiana, D., Yulistyarini, T., & Wardani, M. (2003). Identification key to the indigenous Indonesian genera of Myrtaceae. *Floribunda*, 24: 89-94. DOI: <https://doi.org/10.32556/floribunda.v2i1.8.2002.47>
- Diatrinari, F & Purnomo. (2019). Hubungan Kekerbatan Fenetik Kultivar Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) di Pakem, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Bioma*, 15(1): 21-26. DOI: [10.21009/Bioma15\(1\).3](https://doi.org/10.21009/Bioma15(1).3)
- Kovach, W.L. (2007). *MVSP-A Multivariate Statistical Package for Windows ver. 3.1*. Wales: Kovach Computing Services. 43,63
- Rahman, A.H.M.M., A.K.M. R. Islam, M. M. Rahman. (2013). An anatomical investigation on Asteraceae family at Rajshahi Division. *Bangladesh. Int. J. Biosci*, 3(1):13-23. https://www.researchgate.net/publication/288829570_An_anatomical_investigation_on_Asteraceae_family_at_Rajshahi_Division_Bangladesh
- Retamales, H. A., and Scharaschkin, T. (2015). *Comparative leaf anatomy and micromorphology of the Chilean Myrtaceae: Taxonomic and ecological implications*. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 217,138-154. DOI: [10.1016/j.flora.2015.10.005](https://doi.org/10.1016/j.flora.2015.10.005).
- Santos, L.D.T., Thadeo, M., Iarema, L., Meira, R.M.S.A., Ferreira, F.A. (2008). FOLIAR ANATOMY AND HISTOCHEMISTRY IN SEVEN SPECIES OF *Eucalyptus* L. R. *Árvore, Viçosa-MG*, 32(4): 769-779. DOI: [10.1590/S0100-67622008000400019](https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400019)
- Susandarini. (2013). Assesment of Taxonomic Affinity of Indonesian Pummelo (*Citrus Mazima* (Burm.) Merr.) Based on Morphological Characters. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 8(3): 182-190. DOI: [10.3844/ajabssp.2013.182.190](https://doi.org/10.3844/ajabssp.2013.182.190).
- Viacrucis J.D.L. & Buot JR I.E. (2021). Short Communication: Leaf architectural analysis of confusing *Syzygium* species: *Syzygium aqueum* (Burm.f.) Alston and *Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L.M.Perry (Myrtaceae). *BIODIVERSITAS*, 22(6): 3341-3348. DOI: [10.13057/biodiv/d220640](https://doi.org/10.13057/biodiv/d220640)
- Wilson & Kubitzki, K. 2011. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer: Germany. 212-213.
- Yarman dan Damayanti, E.K. (2012). Pemanfaatan dan Upaya Konservasi Kayu Putih (*Asteromyrtus symphyocarpa*) di Taman Nasional Wasur. *Media Konservasi*. 17(2): 85-93. doi: [10.29243/medkon.17.2.%p](https://doi.org/10.29243/medkon.17.2.%p).