

Perbandingan Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Sirih Gading (*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.) dan Janda Bolong (*Monstera adansonii* Schott)

Comparative Anatomy and Histochemical Characterization of Epipremnum pinnatum (L.) Engl. and Monstera adansonii Schott

Adinda Aprilya Sulvessy Sutono^{1*}, Niken Kusumarini¹, Hafidha Asni Akmalia²

¹Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Jl. Prof. Dr. Hamka KM. 2, Ngaliyan, Kota Semarang

²Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Jl. Prof. Dr. Hamka KM. 2, Ngaliyan, Kota Semarang

^{*} Corresponding author(s) email: 2208016014@student.walisongo.ac.id

ABSTRAK

Sirih gading (*Epipremnum pinnatum*) dan janda bolong (*Monstera adansonii*) merupakan tanaman hias populer famili Araceae yang memiliki keunikan morfologi daun namun informasi komparatif mengenai mikroanatomi dan lokalisasi metabolit sekundernya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi struktur anatomi organ vegetatif (daun, batang, akar), membandingkan dimensi jaringan secara kuantitatif, melokalisasi akumulasi senyawa bioaktif (flavonoid, tanin, fenol), serta mengidentifikasi keberadaan kristal kalsium oksalat sebagai karakter diagnostik antargenus. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif eksperimental melalui pembuatan preparat sayatan segar (fresh section) transversal dan paradermal dengan pewarnaan safranin 0,5% serta uji histokimia spesifik menggunakan NaOH 10%, FeCl₃ 1%, dan Toluidine Blue. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan anatomi daun pada ketebalan mesofil (sirih gading 300,71 μm ; janda bolong 255,51 μm), kontur dinding antiklinal sel epidermis (straight-sided pada sirih gading vs undulate pada janda bolong), tipe sebaran stomata (hipostomatik vs amfistomatik), dan keberadaan seludang pembuluh. Batang kedua spesies memperlihatkan tipe ataktostele monokotil dengan variasi ketebalan epidermis (94,03 μm vs 54,44 μm) serta sebaran idioblas kristal kalsium oksalat tipe rafida jarum pada korteks parenkim. Akar menunjukkan susunan stele poliark dengan lakuna aerenkim korteks yang lebih longgar pada janda bolong. Uji histokimia mengonfirmasi lokalisasi flavonoid pada epidermis dan mesofil, tanin pada vakuola idioblas korteks, serta fenol pada dinding berlignin elemen xilem berkas pengangkut kedua spesies. Rekomendasi penelitian selanjutnya mencakup analisis kuantitatif mikrometri kristal rafida, identifikasi metabolit non-volatil via LC-MS/MS, serta kajian ultrastruktur membran via Scanning Electron Microscopy (SEM).

Kata kunci: amfistomatik, ataktostele, idioblas, kalsium oksalat, tetrasitik

ABSTRACT

Golden pothos (*Epipremnum pinnatum*) and Swiss cheese plant (*Monstera adansonii*) are prominent ornamental Araceae exhibiting distinctive foliar morphologies; however, comprehensive comparative knowledge regarding their microanatomy and in situ secondary metabolite localization remains scarce. This study aimed to characterize vegetative anatomical structures (leaves, stems, roots), quantitatively determine tissue dimensions, localize bioactive compounds (flavonoids, tannins, phenols), and identify calcium oxalate crystals as intergeneric diagnostic markers. A descriptive experimental design was conducted utilizing fresh transverse and paradermal sections stained with 0.5% safranin, coupled with specific histochemical assays utilizing 10% NaOH, 1% FeCl₃, and Toluidine Blue. Results demonstrated significant leaf anatomical disparities in mesophyll thickness (300.71 μm in *E. pinnatum* vs 255.51 μm in *M. adansonii*), epidermal anticlinal wall patterns (straight-sided in *E. pinnatum* vs undulate in *M. adansonii*), stomatal distribution (hypostomatic vs amphistomatic), and bundle sheath differentiation. Stems exhibited monocotyledonous atactostele architectures with contrasting epidermal thicknesses (94.03 μm vs 54.44 μm) and needle-like raphide calcium oxalate idioblasts in cortical parenchyma. Roots exhibited polyarch steles with pronounced aerenchyma lacunae in *M. adansonii*. Histochemical assays confirmed compartmentalized accumulation of flavonoids within the epidermis and mesophyll, tannins inside cortical idioblasts, and phenols along lignified

