

**STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS GENUS
STREBLUS KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat
Guna Memperoleh Sarjana S-1 Biologi



Diajukan oleh:

YUNI YUSROTIN

NIM: 2108016059

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS GENUS
STREBLUS KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat
Guna Memperoleh Sarjana S-1 Biologi



Diajukan oleh:

YUNI YUSROTIN

NIM: 2108016059

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Yuni Yusrotin

NIM : 2108016059

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS GENUS
STREBLUS KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR”**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 18 Desember 2024

Pembuat Pernyataan,



Yuni Yusrotin

NIM. 2108016059



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka, Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS
GENUS *STREBLUS* KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**

Nama : Yuni Yusrotin


NIM : 2108016059

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Biologi.

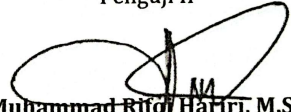
Semarang, 02 Januari 2024

DEWAN PENGUJI

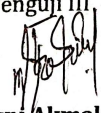
Penguji I


Niken Kusumarini, M.Si.
NIP. 198902232019032015


Penguji II



Muhammad Rifqul Hafri, M.Si.
NIP. 19900521018011004

Penguji III


Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013
Pembimbing I

Penguji IV


Asri Febriana, M.Si.
NIP. 198902012019032015
Pembimbing II


Niken Kusumarini, M.Si.
NIP. 198902232019032015


Muhammad Rifqul Hafri, M.Si.
NIP. 19900521018011004

NOTA DINAS

Semarang, 18 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS
GENUS *STREBLUS* KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**
Nama : Yuni Yusrotin
NIM : 2108016059
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munqosyah.

Wassalamualaikum wr.wb

Pembimbing I



Niken Kusumarini, M.Si.
NIP. 198902232019032015

NOTA DINAS

Semarang, 18 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS
GENUS *STREBLUS* KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**
Nama : Yuni Yusrotin
NIM : 2108016059
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munqosyah.

Wassalamualaikum wr.wb

Pembimbing II



Muhammad Rifq Hariri, M.Si.
NIP. 19900521018011004

MOTTO

Orang tua di rumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan, jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tak sebanding dengan perjuangan mereka menghidupimu.

-ika df

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya...” (QS. Al- Baqarah: 286)

Maka

وَمَا اللَّذَّةُ إِلَّا بَعْدَ التَّعَبِ

(Tiada kenikmatan kecuali setelah berpayah-payah)

Mekarlah dan tempuh jalanmu sendiri

-unie

ABSTRAK

Nama : Yuni Yusrotin
NIM : 2108016059
Jurusan : Biologi
Judul : **STUDI ARSITEKTUR DAUN PADA KOMPLEKS
GENUS *STREBLUS* KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR**

Kompleks genus *Streblus* terdiri atas tiga genus, yaitu *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*, yang memiliki kemiripan morfologi dan sering menyebabkan kesalahan identifikasi. Hal ini tercermin dari perubahan nama ilmiah pada *Sloetia elongata*, *Taxotrophis ilicifolia*, dan *Taxotrophis taxoides*. Identifikasi ulang diperlukan, mengingat label di Kebun Raya Bogor belum diperbarui dan pengamatan organ generatif yang kecil. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakter arsitektur daun, menganalisis hubungan kekerabatan, dan menentukan karakter diagnostik kompleks genus *Streblus*. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan delapan individu, yakni *Sloetia elongata*, *Taxotrophis ilicifolia*, *Taxotrophis taxoides*, dua *Streblus* sp., dan tiga *Streblus asper*. Sampel daun dewasa diidentifikasi berdasarkan *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms* (Hickey & King, 2000), *Manual of Leaf Architecture* (Ellis, 2009), dan *The Kew* (Beentje, 2010). Sebanyak 20 karakter daun diamati, kemudian dianalisis menggunakan analisis kluster (UPGMA dan *Euclidean Distance*) dan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan perangkat lunak PAST versi 4. Analisis kluster menghasilkan dua kluster utama, dengan kluster pertama terdiri atas *Sloetia elongata*, dan kluster kedua mencakup tujuh individu, yaitu *Taxotrophis taxoides*, *Streblus* sp. (1), *Taxotrophis ilicifolia*, *Streblus* sp. (2), dan *Streblus asper*. Kelompok-kelompok ini menunjukkan kedekatan morfologi namun tetap mempertahankan identitas genus masing-masing. Keanekaragaman kumulatif mencapai 59,96%, dengan karakter tepi dan ujung daun sebagai faktor utama dalam membedakan kompleks genus *Streblus*. Hasil ini menunjukkan bahwa tipe

venasi dan karakter morfologi lainnya berkontribusi dalam membedakan kompleks genus *Streblus*. Namun, efektivitas identifikasi ini masih terbatas akibat adanya tumpang tindih karakter antar genus.

Kata kunci: Arsitektur daun, Kebun Raya Bogor, *Sloetia*, *Streblus*, dan *Taxotrophis*

ABSTRACT

The *Streblus* genus complex consists of three genera, namely *Sloetia*, *Taxotrophis*, and *Streblus*, which share morphological similarities and often lead to misidentification. This is reflected in the name changes of *Sloetia elongata*, *Taxotrophis ilicifolia*, and *Taxotrophis taxoides*. A re-identification is necessary, as the labels at the Bogor Botanical Gardens have not been updated and the observation of small generative organs is challenging. This study aims to describe the leaf architecture characteristics, analyze the phylogenetic relationships, and determine diagnostic characters within the *Streblus* genus complex. The study used a descriptive qualitative method with eight individuals, including *Sloetia elongata*, *Taxotrophis ilicifolia*, *Taxotrophis taxoides*, two *Streblus* sp., and three *Streblus asper*. Mature leaf samples were identified based on The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms (Hickey & King, 2000), Manual of Leaf Architecture (Ellis, 2009), and The Kew (Beentje, 2010). A total of 20 leaf characteristics were observed and then analyzed using cluster analysis (UPGMA and Euclidean Distance) and Principal Component Analysis (PCA) with PAST software version 4. The cluster analysis produced two main clusters, with the first cluster consisting of *Sloetia elongata*, and the second cluster comprising seven individuals: *Taxotrophis taxoides*, *Streblus* sp. (1), *Taxotrophis ilicifolia*, *Streblus* sp. (2), and *Streblus asper*. These groups show morphological similarity while maintaining the genus identity of each group. The cumulative diversity reached 59.96%, with the leaf margin and apex characteristics being the main factors differentiating the *Streblus* genus complex. The results indicate that venation type and other morphological characteristics contribute to distinguishing the *Streblus* genus complex. However, the effectiveness of this

identification is still limited due to overlapping characteristics between genera.

Keywords: Bogor Botanical Gardens, leaf architecture, *Sloetia*, *Streblus*, *Taxotrophis*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

au = ° او

ai = ° اي

I = ° اي

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur kehadirat Allah swt. yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya kepada hamba-Nya, sholawat serta salam semoga senantiasa tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW. sampai saat ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Studi Arsitektur Daun Pada Kompleks Genus *Streblus* Koleksi Kebun Raya Bogor”**.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik dalam ide, kritik, saran maupun bentuk lainnya. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebagai penghargaan atau peran sertanya dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag. Selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Dr. Dian Ayuning Tyas, M. Biotech. selaku Ketua Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang.
4. Ibu Niken Kusumarini, M.Si. dan Bapak Muhammad Rifqi Hariri, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah

banyak berperan dengan meluangkan waktu serta tenaganya yang sangat berharga semata-mata demi mengarahkan dan membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.

5. Ibu Hafidha Asni Akmalia, M.Sc. dan Ibu Asri Febriana, M.Si. selaku Dosen Penguji III dan IV yang telah memberikan evaluasi berupa kritik dan saran yang sangat bermanfaat sehingga dapat membangun dan memberikan arahan dalam proses penyempurnaan skripsi ini.
6. Ibu Asri Febriana, M.Si. selaku Dosen Wali yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan sejak semester awal hingga saat ini.
7. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, pegawai dan civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmunya yang luar biasa bermanfaat bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dan perkuliahan dengan baik.
8. Cinta pertama penulis, Bapak Yasir tercinta, adalah sosok yang selalu menjadi pelita dan sandaran dalam kehidupan. Meski tidak menyelesaikan pendidikan tinggi, beliau memberikan motivasi, dukungan finansial, dan doa yang tulus sehingga penulis dapat meraih gelar

sarjana. Keberhasilan ini adalah wujud dari kasih dan semangat yang beliau berikan tanpa lelah.

9. Almarhumah ibu tercinta, Wiwik Widyawati, meski telah tiada sejak penulis di kelas 1 MTs, doa dan kasihmu tetap menjadi kekuatan. Semoga engkau bangga atas pencapaian ini, dan segala kebaikanmu menjadi amal jariyah yang terus mengalir.
10. Saudara kandung tercinta, Ahmad Sugianto Purnama, terima kasih atas kesediaanmu mendengarkan keluh kesah, memberikan nasihat, dan motivasi. Dukunganmu menjadi penguat yang membantu penulis bertahan dan terus melangkah tanpa menyerah.
11. Untuk Mbah Paerah, Mbah Sarotam, dan Mbah Suwarni, terima kasih atas kasih sayang dan bimbingan yang diberikan sejak penulis kecil. Doa, perhatian, dan teladan yang Mbah curahkan selalu menjadi sumber kekuatan dan inspirasi. Skripsi ini dipersembahkan sebagai ungkapan rasa syukur dan penghormatan atas cinta dan perhatian yang tiada henti.
12. Untuk Syella dan Maira, terima kasih atas persahabatan dan dukungan yang selalu kalian berikan selama masa perantauan. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini lebih bermakna dan mensupport di setiap tantangan yang harus dihadapi.

13. Kepada Sefi Arifka Setyaningrum, Adzra Ashiyah Darmawan, dan Nirma Oktaviani, sahabat selama masa perkuliahan yang telah mendampingi penulis selama empat tahun ini. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, dukungan, dan kebaikan yang kalian berikan, mulai dari masa maba hingga proses penulisan naskah ini. *See you on top, guys!*
14. Untuk Ismatul Azizah, rekan penelitian magang dan tugas akhir. Terima kasih telah menjadi teman yang tak hanya mendampingi, tetapi juga memberikan dukungan, semangat, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi tepat waktu.
15. Kepada Seluruh teman-teman Biologi angkatan 2021 (Denrophile) dan teman-teman KKN MMK UIN Walisongo Semarang, terima kasih atas dukungan, semangat, dan kenangan indah yang telah kita ciptakan bersama. Meski tak dapat menyebut nama satu per satu, kalian semua adalah bagian tak terpisahkan dari perjalanan ini.
16. Untuk kak Shofiyyatuz Zahro, S.Si. dan Kak Winda Larasati, S.Si., terimakasih atas segala bantuan, motivasi, dan arahan yang telah diberikan selama proses penyelesaian skripsi ini. Kehadiran dan bimbingan kalian tidak hanya memberikan pengetahuan, tetapi

juga semangat yang membangun, terutama saat penulis berada di titik terendah.

17. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada *Les' Copaque Production*, produser serial *Upin & Ipin*. Terima kasih telah menciptakan tontonan yang penuh makna dan menghibur, yang setia menemani penulis selama menyelesaikan skripsi, terutama di tengah malam yang sunyi. Semoga karya-karya *Les' Copaque Production* terus menginspirasi dan membawa kebahagiaan bagi banyak orang, seperti yang telah dirasakan penulis.

18. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan memberikan kontribusi dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga segala kebaikan, dukungan, dan perhatian yang telah diberikan menjadi amal yang berbuah keberkahan dan kebaikan bagi kita semua.

Tiada kata yang lebih tepat selain ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, doa, dan kontribusi dalam proses penyusunan skripsi ini. Doa terbaik senantiasa penulis panjatkan, semoga segala amal kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT dan menjadi keberkahan yang terus mengalir. Dengan segala keterbatasan dan

kekurangan yang ada, penulis berharap naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik untuk penelitian di masa mendatang bagi para pembaca maupun masyarakat luas.

Semarang, 23 Juni 2024

Penulis



Yuni Yusrotin

NIM. 2108016059

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA	
A. Kajian Pustaka.....	10
1. <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> dan <i>Streblus</i>	10
2. Arsitektur Daun	31

3. Kebun Raya Bogor	31
B. Kajian Tumbuhan dalam Perspektif Islam	32
C. Kajian Penelitian yang Relevan.....	34
D. Kerangka Berpikir.....	47

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	48
B. Setting Penelitian	49
1. Waktu Penelitian.....	49
2. Tempat Penelitian.....	49
C. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data	51
1. Alat dan Bahan Penelitian	51
2. Tahapan Penelitian.....	52
3. Instrumen Pengumpulan Data	55
D. Keabsahan Data	57
E. Analisis Data.....	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil dan Pembahasan.....	60
1. Karakteristik Arsitektur Daun Pada Kompleks Genus <i>Streblus</i> Koleksi Kebun Raya Bogor	60
2. Pola Pengelompokan <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> Berdasarkan Karakteristik Arsitektur Daun...92	92
3. Karakteristik Diagnostik Arsitektur Daun Pada Kompleks Genus <i>Streblus</i> Koleksi Kebun Raya Bogor..118	118

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan126

B. Saran128

DAFTAR PUSTAKA..... 129

LAMPIRAN..... 146

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kajian Penelitian yang Relevan	36
Tabel 3.1	Sampel <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> untuk Pengamatan Arsitektur Daun	51
Tabel 3.2	Instrumen Pengumpulan Data Karakter Arsitektur Daun	56
Tabel 4.1	Karakter Kualitatif Arsitektur Daun <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> Koleksi Kebun Raya Bogor	62
Tabel 4.2	Karakter Kuantitatif Arsitektur Daun <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> Koleksi Kebun Raya Bogor	67
Tabel 4.3	Karakter Kualitatif Tipe Venasi dari <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> Koleksi Kebun Raya Bogor	76
Tabel 4.4	Nilai <i>Eigenvalues</i> dari Delapan Karakter Arsitektur Daun Kompleks Genus <i>Streblus</i>	105
Tabel 4.5	Nilai <i>Eigenvector</i> dari Dua Komponen Utama	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Sloetia elongata</i> (Miq.) Koord.	13
Gambar 2.2	<i>Taxotrophis ilicifolia</i> (Kurz) S. Vidal dan <i>Taxotrophis taxoides</i> (B. Heyne ex Roth) Chew ex E.M. Gardner	14
Gambar 2.3	<i>Streblus asper</i> L.	15
Gambar 2.4	Pola Venasi <i>Excurrent Branching</i>	22
Gambar 2.5	Tipe Venasi Primer	23
Gambar 2.6	Tipe Venasi Sekunder	25
Gambar 2.7	Tipe Venasi Tersier	25
Gambar 2.8	Tipe Jarak Urat Sekunder	26
Gambar 2.9	Tipe Variasi Sudut Sekunder Utama ke Vena Tengah	27
Gambar 2.10	Tipe Vena Tersier Eksterior <i>Looped</i>	29
Gambar 2.11	Tipe Venasi Berakhir Bebas	30
Gambar 2.12	Kebun Raya Bogor	31
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian	50
Gambar 4.1	Habitus dari Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	62
Gambar 4.2	Variasi Bentuk Daun Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	73
Gambar 4.3	Variasi Ujung Daun Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	76
Gambar 4.4	Variasi Pangkal Daun Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	78
Gambar 4.5	Variasi Tepi Daun Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	79
Gambar 4.6	Tipe Jarak Urat Sekunder Pada Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	86
Gambar 4.7	Tipe Venasi Daun Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	87
Gambar 4.8	Variasi Sudut Sekunder Utama ke	90

Gambar 4.9	Vena Tengah pada Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> Hasil <i>Score Plot</i> Berdasarkan 10 Karakter Daun Pada Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	95
Gambar 4.10	Hasil <i>Cluster Analysis</i> Dengan 20 karakter dari Genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i>	109

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Judul	Halaman
Lampiran 1	Cek Turnitin	146
Lampiran 2	Alat dan Bahan	146
Lampiran 3	Pengambilan Sampel	147
Lampiran 4	Identifikasi Sampel	149
Lampiran 5	Pengamatan di Mikroskop Stereo Dino-lite	149
Lampiran 6	Lembar Observasi	150
Lampiran 7	Tabel Karakterisasi Arsitektur Daun	150
Lampiran 8	Skoring Data Arsitektur Daun	151
Lampiran 9	Analisis <i>Principal Component Analysis</i> dan <i>Cluster Analysis</i> Menggunakan <i>Software Paleontological Analysis</i> (PAST) versi 4	153
Lampiran 10.	Daftar Riwayat Hidup	154

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebun Raya Bogor (KRB) memainkan peran penting dalam konservasi *ex-situ* berbagai spesies tumbuhan tropis, termasuk anggota famili Moraceae Gaudich. (Purnomo *et al.*, 2015). Didirikan pada tahun 1817, Kebun Raya Bogor (KRB) termasuk salah satu kebun botani bersejarah di Asia Tenggara dengan luas sekitar 87 hektare. Kebun Raya Bogor (KRB) tidak hanya berfungsi sebagai taman botani, tetapi juga sebagai pusat penelitian dan pendidikan tentang keanekaragaman tumbuhan tropis (Ariati & Widyatmoko, 2019). Koleksi tumbuhan KRB mencakup lebih dari 15.000 spesimen dari sekitar 3.000 spesies, termasuk famili Moraceae Gaudich. (Ariati *et al.*, 2019). Kebun Raya Bogor memiliki koleksi berkisar 56 jenis dari famili Moraceae Gaudich., yang terdiri dari 12 genus diantaranya, *Ficus*, *Artocarpus*, *Morus*, *Streblus*, *Taxotrophis*, *Antiaris*, *Brosimum*, *Castilla*, *Milicia (Chlorophora)*, *Dorstenia*, *Parartocarpus*, dan *Piratinera* (Sahromi, 2020).

Moraceae merupakan salah satu famili tumbuhan yang memiliki sumber bahan kimia bioaktif dengan ukuran yang tidak kecil. Famili Moraceae memiliki 60 genus yang terdiri dari 1.400 spesies (Zakaria, 2018). Famili ini memiliki

penyebaran global yang luas, terutama di kawasan tropis dan subtropis, meskipun beberapa anggota juga dijumpai di daerah beriklim sedang (Berg & Corner, 2005). Tumbuhan Moraceae memiliki variasi morfologi yang besar. Tumbuhan ini berkisar dari pohon besar seperti *Artocarpus heterophyllus* Lam. (nangka) hingga liana pada beberapa spesies *Ficus* Tourn. ex L. (Datwyler & Weiblen, 2004).

Pada famili Moraceae terdapat tiga genus dengan kemiripan morfologi yang tinggi, yaitu *Sloetia* Teijsm. & Binn. ex Kurz, *Taxotrophis* Blume, dan *Streblus* Lour. Beberapa spesies dari genus ini memiliki morfologi yang mirip, sehingga ketiga genus ini termasuk ke dalam kompleks genus. Kompleks genus adalah kelompok genus dengan hubungan filogenetik dan kemiripan morfologi yang sangat dekat, yang menyebabkan batasan antar genus menjadi tidak jelas (Sousa *et al.*, 2021). Fenomena serupa juga ditemukan pada *Calamus melanochaetes*, yang sebelumnya dikenal sebagai *Daemonorops fissa*. Pada spesies tersebut, variasi morfologi yang rendah menyebabkan spesies ini dianggap sebagai bagian dari kompleks spesies, sehingga memerlukan kajian taksonomi yang mendalam untuk memastikan identifikasi yang akurat akurat (Ramadhani *et al.*, 2014).

Kesulitan dalam identifikasi yang akurat pada genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* disebabkan oleh tumpang

tindih karakter morfologi, yang menyulitkan penentuan batas antar genus. Hal ini terlihat pada genus *Streblus* merupakan kelompok heterogen yang terdiri atas lima *section* atau subgenus, seperti yang dijelaskan oleh Berg *et al.* (2006). Kelompok ini mencakup individu-individu dengan karakteristik morfologi yang beragam, yang termasuk dalam subgenus di bawah tingkat genus. Lima *section* dalam *Streblus* meliputi *Streblus*, *Paratrophis*, *Protostreblus*, *Sloetia*, dan *Taxotrophis*. Ketiga genus yang diteliti ini juga memiliki kemiripan pada karakter vegetatif dan reproduktif, seperti perawakan pohon atau semak, susunan daun *distichous*, tekstur daun *coriaceous*, bunga uniseksual, dan buah drupe, yang semakin menyulitkan penentuan batas antar genus (Berg *et al.*, 2006; Clement & Weiblen, 2009).

Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* telah mengalami beberapa kali perubahan nama (revisi), yang menyebabkan perbedaan pendapat di antara para ahli botani terkait klasifikasinya. Contoh perubahan nama berdasarkan kesamaan morfologi vegetatif dan generatif yaitu pada *Sloetia elongata* yang sebelumnya dikenal sebagai *Streblus elongatus*, serta *Taxotrophis taxoides* dan *Taxotrophis ilicifolia* yang sebelumnya masing-masing dikenal sebagai *Streblus taxoides* dan *Streblus ilicifolius*. Kebaruan data analisis molekuler dan pengamatan organ generatif juga

menyebabkan perubahan genus, seperti *Sloetia* yang dulunya dimasukkan dalam *Streblus*, serta *Bleekrodea* yang juga berasal dari *Streblus* (Clement & Weiblen, 2009; Tandang *et al.*, 2017; Gardner, 2020).

Perubahan nama dan klasifikasi pada genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* telah menimbulkan perbedaan pendapat di kalangan ahli botani, sehingga diperlukan kajian yang mendalam terkait metode identifikasi. Identifikasi tumbuhan merupakan langkah mendasar dalam studi taksonomi dan ekologi. Secara tradisional, identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi organ generatif, terutama bunga dan buah yang telah terbukti efektif (Meinata *et al.*, 2021). Namun, pendekatan ini sering menghadapi kendala ketika organ generatif tidak tersedia di lapangan atau sulit diamati. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, para ahli botani mengembangkan metode alternatif berupa arsitektur daun untuk mendukung proses identifikasi (Fayed *et al.*, 2020).

Penelitian Clement & Weiblen (2009) menunjukkan bahwa banyak anggota famili Moraceae, termasuk ketiga genus tersebut memiliki bunga kecil yang sering bersifat uniseksual, sehingga sulit diamati di lapangan. Kondisi ini memperburuk permasalahan taksonomi yang sudah ada, sehingga pendekatan alternatif diperlukan untuk mengatasi

kesulitan identifikasi dan menyelesaikan permasalahan taksonomi pada spesies *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor.

Berdasarkan observasi lapangan, genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* memiliki karakter organ vegetatif yang bervariasi, khususnya pada organ daun. Variasi ini mendorong penggunaan pendekatan arsitektur daun yang mencakup pola struktural seperti bentuk, ukuran, venasi, tekstur permukaan, dan karakteristik lainnya (Ellis *et al.*, 2009; Sack & Scoffoni, 2013). Pendekatan ini menawarkan solusi praktis untuk mengidentifikasi spesies dari ketiga genus tersebut pada koleksi Kebun Raya Bogor.

Arsitektur daun memiliki keunggulan yaitu dapat diamati sepanjang tahun (Ellis *et al.*, 2009), selain itu penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa arsitektur daun efektif dalam membedakan spesies tumbuhan. Penelitian Meinata *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies dari famili Dipterocarpaceae. Conn (2015) juga berhasil menggunakan arsitektur daun untuk membedakan dua taksa infraspesifik, yaitu *Streblus brunonianus* (Endl.) F.Muell. dan *Streblus pendulinus* (Endl.) F.Muell. Penelitian Zahro *et al.* (2024) membedakan genus *Syzygium* dan *Psidium* serta Larasati *et al.* (2024) memisahkan genus *Ixora* dan

Psychotria.

Label gantung yang terdapat pada koleksi tanaman di Kebun Raya Bogor, termasuk sampel dari genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*, masih menunjukkan nama spesies yang belum diperbarui. Hal ini disebabkan oleh adanya revisi taksonomi yang memindahkan beberapa spesies ke genus yang berbeda berdasarkan penelitian terbaru (Tandang *et al.*, 2017; Gardner, 2021). Ketidaksesuaian ini dapat menghambat identifikasi yang akurat dan pemahaman taksonomi yang tepat untuk pengelolaan koleksi di Kebun Raya Bogor. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperbarui informasi taksonomi berdasarkan karakter morfologi yang mendetail.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakter arsitektur daun, hubungan kekerabatan dan mengkaji karakter diagnostik dari spesies dalam genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor. Penelitian ini diharapkan dapat memudahkan identifikasi pada ketiga genus tersebut dan dapat berkontribusi terhadap konservasi keanekaragaman hayati Indonesia.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik arsitektur daun pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor?
2. Bagaimana hubungan kekerabatan antar spesies pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor berdasarkan karakteristik arsitektur daun?
3. Apa saja karakteristik arsitektur daun dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor?

C. Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan karakteristik arsitektur daun pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor.
2. Menganalisis hubungan kekerabatan antar spesies pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor berdasarkan karakteristik arsitektur daun.
3. Menganalisis karakteristik arsitektur daun yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies pada kompleks genus *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dengan menyediakan literatur ilmiah dan referensi tambahan dalam bidang sistematika tumbuhan dan struktur perkembangan tumbuhan, khususnya mengenai kompleks genus *Streblus*. Hal tersebut akan mendukung penelitian-penelitian selanjutnya dibidang terkait.

1. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti: Penelitian ini menjadi kesempatan bagi peneliti untuk mengaplikasikan pengetahuan dalam sistematika tumbuhan dan struktur perkembangan tumbuhan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memudahkan identifikasi pada genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* serta dapat berkontribusi terhadap konservasi keanekaragaman hayati Indonesia.
- b. Bagi masyarakat: Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang nilai taksonomi kompleks genus *Streblus*, sehingga masyarakat yang

berada di lapangan seperti di kebun raya atau hutan dapat menggunakannya sebagai acuan untuk mengenali jenis tumbuhan. Informasi ini juga berguna bagi masyarakat yang memanfaatkan nilai etnobotani kompleks genus tersebut, seperti pemanfaatan kayu, serta bagi penggemar tanaman hias yang berkecimpung dalam budidaya bonsai. Penelitian ini mendukung penyediaan informasi praktis yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai kalangan masyarakat.

- c. Bagi UIN Walisongo Semarang: Penelitian ini mendukung tindakan untuk mencapai Visi dan Misi UIN Walisongo Semarang dalam menjadi Universitas Islam riset terdepan berbasis kesatuan ilmu pengetahuan.
- d. Bagi Kebun Raya Bogor: Hasil penelitian ini mendukung tindakan konservasi tumbuhan di Indonesia, dengan fokus khusus pada kompleks genus *Streblus*.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. *Sloetia*, *Taxotrophis* dan *Streblus*

Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* adalah anggota dari famili Moraceae (Somasekhar *et al.*, 2013). Tanaman ini dicirikan oleh adanya cairan berwarna putih (*latex*) dan memiliki *stipula* (daun penumpu) yang mudah gugur serta meninggalkan tanda berbentuk lingkaran pada batang yang dapat dijadikan sebagai karakter diagnostik untuk membedakan famili Moraceae. Tumbuhan dalam kelompok ini memiliki susunan daun berseling (*alternate*) atau *alternate distichous*, termasuk daun tunggal, dan setiap daun memiliki satu daun penumpu (Sahromi, 2020).

Sloetia merupakan genus monotipe yang hanya memiliki satu spesies yaitu *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. (Gambar 2.1). Spesies ini tercatat tersebar di Semenanjung Malaya, Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi (Berg *et al.*, 2006; Clement & Weiblen, 2009). Karakter morfologi dari *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. meliputi daun *distichous*, *lateks* berwarna putih hingga krem, daun lonjong, dan *stipula* lateral yang jelas, hampir melingkari batang secara penuh namun tidak sepenuhnya bertemu (Tandang *et al.*,

2017).

Taxotrophis termasuk dalam famili Moraceae, namun informasi tentang genus ini terbatas. Dari sumber-sumber yang tersedia, *Taxotrophis* diketahui tersebar di kawasan Asia Tenggara. Morfologi spesies dalam genus ini ditandai dengan duri atau tepi daun bergerigi (Gambar 2.2). Perbungaannya berkelamin tunggal, dengan *bracts* menempel di pangkal, dan menghasilkan buah berupa *drupe* (Berg *et al.*, 2006).