xylem vessel walls across both taxa. Future research directions should incorporate raphide crystal micrometric profiling, non-volatile metabolite screening via LC-MS/MS, and high-resolution ultrastructural observations using Scanning Electron Microscopy (SEM).

Keywords: *amphistomatic, atactostele, calcium oxalate, idioblasts, tetracytic*

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati flora Indonesia merupakan salah satu yang terbesar di zona biogeografi tropika dunia, dengan ribuan spesies tumbuhan berpembuluh yang mendiami berbagai relung ekosistem hutan hujan dataran rendah hingga pegunungan (Qodriyah et al., 2021). Di antara kekayaan flora monokotil tropis, famili Araceae (suku talas-talasan) merepresentasikan kelompok tumbuhan herba terestrial, merambat, hemoepifit, dan epifit yang sangat melimpah, di mana wilayah Malesia—khususnya Indonesia—menjadi salah satu pusat keanekaragaman utama dengan konsentrasi genus mencapai 25% dari total genus Araceae global (Boyce & Croat, 2018; Chen, 2024). Dua spesies anggota famili Araceae yang memiliki nilai hortikultura komersial tinggi dan dibudidayakan secara luas sebagai tanaman hias ruangan (indoor ornamental plants) maupun lanskap vertikal adalah sirih gading (*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.) dan janda bolong (*Monstera adansonii* Schott) (Chen, 2024; Meenakumari & Jella, 2024). Sirih gading digemari karena ketahanan fisiologisnya yang tinggi terhadap kondisi naungan serta corak lamina daunnya yang variatif, sedangkan janda bolong memiliki daya tarik estetika luar biasa akibat adanya fenestrasi atau perforasi lubang alami pada helaian daun dewasanya (Kendari et al., 2020; Meenakumari & Jella, 2024).

Secara taksonomi botani, sirih gading dan janda bolong ditempatkan dalam subfamili Monsteroideae yang dicirikan oleh habitus liana merambat dengan akar gantung adventif dan akumulasi kristal kalsium oksalat pada vakuola jaringannya (Boyce & Croat, 2018; Nugroho et al., 2019). Meskipun memiliki kedekatan filogenetik dalam satu famili, kedua spesies tergolong ke dalam genus yang berbeda, yakni genus *Epipremnum* dan *Monstera*, yang memiliki adaptasi ekofisiologis dan morfogenesis yang berbeda di alam asalnya (Boyce & Croat, 2018). Perbedaan taksonomi pada tingkat genus umumnya tercermin tidak hanya pada karakter makromorfologi habitus luar, melainkan juga termanifestasi pada struktur mikroanatomi internal organ vegetatifnya (Wulansari et al., 2020). Variasi susunan sel epidermis, indeks stomata, pola diferensiasi mesofil, organisasi silinder pembuluh, serta kehadiran sel sekretori

idioblas merupakan bukti anatomi (anatomical evidence) yang sangat valid dalam pembatasan takson dan rekonstruksi hubungan kekerabatan tumbuhan monokotil (Viranda & Anggraini, 2023; Wulansari et al., 2020).