Streblus merupakan bagian dari famili Moraceae yang terdiri dari 25 spesies (Mabberley, 2008; Berg *et al.*, 2006). *Streblus* dikenal dengan berbagai nama, diantaranya Berricka, Bar-inka, Rudi, Koi, Sheora, Semak Siamese dan pohon sikat gigi, sementara di Indonesia dikenal dengan nama Serut (Siraj *et al.*, 2013). *Streblus* adalah pohon yang dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 4-15 m (Chamariya *et al.*, 2022).

Streblus memiliki bentuk daun yang bervariasi dari bulat telur (*ovate*) hingga lonjong (*ellips*), dengan panjang daun berkisar 4-12 cm. Daunnya bergerigi dengan tekstur kasar, berwarna hijau, ujung runcing, dan pangkal yang tumpul hingga berbentuk hati. Daun ini juga memiliki tulang menyirip dan dilengkapi dengan 4-7 vena sekunder di setiap sisi vena tengah (Gambar 2.3) (Verma *et al.*, 2015:

Chamariya *et al.*, 2022). Tumbuhan ini termasuk pohon *monoecious*. Pada pohon yang sama terdapat bunga jantan dan betina yang tumbuh secara terpisah serta berwarna kuning kehijauan. Bunga jantan ditemukan di bagian pangkal daun dekat dengan batang utama atau cabang, sementara bunga betina tumbuh berkelompok (Verma *et al.*, 2015). Buah berbiji ini memiliki bentuk bulat berwarna kuning berdiameter 6 mm. Buah yang belum matang memiliki ciri khas tertutup oleh lobus kelopak yang membesar, tanpa dasar yang berdaging (Chamariya *et al.*, 2022).

a. Klasifikasi

Kedudukan taksonomi *Sloetia* dapat diurutkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Division : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Rosales

Family : Moraceae

Genus : *Sloetia*

Spesies : *Sloetia elongata* (Miq.) Koord.

(Sumber: POWO, 2024)



Gambar 2.1 *Sloetia elongata* (Miq.) Koord.
(Sumber: *Plant Of The World*, 2024)

Kedudukan taksonomi *Taxotrophis* dapat diurutkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Division : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Rosales

Family : Moraceae

Genus : *Taxotrophis*

Spesies : *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S.Vidal dan
Taxotrophis taxoides (B.Heyne ex Roth)
Chew ex E.M.Gardner

(Sumber: POWO, 2024)



Gambar 2.2 (A) *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S.Vidal dan (B) *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner
(Sumber: *Plant Of The World*, 2024)

Kedudukan taksonomi *Streblus* dapat diurutkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Division : Tracheophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Rosales

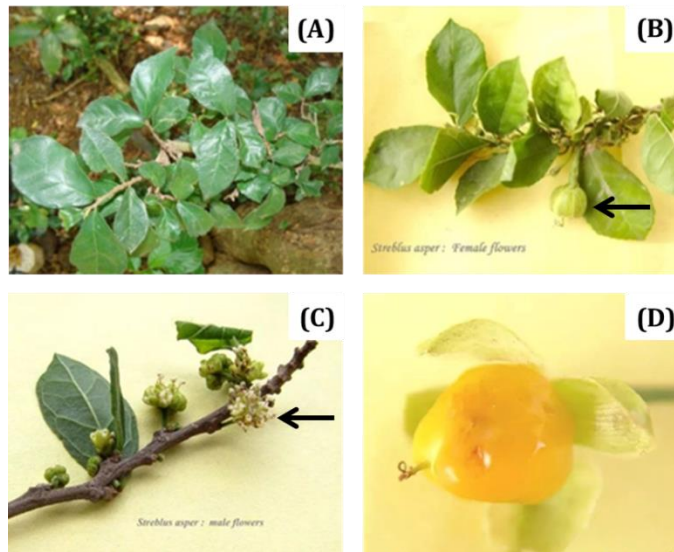
Family : Moraceae

Genus : *Streblus*

Spesies : *Streblus asper* L.

(Sumber: POWO, 2024)

Karakter morfologi *Streblus asper* L. dapat diamati pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 (A) Daun, (B) Bunga betina, (C) Bunga jantan, (D) Buah *Streblus asper* L.

(Sumber: <https://indiabiodiversity.org>, 2024)

b. Habitat

Tumbuhan *Sloetia* ditemukan di beberapa daerah seperti Sumatera, Kepulauan Riau, Semenanjung Malaya, Singapura, Kalimantan, Sulawesi hingga Mindanao (Berg *et al.*, 2006). Habitatnya terutama di hutan sekunder dataran rendah (Tandang *et al.*, 2017). Sementara itu, tumbuhan *Taxotrophis* tersebar di

Bangladesh, Myanmar, Cina Selatan, Indochina, Thailand, serta di beberapa wilayah Malesia termasuk Sumatera utara, Semenanjung Malaya, Kalimantan, Filipina, Sulawesi, Kepulauan Sunda Kecil, Maluku, dan Nugini. Habitatnya cenderung di hutan kering, terutama di area perbukitan kapur dan pantai berbatu dengan ketinggian 1100 m di atas permukaan laut (Berg *et al.*, 2006).

Tumbuhan *Streblus* tumbuh di berbagai negara tropis diantaranya India, Sri Lanka, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Indonesia. Tumbuhan ini dapat tumbuh dan tersebar di Negara Indonesia tepatnya di pulau Sumatera, Jawa, Madura, Kepulauan Sunda Kecil dan Maluku. Habitatnya di hutan hujan tropis dengan ketinggian antara 700 hingga 1000 m di atas permukaan laut (Berg *et al.*, 2006).

c. **Manfaat**

Tumbuhan *Sloetia* dan *Taxotrophis* memiliki berbagai manfaat penting dalam kehidupan manusia. Kedua genus ini berfungsi sebagai tanaman pelindung dan spesies kunci dalam ekosistem, serta dimanfaatkan sebagai sumber pangan, penghasil kayu, tali temali, karet atau lateks, dan tanaman obat. Beberapa spesies

dari genus ini juga dijadikan pakan ulat sutera, makanan ternak, dan tanaman hias yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Sahromi, 2021; Gumilar *et al.*, 2022).

Tumbuhan *Streblus asper* L. yang termasuk dalam genus *Streblus* sangat bernilai dari segi ekonomi dan estetika di wilayah Indonesia. Tumbuhan ini populer sebagai tanaman hias, terutama dalam bentuk bonsai berkat karakter uniknya seperti perakaran tunjang yang kuat, sistem percabangan yang banyak, daun yang lebar, dan bentuk yang menarik (Ratnasari, 2008). Ketahanan tumbuhan tersebut terhadap berbagai kondisi lingkungan membuatnya mudah dirawat tanpa memerlukan perhatian khusus. Penelitian spesifik tentang penggunaan *Streblus asper* L. sebagai tanaman hias masih terbatas, namun tanaman *indoor* secara umum telah terbukti dapat meningkatkan kenyamanan fisik dan kesejahteraan mental (Lohr & Pearson-Mims, 2000).

Tumbuhan *Streblus* juga memiliki berbagai manfaat medis. Secara tradisional, tumbuhan tersebut telah digunakan dalam pengobatan berbagai penyakit termasuk wasir, tuberkulosis, kusta, penyakit kaki gajah, diare, disentri dan kanker (Siraj *et al.*, 2013). Ekstrak tumbuhan ini mengandung senyawa fitokimia aktif yang

menunjukkan beragam aktivitas biomedis (Chamariya *et al.*, 2022). Studi terbaru menunjukkan potensi antimikrob ekstrak daun *Streblus asper* L., termasuk memiliki kemampuan menghambat adhesi *Candida albicans* pada sel epitel bukal manusia secara *in vitro* (Taweechaisupapong *et al.*, 2005). Potensi antidiabetes tumbuhan tersebut juga telah diteliti. Karan *et al.* (2013) melaporkan bahwa ekstrak *Streblus asper* L. memiliki efek *streptozotocin* yang menunjukkan potensinya dalam pengobatan diabetes.

2. Arsitektur Daun

Arsitektur daun merujuk pada susunan dan bentuk bagian-bagian daun, termasuk pola venasi, bentuk daun, tepi daun, dan struktur mikroskopis seperti trikoma dan stomata (Pulan & Buot, 2014; Fayed *et al.*, 2020). Arsitektur daun berfungsi sebagai alat taksonomi yang efektif karena variasi pola venasi dan struktur daun sering kali bersifat spesifik bagi suatu spesies atau kelompok spesies (Mishra *et al.*, 2010). Penggunaan arsitektur daun dalam taksonomi memiliki keunggulan dibandingkan dengan penggunaan organ reproduksi. Daun tersedia sepanjang tahun, sedangkan organ reproduksi seperti bunga dan buah hanya muncul pada waktu-waktu tertentu dalam siklus hidup

tumbuhan. Hal tersebut memudahkan pengumpulan data dan identifikasi spesies di lapangan (Ellis *et al.*, 2009; Pulan & Buot, 2014). Organ vegetatif seperti daun menyediakan karakter diagnostik yang penting untuk membedakan antar spesies tumbuhan, terutama ketika karakter reproduktif tidak tersedia atau sulit diamati. Pola venasi daun yang mengacu pada susunan urat-urat daun bervariasi antar spesies dan sering digunakan sebagai karakter diagnostik dalam klasifikasi taksonomi (Pulan & Buot, 2014; Fayed *et al.*, 2020).

Fungsi utama arsitektur daun adalah mendukung proses fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Pola venasi yang efisien membantu distribusi air dan nutrisi, serta pengangkutan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan (Sack & Scoffoni, 2013). Evolusi arsitektur daun telah memainkan peran penting dalam adaptasi tumbuhan terhadap berbagai habitat. Penelitian Roth-Nebelsick *et al.* (2021) menjelaskan bahwa pola venasi daun telah berevolusi untuk mengoptimalkan transportasi air dan nutrisi, serta memberikan dukungan mekanis pada daun. Variasi dalam arsitektur venasi di antara spesies tumbuhan mencerminkan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, seperti ketersediaan air, intensitas cahaya, dan suhu. Struktur mikroskopis seperti trikoma berperan dalam

melindungi daun dari herbivora dan mengurangi kehilangan air melalui transpirasi (Thepsithar & Thongpukdee, 2013).

Penelitian terbaru menunjukkan keefektifan penggunaan arsitektur daun dalam membedakan spesies tumbuhan. Penelitian Escalona & Buot (2023), menemukan variasi pola venasi dan bentuk daun pada berbagai varietas *Hibiscus rosa-sinensis* yang dapat digunakan untuk membedakan varietas. (Chitwood & Sinha, 2016) menunjukkan bahwa arsitektur daun dapat memberikan informasi penting tentang evolusi dan adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan.

Studi pada spesies *Psidium* di Savana Brasil menunjukkan bahwa karakteristik arsitektur daun, seperti pola venasi dan bentuk daun dapat digunakan untuk membedakan spesies dalam genus tersebut. Variasi dalam arsitektur daun di antara spesies *Psidium* mencerminkan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda di ekosistem Savana (Oliveira *et al.*, 2017). Penelitian pada spesies *Camellia* menggunakan teknik pengenalan pola mendemonstrasikan bahwa variasi arsitektur daun dapat digunakan sebagai alat yang efektif untuk klasifikasi taksonomi. Karakteristik seperti bentuk daun, pola venasi, dan struktur tepi daun memberikan informasi penting untuk membedakan spesies dalam genus *Camellia* (Lu *et al.*,

2012).

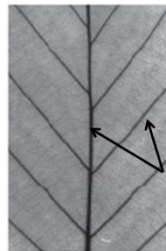
Karakter-karakter daun dapat diamati berdasarkan karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif meliputi warna permukaan atas (adaksial) daun, warna permukaan bawah (abaksial) daun, kelengkapan daun, bentuk daun (*leaf shape*), ujung daun (*leaf apex*), pangkal daun (*leaf base*), simetri medial (*medial symmetry*), tekstur permukaan daun, tipe venasi (*type of venation*), tipe venasi primer (*type of primary venation*), tipe venasi sekunder (*type of secondary venation*), tipe venasi tersier (*type of tertiary venation*), tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (*type of variation major secondary angle to midvein*), tipe vena tersier eksterior (*type of exterior tertiary course*), tipe venasi yang berakhir bebas (*type of freely ending veinlets*), tipe jarak urat sekunder (*type major secondary spacing*). Karakter kuantitatif mencakup panjang dan lebar daun serta jumlah tulang daun sekunder (Ellis *et al.*, 2009).

Pola venasi merupakan salah satu karakter penting yang digunakan dalam identifikasi tumbuhan hidup maupun fosil (Simpson, 2019). Venasi daun merujuk pada pola urat daun dan percabangannya. Penelitian paleobotani telah lama memanfaatkan variasi pola venasi dalam mengidentifikasi spesies tumbuhan. Klasifikasi venasi daun

yang komprehensif pertama kali diperkenalkan oleh Hickey (1973; 1979) dan kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Ellis *et al.* (2009) dalam *Manual Architectural of Leaf*. Pada penelitian ini, tipe-tipe venasi yang diamati mengikuti klasifikasi Ellis *et al.* (2009). Venasi daun terbagi ke dalam beberapa kategori berdasarkan pola dan struktur:

1. Tipe pola venasi (*Type of venation*)

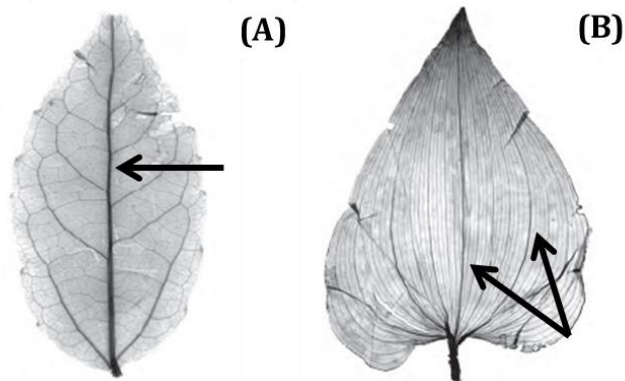
Excurrent branching adalah pola percabangan lateral pada vena utama (urat daun), di mana cabang-cabang lateral keluar dari vena utama tanpa menyebabkan pembelokan (Gambar 2.4) (Ellis *et al.*, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Meinata *et al.* (2021) pada famili Dipterocarpaceae dan Larasati *et al.* (2024) pada genus *Ixora* dan *Psychotria* menunjukkan adanya kesamaan pola venasi ini. Pola tersebut bersifat konservatif dan diwariskan antar generasi.



Gambar 2.4 Pola venasi *excurrent branching*
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

2. Tipe venasi primer (*Type of primary venation*)

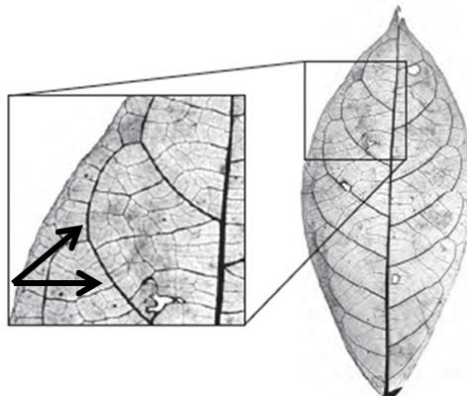
Venasi primer merupakan pola cabang urat utama pada daun yang membentuk kerangka dasar. Salah satu tipenya yaitu *pinnate* ditandai oleh satu vena utama yang memanjang dari pangkal hingga ujung daun. kemudian, cabang-cabang sekunder tumbuh dari urat utama secara simetris ke arah lateral, menciptakan pola teratur (Gambar 2.5 A). Sebaliknya, *campylodromous*, umumnya ditemukan pada tanaman monokotiledon dengan beberapa vena utama yang muncul berdekatan dari pangkal daun dan melengkung ke arah ujung membentuk pola busur (Gambar 2.5 B) (Ellis *et al.*, 2009).



Gambar 2.5 Tipe venasi primer. Ket: *Pinnate* (A) dan *Campylodromous* (B)
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

3. Tipe venasi sekunder (*Type of secondary venation*)

Brochidodromous merupakan tipe venasi sekunder yang ditandai oleh pola vena sekunder yang saling bergabung membentuk lengkungan atau *loop* di sepanjang tepi daun (Gambar 2.6) (Ellis *et al.*, 2009). Vena sekunder ini juga dikenal sebagai vena kelas mayor. Pola ini mewakili vena tingkat rendah sesuai deskripsi Roth-Nebelsick *et al.* (2001).



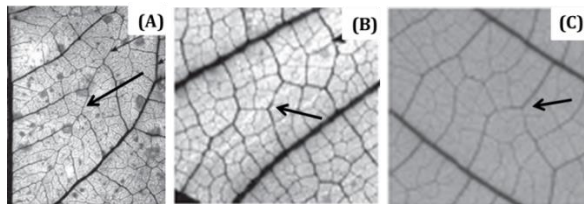
Gambar 2.6 Tipe venasi sekunder *brochidodromous*
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

3. Tipe venasi tersier (*Type of tertiary venation*)

Tipe venasi tersier mencakup pola bercabang yang lebih halus di antara vena sekunder (Gambar 2.7).

Tipe venasi *composite admedial* merupakan pola di mana vena tersier terhubung ke batang utama yang bercabang ke arah dalam (*admedial*) menuju sudut aksila vena sekunder utama (Gambar 2.7 A). Pola ini menunjukkan distribusi vena yang terorganisir dan mengarah pada penyebaran yang efisien ke arah tertentu dalam daun (Roth-Nebelsick, 2001; Ellis *et al.*, 2009).

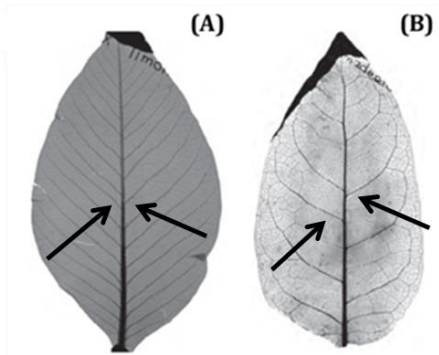
Tipe *sinous* ditandai dengan pola vena yang melengkung dan mengalami perubahan arah kurva (Gambar 2.7 B). Pola ini memberikan fleksibilitas pada struktur daun serta memperluas cakupan distribusi jaringan pembuluh ke area yang lebih luas. Sementara, tipe *alternate* menunjukkan pola sebagian besar vena tersier melintasi vena sekunder dengan sudut yang teratur (Gambar 2.7 C) (Ellis *et al.*, 2009; Sack & Scoffoni, 2013).



Gambar 2.7 Tipe venasi tersier. Ket: *Composite admedial* (A), *Sinous* (B), dan *Alternate percurrent tertiary fabric* (C) (Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

4. Tipe jarak urat sekunder (*Type of major secondary spacing*)

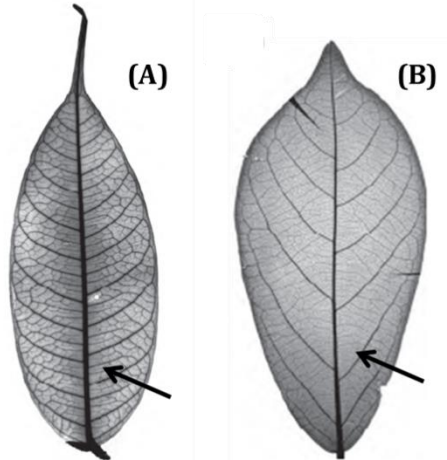
Jarak urat sekunder merupakan variasi jarak antara urat sekunder yang berdekatan, yang diukur pada titik pertemuan urat tersebut dengan urat utama. Pola jarak ini dapat dibedakan menjadi dua tipe. Jarak *regular* ditandai dengan jarak antar urat sekunder yang berkurang baik ke arah distal (ujung daun) maupun proksimal (pangkal daun). Pola ini mencerminkan distribusi urat yang teratur di sepanjang helaian daun (Gambar 2.8 A). Sebaliknya, jarak *irregular* menunjukkan pola di mana jarak antar urat sekunder bervariasi di seluruh permukaan daun, tanpa adanya pola pengurangan jarak yang konsisten (Gambar 2.8 B) (Ellis *et al.*, 2009).



Gambar 2.8 Tipe jarak urat sekunder. Ket: *Secondary spacing regular* (A) dan *Secondary spacing irregular* (Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

5. Tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah
(*Type of variation in the major secondary angle to the midvein*)

Variasi sudut antara vena sekunder utama dan vena tengah dapat diamati melalui sudut pertemuan kedua venasi tersebut. Garis pertama dibuat mengikuti vena tengah, sedangkan garis kedua mengikuti vena sekunder. Sudut yang terbentuk menunjukkan pola tertentu yang dapat dikategorikan ke dalam dua tipe utama berdasarkan sifat perubahannya (Gambar 2.9) (Ellis *et al.*, 2009).



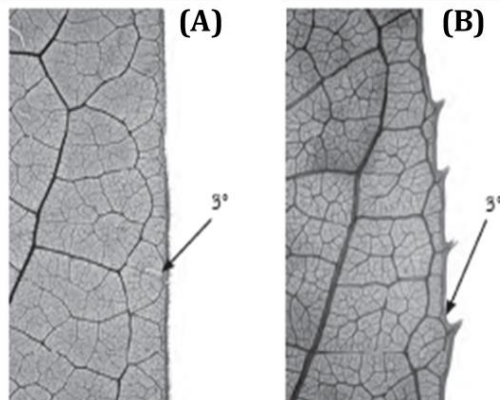
Gambar 2.9 Tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah. Ket: *Secondary angle uniform* (A) dan *Secondary angle smoothly decreasing proximally*
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

Tipe pertama, yaitu *uniform* ditandai dengan sudut antara vena utama dan sekunder yang relatif tetap dari pangkal hingga bagian tertentu, dengan perubahan yang kecil (Gambar 2.9 A). Tipe kedua yaitu *smoothly decreasing proximally*, menunjukkan sudut yang secara bertahap semakin kecil dari pangkal daun menuju ujung daun (Gambar 2.9 B). Kedua tipe ini mencerminkan pola variasi yang relevan dalam analisis arsitektur daun (Ellis *et al.*, 2009).

6. Tipe vena tersier eksterior (*Type of exterior tertiary course*)

Venasi tersier eksterior bertipe *looped* merujuk pada pola konfigurasi urat daun tingkat tiga (*third-order veins*) yang terletak di bagian luar (*exmedial*) dari urat sekunder. Pola ini ditandai oleh urat-urat tersier yang membentuk struktur melingkar atau *loop*, yang saling terhubung di antara urat-urat sekunder terluar. Pola *looped* memberikan indikasi struktur venasi yang kompleks dan terorganisasi (Gambar 2.10).

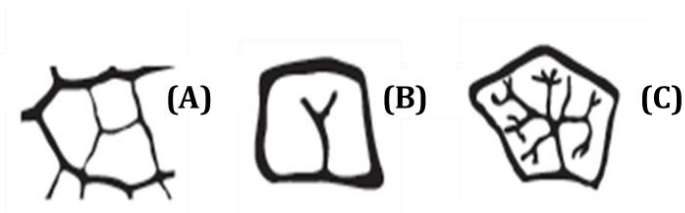
Pola venasi *looped* memiliki fungsi penting dalam mendukung distribusi air ke seluruh bagian daun, terutama pada area tepi. Konfigurasi ini juga membantu mencegah kekeringan dengan memastikan efisiensi transportasi air pada kondisi lingkungan yang menantang. Pemahaman tentang pola ini memberikan informasi tambahan dalam analisis adaptasi fisiologis daun terhadap habitat tertentu (Yapp, 1912; Ellis *et al.*, 2009).



Gambar 2.10 Tipe vena tersier exterior *Looped* (A dan B)
(Sumber: Ellis *et al.*, 2009)

7. Tipe venasi berakhir bebas (*Type of freely ending veinlets*)

Freely Ending Veinlets (FEVs) merupakan vena pada tingkat tertinggi yang bercabang bebas di jaringan daun dan tidak terhubung langsung dengan vena lainnya. Terdapat tiga tipe *FEVs* berdasarkan pola percabangannya. Pertama, *FEVs absent* yaitu kondisi vena tertinggi tidak terdapat percabangan bebas di jaringan daun (Gambar 11. A). Kedua, *mostly with one branch* yang menunjukkan satu cabang sederhana dan membentuk pola yang linier (Gambar 11. B). Ketiga, *branching unequal (dendritic)*, yaitu *FEVs* bercabang secara tidak merata membentuk pola *dendritic*, dengan cabang yang memiliki panjang yang bervariasi (Gambar 11. C) (Ellis *et al.*, 2009; Sutar & Salunke, 2016).



Gambar 2.11 Tipe venasi berakhir bebas. Ket: *FEV's absent* (A), *Mostly with one branch* (B), dan *Branching unequal (dendritic)* (C)

3. Kebun Raya Bogor

Kebun Raya berkontribusi dalam pelestarian flora sejak ratusan tahun lalu melalui sistem konservasi di luar habitat asli (*ex situ*). Kebun Raya Bogor menjadi kebun botani terluas di pusat Kota Bogor, Jawa Barat. KRB menempati lahan seluas 87 hektare pada ketinggian 226-270 meter di atas permukaan laut. Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya di bawah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang mengelola KRB saat ini. Pemerintah melakukan perubahan pengelolaan ini melalui reorganisasi lembaga riset nasional (Gambar 2.12) (BRIN, 2021).



Gambar 2.12 Kebun Raya Bogor
(Sumber: Ariati & Widyatmoko, 2019)

Kebun Raya Indonesia memiliki fungsi utama untuk mengonservasi tumbuhan di luar habitat aslinya. Kebun

Raya Indonesia berperan sebagai tempat perlindungan terakhir bagi tumbuhan langka, tumbuhan terancam punah, dan tumbuhan endemik Indonesia (Ariati & Widyatmoko, 2019). Kebun Raya Bogor memiliki koleksi tumbuhan hidup sebanyak 9.201 individu yang mencakup herba, perdu, liana, dan pohon. Koleksi pohon berusia lebih dari 60 tahun mencapai 1.496 spesimen dari beragam marga dengan bentuk morfologi yang unik. Koleksi tumbuhan KRB menyimpan nilai sejarah yang penting.

Peran strategis Kebun Raya Bogor terwujud dalam bidang pendidikan dan penelitian di bawah naungan Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN), Kebun Raya Bogor menjadi pusat riset tumbuhan yang mendukung pengembangan ilmu pengetahuan di bidang botani dan ekologi. Kebun Raya Bogor (KRB) juga berperan dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia melalui program-program penelitian dan pengembangan (Ariati & Widyatmoko, 2019).

B. Kajian Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Penelitian tentang arsitektur daun sejalan dengan konsep botani islam, yang mendorong umat Islam untuk mengamati dan mempelajari alam sebagai bentuk ibadah dan penghargaan terhadap ciptaan Allah SWT (Bakar, 2015).

Hal ini tercermin dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya:

"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?" (QS. Asy-Syuara':7)

Quraish Shihab menekankan dalam tafsirnya bahwa ayat tersebut mengajak manusia untuk merenungkan dan meneliti fenomena alam, termasuk keragaman tumbuhan. Dalam konteks arsitektur daun, keragaman ini dapat diamati melalui variasi pola susunan daun, bentuk daun, ukuran daun, susunan pertulangan (*venation*), dan karakter morfologi lainnya. Setiap variasi ini memiliki fungsi adaptif yang mencerminkan kemampuan tumbuhan untuk bertahan hidup di habitatnya masing-masing (Oliveira *et al.*, 2017). Hal tersebut dipandang sebagai bukti kebesaran Allah dan sarana untuk memanfaatkan sumber daya alam secara bijaksana (Shihab, 2018).

C. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya yang relevan, dengan mengutip artikel internasional dan nasional sebagai referensi utama, diantaranya :

1. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Conn (2015)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Conn (2015). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies yang diteliti. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Conn (2015) berfokus pada *Streblus brunonianus* (Endl.) F.Muell. dan *Streblus pendulinus* (Endl.) F.Muell. Penelitian yang dilakukan Conn (2015) belum melakukan analisis klaster dan belum mengidentifikasi karakter yang berpengaruh dalam membedakan kedua spesies tersebut.

2. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Sahromi (2020)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Sahromi (2020). Persamaannya terletak pada objek penelitian yang berfokus pada famili Moraceae, termasuk genus *Streblus*. Perbedaannya terdapat

pada metode yang digunakan, dimana penelitian Sahromi (2020) menerapkan metode pengolahan data dengan mencocokkan spesimen dari lapangan dengan katalog Kebun Raya Bogor.

3. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Maulia & Susandarini (2019)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Maulia & Susandarini (2019). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies dan analisis kluster untuk mengelompokkan spesies yang diamati. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Maulia & Susandarini (2019) berfokus pada *Aquilaria malaccensis* dan *Gyrinops versteegii*.

4. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Escalona and Buot (2023)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Escalona and Buot (2023). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun, analisis kluster, dan analisis komponen utama. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Escalona and Buot (2023) berfokus pada varietas dari *Hibiscus-rosa sinensis* L.

Tabel 2.1 Kajian Penelitian yang Relevan

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
1.	<i>Re-straightening the story of S. brunonianus and S. pendulinus</i> (Moraceae). (Barry J Conn. <i>Telopea Journal of Plant Systematics</i> , Vol 18 (73-78): 17 April 2015).	Penelitian tersebut menggunakan pengamatan ulang melalui pendekatan morfologi daun dan bunga sebagai karakteristik yang digunakan untuk membedakan kedua, spesies tersebut.	Belum dilakukan analisis kluster dan karakter yang berpengaruh untuk membedakan spesies <i>Streblus brunonianus</i> (Endl.) F.Muell. dan <i>Streblus pendulinus</i> (Endl.) F.Muell., namun hanya karakterisasi morfologi dan venasi dari spesies tersebut.
2.	<i>Ex situ conservation of the Moraceae Family in the Bogor Botanical Gardens, West Java.</i> (Sahromi. <i>Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia</i> , Vol 6 (1): 1 Juni 2020).	Penelitian tersebut menggunakan metode observasi lapangan yang meliputi pencatatan data koleksi hidup, koreksi nama jenis, verifikasi ulang data menggunakan data sekunder dari buku kebun di subbidang Registrasi Kebun Raya Bogor dan dokumentasi spesimen.	Penelitian tersebut fokus pada observasi dan dokumentasi koleksi spesies Moraceae di Kebun Raya Bogor, termasuk spesies <i>Streblus</i> Lour. dengan menekankan pada strategi konservasi dan pengelolaan koleksi. Namun, penelitian tersebut tidak mengeksplorasi secara mendalam karakteristik morfologi spesifik, terutama arsitektur daun untuk membedakan spesies dalam genus <i>Streblus</i> Lour.
3.	<i>Role of Leaf Architecture for the Identification of agarwood-producing Species Aquilaria</i>	Penelitian tersebut memanfaatkan arsitektur daun untuk mengidentifikasi spesies penghasil	Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu <i>Aquilaria malaccensis</i> Lam. and <i>Gyrinops versteegii</i>

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
4.	<p><i>malaccensis</i> Lam. and <i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke at Vegetative Stage. (Zahrotul Maulia and Ratna Susandarini. Journal of Biological Sciences, 19(6) :2019).</p> <p><i>Exploring leaf architecture in varieties of Hibiscus rosa-sinensis</i> L. (Malvaceae). (Clarissa Mae P. Escalona, Inocencio E. Buot, Jr. Journal of plant taxonomy and geography, 78(2) : October10, 2023).</p>	<p>gaharu, <i>Aquilaria malaccensis</i> dan <i>Gyrinops versteegii</i>, pada tahap vegetatif. Metode yang digunakan meliputi pengamatan morfologi daun dan analisis karakteristik daun untuk membedakan kedua spesies pada tahap vegetatif.</p> <p>Penelitian tersebut memfokuskan pada eksplorasi arsitektur daun dalam berbagai varietas <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. dengan tujuan memahami variasi morfologi daun dalam konteks taksonomi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Multivariate Hierarchal Cluster Analysis di Past 4 dengan metode UPGMA dan pendekatan <i>euclidean</i>.</p>	<p>(Gilg.) Domke. Penelitian tersebut juga belum menggunakan karakter berupa warna permukaan abaksial dan warna permukaan addaksial ketika pengamatan arsitektur daun.</p> <p>Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu varietas <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>. Penelitian tersebut juga belum menggunakan karakter berupa warna permukaan abaksial dan warna permukaan addaksial ketika pengamatan arsitektur daun. Analisis data berupa analisis kluster dan analisis karakter yang berpengaruh untuk membedakan varietas <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. juga belum diterapkan.</p>
5.	<p><i>Leaf Architecture of Philippine Shorea species</i> (Dipterocarpaceae). (Pulan D.E and Buot Jr. I. E. International Research Journal of Biological Sciences, 3(5) : Mei 2014).</p>	<p>Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu pengamatan organ vegetatif yaitu arsitektur daun. Data yang diperoleh digunakan untuk membentuk kunci dikotomis.</p>	<p>Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu <i>Shorea</i>. Analisis data berupa analisis kluster dan karakter yang berpengaruh untuk membedakan spesies <i>Shorea</i> (Dipterocarpaceae) belum dilakukan, hanya karakterisasi</p>

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
6.	<i>Comparative Micro-Morphology, Anatomy and Architecture of Leaf of Physalis.</i> (Chockpisit Thepsithar and Aree Thongpukdee. International Sholarly and Scientific Research and Innovation, 7(8) : 2013).	Penelitian tersebut membandingkan morfologi mikro, anatomi dan arsitektur daun pada genus <i>Physalis</i> . Fokus utamanya adalah pada pengamatan struktur mikroskopis daun serta karakteristik anatomi dan arsitektur daun untuk memahami variasi antar spesies dalam genus <i>Physalis</i> .	morfologi dan venasi dari spesies tersebut. Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu <i>Physalis</i> . Penelitian tersebut juga belum menggunakan karakter berupa warna permukaan abaksial dan warna permukaan addaksial ketika pengamatan arsitektur daun. Analisis data berupa analisis kluster dan analisis karakter yang berpengaruh untuk membedakan <i>Physalis</i> juga belum diterapkan.
7.	<i>Leaf Architecture of 35 Species of Dipterocarpaceae Cultivated in Forest Area with Special Purposes in Carita, Banten Indonesia.</i> (Alnus Meinata, Mohammad Na'iem, Dwi Tyaningsih Adriyanti & Atus Syahbudin. Biodiversitas, 22(7) : Juli 2021).	Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah arsitektur daun dilengkapi dengan analisis cluster untuk mengelompokkan tiap spesies dan membuat kunci dikotomis.	Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu 35 spesies dari Dipterocarpaceae. Penelitian tersebut juga belum menggunakan karakter berupa warna permukaan abaksial dan warna permukaan addaksial ketika pengamatan arsitektur daun. Analisis data berupa analisis kluster dan analisis karakter yang berpengaruh untuk membedakan 35 spesies dari

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
8.	<i>Investigating the Taxonomic Value of Leaf Architecture in Ixora and Psychotria (Rubiaceae) Found in the Bogor Botanic Gardens' Living Collections.</i> (Winda Larasati, Niken Kusumarini, Baiq Farhatul Wahidah, Rizmoon Nurul Zulkarnaen dan Muhammad Rifqi Hariri. Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya, Vol 6 (1) : 31 Maret 2024).	Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah pengamatan arsitektur daun dan analisis statistik dari morfologi daun untuk membedakan spesies <i>Ixora</i> dengan outgrup yaitu <i>Psychotria</i> .	Dipterocarpaceae juga belum diterapkan. Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu genus <i>Ixora</i> dan <i>Psychotria</i> . Arsitektur daun berupa kelengkapan daun, simetri medial, tekstur permukaan, tipe variasi sudut sekunder utama ke tengah, tipe vena tersier eksterior, tipe venasi yang berakhir bebas, dan jarak urat sekunder belum diamati pada penelitian tersebut.
9.	<i>Short Notes on the Leaf Architecture and Morphometry of Syzygium spp. Leaves from the Living Collections of Bogor Botanic Gardens.</i> (Shofiyatuz Zahro, Baiq Farhatul Wahidah dan Muhammad Rifqi Hariri. Biosfer : Jurnal Tadris Biologi, Vol 14 (2) : 31 Desember 2023).	Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah pengamatan arsitektur daun dan analisis statistik dari morfologi daun untuk membedakan spesies <i>Syzygium</i> dengan outgrup yaitu <i>Psidium</i> .	Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu genus <i>Syzygium</i> dan <i>Psidium</i> . Arsitektur daun berupa kelengkapan daun, simetri medial, tekstur permukaan daun tipe variasi sudut sekunder utama ke tengah, tipe vena tersier eksterior, tipe venasi yang berakhir bebas, dan jarak urat sekunder belum diamati pada penelitian tersebut.
10.	<i>Leaf Architectural Analysis of Taxonomically Ambiguous Hoya</i>	Penelitian tersebut mengkaji arsitektur daun pada dua spesies	Penelitian tersebut menggunakan objek yang berbeda yaitu <i>Hoya lacunosa</i>

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
	<i>lacunosa</i> Blume and <i>Hoya krohniana</i> Kloppenb. & Siar. (Hazel C. Scott and Inocencio E. Buot JR. Biodiversitas: Vol 23 (4) : 25 Maret 2022).	<i>Hoya</i> , yaitu <i>Hoya lacunosa</i> dan <i>Hoya krohniana</i> . Metode yang digunakan pengamatan terhadap karakteristik daun, bunga dan buah.	Blume and <i>Hoya krohniana</i> . Analisis data berupa analisis kluster dan karakter yang berpengaruh untuk membedakan spesies <i>Hoya lacunosa</i> dan <i>Hoya krohniana</i> belum dilakukan.
11.	<i>Colonial Botany and the Shifting Identity of Balanostreblus ilicifolius</i> Kurz (<i>Moraceae</i>). (E.M. Gardner. Gardens Bulletin Singapore. Vol 73 (1). 2021).	Penelitian ini berfokus untuk mengatasi kebingungan taksonomi historis terkait spesies <i>Balanostreblus ilicifolius</i> . Penelitian ini mengulas spesimen dari Bangladesh dan Myanmar serta menelusuri dokumentasi historis, termasuk kesalahan identifikasi yang terjadi selama masa kolonial Inggris. Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis historis terhadap korespondensi botani, catatan spesimen, dan proses tipifikasi yang akhirnya menghasilkan penetapan <i>lectotype</i> untuk spesies tersebut dan mengklarifikasi identitasnya sebagai <i>Taxotrophis ilicifolia</i> .	Penelitian ini menekankan sejarah taksonomi dan klarifikasi identitas spesies, studi ini tidak secara mendalam mengeksplorasi fitur morfologi seperti arsitektur daun. Inilah yang menjadi gap atau celah yang akan diisi oleh penelitian ini, yang berfokus pada analisis morfologi daun untuk membedakan spesies dalam genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> . Selain itu, penelitian Gardner lebih menitikberatkan pada dokumentasi historis daripada penggunaan alat identifikasi yaitu arsitektur daun.
12.	<i>Sloetia (Moraceae): a new generic</i>	Penelitian ini melibatkan survei	Penelitian oleh Tandang et al. (2017)

No.	Artikel Penelitian	Metode Penelitian	Gap Riset
	<i>record for the Philippines.</i> (Danilo N. Tandang, Edwin R. Tadosa and Elliot M. Gardner. 2017. Vol 20. 10 April 2017).	lapangan untuk mengumpulkan spesimen <i>Sloetia</i> di Filipina. Setelah koleksi, identifikasi morfologi dilakukan dengan membandingkan karakter vegetatif dan generatif spesimen dengan deskripsi genus yang ada. Verifikasi identifikasi dilakukan melalui perbandingan dengan koleksi herbarium dan tinjauan literatur taksonomi terkait genus <i>Sloetia</i> .	fokus pada penambahan catatan genus <i>Sloetia</i> sebagai genus baru di Filipina, terutama dalam aspek distribusi geografis dan deskripsi morfologi spesimen yang ditemukan. Namun, penelitian ini tidak secara spesifik melakukan analisis mendalam terhadap variasi arsitektur daun yang dapat membedakan antara spesies dalam genus <i>Sloetia</i> dan <i>Streblus</i> .
13.	<i>Morphological Evolution in the Mulberry Family (Moraceae).</i> (Wendy L. Clement and George D. Weiblen. Systematic Botany. Vol 34 (3). 2009).	Penelitian tersebut menggunakan analisis filogenetik berbasis DNA untuk mempelajari evolusi morfologi pada keluarga Moraceae. Data dikumpulkan dari berbagai spesimen Moraceae di seluruh dunia, termasuk spesies dari genus seperti <i>Streblus</i> , <i>Sloetia</i> , dan <i>Taxotrophis</i> . Selain data molekuler, mereka juga mengintegrasikan pengamatan karakter morfologi seperti struktur daun, bunga, dan buah untuk menganalisis hubungan kekerabatan antar spesies.	Penelitian tersebut memberikan wawasan mendalam tentang evolusi morfologi dalam Moraceae melalui pendekatan filogenetik berbasis molekuler. Namun, penelitian tersebut tidak secara khusus mengeksplorasi karakteristik arsitektur daun untuk membedakan spesies dalam genus <i>Sloetia</i> , <i>Taxotrophis</i> , dan <i>Streblus</i> koleksi Kebun Raya Bogor.

5. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Pulan and Buot (2014)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Pulan and Buot (2014). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Pulan and Buot (2014) berfokus pada spesies *Shorea* di Filipina.

6. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Chockpisit Thepsithar and Aree Thongpukdee (2013)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Chockpisit Thepsithar and Aree Thongpukdee (2013). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Chockpisit Thepsithar and Aree Thongpukdee (2013) berfokus pada dua spesies *Physalis*.

7. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Meinata *et al.* (2021)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Meinata *et al.* (2021).

Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Meinata *et al.* (2021) berfokus pada famili Dipterocarpaceae.

8. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Larasati *et al.* (2024)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Larasati *et al.* (2024). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Larasati *et al.* (2024) berfokus pada *Ixora* dan *Psychotria*, untuk membedakan antara kedua genus tersebut.

9. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Zahro *et al.* (2024)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Zahro *et al.* (2024). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Zahro *et al.* (2024) berfokus pada perbedaan karakter diagnostik dari *Syzygium* dan *Psidium*.

10. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Scott & Buot (2022)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Scott & Buot (2022). Persamaannya terletak pada metode yang digunakan, yaitu pengamatan arsitektur daun untuk membedakan antar spesies. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Scott & Buot (2022) berfokus pada perbedaan karakter antara *Hoya lacunosa* dan *Hoya krohniana*.

11. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Gardner (2021)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian yang dilakukan oleh Gardner (2021). Persamaannya terletak pada permasalahan taksonomi dalam famili Moraceae, terutama mengenai pengelompokan spesies yang membingungkan di antara beberapa genus. Perbedaannya terletak pada objek dan pendekatan penelitian. Penelitian Gardner (2021) lebih berfokus pada analisis sejarah dan identitas kolonial terkait *Balanostreblus ilicifolius*, menggunakan sumber-sumber herbarium dan dokumen kolonial sebagai landasan untuk memahami perubahan taksonomi. Sementara itu, penelitian ini lebih berfokus pada analisis arsitektur daun untuk

membedakan spesies dalam genus *Sloetia*, *Taxotrophis* dan *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor.

12. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Tandang *et al.* (2017)

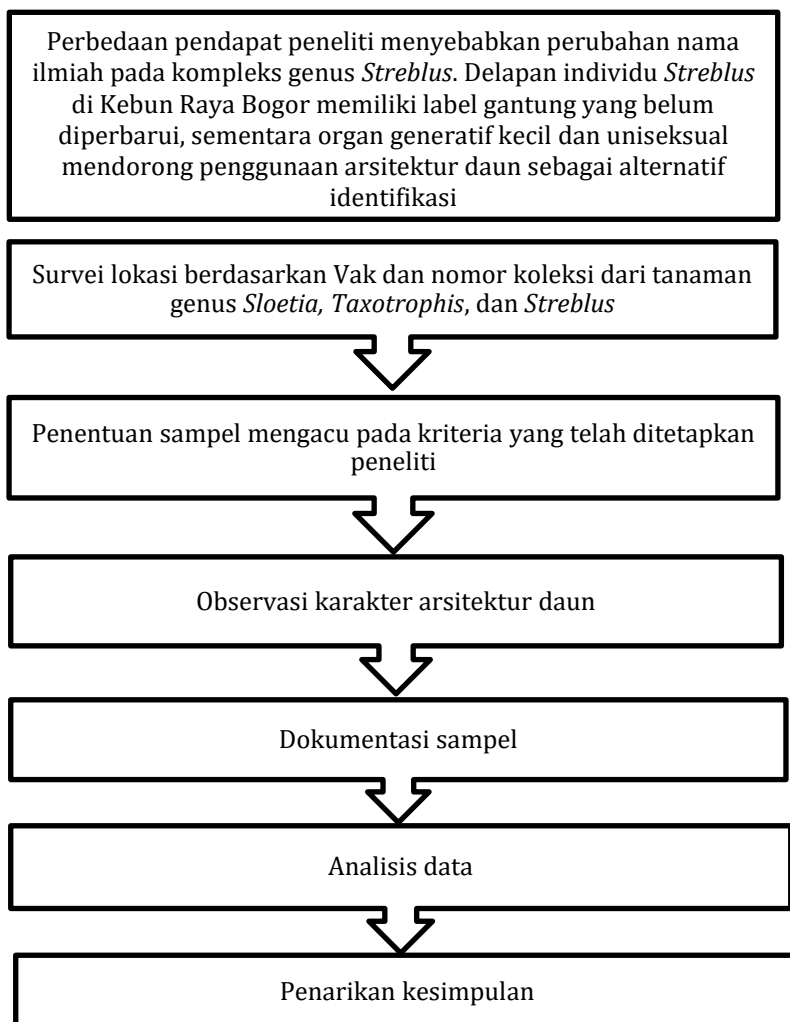
Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian Tandang *et al.* (2017). Persamaannya terletak pada pendekatan morfologi yang digunakan untuk mengidentifikasi genus, terutama dengan mengamati karakteristik vegetatif dan generatif spesimen. Perbedaannya terdapat pada objek penelitian, dimana penelitian Tandang *et al.* (2017) berfokus pada catatan baru genus *Sloetia* di Filipina, sementara penelitian yang saya lakukan melibatkan analisis arsitektur daun pada *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor.

13. Kajian perbandingan studi terkini dan terdahulu yang dilakukan oleh Clement & Weiblen (2009)

Studi ini menunjukkan beberapa kesamaan dan perbedaan dengan kajian yang dilakukan oleh Clement dan Weiblen (2009) memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian ini. Persamaannya terletak pada fokus terhadap genus dalam keluarga Moraceae, di mana kedua penelitian berupaya memahami hubungan taksonomi di antara spesies dari keluarga Moraceae. Perbedaannya

terletak pada penelitian Clement dan Weiblen (2009) yang menekankan analisis filogenetik berbasis DNA dan evolusi morfologi secara umum, tanpa penekanan khusus pada arsitektur daun sebagai metode identifikasi spesies.

D. Kerangka Berfikir



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yang berfokus pada pengamatan dan penjelasan karakteristik arsitektur daun dalam genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Pada aspek kualitatif, dua jenis analisis statistik digunakan. Pertama, analisis kluster diterapkan untuk mengelompokkan spesies berdasarkan kemiripan karakter arsitektur daun. Kedua, analisis komponen utama (PCA) digunakan untuk menggambarkan perbedaan morfologi di antara spesies pada ketiga genus tersebut. Kedua analisis tersebut diterapkan dengan menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistical Software* (PAST) versi 4.

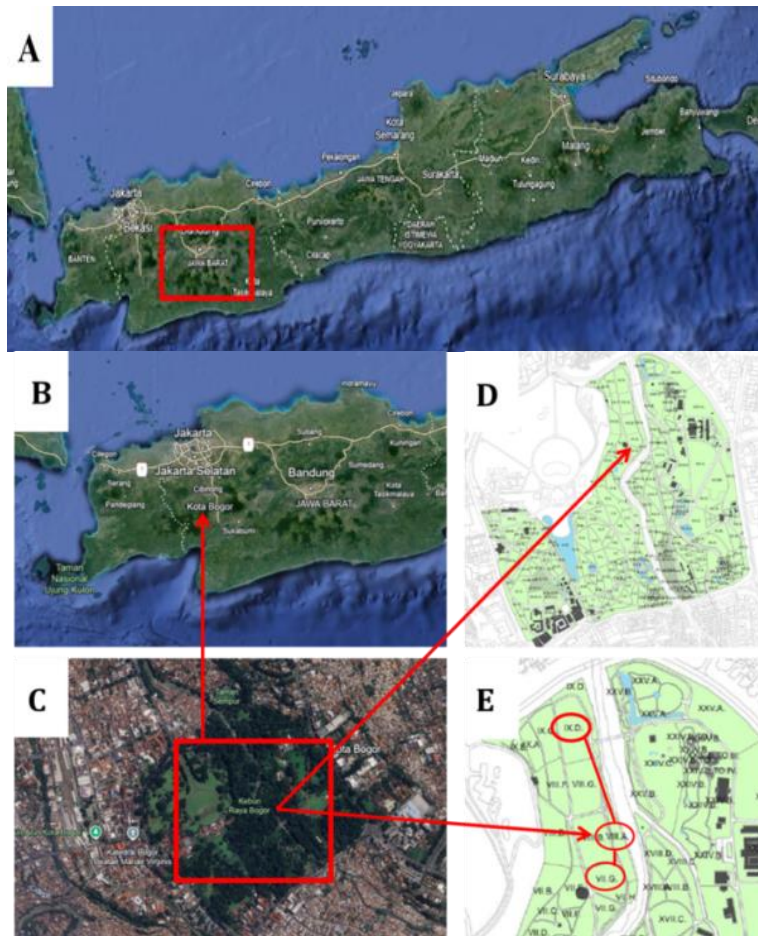
Penelitian ini menyusun kunci identifikasi yang bertujuan untuk memudahkan proses identifikasi genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* berdasarkan karakteristik arsitektur daun yang diamati. Data primer dalam penelitian tersebut dikumpulkan langsung oleh peneliti melalui observasi (Ziraluo, 2020). Data sekunder diperoleh dari penelitian sebelumnya seperti buku referensi, artikel, dan internet untuk mendukung penelitian tersebut (Sugiyono, 2020).

B. Setting Penelitian

1. Waktu:

Januari	:Identifikasi dan pengambilan sampel
Januari-Februari	:Observasi dan karakterisasi sampel
Maret-November	:Analisis data

- ### 2. Tempat:
- Lokasi penelitian berada di Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi, Laboratorium Terpadu Kawasan Konservasi Ilmiah Kebun Raya Bogor-BRIN, yang terletak di Jalan Ir.H. Juanda Nomor 13, Paledang, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16122. Objek penelitian meliputi tanaman *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* yang merupakan bagian dari koleksi di Kebun Raya Bogor. Peta lokasi pengumpulan data dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: A. Pulau Jawa : *Google Earth*, 2024, B. Provinsi Jawa Barat : *Google Earth*, 2024, C. Kebun Raya Bogor : *Google Earth*, 2024, D. Lokasi Pengambilan Sampel : Ariati *et al.*, 2019, E. Vak Pengambilan Sampel *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*: Ariati *et al.*, 2019)

C. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggaris, mikroskop stereo Dino-Lite Edge/SMP AM7915 Series, perangkat lunak DinoCapture 2.0 versi 1.5. 41, RHS (*Royal Horticultural Society*) colour chart, kamera dan kain hitam. Bahan penelitian terdiri dari 80 sampel daun dewasa dari genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* koleksi Kebun Raya Bogor. Setiap spesies diwakili oleh 10 helai daun. Daftar spesies yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sampel *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* untuk Pengamatan Arsitektur Daun

No.	Nama Jenis	Lokasi Pengambilan Sampel (Vak)	Asal
1.	<i>Sloetia elongata</i> (Miq.) Koord.	Vak. IX D	Sulawesi
2.	<i>Taxotrophis ilicifolia</i> (Kurz) S. Vidal	Vak. IX D	Gorontalo
3.	<i>Taxotrophis taxoides</i> (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M. Gardner	Vak. IX D	Aceh
4.	<i>Streblus</i> sp.	Vak. IX D	Sulawesi
5.	<i>Streblus</i> sp.	Vak. VIII A	Sulawesi
6.	<i>Streblus asper</i> L.	Vak. VII G	Lesser Sunda
7.	<i>Streblus asper</i> L.	Vak. VII G	West Java
8.	<i>Streblus asper</i> L.	Vak VII G	Trop Asia

2. Tahapan Penelitian

1) Identifikasi dan Pengambilan Sampel

Spesimen daun dikoleksi dari Kebun Raya Bogor. Sampel diambil dari tanaman sesuai nomor dan lokasi Vak yang telah ditentukan sebelumnya. Teknik sampling dilakukan secara sengaja dengan mempertimbangkan karakteristik spesifik yang sesuai tujuan studi (Sugiyono, 2018). Daun dewasa yang dikoleksi berasal dari genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Sampel daun dipilih berdasarkan kriteria daun sehat, bebas dari kerusakan, dan berada pada posisi kelima dari pucuk atas untuk memastikan kedewasaan daun (Hasibuan, 2017). Masing-masing spesies diwakili oleh 10 daun, sehingga total sampel berjumlah 80 helai daun dari tiga genus yang dikoleksi di Kebun Raya Bogor (Susilawati, 2015). Proses identifikasi melibatkan analisis karakteristik daun yang dibantu oleh database flora online seperti *Plant of the World Online* (POWO), *World Flora Online* (WFO) dan *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF).

2) Observasi dan Karakterisasi Sampel

Pengamatan dan karakterisasi daun dilakukan dengan mengacu pada buku-buku referensi botani seperti *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical*

Terms oleh Michael Hickey dan Clive King 2000, *Manual of Leaf Architecture* oleh Beth Ellis 2009, dan *The Kew* oleh Beentje 2010. Karakterisasi melibatkan dua tipe karakter yaitu karakter kualitatif dan karakter kuantitatif. Karakter kualitatif mencakup pengamatan morfologi daun, sedangkan karakter kuantitatif melibatkan pengukuran dimensi daun seperti panjang, lebar, dan jumlah tulang daun sekunder (sepasang).

Pengamatan warna permukaan atas dan bawah daun dilakukan menggunakan RHS (*Royal Horticultural Society*) *colour chart*. Kedua, pengamatan morfologi daun dilaksanakan berdasarkan pedoman buku referensi yang telah disebutkan sebelumnya. Ketiga, pengamatan venasi daun segar tanpa perlakuan menggunakan mikroskop stereo Dino-Lite Edge/SMP AM7915 Series dengan bantuan perangkat lunak Dinocapture 2.0 versi 1.5.41.

Pengamatan arsitektur daun difokuskan pada 20 karakter morfologi, yang meliputi 17 karakter kualitatif dan 3 karakter kuantitatif. Karakter kualitatif mencakup warna permukaan atas (adaksial) dan bawah daun (abaksial), bentuk daun (*leaf shape*), ujung daun (*leaf apex*), pangkal daun (*leaf base*), tepi daun (*leaf margin*), pola venasi (*type of venation*), tipe venasi primer (*type of*

primary venation), tipe venasi sekunder (*type of secondary venation*), dan tipe venasi tersier (*type of tertiary venation*) (Larasati *et al.*, 2024), simetri medial (*medial symmetry*), tipe jarak urat sekunder (*type of major secondary spacing*), kelengkapan daun (Zahro *et al.*, 2023), venasi yang berakhir bebas (*type freely ending veinlets*) (Sutar & Salunke, 2016), tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (*type variation of major secondary angle to midvein*) (Fayed *et al.*, 2020), tipe vena tersier eksterior (*type exterior tertiary course*) (Meinata *et al.*, 2021) serta modifikasi oleh peneliti berupa tambahan karakter tekstur permukaan daun (Ellis *et al.*, 2009). Karakter kuantitatif mencakup dimensi panjang, lebar, dan jumlah tulang daun sekunder (sepasang) (Rosdayanti & Siregar, 2019).

3) Dokumentasi Sampel

Setiap sampel daun dari genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* didokumentasikan menggunakan kamera dengan alas kain hitam untuk memperjelas detail morfologi. Foto diambil dari berbagai sudut, meliputi tampak atas (adaksial), tampak bawah (abaksial), serta foto detail pada bagian-bagian penting seperti ujung daun, pangkal daun, dan pola venasi. Penggaris digunakan untuk memastikan konsistensi skala dalam

dokumentasi visual. Dokumentasi ini akan membantu dalam proses analisis data dan penulisan hasil penelitian.

3. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini berupa tabel karakterisasi arsitektur daun yang dirancang untuk mencatat berbagai karakteristik spesies dari tiga genus yang diamati. Tabel ini mencakup parameter seperti pola venasi, bentuk daun, dan struktur lain yang relevan dengan identifikasi taksonomi. Pendekatan ini memungkinkan pendokumentasian karakter secara sistematis dan komprehensif, sehingga meminimalkan potensi kesalahan pencatatan (Ardiansyah *et al.*, 2023).

Penggunaan tabel karakterisasi juga membantu memastikan bahwa seluruh karakter penting dicatat secara akurat sesuai dengan standar taksonomi. Hal ini didukung oleh referensi dari berbagai penelitian sebelumnya yang menggunakan metode serupa untuk mengidentifikasi karakter morfologi pada tumbuhan (Ellis *et al.*, 2009; Rosdayanti, Siregar, & Siregar, 2019; Larasati *et al.*, 2024; Zahro *et al.*, 2024).

Dalam penelitian ini, instrumen pengumpulan data disajikan pada Tabel 3.2 yang menjadi acuan utama dalam mencatat hasil pengamatan arsitektur daun.

Tabel 3.2 Instrumen Pengumpulan Data Karakter Arsitektur Daun

No.	Ciri	Sifat Ciri
1.	Warna permukaan adaksial daun	
2.	Warna permukaan abaksial daun	
3.	Kelengkapan daun	
4.	Bentuk daun (<i>leaf shape</i>)	
5.	Ujung daun (<i>leaf apex</i>)	
6.	Pangkal daun (<i>leaf base</i>)	
7.	Tepi daun (<i>leaf margin</i>)	
8.	Simetri medial (<i>medial symmetry</i>)	
9.	Tekstur permukaan daun	
10.	Tipe venasi (<i>type of venation</i>)	
11.	Tipe venasi primer (<i>type of primary venation</i>)	
12.	Tipe venasi sekunder (<i>type of secondary venation</i>)	
13.	Tipe venasi tersier (<i>type of tertiary venation</i>)	
14.	Tipe jarak urat sekunder (<i>type of major secondary spacing</i>)	
15.	Tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (<i>type of variation major secondary angle to midvein</i>)	
16.	Tipe vena tersier eksterior (<i>type of exterior tertiary course</i>)	
17.	Tipe venasi yang berakhir bebas (<i>type of freely ending veinlets</i>)	
18.	Panjang daun	
19.	Lebar daun	
20.	Jumlah tulang daun sekunder (sepasang)	

D. Keabsahan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan triangulasi untuk memastikan reliabilitas dan validitas hasil. Triangulasi dilakukan melalui beberapa metode dan sumber, meliputi observasi dan pengambilan sampel lapangan, pengamatan arsitektur daun di laboratorium dan analisis data menggunakan perangkat lunak.

1. Triangulasi Sumber

Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari berbagai sumber informasi. Pengamatan morfologi daun kompleks genus *Streblus* dilakukan secara manual berdasarkan lembar observasi dan menggunakan referensi dari *The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms* dan *The Kew Plant Glossary*. Sementara itu, pola venasi daun diamati menggunakan mikroskop stereo Dino-Lite Edge/SMP AM7915 Series dan analisis perangkat lunak DinoCapture 2.0 versi 1. 5. 41, kemudian dikarakterisasi menggunakan referensi buku *Manual of Leaf Architecture*.

2. Triangulasi Teknik

Triangulasi teknik dilakukan dengan menganalisis data yang sama menggunakan teknik berbeda untuk memastikan konsistensi hasil. Pengamatan morfologi

daun dilakukan secara manual dengan panduan buku identifikasi, lalu dilakukan verifikasi ciri morfologi dan pola venasi menggunakan mikroskop Dino-Lite Edge/SMP AM7915 Series dan analisis perangkat lunak DinoCapture 2.0 versi 1. 5.

3. Triangulasi Waktu

Triangulasi waktu dilakukan dengan pengamatan di laboratorium dan analisis data menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistical Analysis* (PAST) versi 4 secara berkala untuk memastikan hasil analisis tetap konsisten dari waktu ke waktu.

E. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan ciri-ciri arsitektur daun genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* secara jelas dan terperinci. Tidak ada perlakuan khusus terhadap objek penelitian, melainkan hanya deskripsi mendetail dari karakter yang diamati. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan gambar guna memudahkan pemahaman pembaca. Sebanyak 10 helai daun dari setiap spesies yang diteliti diamati untuk menghasilkan data kualitatif dan kuantitatif, yang selanjutnya dikonversi menjadi nilai numerik untuk keperluan analisis statistik lanjutan.

Tahapan analisis data meliputi analisis kelompok (*Cluster Analysis*) dan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis* atau PCA). Analisis kelompok dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara spesies berdasarkan kemiripan ciri-ciri arsitektur daun. Metode yang digunakan adalah *Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Average* (UPGMA), di mana jarak antar karakter sampel dihitung menggunakan *Euclidean Distance*.

Analisis komponen utama digunakan untuk memvisualisasikan perbedaan antar genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*, serta untuk mengidentifikasi karakter yang paling berpengaruh terhadap perbedaan karakteristik arsitektur daun. Kedua analisis tersebut dilakukan menggunakan perangkat lunak *Paleontological Statistical Software* (PAST) versi 4, yang mengikuti metode penelitian serupa dalam studi arsitektur daun oleh Meinata *et al.* (2021).

Penelitian ini juga mengembangkan kunci identifikasi untuk kompleks genus *Streblus*. Kunci identifikasi ini disusun berdasarkan pengamatan karakter morfologi daun menggunakan metode dikotomis (Griffing, 2011). Pembuatan kunci identifikasi melibatkan pemilihan karakter diagnostik yang efektif dalam membedakan kompleks genus *Streblus*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Arsitektur Daun pada Kompleks Genus *Streblus* Koleksi Kebun Raya Bogor

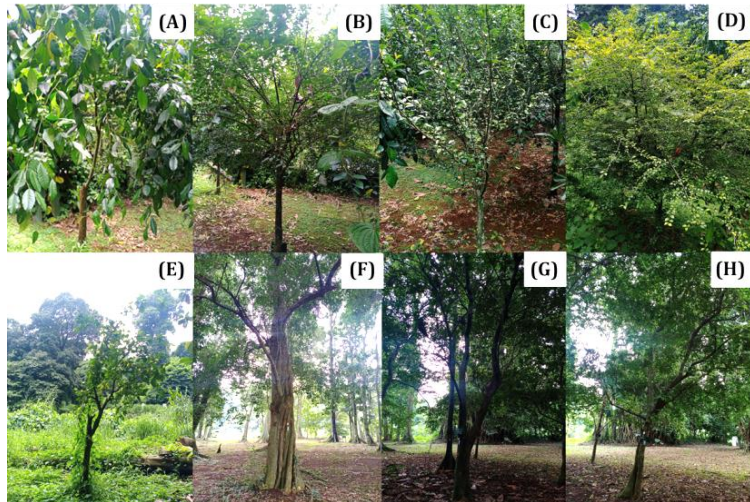
Hasil observasi menunjukkan delapan individu dari kompleks genus *Streblus* memiliki variasi ketinggian pohon dan karakter tajuk, yang dipengaruhi oleh lokasi tumbuh yang berbeda. Selain itu, faktor umur yang tidak diketahui pada kedelapan individu ini juga diduga berkontribusi terhadap variasi tersebut. Pada titik 1, individu *Sloetia elongata* (A), *Taxotrophis ilicifolia* (B), *Taxotrophis taxoides* (C), dan *Streblus* sp. (1) (D) memiliki ketinggian pohon berkisar antara 3–8 meter dengan tajuk yang relatif renggang. Pada titik 2, *Streblus* sp. (2) (E) juga memiliki karakter ketinggian dan tajuk yang serupa. Sementara itu, pada titik 3, *Streblus asper* dari Sunda Kecil (F) dan Jawa Barat (G) memiliki ketinggian pohon 10–15 meter dengan tajuk rapat, sedangkan *Streblus asper* dari Asia Tropik (H) hanya mencapai 3–8 meter dengan tajuk yang lebih renggang (Gambar 4.1).

Variasi ketinggian dan tajuk pada *Streblus asper* (F, G, dan H) mencerminkan strategi adaptasi yang dipengaruhi oleh lokasi geografis dan kemungkinan perbedaan umur

pohon. Individu (F) dan (G) yang berasal dari Sunda Kecil dan Jawa Barat memiliki tajuk rapat dan ketinggian pohon mencapai 10-15 meter. Tajuk rapat dengan penyebaran daun yang merata memungkinkan efisiensi fotosintesis optimal, terutama di habitat dengan intensitas cahaya tinggi dan tingkat kompetisi yang besar. Strategi ini mendukung teori arsitektur pohon Hallé *et al.* (1978), di mana pohon dengan tajuk rapat cenderung lebih adaptif dalam menangkap sumber daya cahaya pada lingkungan terbuka. Sebaliknya individu *Streblus asper* asal Asia Tropik (H) memiliki ketinggian lebih rendah yakni 3-8 meter dan tajuk yang tidak serapat individu (F) dan (G), yang mencerminkan adaptasi pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya yang mungkin lebih terbatas.

Enam individu lainnya dari kompleks genus *Streblus* menunjukkan tajuk yang lebih renggang dan ketinggian pohon yang relatif rendah, berkisar 3-8 meter. Karakter ini menunjukkan adaptasi terhadap lingkungan dengan tekanan kompetisi cahaya yang lebih rendah atau faktor ekologis lain, seperti nutrisi tanah atau kelembapan. Perbedaan ketinggian dan tajuk ini tidak hanya dipengaruhi oleh lokasi tumbuh, tetapi juga kemungkinan dipengaruhi oleh faktor umur yang tidak diketahui. Kombinasi faktor geografis dan umur ini menggambarkan

adanya variasi strategi adaptasi dalam kompleks genus *Streblus*, yang memungkinkan individu-individu tersebut untuk berkompetisi secara efektif dalam memanfaatkan sumber daya cahaya matahari dan bertahan di habitatnya masing-masing, sebagaimana terlihat di Kebun Raya Bogor.



Gambar 4.1 Perawakan dari kompleks genus *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A), *Taxotrophis ilicifolia* (B), *Taxotrophis taxoides* (C), *Streblus* sp. (D), *Streblus* sp. (E), *Streblus asper* (F-H); perawakan pohon

Penelitian ini mengkaji 20 karakter morfologi daun pada genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* untuk memperjelas variasi arsitektur daunnya. Karakter tersebut terdiri dari 3 karakter kuantitatif, yaitu panjang daun, lebar daun, dan jumlah tulang sekunder (sepasang), serta

17 karakter kualitatif. Karakter kualitatif yang diamati mencakup bentuk daun (*leaf shape*), ujung daun (*leaf apex*), pangkal daun (*leaf base*), tepi daun (*leaf margin*), pola venasi (*type of venation*), tipe venasi primer (*type of primary venation*), tipe venasi sekunder (*type of secondary venation*), tipe venasi tersier (*type of tertiary venation*), simetri medial (*medial symmetry*), tipe jarak urat sekunder (*type of major secondary spacing*), kelengkapan daun, tekstur permukaan daun, tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (*type of variation major secondary angle to midvein*), tipe vena tersier eksterior (*type of exterior tertiary course*), tipe venasi yang berakhir bebas (*type of freely ending veinlets*).

Karakter yang digunakan dalam penelitian ini sebagian besar mirip dengan penelitian sebelumnya terkait arsitektur daun pada *Streblus brunonianus* (Endl.) F.Muell. dan *Streblus pendulinus* (Endl.) F.Muell. Karakter yang serupa meliputi kelengkapan daun, bentuk daun, ujung daun, pangkal daun, jumlah tulang daun sekunder, dan pola urat sekunder ke vena utama. Namun terdapat beberapa perbedaan, terutama pada aspek pola venasi yang tidak dianalisis secara detail dalam penelitian Conn (2015).

Karakter pola venasi yang digunakan dalam penelitian ini telah banyak diterapkan dalam kajian arsitektur daun sebelumnya (Maulia & Susandarini, 2019; Paguntalan & Buot, 2019; Rosdayanti *et al.*, 2019; Meinata *et al.*, 2021; Larasati *et al.*, 2024; Zahro *et al.*, 2024). Penelitian ini juga menambahkan karakter tekstur permukaan daun yang belum diulas dalam studi sebelumnya. Karakter tersebut dipilih berdasarkan ciri khas helai daun pada genus *Streblus*, yang dikenal tipis dan keras seperti dijelaskan oleh Berg *et al.* (2006).

Penelitian ini memperluas kajian dengan menyelidiki kompleks genus *Streblus* yang mencakup *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*, yang sejauh ini memiliki keterbatasan literatur ilmiah dalam aspek morfologi dan arsitektur daun. Studi ini berkontribusi dalam mengisi celah tersebut, terutama dengan menyajikan detail karakter pola venasi dan tekstur daun yang belum pernah dikaji sebelumnya. Perbandingan kesamaan dan perbedaan karakter morfologi daun dari ketiga genus yang dikaji dalam penelitian ini disajikan secara rinci pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3.

Karakter	Spesies							
	<i>Sloetia elongata</i> (Miq.) Koord.	<i>Taxotrophis ilicifolia</i> (Kurz) S.Vidal	<i>Taxotrophis taxoides</i> (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner	<i>Streblus</i> sp.	<i>Streblus</i> sp.	<i>Streblus asper</i> L.	<i>Streblus asper</i> L.	<i>Streblus asper</i> L.
Bentuk daun (Leaf shape)	<i>Elliptic</i> dan <i>Oblong</i>	<i>Elliptic</i>	<i>Elliptic</i> , <i>Obovate</i> dan <i>Orbicular</i>	<i>Elliptic</i> , <i>Ovate</i> dan <i>Obovate</i>	<i>Elliptic</i> dan <i>Ovate</i>	<i>Elliptic</i> dan <i>Obovate</i>	<i>Elliptic</i>	<i>Elliptic</i> dan <i>Obovate</i>
Ujung daun (Leaf apex)	<i>Acuminate</i>	<i>Acute</i>	<i>Acute</i>	<i>Incised</i>	<i>Acuminate</i>	<i>Acuminate</i> dan <i>Acute</i>	<i>Acuminate</i> dan <i>Acute</i>	<i>Acuminate</i> , <i>Acute</i> dan <i>Abruptly acute</i>
Pangkal daun (Leaf base)	<i>Subcordate</i>	<i>Subcordate</i>	<i>Subcordate</i>	<i>Subcordate</i>	<i>Subcordate</i>	<i>Obtuse</i>	<i>Subcordate</i>	<i>Obtuse</i>
Tepi daun (Leaf margin)	<i>Entire</i>	<i>Spinose</i>	<i>Spinose</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Repand</i>	<i>Repand</i>	<i>Repand</i>
Simetri medial (Medial symmetry)	<i>Symmetry</i>	<i>Symmetry</i>	<i>Symmetry</i>	<i>Symmetry</i>	<i>Symmetry</i> dan <i>Asymmetry</i>	<i>Symmetry</i> dan <i>Asymmetry</i>	<i>Symmetry</i> dan <i>Asymmetry</i>	<i>Symmetry</i> dan <i>Asymmetry</i>
Tekstur permukaan daun	Licin	Licin	Licin	Licin	Licin	Kasap	Kasap	Kasap

Jenis Venasi	Spesies							
	<i>Sloetia elongata</i> (Miq.) Koord.	<i>Taxotrophis ilicifolia</i> (Kurz) S.Vidal	<i>Taxotrophis taxoides</i> (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner	<i>Streblus</i> sp.	<i>Streblus</i> sp.	<i>Streblus asper</i> L.	<i>Streblus asper</i> L.	<i>Streblus asper</i> L.
Tipe venasi sekunder (<i>Type venation secondary</i>)	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>	<i>Brochidodromous</i>
Tipe venasi tersier (<i>Type venation tertiary</i>)	<i>Composite admedial</i>	<i>Composite admedial</i>	<i>Composite admedial</i>	<i>Composite admedial</i>	<i>Sinous</i>	<i>Composite admedial</i>	<i>Composite admedial</i>	<i>Alternate percurrent tertiary fabric</i>
Jarak urat sekunder (<i>Major secondary spacing</i>)	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>	<i>Secondary spacing irregular</i>
Tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (<i>type variation of major secondary angle to midvein</i>)	<i>Secondary angle uniform</i>	<i>Secondary angle uniform</i>	<i>Secondary angle uniform</i>	<i>Secondary angle uniform</i>	<i>Secondary angle uniform</i>	<i>Secondary angle smoothly decreasing proximally</i>	<i>Secondary angle smoothly decreasing proximally</i>	<i>Secondary angle smoothly decreasing proximally</i>
Tipe vena tersier eksterior (<i>type exterior tertiary course</i>)	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>	<i>Exterior tertiaries looped</i>
Tipe venasi yang berakhir bebas (<i>type freely ending veinlets branching</i>)	<i>FEVs absent</i>	<i>Branching unequal (dendritic)</i>	<i>Mostly with one branch</i>	<i>Branching unequal (dendritic)</i>	<i>FEVs absent</i>	<i>Branching unequal (dendritic)</i>	<i>Branching unequal (dendritic)</i>	<i>Branching unequal (dendritic)</i>

Karakter kuantitatif berupa panjang helai daun menunjukkan variasi yang signifikan dalam kompleks genus *Streblus*. Berdasarkan data, *Taxotrophis ilicifolia* memiliki panjang helai daun 8-11,5 cm, sedangkan *Taxotrophis taxoides* memiliki panjang yang lebih pendek, yaitu 4-5 cm. *Streblus* sp. (1) memiliki panjang daun 2,5-3,5 cm, sementara *Streblus* sp. (2) memiliki panjang 7,5-10,5 cm, meskipun keduanya berasal dari lokasi yang sama, yaitu Sulawesi. Hal sama juga terjadi pada ketiga sub-sampel *Streblus asper*, yang menunjukkan panjang daun yang bervariasi antara 5-10,5 cm. Di sisi lain, *Sloetia elongata* memiliki panjang helai daun paling besar di antara semua individu yang diamati, yaitu 16-21 cm. Variasi ini mencerminkan adanya perbedaan morfologi kuantitatif antar spesies dalam kompleks genus *Streblus* (Tabel 4.2).

Variasi ukuran daun ini menunjukkan adanya perbedaan strategi adaptasi antar spesies dalam kompleks genus *Streblus*. Ukuran daun yang kecil cenderung ditemukan pada spesies yang tumbuh di lingkungan dengan ketersediaan sumber daya cahaya yang tinggi atau tekanan lingkungan tertentu, karena daun kecil lebih efisien dalam mengurangi transpirasi. Sebaliknya, ukuran daun yang lebih besar dapat ditemukan pada spesies yang

hidup di lingkungan dengan intensitas cahaya yang rendah dan stabil, karena luas permukaan daun yang lebih besar memungkinkan peningkatan efisiensi fotosintesis. Fitur kuantitatif seperti panjang daun ini merupakan hasil dari proses pertumbuhan kompleks yang dikendalikan oleh beberapa gen, berdasarkan penelitian Karuniawan *et al.* (2017).

Jumlah tulang daun sekunder sepasang menunjukkan variasi antar sampel. *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. memiliki jumlah tulang daun tertinggi, yaitu 14-22, diikuti oleh *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal dengan 10-14 dan *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner dengan 8-13. Sampel dari dua *Streblus* sp. memiliki kisaran 7-13, sedangkan *Streblus asper* L. memiliki jumlah tulang daun terendah yaitu 5-8 (Tabel 4.2). Kisaran jumlah tulang daun dari ketiga genus tersebut hampir sama dengan yang dilaporkan Berg *et al.* (2006).

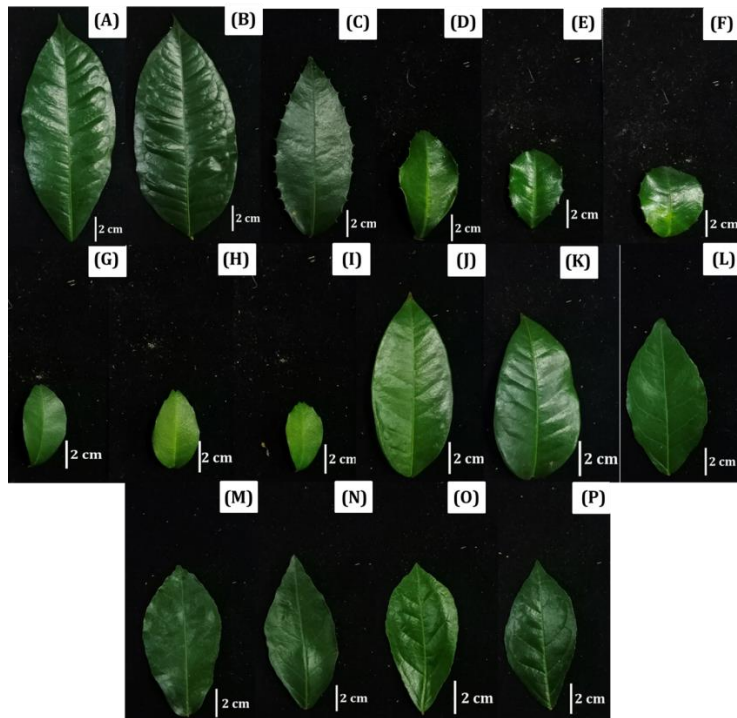
Jumlah tulang daun sekunder pada ketiga sub-sampel *Streblus asper* L. juga serupa dengan *Streblus brunonianus* (Endl.) F. Muell. berdasarkan penelitian Conn (2015). Selain kemiripan dalam jumlah tulang daun sekunder (sepasang), ukuran helai daun juga diduga memiliki kemiripan. Hal ini disebabkan oleh peran vena sekunder

yang penting dalam mengontrol dan membentuk struktur morfologi daun. Namun, jumlah tulang daun sekunder pada kompleks genus *Streblus* menunjukkan pola yang tidak selalu konsisten antar individu, sehingga karakter ini bervariasi pada kompleks genus *Streblus*.

Kisaran jumlah tulang sekunder menunjukkan bahwa karakter ini bersifat kontinyu, dengan pola variasi bertahap yang mencerminkan karakter tumpang tindih pada kompleks genus *Streblus*. Pola ini menunjukkan bahwa karakter kontinyu tidak memiliki batas jelas antar spesies dan dipengaruhi oleh banyak gen (poligenik), serta faktor lingkungan, sebagaimana dijelaskan Maryono *et al.* (2019). Hal serupa juga berlaku pada dimensi lebar daun, yang menunjukkan pola variasi bertahap tanpa batas yang jelas, sehingga mengindikasikan sifat kontinyu pada karakter ini.

Bentuk helai daun *elliptic* mendominasi pada seluruh sampel yang diamati, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.2. Karakter ini juga telah dilaporkan oleh Berg *et al.* (2006), yang menyebutkan bahwa genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* umumnya memiliki bentuk helai daun *elliptic*. Selain tipe *elliptic*, *Taxotrophis taxoides* menunjukkan variasi tipe *obovate* yang sejalan dengan penelitian Berg *et al.* (2006), dan variasi *orbicular* yang

menjadi temuan baru dalam penelitian ini. Hal serupa juga ditemukan pada *Streblus asper* yang memiliki variasi tipe *obovate* sesuai penelitian Berg *et al.* (2006). Variasi bentuk helai daun ini memberikan gambaran tentang keragaman morfologi dalam kompleks genus *Streblus*.



Gambar 4.2 Variasi Bentuk Daun Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A: *elliptic*, B: *oblong*), *Taxotrophis ilicifolia* (C: *elliptic*), *Taxotrophis taxoides* (D: *elliptic*, E: *obovate*, E: *orbicular*), *Streblus* sp. (G: *elliptic*, H: *ovate*, I: *obovate*), *Streblus* sp. (J: *elliptic*, K: *ovate*), *Streblus asper* dari Sunda Kecil (L: *elliptic*, M: *obovate*), *Streblus asper* dari Jawa barat (N: *elliptic*), dan *Streblus asper* dari Asia Tropik (O: *obovate*, P: *elliptic*)

Variasi karakter morfologi daun dalam kompleks genus *Streblus* dipengaruhi oleh faktor genetik. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan bentuk daun antar spesies (Gambar 4.2), yang menjadi salah satu indikator adanya kendali genetik dalam perkembangan morfologi daun. Faktor genetik berperan dalam proses morfogenesis yang terjadi pada tahap awal perkembangan daun, di mana pembentukan venasi sekunder menjadi salah satu karakter pengontrol utama yang membentuk struktur morfologi daun sesuai penelitian Dengler & Kang (2001).

Dominasi bentuk *elliptic* pada sampel dalam penelitian ini juga menunjukkan adanya kaitan dengan adaptasi tanaman terhadap faktor lingkungan. Menurut Schrader *et al.* (2021), bentuk daun *elliptic* mendukung efisiensi penyerapan cahaya dan membantu mengurangi kehilangan air, terutama pada habitat terbuka. Karakter ini mencerminkan strategi adaptif yang mendukung kelangsungan hidup kompleks genus *Streblus* di lingkungan tropis.

Karakter warna permukaan adaksial pada semua sampel menunjukkan variasi, dengan tipe warna *greyish olive green* yang mendominasi dibandingkan tipe warna lainnya (Tabel 4.1). Permukaan abaksial daun juga menunjukkan variasi yang beragam, baik antar spesies

maupun dalam spesies yang sama. Variasi ini dapat dikaitkan dengan faktor genetik yang mengatur distribusi pigmen daun pada jaringan epidermis. Genetik berperan dalam menentukan kandungan pigmen seperti klorofil, karotenoid, dan antosianin efisiensi fotosintesis serta perlindungan terhadap stres cahaya tinggi. Dominasi warna tertentu, seperti *greyish olive green* pada permukaan adaksial, mendukung temuan Danniswari *et al.* (2019) terkait perubahan warna daun pada *Terminalia catappa*, *Ficus glauca*, dan *Cassia fistula*.

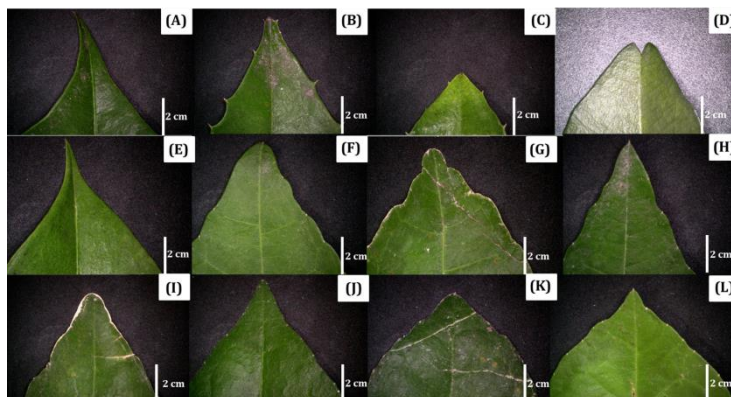
Variasi warna antara permukaan adaksial dan abaksial juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya intensitas cahaya yang diterima oleh daun. Yustiningsih (2019) melaporkan bahwa kandungan klorofil dapat mengalami kerusakan pada intensitas cahaya yang sangat tinggi. Selain, klorofil, cahaya, suhu, dan kelembapan juga memengaruhi produksi pigmen seperti karotenoid dan antosianin. Rasio karotenoid dan antosianin diketahui berperan penting dalam mengoptimalkan fotosintesis pada habitat dengan intensitas cahaya berbeda, sehingga menghasilkan perbedaan warna antar permukaan daun (Yuan *et al.*, 2021). Kombinasi faktor lingkungan dan fisiologi daun memengaruhi distribusi pigmen antar permukaan daun, sehingga menghasilkan variasi warna

yang khas.

Karakter ujung daun pada sampel penelitian menunjukkan variasi (Gambar 4.3). *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. dan *Streblus* sp. (2) memiliki ujung daun *acuminate*, yaitu ujung daun yang meruncing panjang. *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal dan *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner memiliki ujung daun *acute*, dengan puncak membentuk sudut kurang dari 90°. Hasil ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menyebutkan bahwa ujung daun genus *Sloetia* umumnya *acuminate*, sedangkan genus *Taxotrophis* bertipe *acute* (Berg *et al.*, 2006).

Pada *Streblus asper* L. ditemukan variasi bentuk ujung daun yang meliputi *acuminate*, *acute*, dan *abruptly acute*. Variasi ini mencerminkan fleksibilitas adaptif spesies tersebut terhadap tekanan lingkungan. Temuan ini mendukung penelitian Berg *et al.* (2006) sekaligus mengungkap karakter baru berupa ujung daun *abruptly acute*. Sementara itu, pada *Streblus* sp. (1), ujung daun menunjukkan bentuk *incised*, yang tampak seperti terpotong dan membentuk lobus. Karakter ujung daun *incised* ini belum pernah dilaporkan dalam studi sebelumnya, baik oleh Berg *et al.* (2006) maupun Clement & Weiblen (2009), sehingga menjadi temuan baru dalam

penelitian ini.



Gambar 4.3 Variasi Ujung Daun Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A: *acuminate*), *Taxotrophis ilicifolia* (B: *acute*), *Taxotrophis taxoides* (C: *acute*), *Streblus* sp. (D: *incised*), *Streblus* sp. (E: *acuminate*), *Streblus asper* dari Sunda Kecil (F: *acuminate*, G: *acute*), *Streblus asper* dari Jawa Barat (H: *acuminate*, I: *acute*), dan *Streblus asper* dari Asia Tropik (J: *acuminate*, K: *acute*, L: *abruptly acute*)

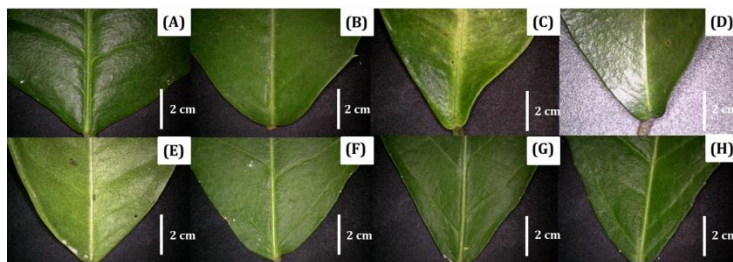
Bentuk ujung daun *acuminate* dan *acute* yang dominan pada sampel penelitian ini berperan penting dalam meningkatkan efisiensi pengaliran air dari permukaan daun. Karakter ini membantu mencegah genangan yang dapat memicu pertumbuhan patogen atau merusak jaringan daun. Menurut Wang *et al.* (2020), struktur *acuminate* mendukung drainase air yang optimal, terutama di lingkungan dengan curah hujan tinggi, sedangkan bentuk *acute* juga membantu mengurangi

akumulasi air meski tidak seefisien *acuminate*. Variasi bentuk ujung daun ini mencerminkan kemampuan adaptasi tanaman terhadap tekanan lingkungan, sehingga karakter tersebut berpotensi diwariskan ke generasi berikutnya.

Karakter pangkal daun pada sampel yang diamati menunjukkan pola yang relatif homogen (Gambar 4.4). Sebagian besar sampel, termasuk *Sloetia elongata* (Miq.) Koord., *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner, *Streblus* sp. (1), dan *Streblus asper* L. (b), memiliki pangkal daun berbentuk *subcordate*. Variasi terbatas ditemukan pada *Streblus asper* L. (a) dan *Streblus asper* L. (c), yang memiliki pangkal daun *obtuse*. Pola seragam ini menunjukkan bahwa karakter pangkal daun kurang bervariasi antar taksa dalam kompleks genus *Streblus*.

Hasil ini tidak sepenuhnya sesuai dengan laporan Berg *et al.* (2006), yang menyebutkan bahwa pangkal daun *Sloetia* umumnya berbentuk *cuneate* hingga *obtuse*, sedangkan pada *Taxotrophis* cenderung *rounded* hingga *cuneate*. Namun, seluruh sampel *Sloetia* dan *Taxotrophis* penelitian ini bertipe *subcordate*. Sementara itu, karakter pangkal daun *Streblus* yang didominasi bentuk *subcordate* hingga *obtuse* sesuai dengan hasil penelitian Berg *et al.*

(2006). Keragaman bentuk pangkal daun *subcordate* dan *obtusate* pada sampel penelitian ini dapat dikaitkan oleh adaptasi terhadap lingkungan tropis, yang mungkin memberikan tekanan selektif serupa pada berbagai spesies dalam kompleks genus *Streblus*.

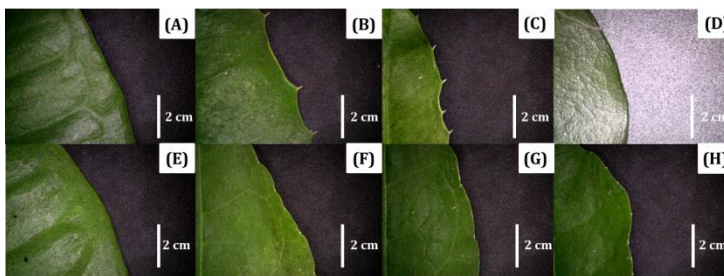


Gambar 4.4 Variasi Pangkal Daun Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A: *subcordate*), *Taxotrophis ilicifolia* (B: *subcordate*), *Taxotrophis taxoides* (C: *subcordate*), *Streblus* sp. (D: *subcordate*), *Streblus* sp. (E: *subcordate*), *Streblus asper* dari Sunda Kecil (F: *obtusate*), *Streblus asper* dari Jawa Barat (G: *subcordate*), dan *Streblus asper* dari Asia Tropik (H: *obtusate*)

Karakter tepi daun pada sampel penelitian ini menunjukkan variasi (Gambar 4.5). Sampel *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. dan kedua *Streblus* sp. memiliki tepi daun *entire*, yaitu tepian yang halus tanpa ketidakaturan. Penelitian Berg *et al.* (2006) dan Tandang *et al.* (2017) melaporkan bahwa *Sloetia* umumnya memiliki karakter tepi daun *entire*, sementara *Streblus* umumnya memiliki tepi daun *crenate*, yaitu berlekuk bulat

teratur, dan *dentate* yaitu bergerigi.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan deskripsi *Streblus* oleh Berg *et al.* (2006), karena *Streblus* sp. (1) dan *Streblus* sp. (2), memiliki tepi daun *entire*. Ketidaksiesuaian ini dapat disebabkan oleh potensi kesalahan dalam identifikasi taksonomi awal di Kebun Raya Bogor, karena kedua sampel masih berupa label genus tanpa identifikasi spesies yang pasti. Selain itu, variasi morfologi pada genus *Streblus* dapat terjadi sebagai respons terhadap kondisi lingkungan tertentu, yang memengaruhi ekspresi karakter morfologi seperti tepi daun.



Gambar 4.5 Variasi Tepi Daun Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A: *entire*), *Taxotrophis ilicifolia* (B: *spinus*), *Taxotrophis taxoides* (C: *spinus*), *Streblus* sp. (D: *entire*), *Streblus* sp. (E: *entire*), *Streblus asper* dari Sunda Kecil, Jawa Barat, dan Asia Tropik (F-H: *repand*)

Tepi daun *entire* berkaitan dengan efisiensi pengemasan kuncup daun, terutama di lingkungan stabil dengan tekanan biotik rendah. Menurut Sack *et al.* (2013), tepi *entire* mendukung efisiensi transportasi air dan memfasilitasi perlindungan selama perkembangan daun. Sebaliknya, tepi *crenate* dan *dentate* sering ditemukan pada tanaman yang mengalami tekanan lingkungan tinggi.

Ketiga sub-sampel *Streblus asper* L. memiliki tepi daun *repand*, yaitu bergelombang yang sesuai dengan deskripsi morfologi *Streblus* oleh Berg *et al.* (2006). Namun, karakter tepi ini menunjukkan adanya variasi baru yang belum dilaporkan. Sementara, *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal dan *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M. Gardner memiliki tepi daun *spinous* yaitu berduri, karakter ini ditemukan sesuai dengan deskripsi oleh Berg *et al.* (2006) dan Gardner (2021). Tepi daun *spinous* berfungsi sebagai perlindungan terhadap herbivora di habitat dengan tingkat gangguan biotik yang tinggi, sesuai penelitian Givnish & Kriebel (2017).

Simetri medial pada daun yang diamati menunjukkan variasi yang menarik (Tabel 4.1). *Sloetia elongata* (Miq.) Koord., *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M. Gardner, dan *Streblus* sp. (1) memiliki *medial symmetry*, yang ditandai

dengan kesamaan antara sisi kiri dan kanan daun. Sebaliknya, *Streblus* sp. (2) dan ketiga sub-sampel *Streblus asper* L. menunjukkan variasi antara *medial symmetry* dan *medial asymmetry*, di mana sisi daun tidak sepenuhnya identik.

Variasi simetri pada daun sering kali mencerminkan respons terhadap tekanan lingkungan atau dinamika genetik tertentu. Penelitian Baranov (2018), pada daun *Betula pendula* menunjukkan bahwa *medial symmetry* dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti arah angin, intensitas cahaya, atau pola pertumbuhan yang tidak seragam. Pada genus *Streblus*, variasi pola simetri ini mencerminkan adaptasi terhadap kondisi tropis, seperti kelembapan tinggi, intensitas hujan, dan tekanan mekanis dari curah hujan atau angin. Faktor-faktor ini dapat menciptakan tekanan seleksi yang memengaruhi perkembangan daun, sehingga menghasilkan pola *symmetry* dan *asymmetry* yang teramati.

Variasi tekstur permukaan daun menunjukkan perbedaan di antara sampel yang diamati. *Sloetia elongata* (Miq.) Koord., *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner, *Streblus* sp. (1), dan *Streblus* sp. (2) memiliki tekstur licin, sementara tiga sub-sampel *Streblus asper* L.

menunjukkan tekstur kasap. Perbedaan dapat dikaitkan dengan kemampuan adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan. Tekstur licin berpotensi mengurangi akumulasi air di permukaan daun untuk mencegah pertumbuhan patogen, sedangkan tekstur kasap dapat membantu penguapan air yang lebih efisien, terutama pada lingkungan dengan kelembapan tinggi.

Perbedaan tekstur daun ini erat kaitannya dengan karakteristik struktur epidermis dan pola venasi daun. Roth-Nebelsick *et al.* (2001), menyatakan bahwa struktur epidermis memengaruhi efisiensi penguapan air dan pengaturan kadar air internal tanaman. Selain itu, Berg *et al.* (2006) menjelaskan bahwa daun pada genus *Streblus* umumnya memiliki sifat *subcoriaceous* (agak keras) dan *chartaceous* (tipis seperti kertas), yang mendukung adaptasi terhadap tekanan lingkungan tropis seperti curah hujan tinggi. Variasi tekstur ini menunjukkan bahwa permukaan daun dapat berfungsi untuk meningkatkan efisiensi drainase air sekaligus melindungi jaringan daun dari kerusakan akibat kelembapan yang tinggi. Selain karakter morfologi umum seperti tekstur permukaan daun, pola venasi menjadi elemen penting lain yang mencerminkan fungsi adaptif daun dan hubungannya dengan efisiensi transportasi air serta klasifikasi

tumbuhan.

Pola venasi mengacu pada susunan urat daun dan berperan penting dalam mendukung efisiensi transportasi air serta fotosintat. Selain itu, pola venasi juga menjadi karakter penting dalam analisis taksonomi karena sifatnya yang diwariskan secara genetik dan jarang dipengaruhi oleh lingkungan. Karakter ini sering digunakan dalam kajian yang memerlukan karakterisasi organ vegetatif (Laraño & Buot Jr., 2010; Mishra *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2017; Roth-Nebelsick *et al.*, 2021). Karakterisasi ini telah dilakukan oleh Larasati *et al.* (2024) dan Zahro *et al.* (2024), serta terbukti efektif untuk membedakan maupun mengelompokkan spesies pada tumbuhan *ixora* dan *Psychotria*, serta *Syzygium* dan *Psidium*.

Variasi pola venasi (susunan urat daun) pada kompleks genus *Streblus* menunjukkan tipe pola venasi *excurrent branching* pada seluruh sampel. Pola ini ditandai dengan percabangan utama vena yang dominan dan mengarah ke ujung daun. Semua sampel juga memiliki pola venasi primer bertipe *pinnate*, yang ditandai dengan vena utama memanjang dari pangkal hingga ujung daun, serta cabang vena sekunder yang tersusun teratur.

Secara anatomi, struktur venasi daun terdiri dari jaringan pembuluh xilem dan floem yang tertanam dalam

jaringan parenkim atau sklerenkim, serta dilindungi oleh sel-sel berkas vaskular (Sack & Scoffoni, 2013). Pola venasi *excurrent branching* dan *pinnate* yang ditemukan pada kompleks genus *Streblus* mencerminkan ciri khas kelompok tumbuhan dikotiledon. Pola ini berbeda dengan kelompok monokotiledon, sesuai yang dijelaskan dalam penelitian Hickey (1973) dan Inamdar & Rao (1983). Venasi primer yang berukuran besar pada beberapa spesies berfungsi sebagai kerangka bagi helai daun, memungkinkan pembengkokan lentur di sepanjang urat tengah. Hasil ini menyatakan bahwa pola venasi bukan hanya karakter taksonomi, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi metabolisme dan adaptasi ekologis tanaman.

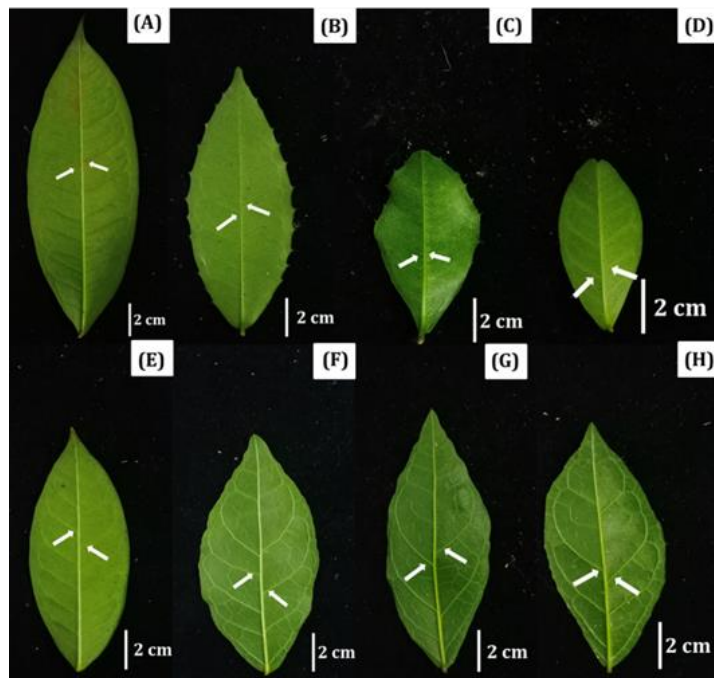
Venasi sekunder bertipe *bronchiodromous* ditemukan pada semua sampel, ditandai dengan pola vena sekunder yang melengkung dan saling terhubung sebelum mencapai tepi daun. Karakter pola venasi primer dan sekunder dalam kompleks genus *Streblus* yang serupa menunjukkan bahwa kedua karakter ini membentuk kerangka utama pola venasi, sehingga disebut vena mayor (Gambar 4.7). Selain itu, baik vena primer maupun sekunder pada tumbuhan angiospermae cenderung mengalami penurunan diameter secara bertahap di sepanjang

dimensi daun, berdasarkan penelitian Sack & Scoffoni (2013).

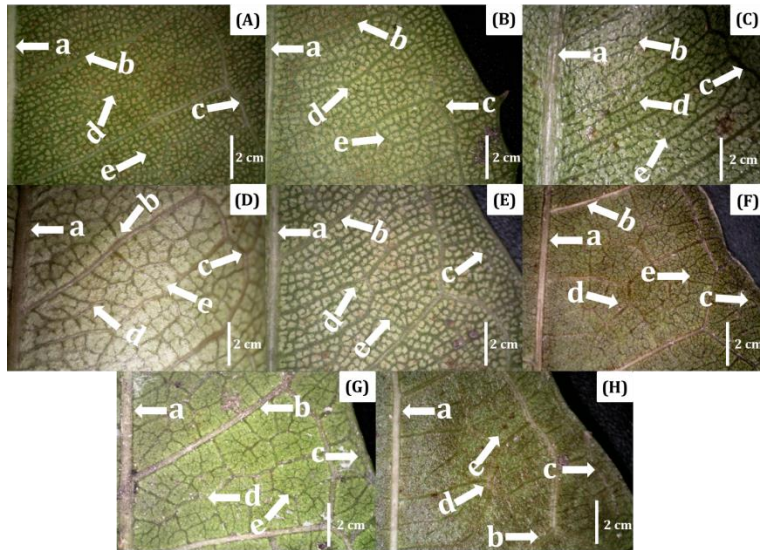
Karakter jarak urat sekunder menggambarkan pola distribusi vena sekunder sepanjang vena primer. Pada semua sampel, tipe *secondary spacing irregular* menunjukkan jarak antar vena sekunder bervariasi sepanjang vena utama (Gambar 4.6). Sementara itu, venasi tersier eksterior bertipe *looped* juga ditemukan seragam pada semua sampel. Pola ini ditandai dengan vena tersier yang membentuk lengkungan di antara vena utama dan sekunder (Gambar 4.7). Karakteristik ini telah diulas oleh Paguntalan & Buot (2019) pada *Hoya merrillii* Schlechter and *Hoya quinquenervia* Warburg. Selain itu, venasi marginal memainkan peran penting dalam mengurangi resiko kekeringan pada kondisi tropis, sebagaimana dilaporkan oleh Yap (1912).

Keseragaman kelima karakter venasi daun menunjukkan bahwa pola venasi daun dalam kompleks *Streblus* bersifat konservatif (Tabel 4.3). Famili Moraceae secara umum memiliki venasi primer bertipe *pinnate* dan venasi sekunder *brochidodromous*, sebagaimana dilaporkan oleh Berg *et al.* (2006). Ketiga karakter venasi lainnya yang ditemukan pada penelitian ini merupakan temuan baru namun menunjukkan sifat yang serupa

dengan venasi primer dan sekunder. Stabilitas pola venasi ini juga mencerminkan adaptasi ekologis yang sesuai dengan habitat tropis kompleks genus *Streblus*. Pola venasi konservatif ini juga berperan penting dalam mendukung fungsi mekanis dan fisiologis tanaman, sebagaimana dinyatakan oleh Liu *et al.* (2022).



Gambar 4.6 Tipe Jarak Urat Sekunder pada Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A), *Taxotrophis ilicifolia* (B), *Taxotrophis taxoides* (C), *Streblus* sp. (D), *Streblus* sp. (E), *Streblus asper* dari Sunda Kecil (F), Jawa Barat (G), dan Asia Tropik (H): tipe jarak urat sekunder *irregular*



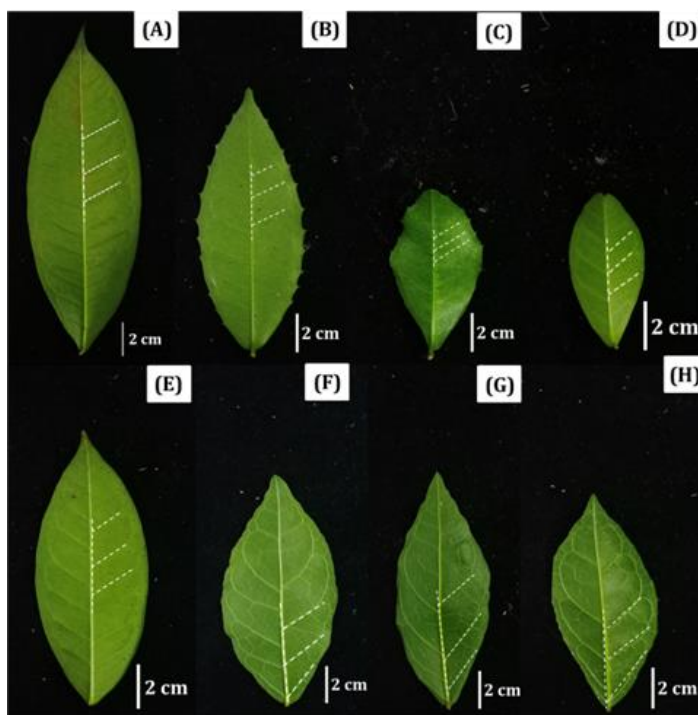
Gambar 4.7 Tipe Venasi Daun kompleks Genus *Streblus*.

Ket: a. venasi primer *pinnate*, b. venasi sekunder *bronchiodromous*, c. vena tersier eksterior *looped*. d. venasi tersier dan e. venasi berakhir bebas bervariasi.

Sloetia elongata A: *composite admedial* dan *FEV's absent*, *Taxotrophis ilicifolia* B: *composite admedial* dan *branching unequal (dendritic)*, *Taxotrophis taxoides* C: *composite admedial* dan *mostly with one branch*, *Streblus* sp. D: *composite admedial* dan *branching unequal (dendritic)*, *Streblus* sp. E: *sinous* dan *FEV's absent*, *Streblus asper* dari Sunda Kecil F: *composite admedial* dan *branching unequal (dendritic)*, *Streblus asper* dari Jawa Barat G: *composite admedial* dan *branching unequal (dendritic)*, *Streblus asper* dari Asia Tropik H: *alternate percurrent tertiary fabric* dan *branching unequal (dendritic)*

Venasi tersier pada sampel penelitian ini menunjukkan pola yang bervariasi antar spesies (Gambar 4.7). Pola *composite admedial* ditemukan pada *Sloetia elongata* (Miq.) Koord., *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner, *Streblus* sp. (1), dan *Streblus asper* L. (1 dan 2). Pola ini dicirikan oleh cabang vena tersier yang mengarah ke bagian medial. Sebaliknya, pola venasi tersier *sinous* ditemukan pada *Streblus* sp. (2), dengan cabang vena tersier melengkung tidak beraturan. Pola *alternate percurrent tertiary fabric* terlihat pada *Streblus asper* L. (3), ditandai oleh susunan vena tersier sejajar secara teratur dengan pola berulang. Keragaman pola venasi tersier ini menunjukkan bahwa venasi tersier merupakan bagian dari venasi minor yang berperan membangun hierarki venasi tingkat tinggi yang kompleks.

Tipe variasi sudut sekunder utama terhadap vena tengah (*type variation of major secondary angle to midvein*) menunjukkan dua pola berbeda di antara sampel (Gambar 4.8). *Sloetia elongata* (Miq.) Koord., *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner, dan dua *Streblus* sp. memiliki tipe *uniform*, dengan sudut vena sekunder konsisten sepanjang vena primer.



Gambar 4.8 Variasi Sudut Sekunder Utama ke Vena Tengah pada Genus *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus*. Ket: *Sloetia elongata* (A), *Taxotrophis ilicifolia* (B), *Taxotrophis taxoides* (C), *Streblus* sp. (D), *Streblus* sp. (E), memiliki sudut *uniform*, *Streblus asper* dari Sunda Kecil (F), Jawa Barat (G), dan Asia Tropik (H): sudut *smoothly decreasing proximally*

Sebaliknya, tiga sampel *Streblus asper* L. menunjukkan pola *smoothly decreasing proximally*, dengan sudut vena sekunder secara bertahap mengecil ke arah pangkal daun. Pola *uniform* mencerminkan keteraturan distribusi vena sekunder, sedangkan pola *smoothly decreasing proximally*

menunjukkan variasi struktural pada vena sekunder. Variasi ini serupa dengan pola yang ditemukan pada *Streblus brunonianus* (Endl.) F. Muell seperti yang dilaporkan Conn (2015), dan dapat berfungsi sebagai indikator diagnostik pada genus *Streblus*.

Karakter venasi yang berakhir bebas (*type freely ending veinlets*) menunjukkan tiga variasi di antara sampel penelitian. *Sloetia elongata* (Miq.) Koord. dan *Streblus* sp. (2) tidak memiliki cabang vena bebas (*FEVs absent*), yang mencerminkan pola venasi sederhana tanpa percabangan akhir. *Taxotrophis taxoides* (B.Heyne ex Roth) Chew ex E.M.Gardner memiliki tipe *mostly with one branch*, dengan percabangan vena akhir terbatas pada satu cabang dominan. Pola kompleks ditemukan pada *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S.Vidal, *Streblus* sp. (1), dan tiga sub-sampel *Streblus asper* L. yang menunjukkan tipe *branching unequal (dendritic)*, dengan cabang vena akhir yang tidak merata. Cabang vena dengan ordo yang tinggi memiliki diameter kecil, tetapi bercabang lebih banyak dan panjang, mendukung distribusi air dan nutrisi secara efisien, seperti dijelaskan oleh Sack & Scoffoni (2013).

Secara keseluruhan, deskripsi morfologi daun dan pola venasi pada kompleks genus *Streblus* memberikan wawasan penting tentang adaptasi struktural tanaman

terhadap lingkungan. Penelitian ini menemukan karakter yang konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Berg *et al.* (2006), namun juga mengungkapkan temuan baru yang memperluas pemahaman terhadap variasi morfologi. Karakter-karakter homogen, seperti pola venasi primer *pinnate* dan venasi sekunder *brochidodromous*, cenderung diwariskan secara genetik karena stabilitasnya di berbagai kondisi lingkungan, sehingga menjadikan karakter tersebut konservatif. Di sisi lain, variasi dalam karakter morfologi dan venasi daun dapat mencerminkan pengaruh faktor genetik maupun respons adaptif terhadap tekanan lingkungan. Temuan ini menegaskan bahwa arsitektur daun tidak hanya mendukung fungsi fisiologis, seperti distribusi air dan nutrisi, tetapi juga memainkan peran penting dalam strategi adaptasi tanaman terhadap habitat tropis.

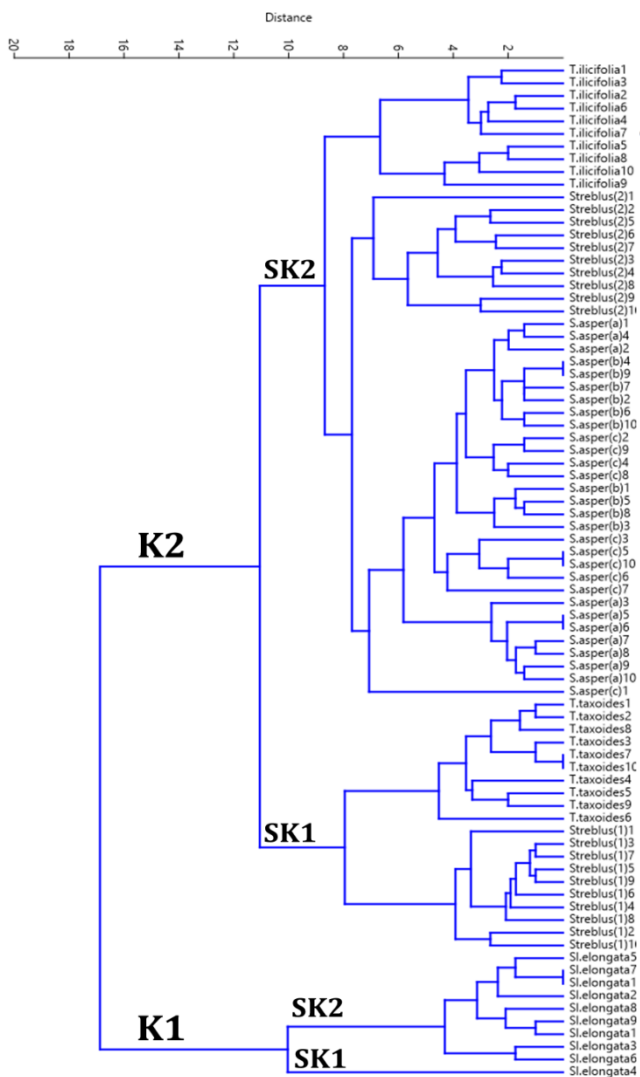
B. Pola Pengelompokan *Sloetia*, *Taxotrophis*, dan *Streblus* Berdasarkan Karakteristik Arsitektur Daun

Karakter yang disajikan pada Tabel 4.1 hingga 4.3 digunakan dalam analisis kluster untuk mengevaluasi tingkat kemiripan antar objek pengamatan. Sebelum analisis, dilakukan skoring terhadap data kualitatif untuk mengonversi menjadi nilai numerik, serta terhadap data kuantitatif untuk menyamakan skala sehingga semua karakter memiliki bobot yang seimbang, sejalan dengan penelitian Karuniawan *et al.* (2019). Perhitungan jarak menggunakan nilai *Euclidean* dilakukan untuk mempermudah proses identifikasi dan pengelompokan spesies. Analisis kluster dilakukan dengan algoritma *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA), yang memungkinkan pengelompokan objek berdasarkan kemiripan morfologi secara terstruktur dan terarah, sebagaimana diterapkan oleh Meinata *et al.* (2021) pada famili Dipterocarpaceae.

Penelitian ini menggunakan jarak *Euclidean* untuk menghitung tingkat kemiripan atau perbedaan antara dua atau lebih individu berdasarkan nilai variabel morfologi yang dianalisis. Jarak ini merepresentasikan hubungan antarindividu dengan membandingkan karakteristik morfologi yang diukur (Angermueller *et al.*, 2016; Aswin

et al., 2023). Pada penelitian ini konstruksi kluster dilakukan dengan menetapkan fenon pada tingkat jarak 12, yang mengelompokkan delapan individu ke dalam dua kluster (Gambar 4.9). Hasil pengelompokan divisualisasikan dalam bentuk dendogram, yang menggambarkan hubungan kekerabatan antarindividu serta memberikan dasar interpretasi pola pengelompokan.

Pada dendogram yang terbentuk, terdapat 10 individu dengan nilai koefisien disimilaritas terendah, yaitu 0,00 yang menunjukkan tingkat kemiripan yang sangat tinggi (Gambar 4.9). Individu tersebut meliputi *Streblus asper* L. asal Jawa Barat (4 dengan 9), *Streblus asper* L. asal Asia Tropik (5 dengan 10), *Streblus asper* L. asal Sunda Kecil (4 dengan 9), *Taxotrophis taxoides* (7 dengan 10), dan *Sloetia elongata* (7 dengan 1). Nilai *Euclidean* digunakan untuk menentukan derajat kemiripan, apabila semakin kecil nilai disimilaritas maka semakin rendah potensi terbentuknya kluster baru karena individu seragam, sebagaimana dilaporkan Husi (2019). Hal ini didukung oleh Aswin *et al.* (2023), yang menjelaskan bahwa nilai *Euclidean* kecil sering direpresentasikan dengan garis lurus vertikal tanpa percabangan pada dendogram, yang menunjukkan adanya individu yang identik.



Gambar 4.9 Hasil Analisis Kluster dengan 20 Karakter dari kompleks genus *Streblus*.
Ket: K1= kluster 1, K2= kluster 2, SK 1= subkluster 1 dan SK2= subkluster 2

Hasil analisis menunjukkan bahwa dendrogram yang terbentuk memisahkan sampel menjadi dua klaster utama (Gambar 4.9). Klaster pertama terdiri atas *Sloetia elongata*, yang membentuk kelompok yang terpisah dari kelompok besar dengan tujuh individu lainnya. Pada jarak *Euclidean* 10, klaster ini terbagi menjadi dua subklaster. Subklaster pertama hanya terdiri atas satu individu *Sloetia elongata*. Individu tunggal ini memiliki bentuk daun *oblong* yang menjadi ciri khasnya dan tidak ditemukan pada individu lainnya dalam klaster tersebut.

Sementara itu, subklaster kedua mencakup sembilan individu dengan bentuk daun *elliptic*. Pada subklaster ini, terdapat individu dengan nilai disimilaritas 0,00 yaitu *Sloetia elongata* (individu 1 dan 7). Kedua individu ini identik karena memiliki 20 karakter yang sama, termasuk karakter kuantitatif. Perbedaan dalam bentuk dan ukuran daun mendukung pengelompokan ini dan menunjukkan variasi karakter morfologi yang relevan dalam analisis taksonomi.

Sloetia elongata menunjukkan karakter arsitektur daun yang paling berbeda dibandingkan klaster dan subklaster lainnya. Perbedaan utama terlihat pada panjang daun yang besar (16-21cm). Bentuk daun *oblong* menjadi ciri khas yang membedakan individu ini dari lainnya. Karakter ini

dianggap stabil karena mencerminkan sifat genetik, sebagaimana didukung oleh studi Lakshmi & Sivakumar (2020) pada *Eucalyptus* yang menunjukkan bahwa pola venasi dan bentuk daun tetap konsisten diberbagai kondisi lingkungan. Hal ini mendukung relevansi karakter kualitatif dalam analisis taksonomi.

Keberadaan klaster terpisah oleh *Sloetia elongata* ini mendukung revisi taksonomi yang dilakukan oleh Clement & Weiblen (2009) dan Tandang *et al.* (2017). Revisi tersebut mendasarkan pemisahan taksa pada karakter morfologi dan molekuler. Hasil penelitian ini menguatkan pemisahan *Sloetia elongata* dari *Streblus elongatus*. Karakter arsitektur daun yang berbeda pada *Sloetia elongata* mempertegas pentingnya pengelompokan ulang ini sebagai upaya memperjelas batasan genus dalam famili Moraceae.

Klaster pertama membentuk kelompok besar yang terdiri atas tujuh individu. Klaster ini terbagi menjadi dua subklaster pada jarak *Euclidean* <10. Subklaster pertama mencakup *Taxotrophis taxoides* dan *Streblus* sp. (1), yang tergabung karena memiliki beberapa kemiripan morfologi. Meskipun kedua individu berasal dari cabang yang sama, individu tersebut tetap mengelompok sesuai dengan taksa masing-masing. Kemiripan karakter pada subklaster ini

meliputi bentuk daun, pangkal daun, *medial symmetry*, tekstur permukaan daun, tipe venasi primer, sekunder, dan tersier, jarak urat sekunder, variasi sudut sekunder utama ke vena tengah, serta pola venasi tersier eksterior. Namun, perbedaan pada karakter ujung dan tepi daun menunjukkan bahwa meskipun tergabung dalam satu subklaster, masing-masing individu memiliki ciri khas yang membedakan taksa tersebut.

Perbedaan yang nyata dapat diamati pada kedua individu tersebut, terutama pada karakter ujung dan tepi daun. Pada kelompok *Taxotrophis taxoides*, terdapat dua individu dengan nilai disimilaritas 0,00 yaitu individu 7 dan 10. Kemiripan ini disebabkan oleh adanya karakter morfologi yang identik di antara individu tersebut.

Karakter tepi daun *spinose* yang khas pada genus *Taxotrophis* menjadi pembatas taksonomi utama, sebagaimana dijelaskan oleh Berg *et al.* (2006) dan Gardner (2021). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun banyak karakter serupa antara *Taxotrophis taxoides* dan *Streblus* sp. (2), perbedaan penting pada tepi daun cukup untuk memisahkan kedua taksa tersebut. Hasil ini mendukung pemisahan *Taxotrophis taxoides* dari *Streblus taxoides*, karena *Taxotrophis taxoides* memiliki ciri khas dari genus *Taxotrophis* yaitu tepi daun bertipe *spinose*

(Berg *et al.*, 2006).

Subklaster kedua terdiri atas lima individu. Subklaster ini mencakup *Taxotrophis ilicifolia*, yang membentuk kelompok homogen karena memiliki karakteristik khas tepi daun *spinose* dan *medial symmetry*. Karakter ini menjadi pembatas taksonomi penting dalam genus *Taxotrophis*, sebagaimana dijelaskan Berg *et al.* (2006) dan diperkuat oleh revisi taksonomi Gardner (2021).

Karakter tepi daun sering digunakan dalam revisi taksonomi karena stabilitasnya yang tidak mudah dipengaruhi oleh lingkungan, seperti yang dilakukan Gardner (2021). Stabilitas ini memungkinkan karakter tersebut menjadi dasar yang penting dalam membedakan taksa. Studi Adenegan-Alakinde (2023) pada genus *Basella* di Nigeria menegaskan bahwa karakter tepi daun memiliki nilai diagnostik untuk membedakan spesies dalam kelompok genus yang kompleks. Hasil penelitian ini mendukung revisi taksonomi yang dilakukan oleh (Gardner, 2021) terkait perpindahan *Taxotrophis ilicifolia* dari *Streblus ilicifolius*.

Individu lain yang berada di subklaster kedua yaitu *Streblus* sp. (2) dan tiga sub-sampel *Streblus asper* L. dari lokasi berbeda. Kelompok ini terbentuk berdasarkan kemiripan karakter daun, seperti ujung daun, pangkal

daun, simetri medial, pola venasi, venasi primer, venasi sekunder, jarak urat sekunder, dan venasi tersier eksterior. Ketiga sub-sampel *Streblus asper* L. berasal dari lokasi geografis yang berbeda dan menunjukkan pengelompokan yang tumpang tindih. Hal ini mendukung pernyataan bahwa spesies yang sama cenderung memiliki kemiripan karakter morfologi yang melimpah (Husi, 2019). Pengelompokan hierarki dalam dendogram ini mengelompokkan genotipe berdasarkan sifat morfologi daripada asal geografis.

Tidak adanya hubungan antara pengelompokan dengan lokasi geografis populasi mencerminkan dasar genetik tanaman yang diwariskan, sesuai dengan penelitian Sari *et al.* (2016) pada *Canna indica* L. Hasil ini konsisten dengan temuan Kusumarini & Ariyanti (2015) pada *Piper cubeba* (kemukus), bahwa koleksi dari Kendal dan Magelang, meskipun berasal dari lokasi geografis yang berbeda, tergabung dalam kelompok I. Hal ini menunjukkan bahwa pengelompokan pada spesies tertentu tidak terbatas lokasi geografis, melainkan dipengaruhi oleh karakter morfologi yang diwariskan.

Namun, *Streblus* sp. (2) tetap membentuk kelompok terpisah meskipun berada dalam kelompok yang sama dengan ketiga sub-sampel tersebut. Hal ini menunjukkan

adanya perbedaan karakter tertentu, seperti tepi daun, tekstur permukaan daun, variasi sudut vena sekunder ke vena tengah, dan pola venasi berakhir bebas. Perbedaan ini memberikan batasan yang jelas antara *Streblus* sp. (2) dan sub-sampel *Streblus asper* L. bahwa karakter arsitektur daun mampu memisahkan taksa.

Pada ketiga sub-sampel *Streblus asper* L. terdapat enam individu yang memiliki disimilaritas 0,00. Keenam individu tersebut yaitu *Streblus asper* L. asal Sunda Kecil (a) pada individu 5 dan 6, *Streblus asper* L. asal Jawa Barat (b) pada individu 4 dan 9, serta *Streblus asper* L. asal Asia Tropik (c) pada individu 5 dan 10. Hal ini menunjukkan bahwa keenam individu tersebut identik secara morfologi.

Pendekatan serupa dalam analisis kluster berbasis morfologi juga diterapkan pada genus *Hoya* untuk mengidentifikasi batasan spesies dalam kelompok dengan karakter yang saling tumpang tindih (Paguntalan & Buot, 2019; Scott & Buot, 2022). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa spesies yang memiliki hubungan kekerabatan dekat cenderung berbagi banyak karakter morfologi yang serupa, sesuai dengan penelitian Hamidah *et al.* (2024) pada famili Annonaceae. Karakteristik ini mendukung hipotesis bahwa arsitektur daun bersifat konservatif, diwariskan secara genetik, dan cenderung

stabil dalam spesies tertentu.

Revisi ini menunjukkan pentingnya penilaian karakter fenotipik sebagai dasar utama dalam klasifikasi, terutama untuk mengidentifikasi keunikan morfologi yang konsisten antar kelompok. Arsitektur daun tidak hanya menjadi alat yang efektif dalam memisahkan individu dalam klaster, tetapi juga membantu mempertegas batasan taksonomi antar genus yang memiliki karakteristik serupa. Analisis morfologi daun berperan dalam meningkatkan keakuratan identifikasi dan pemahaman tentang hubungan taksonomi di dalam suatu genus. Oleh karena itu, arsitektur daun menjadi alat yang efektif untuk memisahkan individu-individu dalam klaster, sekaligus mempertegas batasan taksonomi dalam genus yang saling terkait.

Selain analisis klaster, *Principal Components Analysis* (PCA) juga diterapkan pada penelitian ini, sesuai yang dilakukan oleh Paguntalan & Buot (2019) pada genus *Hoya* dan Meinata *et al.* (2021) pada famili Dipterocarpaceae. Analisis komponen utama (PCA) berfungsi untuk mereduksi dimensi data yang saling berkorelasi menjadi dimensi yang lebih kecil dan bebas dari korelasi. Metode ini memungkinkan identifikasi jumlah komponen atau faktor yang relevan untuk analisis

lebih lanjut.

Penentuan jumlah komponen utama dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, yaitu berdasarkan visualisasi *scree plot*, nilai *eigenvalue* lebih dari satu, serta total presentase kumulatif *eigen* yang mampu menjelaskan lebih dari 80% keragaman data (Jolliffe, 2002; Johnson, 2007; Umar, 2009; Adji & Setiawan, 2012). Metode ini menyederhanakan data tanpa menghilangkan informasi penting, sehingga dapat membantu memahami lebih mendalam struktur keragaman karakter pada sampel penelitian yang dianalisis. Hal ini sesuai dengan pendapat Afuape *et al.* (2011), analisis komponen utama merupakan teknik yang berguna untuk mengetahui kontribusi suatu karakter terhadap keragaman sehingga berhasil menilai karakter yang menjadi ciri suatu populasi.

Penggunaan delapan karakter kualitatif untuk analisis komponen utama meliputi karakter bentuk daun, ujung daun, pangkal daun, tepi daun, venasi tersier, variasi sudut sekunder utama ke vena tengah, simetri medial dan venasi berakhir bebas, yang didasarkan pada pendapat Ash *et al.* (1999) dan Wu *et al.* (2007). Karakter-karakter ini mencerminkan ciri khas helaian daun yang relevan untuk analisis taksonomi morfologi pada kompleks genus *Streblus*. Pemilihan karakter ini mempertimbangkan

keberadaan pola yang konsisten dan nilai diagnostik yang dapat membedakan individu dalam kompleks genus *Streblus*, sehingga menjadi acuan yang dapat diandalkan dalam penelitian morfologi daun.

Dua belas karakter lainnya dikeluarkan dari analisis karena tidak menunjukkan variasi yang cukup untuk membedakan individu dalam sampel. Karakter-karakter ini memiliki nilai yang hampir identik pada lebih dari satu individu, sehingga kontribusinya terhadap total keragaman data menjadi rendah. Selain itu, karakter yang bersifat kontinu sering kali kurang efektif dalam analisis taksonomi karena tidak memberikan batasan yang jelas antar spesies. Hal ini sesuai dengan penelitian Larasati *et al.* (2024) pada genus *Ixora* dan *Psychotria*, yang juga menghindari penggunaan karakter dengan variasi rendah.

Analisis komponen utama ini juga tidak menggunakan karakter permukaan warna daun, karena perbedaan kondisi antara daun segar dan daun awetan dapat menyebabkan hasil yang tidak konsisten. Pemilihan karakter yang relevan memastikan bahwa analisis hanya difokuskan pada karakter morfologi yang dapat menunjukkan perbedaan antar individu dalam kompleks genus *Streblus*. Pendekatan ini menghasilkan informasi yang lebih terarah dan mendukung keakuratan dalam

identifikasi taksonomi.

Hasil analisis komponen utama (PCA) terhadap delapan karakter kualitatif menunjukkan bahwa dua komponen utama yaitu PC1 dan PC2 memiliki nilai *eigenvalue* >1, sehingga memenuhi kriteria untuk digunakan dalam menjelaskan keragaman data pada kompleks genus *Streblus* (Tabel 4.4). PC1 memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 1.126 yang berkontribusi sebesar 31.01% terhadap total keragaman data, sedangkan PC2 memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 1.051 dengan kontribusi 28.95%. Kedua komponen ini secara kumulatif menjelaskan 59.96% dari total keragaman data, sedangkan komponen lainnya (PC3-PC8) dengan nilai *eigenvalue* <1 dianggap tidak relevan dalam menjelaskan keragaman data.

Meskipun total presentase keragaman kumulatif sebesar 59.96% berada di bawah ambang batas <80% yang umum digunakan untuk merepresentasikan keragaman data, hasil ini tetap dianggap valid dalam konteks penelitian ini. Hal ini disebabkan oleh tingkat kemiripan tinggi antar delapan sampel yang tergolong dalam kompleks genus *Streblus*, yang secara alami menghasilkan keragaman data yang lebih rendah. Oleh karena itu, meskipun total keragaman kumulatif tidak terlalu tinggi, dua komponen utama tetap mampu

menjelaskan sebagian besar pola variasi yang relevan untuk membedakan karakter morfologi dalam kelompok tersebut.

Tabel 4.4 Nilai *eigenvalues* dari delapan karakter arsitektur daun kompleks genus *Streblus*

PC	Eigenvalue	% Variance
1	1,12612	31,01
2	1,05113	28,95
3	0,627621	17,28
4	0,427874	11,78
5	0,15243	4,20
6	0,131368	3,62
7	0,0859374	2,37
8	0,0288535	0,79

Penentuan relevansi komponen utama berdasarkan nilai *eigenvalue* mengacu pada pendekatan yang dijelaskan oleh Rosdayanti *et al.* (2019) pada penelitian genus *Shorea*, yang menyatakan bahwa hanya komponen dengan nilai *eigenvalue* >1 yang dapat digunakan untuk menjelaskan keragaman data. Komponen utama ini juga berperan dalam menentukan karakter pembeda morfologi daun pada kompleks genus *Streblus*. Nilai *eigenvalue* yang tinggi menunjukkan bahwa PC1 dan PC2 mencakup sebagian besar variasi dalam data, sehingga memiliki potensi menjadi karakter pembeda dalam analisis kompleks genus *Streblus*. Analisis ini menggarisbawahi

pentingnya kedua komponen utama tersebut dalam mendukung deskripsi morfologi daun secara mendalam.

Berdasarkan hasil analisis *eigenvector*, dua karakter arsitektur daun yang memiliki kontribusi dominan dalam membedakan kompleks genus *Streblus* adalah tepi daun pada PC1 dengan nilai *eigenvector* 0,677 dan ujung daun pada PC2 dengan nilai *eigenvector* 0,737 (Tabel 4.5). Hasil analisis PCA tersebut menunjukkan bahwa sumbu pertama (PC1) mencakup keragaman tertinggi, sementara sumbu kedua (PC2) menghimpun sebagian besar keragaman sisanya, sesuai dengan penelitian Prayudha *et al.* (2019) pada klon *Ipomoea batatas* L. Karakter tepi daun dan ujung daun dipilih sebagai karakter berpengaruh dalam penelitian ini karena memiliki nilai *eigenvector* > 0,6, yang menunjukkan kontribusi besar terhadap keragaman total. Nilai *eigenvector* yang tinggi mencerminkan pengaruh yang kuat terhadap keragaman, sebagaimana dinyatakan dalam penelitian Woolford (2015).

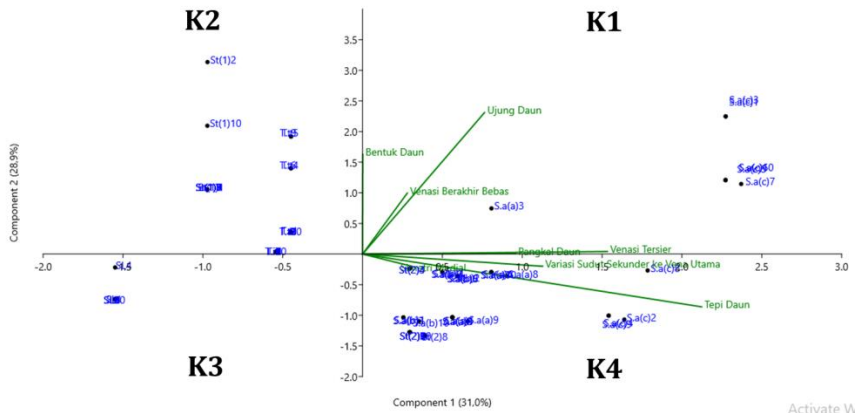
Tabel 4.5 Nilai *Eigenvector* dari Dua Komponen Utama

Variabel	PC 1	PC 2
Bentuk Daun	0,00045	0.51995
Ujung Daun	0,24389	0,73792
Pangkal Daun	0,30668	0,00234
Tepi Daun	0,67796	-0,27523
Venasi Tersier	0,48946	0,0131
Variasi Sudut Sekunder Utama ke Vena Tengah	0,36012	-0,06384
Simetri Medial	0,09792	-0,06327
Venasi Berakhir Bebas	0,08942	0,31799

Hasil analisis menunjukkan bahwa tepi daun dan ujung daun memiliki peran utama dalam membedakan spesies dalam kompleks genus *Streblus*. Kedua karakter ini memberikan informasi penting yang membantu memperjelas variasi morfologi yang terdapat pada kompleks genus tersebut. Visualisasi melalui *Scatter Plot* (Gambar 4.10) mendukung temuan ini dengan menggambarkan kontribusi setiap karakter terhadap total keragaman morfologi daun. Oleh karena itu, kedua karakter ini dapat dijadikan acuan utama dalam pengelompokan kompleks genus *Streblus* berdasarkan arsitektur daun.

Distribusi individu dalam analisis PCA mempertegas pola pengelompokan berdasarkan kontribusi karakter morfologi daun utama yang divisualisasikan pada *Scatter*

Plot (Gambar 4.10). Karakter dengan nilai *eigenvector* positif, seperti bentuk daun, ujung daun, pangkal daun, venasi tersier, dan venasi berakhir bebas berkontribusi pada pengelompokan individu dengan karakteristik serupa di kuadran yang sama. Sebaliknya, karakter dengan nilai *eigenvector* negatif, seperti tepi daun, variasi sudut sekunder utama ke vena tengah, dan simetri medial berperan dalam memisahkan individu yang memiliki perbedaan morfologi yang jelas. Hal ini terlihat dari penyebaran individu tersebut di kuadran yang berbeda dalam diagram analisis.



Gambar 4.10 Hasil *Scatter Plot* Berdasarkan 8 Karakter Daun Pada kompleks genus *Streblus*
Ket= K1: Kuadran 1, K2: Kuadran 2, K3: Kuadran 3, dan K4: Kuadran 4

Lebih lanjut, nilai *eigenvector* pada setiap karakter (Tabel 4.4) menentukan posisi karakter dalam biplot (Gambar 4.9). Karakter dengan nilai *eigenvector* positif cenderung berkumpul dalam satu kuadran, seperti kuadran I yang mencakup karakter bentuk daun, pangkal daun, venasi tersier, dan venasi berakhir bebas. Kontribusi searah dari karakter-karakter ini membantu mengelompokkan sampel dengan karakteristik homogen di kuadran tersebut. Sebaliknya, karakter dengan nilai *eigenvector* negatif, seperti tepi daun, variasi sudut sekunder utama ke vena tengah, dan simetri medial, tersebar di kuadran berbeda, seperti kuadran IV. Penyebaran ini menunjukkan bahwa karakter negatif berperan dalam memisahkan sampel dengan perbedaan morfologi yang nyata, sebagaimana dilaporkan oleh Syafii *et al.* (2015).

Distribusi individu dalam analisis PCA mempertegas keberadaan kompleksitas genus *Streblus*, dengan pengelompokan berdasarkan kontribusi karakter morfologi daun utama. Analisis biplot menunjukkan bahwa karakter dominan yang memengaruhi keragaman *Streblus* terletak di kuadran I dan IV, sementara distribusi individu tersebar di seluruh kuadran yaitu kuadran I, II, III, dan IV. Beberapa spesies yang ditemukan di masing-

masing kuadran antara lain *Streblus asper* L. (Sunda Kecil dan Asia Tropik) di kuadran I, *Streblus* sp. (1), *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, dan *Taxotrophis taxoides* di kuadran II, serta *Sloetia elongata* di kuadran III. Kuadran IV mengelompokkan *Streblus* sp. (2) dan sub-sampel *Streblus asper* L. dari asal berbeda.

Pada kuadran I (Gambar 4.10), analisis PCA menunjukkan karakter dengan nilai *eigenvector* positif pada kedua sumbu utama, yaitu PC1 dan PC2. Karakter ujung daun memiliki nilai *eigenvector* tertinggi, yang menunjukkan perannya dalam membedakan keragaman individu *Streblus asper* L. asal Sunda Kecil (a) dan Asia Tropik (c). Panjang garis vektor karakter ujung daun mengindikasikan kontribusi besar terhadap variasi data. Karakter lainnya, seperti bentuk daun, venasi berakhir bebas, pangkal daun, dan venasi tersier juga memiliki nilai *eigenvector* positif, tetapi panjang garis vektor karakter ini pendek, sehingga menunjukkan kontribusi yang kecil terhadap keragaman individu di kuadran ini.

Distribusi individu dalam kuadran I memperlihatkan pengelompokan berdasarkan karakter morfologi daun. Individu yang termasuk dalam kuadran ini adalah *Streblus asper* L. asal Sunda kecil dan Asia Tropik. Karakter utama yang memengaruhi pengelompokan ini meliputi variasi

ujung daun (*acuminate, acute, dan abruptly acute*), bentuk daun (*elliptic dan obovate*), bentuk pangkal daun (*obtuse*), serta pola venasi berakhir bebas dengan tipe *dendritic* yang seragam. Kombinasi keempat karakter tersebut mengarahkan individu ke dalam kelompok yang sama pada biplot PCA.

Hasil analisis ini sesuai dengan visualisasi pada *Scatter Plot* (Gambar 4.10), yang menunjukkan karakter ujung daun memainkan peran penting dalam menjelaskan keragaman individu *Streblus asper* L. Studi ini sejalan dengan temuan Jain & Patel (2016), yang menyatakan bahwa karakter dengan nilai positif pada *eigenvector* menunjukkan korelasi langsung terhadap keragaman dalam kelompok tertentu, sehingga karakter ini berkontribusi pada pembentukan kelompok yang homogen.

Kuadran II mencakup *Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal, *Taxotrophis taxoides*, dan *Streblus* sp. (1). Pengelompokan ini tidak dipengaruhi oleh karakter dominan seperti tepi dan ujung daun, karena keduanya menunjukkan perbedaan antar individu. *Taxotrophis* memiliki tepi daun *spinose*, sedangkan *Streblus* sp. (1) memiliki tepi daun *entire*, dengan variasi pada ujung daun. Sebaliknya, karakter minor seperti bentuk daun (*elliptic*

dan obovate), pangkal daun (*subcordate*), *medial symmetry* dan tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (*uniform*) memainkan peran lebih besar dalam pengelompokan ini, meskipun nilai *eigenvector* rendah (<0,6). Hal ini sejalan dengan Gabriel (1971), yang menyatakan bahwa karakter minor dapat membentuk pola distribusi yang kompleks pada biplot PCA.

Kuadran III hanya ditempati oleh *Sloetia elongata* yang menunjukkan karakter morfologi khas berupa bentuk daun *oblong* dan tepi daun *entire*. Meski tidak ada garis vektor yang mewakili karakter dominan dalam kuadran ini, kontribusi karakter minor tetap terlihat. Posisi *Sloetia elongata* yang terisolasi mencerminkan perbedaan morfologi yang jelas dibandingkan individu lain dalam analisis ini. Temuan ini mendukung revisi taksonomi oleh Clement & Weiblen (2009) dan Tandang *et al.* (2017), yang memindahkan *Sloetia elongata* dari *Streblus elongatus* ke genus *Sloetia* berdasarkan perbedaan morfologi dan molekuler.

Penempatan *Sloetia elongata* di kuadran III menunjukkan bahwa meskipun karakter minor memiliki nilai *eigenvector* kecil, karakter tersebut tetap memberikan informasi penting dalam membedakan spesies. Hal ini juga konsisten dengan dendogram

(Gambar 4.9), yang menunjukkan bahwa *Sloetia elongata* membentuk kelompok terpisah dari tujuh individu lainnya.

Kuadran tanpa panah vektor mencerminkan bahwa variabel utama tidak memberikan kontribusi besar terhadap pola variasi yang dianalisis. Distribusi individu di kuadran II dan III kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi karakter dengan nilai *eigenvector* rendah ($<0,6$). Gabriel (1971) dan Yan & Kang (2003) menjelaskan bahwa pola distribusi ini dapat terjadi akibat kontribusi gabungan dari karakter dengan pengaruh kecil. Meskipun karakter-karakter ini tidak membentuk pola dominan, namun tetap membantu membedakan individu berdasarkan morfologi. Pemisahan individu dalam kuadran II dan III mencerminkan variasi morfologi kecil yang tidak sepenuhnya ditentukan oleh karakter dengan nilai *eigenvector* besar, tetapi tetap berperan dalam pengelompokan berdasarkan morfologi daun.

Pada kuadran IV (Gambar 4.9), karakter tepi daun menunjukkan nilai *eigenvector* positif pada PC1 dan negatif pada PC2, dengan kontribusi dominan terhadap keragaman individu *Streblus asper* L. dan *Streblus* sp. (2). Kontribusi ini tercermin dari ukuran garis vektor yang terpanjang, menunjukkan pentingnya karakter ini dalam

pemisahan individu. Sebaliknya, karakter seperti variasi vena sekunder menuju vena utama dan simetri medial memiliki nilai *eigenvector* positif pada PC1 dan negatif pada PC2 tetapi kontribusinya terhadap keragaman relatif lemah, ditunjukkan oleh garis vektor yang pendek. Penemuan ini sesuai dengan Wicaksono *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa karakter dengan kontribusi rendah ditunjukkan oleh ukuran garis vektor pendek dalam biplot.

Kuadran IV mencakup *Streblus* sp. (2) dan *Streblus asper* L. asal Sunda Kecil, Jawa Barat, dan Asia Tropik. Pengelompokan ini didasarkan pada kemiripan simetri daun (*symmetry* dan *asymmetry*), serta tipe pangkal daun. *Streblus* sp. (2) memiliki pangkal *subcordate* yang menyerupai *Streblus asper* L. asal Jawa Barat, sedangkan individu lainnya memiliki tipe pangkal daun *obtuse*. Selain itu, variasi karakter tepi daun dan sudut sekunder utama terhadap vena tengah membedakan *Streblus* sp. (2) dari tiga sub-sampel *Streblus asper* L. Karakter-karakter ini berperan dalam memisahkan kedua kelompok, sebagaimana dijelaskan oleh Zubair (2004) dan Ali *et al.* (2021).

Karakter tepi daun yang menunjukkan nilai negatif pada kuadran IV, berkontribusi nyata dalam pemisahan

kelompok. *Streblus* sp. (2) memiliki tepi daun *entire*, sedangkan *Streblus asper* L. bertipe *repand*. Nilai negatif pada karakter ini menciptakan pemisahan yang tajam antar kelompok dan menghasilkan pola distribusi yang unik dalam diagram PCA, sesuai dengan penelitian Zubair (2004) dan Ali *et al.* (2021) pada *Vigna radiata* L.

Meskipun tepi daun memiliki nilai *eigenvector* negatif, karakter ini tetap berperan penting dalam menjelaskan variasi morfologi antar individu. Nilai negatif tersebut menunjukkan arah vektor yang mengarahkan individu ke kuadran tertentu dalam diagram PCA, sehingga mempertegas perbedaan morfologi antar kelompok (Gambar 4.10). Visualisasi ini menyoroti pentingnya karakter dengan nilai *eigenvector* positif dan negatif yang saling melengkapi dalam menjelaskan hubungan morfologi kompleks genus *Streblus*.

Pengelompokkan ini menunjukkan bahwa meskipun karakter utama, seperti ujung daun dan tepi daun memiliki pengaruh besar terhadap variasi data, karakter minor dengan nilai *eigenvector* rendah ($<0,6$), tetap berkontribusi secara signifikan dalam menjelaskan hubungan taksonomi. Pendekatan PCA yang menggabungkan karakter utama dan minor telah membantu memperjelas batasan genus dalam kompleks

Streblus. Temuan ini menyediakan informasi baru mengenai pola hubungan taksonomi, sehingga tumpang tindih morfologi daun dapat dipahami dengan baik.

Analisis PCA memberikan bukti kuat untuk mendukung pengelompokan dendogram, yang menunjukkan pemisahan yang jelas antara individu *Sloetia elongata* dan kelompok individu lainnya. Pemisahan ini mendukung interpretasi bahwa karakter arsitektur daun tertentu dapat berperan penting dalam membedakan taksa pada tingkat genus. Selain sebagai pembeda taksa, arsitektur daun juga menjadi karakter penghubung yang mencerminkan hubungan kekerabatan antar kelompok dengan ciri morfologi yang serupa.

Kombinasi analisis kluster dan analisis komponen utama (PCA) memainkan peran penting dalam mengungkap kontribusi karakter morfologi terhadap pengelompokan aksesori dalam kompleks genus *Streblus*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Sloetia elongata* membentuk kelompok terpisah dari *Taxotrophis* dan *Streblus*, mendukung revisi taksonomi sebelumnya yang memindahkan *Sloetia elongata* dari *Streblus elongatus* (Clement & Weiblen, 2009; Tandang *et al.*, 2017). Selain itu, genus *Taxotrophis* berbeda dengan *Streblus* karena memiliki ciri khas tepi daun *spinose*, mendukung revisi

taksonomi yang mengalihkan *Taxotrophis ilicifolia* dari *Streblus ilicifolius* dan *Taxotrophis taxoides* dari *Streblus taxoides*. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa *Streblus* sp. (1) mengelompok dengan tersebut, Sementara, *Streblus* sp. (2) konsisten mengelompok dengan *Streblus asper* pada dendogram dan analisis komponen utama, yang mendukung tetap berasal dari genus *Streblus*. Pendekatan kombinasi nilai Euclidean dan kontruksi dendogram terbukti efektif dalam merangkum variasi morfologi secara menyeluruh dan mendukung analisis taksonomi yang mempertimbangkan karakter utama dan minor.

Pendekatan berbasis morfologi daun ini memberikan dasar yang kuat untuk memperjelas batasan genus dan memahami hubungan antar spesies, meskipun terdapat karakter yang tumpang tindih. Hal ini menunjukkan potensi arsitektur daun sebagai alat identifikasi yang bermanfaat dalam menentukan batasan taksa sekaligus merefleksikan hubungan kekerabatan antar kelompok. Kombinasi nilai *Euclidean* dan kontruksi dendogram terbukti sebagai pendekatan yang efektif untuk merangkum variasi morfologi dan mendukung analisis taksonomi.

C. Karakteristik Diagnostik Arsitektur Daun pada Kompleks Genus *Streblus* Koleksi Kebun Raya Bogor

Analisis morfologi daun merupakan pendekatan penting dalam penelitian kompleks genus *Streblus*. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik diagnostik antar spesies dengan akurat, sebagaimana diterapkan pada penelitian sebelumnya (Pulan, 2014; Oliveira *et al.*, 2017; Fayed *et al.*, 2020; Meinata *et al.*, 2021). Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penyusunan kunci identifikasi paralel. Metode ini menyajikan pilihan karakter morfologi secara berpasangan sehingga memungkinkan peneliti menentukan identitas spesies melalui proses eliminasi bertahap. Proses tersebut dianggap sangat efisien untuk kajian taksonomi, seperti yang dijelaskan oleh Priyadi (2020).

Penerapan kunci identifikasi paralel bertujuan untuk memperoleh karakter arsitektur daun yang konsisten dalam membedakan individu pada kompleks genus *Streblus*. Metode ini telah digunakan oleh Meinata *et al.* (2021) pada famili Dipterocarpaceae untuk mengklasifikasikan individu berdasarkan karakter diagnostik dari arsitektur daun. Selain itu, metode ini memungkinkan identifikasi tanpa perlu menghafal seluruh

karakteristik morfologi. Pendekatan eliminasi bertahap melalui pilihan karakter membantu menentukan identitas spesimen dengan lebih efisien (Widjaja, 2001).

Kunci identifikasi paralel dalam penelitian ini disusun berdasarkan analisis karakteristik arsitektur daun dari delapan individu dalam kompleks genus *Streblus*. Karakter morfologi yang digunakan mencakup karakter kuantitatif, seperti dimensi panjang daun dan karakter kualitatif, seperti tepi daun, ujung daun, pangkal daun, pola venasi, dan tekstur permukaan daun. Pemilihan karakter tersebut didasarkan pada relevansinya dalam membedakan spesies dalam kompleks genus ini, sebagaimana dilaporkan Berg *et al.* (2006), Clement & Weiblen (2009), Tandang *et al.* (2017) dan Gardner (2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kunci identifikasi paralel efektif dalam mengatasi ambiguitas karakter morfologi. Metode ini membantu membedakan spesies dengan karakter yang tumpang tindih, seperti pada *Syzygium* dan Dipterocarpaceae (Oliveira *et al.*, 2017; Meinata *et al.*, 2021). Metode ini juga efektif pada kompleks genus *Streblus* yang memiliki tingkat variasi morfologi tinggi. Penyusunan kunci identifikasi paralel dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan taksonomi

kompleks genus *Streblus*.

Informasi rinci mengenai karakteristik diagnostik arsitektur daun kompleks genus *Streblus* disajikan dalam kunci identifikasi paralel berikut.

1. a. Tepi daun *spinose*.....2
 b. Tepi daun *entire* atau *repand*.....3
2. a. Venasi berakhir bebas *branching unequal (dendritic)*.....*T.ilicifolia*
 b. Venasi berakhir bebas *mostly with one branch*.....*T.taxoides*
3. a. Ujung daun *incised*.....
 *Streblus sp. (Taxotrophis sp.)*
 b. Ujung daun *acuminate, acute, atau abruptly acute*.....4
4. a. Tekstur permukaan licin, *secondary angle uniform*
 5
 b. Tekstur permukaan kasap, *secondary angle smoothly decreasing proximally*..... *Streblus asper*
5. a. Venasi tersier *sinous*.....*Streblus sp. (2)*
 b. Venasi tersier *composite admedial*.....*S. elongata*

Berdasarkan kunci identifikasi yang telah disusun, enam karakter arsitektur daun digunakan sebagai dasar pembentukan kunci identifikasi. Karakter-karakter ini tidak hanya memberikan ciri khas pada masing-masing individu, tetapi juga efektif dalam membedakan taksa pada kompleks genus *Streblus*. Pemilihan karakter tersebut didasarkan pada stabilitasnya terhadap variasi lingkungan dan relevansi taksonominya, terutama ketika organ generatif sulit diamati. Pendekatan ini sesuai dengan pendapat Clement & Weiblen (2009), yang menekankan pentingnya karakter vegetatif dalam studi taksonomi.

Karakter tepi daun terbukti dapat digunakan untuk mendukung revisi taksonomi dalam kompleks genus *Streblus*. Penelitian Fayed *et al.* (2020) pada genus *Euphorbia* L. dan Shamin-Shazwan *et al.* (2024) pada *Durio zibethinus* L. menunjukkan bahwa arsitektur daun, termasuk tepi daun, berperan dalam genus yang kompleks. Penelitian ini membuktikan bahwa individu dengan tepi daun berduri (*spinose*) dapat dibedakan dari individu dengan tepi daun rata (*entire*) dan bergelombang (*repand*), sehingga mengindikasikan peran tepi daun sebagai karakter diagnostik dalam arsitektur daun.

Karakter tekstur permukaan daun juga berfungsi sebagai alat diagnostik penting dalam taksonomi. Daun *Streblus* umumnya memiliki tekstur kering, tipis, dan kasar yang secara jelas membedakannya dari genus lain seperti *Sloetia* dan *Taxotrophis* (Berg *et al.*, 2006). Selain menjadi ciri pembeda antar genus, karakter ini juga mencerminkan adaptasi ekologi tertentu yang memungkinkan genus *Streblus* berkembang di lingkungan dengan tingkat kelembapan yang bervariasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakter ujung daun dapat membedakan individu dalam kompleks genus *Streblus*. Meskipun terdapat tumpang tindih pada beberapa individu dengan ujung daun yang serupa, perbedaan pada bentuk ujung daun yang khas tetap memungkinkan pemisahan individu. Temuan sejalan dengan Hernandez *et al.* (2020), yang melaporkan bahwa bentuk ujung daun tetap stabil di berbagai kondisi lingkungan dan dapat digunakan untuk membedakan spesies dalam famili Dipterocarpaceae.

Selain ciri morfologi umum, pola venasi juga menunjukkan karakter yang khas. Pola venasi tersier memberikan karakter yang khas dalam pembentukan kunci identifikasi. Karakter ini mampu memberikan batasan yang jelas antar taksa pada tingkat spesies, sejalan

dengan penelitian Meinata *et al.* (2021) pada famili Dipterocarpaceae dan Larasati *et al.* (2024) pada Rubiaceae, serta Pulan & Buot (2014) pada genus *Terminalia*. Pada penelitian, pola venasi tersier menunjukkan efektivitas sebagai karakter diagnostik untuk membedakan individu dalam kompleks genus *Streblus*.

Venasi berakhir bebas juga berperan penting dalam analisis taksonomi. Pola cabang vena bebas yang bervariasi dapat membantu membedakan spesies dalam genus kompleks. Hal ini sejalan dengan laporan Fayed *et al.* (2020), pada *Euphorbia* dan Sun *et al.* (2018) pada genus *Discorea*, yang menunjukkan bahwa venasi berakhir bebas efektif dalam menyusun kunci identifikasi. Temuan ini juga membuktikan bahwa pola venasi tersebut berkontribusi pada penentuan batasan genus, sehingga menjadikan karakter tersebut penting dalam kunci identifikasi kompleks genus *Streblus*.

Variasi sudut vena sekunder terhadap vena utama merupakan karakter yang dapat digunakan untuk membedakan individu. Pada *Streblus asper* L. tipe *smoothly decreasing proximally* menunjukkan pola pengecilan sudut vena sekunder ke arah proksimal (pangkal), sedangkan individu lainnya memiliki sudut

vena sekunder yang teratur. Karakter ini telah digunakan oleh Fayed *et al.* (2020) untuk *Euphorbia* L. dan Meinata *et al.* (2021) untuk famili Dipterocarpaceae, sehingga mendukung penggunaannya dalam membedakan individu dalam kompleks genus *Streblus*.

Berdasarkan kunci identifikasi yang terbentuk pada kompleks genus *Streblus*, karakter tepi daun berhasil memisahkan *Taxotrophis ilicifolia* dan *Taxotrophis taxoides* dari *Sloetia* dan *Streblus*. Karakter ujung daun juga efektif memisahkan antara *Streblus* sp. (diduga *Taxotrophis* sp.) dari kedua genus lainnya yaitu *Sloetia* dan *Streblus*. Selain itu, tekstur daun dan variasi sudut sekunder utama ke vena tengah memisahkan *Streblus asper*, *Sloetia elongata* dan *Streblus* sp. (2). Hasil ini menunjukkan bahwa arsitektur daun efektif dalam membedakan spesies dari ketiga genus tersebut, meskipun efektivitasnya terbatas akibat adanya karakter yang tumpang tindih antar genus.

Keunggulan arsitektur daun dalam analisis taksonomi terletak pada kemampuannya menggantikan karakter generatif yang jarang ditemukan di lapangan. Pada kompleks genus *Streblus*, organ generatif bersifat uniseksual dan sulit diamati, seperti yang dilaporkan Clement & Weiblen (2009). Karakter vegetatif termasuk arsitektur daun menjadi alternatif penting dalam

mengidentifikasi taksa dengan variasi morfologi yang kompleks. Enam karakter arsitektur daun yang digunakan dalam kunci identifikasi penelitian ini terbukti efektif memisahkan individu dalam kompleks genus *Streblus*, mendukung temuan sebelumnya bahwa karakter vegetatif dapat menjadi dasar utama dalam identifikasi taksonomi. (Baltazar & Buot, 2019; Paguntalan & Buot, 2019; Scott & Buot, 2022).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan pengamatan terhadap 20 karakter arsitektur daun, karakter khas *Sloetia elongata* adalah variasi bentuk daun *oblong*. Genus *Taxotrophis* memiliki karakter khas tepi daun *spinose*, sedangkan genus *Streblus* dicirikan oleh tepi daun *repand*, tekstur kasap, dan variasi sudut sekunder utama terhadap vena tengah yang menurun secara halus ke proksimal (*smoothly decreasing proximally*).
2. Pengelompokan kompleks genus *Streblus* berdasarkan karakteristik arsitektur daun membentuk dua klaster utama. Klaster pertama terdiri atas *Sloetia elongata* yang membentuk kelompok terpisah, sedangkan klaster kedua mencakup *Taxotrophis taxoides*, *Taxotrophis ilicifolia*, *Streblus* sp. (1) (*Taxotrophis* sp.), *Streblus* sp. (2), dan tiga individu *Streblus asper*. Karakter yang berpengaruh dalam membedakan kompleks genus *Streblus* adalah ujung daun dan tepi daun, dengan keanekaragaman kumulatif sebesar 59,96%.

3. Berdasarkan kunci identifikasi, karakter tepi daun efektif memisahkan *Taxotrophis* (*Taxotrophis ilicifolia* dan *Taxotrophis taxoides*) dari *Sloetia* dan *Streblus*. Selain itu, karakter ujung daun mampu membedakan individu *Streblus* sp. (diduga *Taxotrophis* sp.) dari kedua genus lainnya. Karakter tekstur daun, variasi sudut sekunder utama ke vena tengah, dan tipe venasi tersier turut memisahkan *Streblus asper* dan *Streblus* sp. (2) dari *Sloetia elongata*. Hasil ini menunjukkan bahwa tipe venasi dan karakter morfologi lainnya berkontribusi dalam membedakan kompleks genus *Streblus*. Namun, efektivitas identifikasi ini masih terbatas akibat adanya tumpang tindih karakter antar genus.

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan pada spesies yang belum teridentifikasi. Karakter yang tumpang tindih pada individu yang belum diketahui spesiesnya, yang kemungkinan terkait dengan genus *Taxotrophis* dan *Streblus*, menunjukkan perlunya pendekatan gabungan. Sebaiknya analisis morfologi arsitektur daun dilengkapi dengan metode molekuler seperti DNA barcoding atau analisis filogenetik, untuk

memastikan hubungan kekerabatan antar taksa. Pendekatan ini berpotensi memberikan validasi tambahan terhadap hasil identifikasi berbasis morfologi.

2. Penelitian selanjutnya sebaiknya mengkaji karakter tambahan, seperti anatomi daun, distribusi stomata, tipe trikoma, atau perlakuan khusus pada daun, seperti pemanasan dalam oven atau pewarnaan tulang daun. Pendekatan ini berpotensi memberikan hasil yang lebih spesifik dalam membedakan genus atau spesies yang memiliki karakter tumpang tindih. Langkah-langkah ini dapat memperkuat pemahaman tentang batas morfologi antar taksa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adenegan-Alakinde, T. A. (2023). Taxonomic significance of leaf architecture in the genus *Basella* Linn. in Nigeria. *Research in Plant Biology*, 13, 25–28. <https://doi.org/10.25081/ripb.2023.v13.8576>.
- Afuape, S. O., Okocha, P. I., & Njoku, D. (2011). Multivariate assessment of the agromorphological variability and yield components among sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) landraces. *African Journal of Plant Science*, 5(2), 123–132.
- Ali, N., Hussain, I., Ali, S., Khan, N. U., & Hussain, I. (2021). Multivariate analysis for various quantitative traits in wheat advanced lines. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.011>.
- Amanda Ash, Beth Ellis, Leo J. Hickey, K. J. (1999). *Manual of Leaf Architecture - Morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3674.5282>.
- Angermueller, C., Pärnamaa, T., Parts, L., & Stegle, O. (2016). Deep learning for computational biology. *Molecular Systems Biology*, 12(7), 1–16. <https://doi.org/10.15252/msb.2015.6651>.
- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada

- Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *Jurnal IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>.
- Ariati, S. R., & Widyatmoko, D. (2019). Bogor Botanic Gardens. *Sibbaldia: The International Journal of Botanic Garden Horticulture*, (17), 11–28. <https://doi.org/10.24823/sibbaldia.2019.265>.
- Aswin Hendry Atmoko, Bagus Aradea, & Annisa Nanda Oktavia. (2023). Analisis Keragaman Genetik Plasma Nutfah Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* subsp. cajuputi) Berdasarkan Karakter Morfologi dan Anatomi Daun serta Oil Glands. *Jurnal Triton*, 14(2), 492–507. <https://doi.org/10.47687/jt.v14i2.699>.
- Bakar, O. (2015). *Islamic Civilisation and The Modern World*. Thematic Essays: UBD Press.
- Baltazar, A. M. P., & Buot, I. E. (2019). Short communication: Leaf architectural analysis of taxonomic confusing coffee species: *Coffea liberica* and *Coffea liberica* var. dewevrei. *Biodiversitas*, 20(6), 1560–1567. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200611>.
- Baranov, S. G. (2018). Morphometric analyses of (Hidden) directional asymmetry in leaf blades. *Emerging Science Journal*, 2(4), 170–180. <https://doi.org/10.28991/esj-2018-01141>.

- Berg, C.C., & Corner, E. J. H. (2005). Moraceae: Ficeae. *Flora Malesiana - Series 1, Spermatophyta*, 17(2), 1–702. Retrieved from <http://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai%3Anaturalis.nl%3A579346>.
- Berg, Cornelis Christiaan, Corner, E. J. H., & Jarrett, F. M. (2006). Moraceae (genera other than *Ficus*). *Flora Malesiana, Ser. 1*, 17 (1)(1), 1–154. Retrieved from <http://www.repository.naturalis.nl/record/579344%0Ahttp://www.repository.naturalis.nl/document/614214>.
- Bus Umar, H. (2009). Principal Component Analysis (Pca) Dan Aplikasinya Dengan Spss. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 3(2), 97–101. <https://doi.org/10.24893/jkma.v3i2.68>.
- Chitwood, D. H., & Sinha, N. R. (2016). Evolutionary and Environmental Forces Sculpting Leaf Development. *Current Biology*, 26(7), R297–R306. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.02.033>.
- Clement, W. L., & Weiblen, G. D. (2009). Morphological evolution in the mulberry family (Moraceae). *Systematic Botany*, 34(3), 530–552. <https://doi.org/10.1600/036364409789271155>.
- Conn, B. J. (2015b). Re-straightening the story of *Streblus brunonianus* and *Streblus pendulinus* (Moraceae). *Telopea*, 18(April), 73–78. <https://doi.org/10.7751/telopea8500>.

- Danniswari, D., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. (2019). Fenologi Perubahan Warna Daun pada *Terminalia catappa*, *Ficus glauca*, dan *Cassia fistula* . *Jurnal Lanskap Indonesia*, 11(1), 17–25. <https://doi.org/10.29244/jli.v11i1.25822>.
- Datwyler, S. L., & Weiblen, G. D. (2004). On the origin of the fig: Phylogenetic relationships of Moraceae from NDHF sequences. *American Journal of Botany*, 91(5), 767–777. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.5.767>.
- Dengler, N., & Kang, J. (2001). Vascular patterning and leaf shape. *Current Opinion in Plant Biology*, 4(1), 50–56. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(00\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(00)00135-7).
- Ellis, B., Daly, D. C., Hickey, L. J., Johnson, K. R., Mitchell, J. D., Wilf, P., & Wing, S. L. (2009). *Manual of Leaf Architecture Licensed under Creative Commons license: CC BY-NC 4.0 (Attribution-NonCommercial 4.0 International)*. Retrieved from www.cornellpress.cornell.edu.
- Escalona, C. M. P., & Buot, I. E. (2023). Exploring leaf architecture in varieties of *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae). *Webbia*, 78(2), 145–150. <https://doi.org/10.36253/jopt-14819>.
- Fayed, A. A. A., Ahamed, M. S., Faried, A. M., & Mohamed, M. H. (2020). Leaf Morphology and Venation Patterns of *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae) in Egypt with Special Notes on Their Taxonomic Implications. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(2), 165–176.

- Gabriel, K. R. (1971). The Biplot display of multivariate matrices with application to principal components analysis. *Biometrika*, 58, 453–467.
- Gardner, E. M. (2021). Colonial botany and the shifting identity of *Balanostreblus ilicifolius* Kurz (Moraceae). *Gardens' Bulletin Singapore*, 73(1), 221–235. [https://doi.org/10.26492/gbs73\(1\).2021-12](https://doi.org/10.26492/gbs73(1).2021-12).
- Givnish, T. J., & Kriebel, R. (2017). Causes of ecological gradients in leaf margin entirety: Evaluating the roles of biomechanics, hydraulics, vein geometry, and bud packing. *American Journal of Botany*, 104(3), 354–366. <https://doi.org/10.3732/ajb.1600287>.
- Griffing, L. R. (2011). Who invented the dichotomous key? Richard Waller's watercolors of the herbs of Britain. *American Journal of Botany*, 98(12), 1911–1923. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100188>.
- Gumilar, A., Yoza, D., & Sribudiani, E. (2022). Identifikasi potensi dan pemanfaatan hbbk di taman hutan raya sultan syarif hasyim kecamatan minas provinsi riau. *Jurnal Kehutanan*, 6(1), 31–41.
- Hamidah, Akustia, P., & Junairiah. (2024). Biodiversitas dan Kekerabatan Spesies Annonaceae dengan Metode Fenetik di Kebun Raya Purwodadi Biodiversity and Phylogenetic of Annonaceae using Phenetic Methods in Purwodadi Botanical

- Garden. *LenteraBio*, 13, 176–183.
- Hasibuan, D. Y. (2017). Uji Efek Antibakteri Ekstrak Daun Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Farmasi*.
- Hernandez, J. O., Mardia, L. S., Pulan, D. E., Buot, I. E., & Park, B. B. (2020). Leaf architecture and petiole anatomy of Philippine *Dipterocarpus* species (Dipterocarpaceae). *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 27(1), 1–14. <https://doi.org/10.3329/bjpt.v27i1.47564>.
- Hickey, J. L. (1973). Classification of Architecture of Dicotyledonous Leaves. *Am. J. Bot*, 60(1), 17–33.
- Husi, H. (2019). *Computational Biology*. Singapore: Codon Publications.
- Inamdar, J.A., Shenoy, K. N & Rao, N. V. (1983). Leaf Architecture of Some Monocotyledons with Reticulate Venation. *Ann. Bot*, 52, 725–735.
- Jain, S. K., & Patel, P. R. (2016). Principal Component and Cluster Analysis in Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Forage Research*, 42(2), 90–95. Retrieved from <http://forageresearch.in>.
- Johnson RA, W. D. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (Sixth Edit). New Jersey (US): Pearson Prentice Hall.

- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis, Second Edition*. Newyork (US): Springer-Verlag New York Inc.
- Kamaruddin Shamin-Shazwan, Rozilawati Shahari, Che Nurul Aini Che Amri, & Mohd Razik Midin. (2024). Leaf Architecture and Genome Size Variation of *Durio zibethinus* L. from Jelebu, Negeri Sembilan, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 35(1), 177–191. <https://doi.org/10.21315/tlsr2024.35.1.10>.
- Karan, S. K., Mondal, A., Mishra, S. K., Pal, D., & Rout, K. K. (2013). Antidiabetic effect of *Streblus asper* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharmaceutical Biology*, 51(3), 369–375. <https://doi.org/10.3109/13880209.2012.730531>.
- Karuniawan, A., Wicaksono, H. N., Ustari, D., Setiawati, T., & Supriatun, T. (2018). Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Kultivasi*, 16(3), 435–443. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14038>.
- Lakshmi, M. A., & Sivakumar, V. (2020). Classification of selected 25 Eucalyptus clones based on qualitative, pseudo-qualitative traits and quantitative traits using numerical taxonomy for distinct, uniform and stability (DUS) testing. *Tropical Plant Research*, 7(2), 313–325. <https://doi.org/10.22271/tpr.2020.v7.i2.037>.
- Laraño, A. A. P., & Buot Jr, I. E. (2010). Leaf Architecture of Selected Species of Malvaceae *sensu* APF and its Taxonomic

- Significance. *Philippine Journal of Systematic Biology*, 4(0).
<https://doi.org/10.3860/pjsb.v4i0.1563>
- Larasati, W., Kusumarini, N., Farhatul Wahida, B., Nurul Zulkarnaen, R., & Rifqi Hariri, M. (2024). Investigating the Taxonomic Value of Leaf Architecture in *Ixora* and *Psychotria* (Rubiaceae) Found in the Bogor Botanic Gardens' Living Collections. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 6(1), 12–19. <https://doi.org/10.26740/jrba.v6n1.p12-19>.
- Liu, Y., Xiang, H., Huang, Z., Xiang, X., Yu, Y., Wang, M., & Li, Z. (2022). Analysis of leaf-architecture characteristics and ecological adaptability of tree species in the upper reaches of the Chishui River. *Ecological Indicators*, 135, 108563. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108563>.
- Lohr, V. I., & Pearson-Mims, C. H. (2000). Physical discomfort may be reduced in the presence of interior plants. *HortTechnology*, 10(1), 53–58. <https://doi.org/10.21273/horttech.10.1.53>.
- Lu, H., Jiang, W., Ghiassi, M., Lee, S., & Nitin, M. (2012). Classification of *Camellia* (theaceae) species using leaf architecture variations and pattern recognition techniques. *PLoS ONE*, 7(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029704>.
- M, G. H., Adji. T. B., & Setiawan, N. A. (2012). Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk

Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *SciEtec*, 1–5.

- Maryono, M. Y., , T., Wirnas, D., & Human, D. S. (2019). Analisis Genetik dan Seleksi Segregan Transgresif pada Populasi F2 Sorgum Hasil Persilangan B69 × Numbu dan B69 × Kawali. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(2), 163–170. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.24991>.
- Maulia, Z., & Susandarini, R. (2019). Role of Leaf Architecture for the Identification of agarwood-producing Species *Aquilaria malaccensis* Lam. and *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke at Vegetative Stage. *Journal of Biological Sciences*, 19(6), 396–406. <https://doi.org/10.3923/jbs.2019.396.406>.
- Meinata, A., Na'iem, M., Adriyanti, D. T., & Syahbudin, A. (2021). Leaf architecture of 35 species of dipterocarpaceae cultivated in forest area with special purposes in carita, banten, indonesia. *Biodiversitas*, 22(7), 2952–2960. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220748>.
- Mishra, M. K., Padmajyothi, D., Prakash, N. S., Ram, A. S., Srinivasan, C. S., & Sreenivasan, M. S. (2010). Leaf Architecture in Indian Coffee (*Coffea arabica* L.) Cultivars and Their Adaptive Significance, 1(2), 37–41.
- Oliveira, E. F., Bezerra, D. G., Santos, M. L., Rezende, M. H., & Paula, J. A. M. (2017). Leaf morphology and venation of *Psidium* species from the Brazilian savanna. *Revista Brasileira de*

- Farmacognosia*, 27(4), 407–413. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.03.005>.
- Paguntalan, D. P., & Buot, I. E. (2019a). Investigation of leaf architectural patterns: Implications in delineating taxonomically controversial *Hoya merrillii* Schlechter and *Hoya quinquenervia* Warburg. *Biodiversitas*. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200329>.
- Prayudha, H. N., Noerrizki, A. M., Maulana, H., Ustari, D., Rostini, N., & Karuniawan, A. (2019). Keragaman Genetik Klon Ubi Jalar Ungu Berdasarkan Karakter Morfologi dan Agronomi. *Buletin Palawija*, 17(2), 94. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v17n2.2019.p94-101>.
- Priyadi, A. (2020). Otomatisasi penyusunan kunci identifikasi dengan delta-system: suatu contoh untuk flora pohon dari hutan montana Bedugul-Bali. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, (September), 218–226. Retrieved from <http://103.55.216.56/index.php/psb/article/view/15804>.
- Pulan, I. E. J. B. and E. D. (2014). Leaf Architecture of Philippine *Shorea* species (Dipterocarpaceae). *International Research Journal of Biological Sciences*, 3(5), 19–26. Retrieved from www.isca.me.
- Purnomo, D. W., Magandhi, M., Kuswanto, F., Risna, R. A., & Witono, J. R. (2015). Developing Plant Collections on the Regional Botanic Gardens in Framework of Plant

- Conservation Strategy in Indonesia. *Buletin Kebun Raya*, 18(2), 111–124.
- Ramadhani, D. P., Chikmawati, T., & Rustiami, H. (2014). Variasi morfologi *Daemonorops fissa* kompleks di Malesia Barat. *Floribunda*, 5(1), 11–16.
- Ratnasari, A. A. J. &. (2008). *Ratnasari & Juwita Anies Anggara* (Cet 1.). Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rinkal Chamariya, Radhika Raheja, V. S. & R. B. (2022). A Critical Review on Phytopharmacology, Spectral and Computational analysis of Phytoconstituents from *Streblus asper* Lour. *Phytomedicine Plus*, 2(1).
- Rosdayanti, H., Siregar, U. J., & Siregar, I. Z. (2019). Leaf Morphology Traits of *Shorea* spp. in Ex-Situ KHDTK Haurbentes. *Media Konservasi*, 24(2), 207–215. <https://doi.org/10.29244/medkon.24.2.207-215>.
- Roth-Nebelsick, A., Miranda, T., Ebner, M., Konrad, W., & Traiser, C. (2021). From tree to architecture: how functional morphology of arborescence connects plant biology, evolution and physics. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 101(1), 267–284. <https://doi.org/10.1007/s12549-020-00466-9>.
- Roth-Nebelsick, A., Uhl, D., Mosbrugger, V., & Kerp, H. (2001). Evolution and function of leaf venation architecture: A review. *Annals of Botany*, 87(5), 553–566.

<https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1391>.

- Sack, L., & Scoffoni, C. (2013a). Leaf venation: Structure, function, development, evolution, ecology and applications in the past, present and future. *New Phytologist*, 198(4), 983–1000. <https://doi.org/10.1111/nph.12253>.
- Sack, L., Scoffoni, C., John, G. P., Poorter, H., Mason, C. M., Mendez-Alonzo, R., & Donovan, L. A. (2013). How do leaf veins influence the worldwide leaf economic spectrum? Review and synthesis. *Journal of Experimental Botany*, 64(13), 4053–4080. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert316>.
- Sahromi. (2020). Konservasi ex situ Famili Moraceae di Kebun Raya Bogor, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 6(1), 530–536. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m060109>.
- Sahromi. (2021). Kajian Tumbuhan Obat dari Suku Moraceae Pada Koleksi Kebun Raya Bogor. *Journal of Tropical Ethnobiology*, 153–157. Retrieved from <http://jte.pmei.or.id/index.php/jte/article/view/137>.
- Sari, N., Purnomo, Daryono, B. S., Suryadiantina, & Setyowati, M. (2016). Variation and intraspecies classification of edible canna (*Canna indica* L.) based on morphological characters. *AIP Conference Proceedings*, 1744(June). <https://doi.org/10.1063/1.4953515>.
- Schrader, J., Shi, P., Royer, D. L., Peppe, D. J., Gallagher, R. V., Li, Y., ... Wright, I. J. (2021). Leaf size estimation based on leaf

- length, width and shape. *Annals of Botany*, 128(4), 395–406.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcab078>.
- Scott, H. C., & Buot, I. E. (2022). Leaf architectural analysis of taxonomically ambiguous *Hoya lacunosa* Blume and *Hoya krohniiana* Kloppenb. & Siar. *Biodiversitas*, 23(4), 2055–2065.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230441>.
- Shihab, M. . (2018). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Lentera Hati.
- Siraj M.A. Rahman M. Khatun A. Yasmin F., S. M. (2013). Investigation of analgesic and antioxidant activity of ethanolic extract of the leaf and bark of *Streblus asper* Lour. . *International Research Journal of Pharmacy*, (June 2014).
- Siti Roosita Ariati, Ratna Suti Astuti, Ikar Supriyatna, Ade Yusup Yuswandi, Arief Setiawan, D. S. & D. O. P. (2019). *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in The Bogor Botanic Gardens*. Center for Plant Conservation Botanic Gardens.
- Somasekhar, M., Nayeem, N., Sonnad, B., Palaksha, M. N., & Raghavendra, H. L. (2013). A review on family Moraceae (Mulberry) with a focus on *Artocarpus* species. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 2(5), 2614–2621.
- Sousa-Paula, L. C. d., Pessoa, F. A. C., Otranto, D., & Dantas-Torres, F. (2021). Beyond taxonomy: species complexes in New World phlebotomine sand flies. *Medical and Veterinary*

- Entomology*, 35(3), 267–283. <https://doi.org/10.1111/mve.12510>.
- Sugiyono. (2018). Sugiyono Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*.
- Sugiyono. (2020). sugiyono, metode penelitian kuantitatif kualitatif dan r&d. *Bandung Alf*.
- Sun, X. Q., Xue, J. Y., Lei, Z., Li, M. M., Zhang, Y. M., Zhou, G. C., & Hang, Y. Y. (2018). Taxonomic and phylogenetic significance of leaf venation characteristics in *Dioscorea* plants. *Archives of Biological Sciences*, 70(2), 397–407. <https://doi.org/10.2298/ABS170322058S>.
- Susilawati, M. (2015). Bahan Ajar Perancangan Percobaan. *Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana 2015*, 141 hal.
- Sutar, S. S., & Salunke, R. J. (2016). Study of leaf venation in some species of genus *Bauhinia* L. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(4), 122.
- Syafii, M., Cartika, I., & Ruswandi, D. (2015). Multivariate analysis of genetic diversity among some maize genotypes under Maize-Albizia cropping system in Indonesia. *Asian Journal of Crop Science*, 7(4), 244–255. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2015.244.255>.
- Tandang, D. N., Tadosa, E. R., & Gardner, E. M. (2017). *Sloetia* (Moraceae): a new generic record for the Philippines.

- Telopea*, 20(July 2016), 69–73. <https://doi.org/10.7751/telopea11387>.
- Taweechaisupapong, S., Choopan, T., Singhara, S., Chatrchaiwiwatana, S., & Wongkham, S. (2005). In vitro inhibitory effect of *Streblus asper* leaf-extract on adhesion of *Candida albicans* to human buccal epithelial cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 96(1–2), 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.09.010>.
- Thepsithar, C., Thongpukdee, A. (2013). Comparative micro-morphology, anatomy and architecture of leaf of *Physalis*. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 7(8), 806–810.
- Wang, T., Si, Y., Dai, H., Li, C., Gao, C., Dong, Z., & Jiang, L. (2020). Apex structures enhance water drainage on leaves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(4), 1890–1894. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909924117>.
- Wicaksono, A.A., Ustari, D., Pratiwi, S., Mubarok, S., & Karuniawan, A. (2022). Evaluasi Karakter Hasil dan Komponen Hasil Klon Ubi Jalar Berdaging Putih Berdasarkan Analisis Multivariat. *Kultivasi*, 21(1), 113–125. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.37825>.
- Widjaja. (2001). *Pedoman Pengenalan Jenis Rumput Potensial*. Bogor: Balai Penelitian Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

- Woolford, S. (2015). Analyze this PCA or EFA. *Genetic Counseling Training Program, July, 31*, 2015.
- Wu, S. G., Bao, F. S., Xu, E. Y., Wang, Y.-X., Chang, Y.-F., & Xiang, Q.-L. (2007). A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using. *Probabilistic Neural Network*”, *IEEE 7th Interantional Symposium on Signal Processing and Information Technology*, (November), 1–7.
- Yapp, H. R. (1912). *Spiraea ulmaria* L. and its Bearing on the Problem of Xeromorphy in Marsh Plants, *26*, 815–870.
- Yuan, L., Zhang, L., Wu, Y., Zheng, Y., Nie, L., Zhang, S., Wang, C. (2021). Comparative transcriptome analysis reveals that chlorophyll metabolism contributes to leaf color changes in wucaï (*Brassica campestris* L.) in response to cold. *BMC Plant Biology*, *21*(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03218-9>.
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung [Light Intensity and Photosynthetic Efficiency in Shade Plants]. *Bioedu*, *4*(2), 43–48.
- Zahro, S., Wahidah, B. F., & Hariri, M. R. (2024). Short Notes on the Leaf Architecture and Morphometry of *Syzygium* spp. Leaves from the Living Collections of Bogor Botanic Gardens. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, *14*(2), 181. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v14i2.18128>.

- Zakaria. (2018). Potensi Senyawa Metabolit Sekunder Kayu Batang *Artocarpus integer* (Thunb) Merr. (Moraceae) sebagai Antioksidan dan Antibakteri. Disertasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ziraluo, Y. (2020). Tanaman Obat Keluarga Dalam Perspektif Masyarakat Transisi (Studi Etnografis pada Masyarakat Desa Bawodobara). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(2), 99–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.47492/jip.v1i2.55>
- Zubair, M. (2004). *Genetik Diversity and Gene Action in Mungbean*. University of Arid Agriculture, Rawalpindi. Pakistan.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Cek Turnitin

Turnitin			
ORIGINALITY REPORT			
15%	15%	4%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	7%	
2	www.gbif.org Internet Source	1%	
3	Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia Student Paper	<1%	
4	Submitted to Universitas Bangka Belitung Student Paper	<1%	
5	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%	
6	smujo.id Internet Source	<1%	
7	en.wikipedia.org Internet Source	<1%	
8	journal.ipb.ac.id	<1%	

Lampiran 2. Alat dan bahan



Alas kain hitam, penggaris, RHS color chart



10 Daun dari 8 individu kompleks genus *Streblus*

Lampiran 3. Pengambilan Sampel



Pemilihan daun dewasa

*Sloetia elongata* (Miq.) Koord.
asal Sulawesi*Taxotrophis ilicifolia* (Kurz) S. Vidal
asal Gorontalo*Taxotrophis taxoides* (B. Heyne ex
Roth) Chew ex E.M. Gardner asal
Aceh



Streblus sp. (1) asal Sulawesi



Streblus sp. (2) asal Sulawesi



Streblus asper L. asal Sunda Kecil



Streblus asper L. asal Jawa Barat



Streblus asper L. asal Asia Tropik

Lampiran 4. Identifikasi Sampel

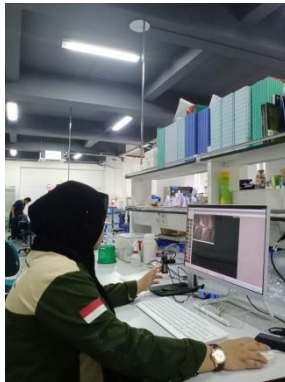


Pengambilan dokumentasi daun



Pengamatan warna abaksial dan adaksial daun

Lampiran 5. Pengamatan di Mikroskop Stereo Dino-Lite



Pengamatan arsitektur daun

Lampiran 6. Lembar Observasi

No.	Ciri	Sifat Ciri
1.	Warna permukaan adaksial daun	
2.	Warna permukaan abaksial daun	
3.	Kelengkapan daun	
4.	Bentuk daun (<i>leaf shape</i>)	
5.	Ujung daun (<i>leaf apex</i>)	
6.	Pangkal daun (<i>leaf base</i>)	
7.	Tepi daun (<i>leaf margin</i>)	
8.	Simetri medial (<i>medial symmetry</i>)	
9.	Tekstur permukaan daun	
10.	Tipe venasi (<i>type of venation</i>)	
11.	Tipe venasi primer (<i>type of primary venation</i>)	
12.	Tipe venasi sekunder (<i>type of secondary venation</i>)	
13.	Tipe venasi tersier (<i>type of tertiary venation</i>)	
14.	Tipe jarak urat sekunder (<i>type of major secondary spacing</i>)	
15.	Tipe variasi sudut sekunder utama ke vena tengah (<i>type of variation major secondary angle to midvein</i>)	
16.	Tipe vena tersier eksterior (<i>type of exterior tertiary course</i>)	
17.	Tipe venasi yang berakhir bebas (<i>type of freely ending veinlets</i>)	
18.	Panjang daun	
19.	Lebar daun	
20.	Jumlah tulang daun sekunder (sepasang)	

Lampiran 7. Tabel Karakterisasi Arsitektur Daun

A1	A	B	C	D	E	F	G	H
1	TITIK	NOMOR dan VAK	ASAL	NAMA ILMIAH	WARNA PERMUKAAN ATAS DAUN	WARNA PERMUKAAN BAWAH DAUN	KELENGKAPAN DAUN	BENTUK D
2	1	331 (X D)	Sulawesi	<i>Stemodia pedunculata</i> (L.) Merr.	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
3				Daun 1	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
4				Daun 2	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
5				Daun 3	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
6				Daun 4	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
7				Daun 5	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
8				Daun 6	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
9				Daun 7	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
10				Daun 8	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
11				Daun 9	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
12				Daun 10	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
13		332 (X D)	Gorontalo	<i>Stemodia pedunculata</i> (L.) Merr.	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 137 D	Petiolate	Elliptic
14				Daun 1	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
15				Daun 2	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
16				Daun 3	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
17				Daun 4	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
18				Daun 5	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
19				Daun 6	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 146 B	Petiolate	Elliptic
20				Daun 7	Greyish Olive Green 137 A	Moderate Yellowish Green 147 B	Petiolate	Elliptic

Lampiran 8. Skoring Data Arsitektur Daun

The image displays two screenshots of a Microsoft Excel spreadsheet used for scoring leaf architecture data. The top screenshot shows rows for 'S elongata' (rows 3-12) and 'T. ilicifolia' (rows 13-23). The bottom screenshot shows rows for 'T. taxoides' (rows 24-32) and 'Streblus' (rows 33-46). Each row contains numerical scores in columns B through H. The Excel interface includes the ribbon with tabs for File, Home, Insert, Page Layout, Formulas, Data, and Review. The Windows taskbar at the bottom shows the system clock as 21:54 on 12/12/2024.

OBS	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	2	3	4	5	6	7
2		1	2	3	4	5	6	7
3 S elongata1		1	1	1	1	1	1	1
4 S elongata2		1	1	1	1	1	1	1
5 S elongata3		1	1	1	1	1	1	1
6 S elongata4		1	1	1	2	1	1	1
7 S elongata5		1	1	1	1	1	1	1
8 S elongata6		1	1	1	1	1	1	1
9 S elongata7		1	1	1	1	1	1	1
10 S elongata8		1	1	1	1	1	1	1
11 S elongata9		1	1	1	1	1	1	1
12 S elongata10		1	1	1	1	1	1	1
13 T. ilicifolia1		1	2	1	2	1	2	2
14 T. ilicifolia2		1	3	1	1	2	1	2
15 T. ilicifolia3		1	3	1	1	2	1	2
16 T. ilicifolia4		1	3	1	1	2	1	2
17 T. ilicifolia5		1	3	1	1	2	1	2
18 T. ilicifolia6		1	3	1	1	2	1	2
19 T. ilicifolia7		1	4	1	1	2	1	2
20 T. ilicifolia8		1	4	1	1	2	1	2
21 T. ilicifolia9		1	1	1	1	2	1	2
22 T. ilicifolia10		1	6	1	1	2	1	2
23 T. taxoides1		1	7	1	1	2	1	2
24 T. taxoides2		1	7	1	1	2	1	2
25 T. taxoides3		1	7	1	1	2	1	2
26 T. taxoides4		1	7	1	3	2	1	2
27 T. taxoides5		1	7	1	4	2	1	2
28 T. taxoides6		2	7	1	3	2	1	2
29 T. taxoides7		1	7	1	1	2	1	2
30 T. taxoides8		1	7	1	1	2	1	2
31 T. taxoides9		2	6	1	4	2	1	2
32 T. taxoides10		1	7	1	1	2	1	2
33 Streblus (11)		3	5	1	3	1	1	1
34 Streblus (12)		4	8	1	5	3	1	1
35 Streblus (13)		4	8	1	1	3	1	1
36 Streblus (14)		3	8	1	1	3	1	1
37 Streblus (15)		3	8	1	1	3	1	1
38 Streblus (16)		4	8	1	1	3	1	1
39 Streblus (17)		3	8	1	1	3	1	1
40 Streblus (18)		3	8	1	1	3	1	1
41 Streblus (19)		4	8	1	1	3	1	1
42 Streblus (110)		4	8	1	3	3	1	1
43 Streblus (21)		1	9	1	1	1	1	3
44 Streblus (22)		4	9	1	1	1	1	3
45 Streblus (23)		1	9	1	3	1	1	3
46 Streblus (26)		1	9	1	3	1	1	3

Microsoft Excel Product Activation Failed

	A	B	C	D	E	F	G	H
47	Streblus (2)5	3	9	1	1	1	1	3
48	Streblus (2)6	3	9	1	1	1	1	3
49	Streblus (2)7	5	9	1	1	1	1	3
50	Streblus (2)8	1	9	1	1	1	1	3
51	Streblus (2)9	3	9	1	1	1	1	3
52	Streblus (2)10	1	9	1	1	1	1	3
53	Sasper (a)1	1	7	1	1	1	2	3
54	Sasper (a)2	1	7	1	1	1	2	3
55	Sasper (a)3	1	7	1	3	2	2	3
56	Sasper (a)4	1	7	1	1	2	2	3
57	Sasper (a)5	1	7	1	1	1	2	3
58	Sasper (a)6	1	7	1	1	1	2	3
59	Sasper (a)7	1	7	1	1	2	2	3
60	Sasper (a)8	1	7	1	1	2	2	3
61	Sasper (a)9	1	7	1	1	1	2	3
62	Sasper (a)10	1	7	1	1	2	2	3
63	Sasper (b)1	1	7	1	1	1	1	3
64	Sasper (b)2	1	7	1	1	2	1	3
65	Sasper (b)3	1	7	1	1	1	1	3
66	Sasper (b)4	1	7	1	1	2	1	3
67	Sasper (b)5	1	7	1	1	1	1	3
68	Sasper (b)6	1	7	1	1	2	1	3
69	Sasper (b)7	1	7	1	1	1	2	3

Microsoft Excel Product Activation Failed

	B	C	D	E	F	G	H	
69	Sasper (b)7	1	7	1	1	2	1	3
70	Sasper (b)8	1	7	1	1	1	2	3
71	Sasper (b)9	1	7	1	1	2	1	3
72	Sasper (b)10	1	7	1	1	1	1	3
73	Sasper (c)1	5	10	1	3	4	2	3
74	Sasper (c)2	1	7	1	1	1	2	3
75	Sasper (c)3	1	7	1	3	4	2	3
76	Sasper (c)4	1	7	1	1	1	2	3
77	Sasper (c)5	1	7	1	1	4	2	3
78	Sasper (c)6	1	7	1	1	4	2	3
79	Sasper (c)7	1	7	1	1	4	2	3
80	Sasper (c)8	1	7	1	1	2	2	3
81	Sasper (c)9	1	7	1	1	1	2	3
82	Sasper (c)10	1	7	1	1	4	2	3
83								
84	Ratas							
85	1=Greyish Olive Green 137 A	1=Moderate Yellowish Green 137 D	1=Petiolate	1=Elliptic	1=Acuminate	1=Subcordate	1=Entire	1=Excurrent
86	2=Moderate Yellowish Green 138 A	2=Moderate Yellowish Green 148 A		2=Oblong	2=Acute	2=Obtuse	2=Spinose	
87	3=Greyish Olive Green 137 B	3=Moderate Yellowish Green 146 B		3=Obovate	3=Incised		3=Repand	
88	4=Moderate Olive Green 137 B	4=Moderate Yellowish Green 147 B		4=Obicular	4=Abruptly Acute			
89	5=Moderate Olive Green 137 A	5=Moderate Yellowish Green 137 D		5=Ovate				
90		6=Moderate Yellowish Green 138 D						
91		7=Moderate Olive Green 137 B						

Lampiran 9. Analisis *Principal Component Analysis* dan *Cluster Analysis* Menggunakan *Software Paleontological Statistical Analysis (PAST)* versi 4

Untitled

File Edit Transform Plot Univariate Multivariate Model Diversity Timeseries Geometry Stratigraphy Script Help

Show Click mode

Row attributes Column attributes

Select Drag rows/columns

Edit Cut Copy Paste Select all

Bands Binary

Recover windows Decimals: -

	Color	Symbol	Name	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Type			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Name			3	A	B	C	D	E	F	G	H	I
S.e1	• Black	Dot	S.e1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e2	• Black	Dot	S.e2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e3	• Black	Dot	S.e3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e4	• Black	Dot	S.e4	1	1	2	1	1	1	1	1	1
S.e5	• Black	Dot	S.e5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e6	• Black	Dot	S.e6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e7	• Black	Dot	S.e7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e8	• Black	Dot	S.e8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e9	• Black	Dot	S.e9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S.e10	• Black	Dot	S.e10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T.1	• Black	Dot	T.1	1	2	1	2	1	2	1	1	1
T.2	• Black	Dot	T.2	1	3	1	2	1	2	1	1	1
T.3	• Black	Dot	T.3	1	3	1	2	1	2	1	1	1
T.4	• Black	Dot	T.4	1	3	1	2	1	2	1	1	1
T.5	• Black	Dot	T.5	1	3	1	2	1	2	1	1	1
T.6	• Black	Dot	T.6	1	3	1	2	1	2	1	1	1
T.7	• Black	Dot	T.7	1	4	1	2	1	2	1	1	1
T.8	• Black	Dot	T.8	1	4	1	2	1	2	1	1	1
T.9	• Black	Dot	T.9	1	1	1	2	1	2	1	1	1
T.10	• Black	Dot	T.10	1	6	1	2	1	2	1	1	1
T.11	• Black	Dot	T.11	1	7	1	2	1	2	1	1	1
T.12	• Black	Dot	T.12	1	7	1	2	1	2	1	1	1
T.13	• Black	Dot	T.13	1	7	1	2	1	2	1	1	1
T.14	• Black	Dot	T.14	1	7	3	2	1	2	1	1	1
T.15	• Black	Dot	T.15	1	7	4	2	1	2	1	1	1
T.16	• Black	Dot	T.16	2	7	3	2	1	2	1	1	1
T.17	• Black	Dot	T.17	1	7	1	2	1	2	1	1	1

Lampiran 10. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Yuni Yusrotin
2. Tempat, Tanggal Lahir : Bojonegoro, 18 Desember 2002
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Alamat Rumah : Dk. Medalem Barat RT 001/RW 004 Ds. Prayungan Kec. Sumberrejo Kab. Bojonegoro 62191
6. No. Handphone : 085791155610
7. E-mail : yunickha222@gmail.com
yusrotinyuni@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri Prayungan II
2. MTS Islamiyyah Attanwir
3. MA Islamiyyah Attanwir
4. S1 UIN Walisongo Semarang

C. Organisasi

1. Organisasi Ikajatim (Ikatan Mahasiswa Jawa Timur)
2. Organisasi IKAMI (Ikatan Alumni Ma'had Islamiyyah Attanwir)
3. Kelompok studi Bank Sampah Walisongo
4. Organisasi Riset dan Teknologi

D. Pengalaman

1. Asisten Laboratorium Biologi
2. Asisten Riset
3. Magang Pusris Biosistemika dan Evolusi BRIN Kebun

Raya Bogor

4. Riset tugas akhir Pusris Biosistemika dan Evolusi BRIN Kebun Raya Bogor

E. Pencapaian

1. Pembicara (*National Student Conference on Environmental Engineering, Science, and Technology*)
2. Juara 6 Olimpiade Biologi (*National Olympiad of Religion, Science, and Research for Islamic Higher Education Institutions, indonesia*)
3. Medali Perunggu Olimpiade Biologi (*International Walisongo Science Competition*)
4. Pembicara (*National Biology Science Webinar*)

Semarang, 18 Desember 2024



Yuni Yusrotin

NIM. 2108016059