Kajian anatomi organ vegetatif pada anggota Araceae telah banyak membuktikan adanya karakter diagnostik yang bernilai taksonomi tinggi (Saputri et al., 2022; Viranda et al., 2024). Penelitian Qodriyah et al. (2021) mengidentifikasi bahwa tipe dan kerapatan aparatus stomata sangat bervariasi pada berbagai tanaman hias Araceae. Selain itu, karakteristik distribusi stomata pada permukaan adaksial dan abaksial daun berkaitan erat dengan plastisitas adaptasi terhadap penerimaan radiasi cahaya matahari dan efisiensi konduktansi hidrolik (Haryanti, 2010; Julianti et al., 2024). Namun demikian, sebagian besar penelitian anatomi terdahulu terhadap tanaman suku Araceae hanya terfokus secara parsial pada struktur stomata daun saja, sementara perbandingan menyeluruh yang mengintegrasikan sistem organ daun, batang ataktostele, dan perakaran adventif antar-spesies masih sangat jarang dilaporkan (Kendari et al., 2020; Viranda & Anggraini, 2023).

Di samping karakter mikroanatomi jaringan, identifikasi distribusi metabolit sekunder pada jaringan tumbuhan memegang peranan krusial dalam kajian kemotaksonomi dan bioprospeksi farmakologi (Agustina & Istiqomah, 2021). Organisme tumbuhan tingkat tinggi memproduksi beragam senyawa metabolit sekunder seperti fenol, flavonoid, alkaloid, dan tanin yang bertindak sebagai agen perlindungan diri dari tekanan lingkungan biotik (serangan herbivora dan infeksi mikroba patogen) serta cekaman abiotik seperti radiasi fotooksidatif ultraviolet (Azzahra et al., 2024; Hersila et al., 2023). Pendekatan skrining fitokimia ekstrak kasar cair (*crude extract*) melalui metode spektrofotometri telah membuktikan bahwa sirih gading mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas penangkal radikal bebas *in vitro* (Meshram & Srivastava, 2016). Demikian pula pada janda bolong, analisis ekstrak metanol mengonfirmasi adanya kandungan alkaloid, flavonoid, tanin, dan senyawa fenol dengan efektivitas antidiabetik serta antioksidan (Meenakumari & Jella, 2024). Kendati demikian, ekstraksi maserasi cair konvensional memiliki keterbatasan fundamental: metode

tersebut menghancurkan integritas seluler sehingga tidak mampu memberikan informasi spasial mengenai di mana senyawa metabolit sekunder tersebut disintesis, ditranslokasikan, atau diakumulasi di dalam kompartemen jaringan organ tumbuhan hidup (Agustina & Istiqomah, 2021; Dewi et al., 2018).

Keterbatasan analisis fitokimia konvensional tersebut dapat dijumpai melalui pendekatan uji histokimia *in situ* (Agustina & Istiqomah, 2021). Uji histokimia mengintegrasikan teknik mikroteknik sayatan mikroskopis segar dengan reaksi kimia kromogenik spesifik untuk melokalisasi letak presisi senyawa aktif metabolit pada tingkat seluler dan jaringan (Dewi et al., 2018; Muaja et al., 2017). Informasi mengenai kompartementalisasi flavonoid, tanin, dan fenol pada jaringan epidermis, klorenkim, seludang pembuluh, maupun vakuola idioblas sangat penting untuk memahami mekanisme pertahanan struktural tumbuhan (Azzahra et al., 2024; Hersila et al., 2023). Selain metabolit terlarut, suku Araceae memiliki karakteristik unik berupa pembentukan benda ergastik anorganik berupa kristal kalsium oksalat di dalam sel-sel idioblas khusus (Nugroho et al., 2019). Kristal ini dapat berbentuk jarum panjang (rafida), prisma, atau bintang (drusen) yang berfungsi sebagai penyimpan kelebihan ion kalsium sekaligus barrier mekanik yang menyebabkan iritasi mukosa mulut pada herbivora (Nugroho et al., 2019).

Meskipun sirih gading dan janda bolong telah dibudidayakan secara masal di Indonesia, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) yang nyata dalam literatur botani saat ini. Pertama, belum tersedia kajian komparatif multiorgan yang secara simultan membandingkan arsitektur mikroanatomi daun, batang, dan akar antara *Epipremnum pinnatum* dan *Monstera adansonii* yang ditumbuhkan pada kondisi mikroklimat terkontrol yang homogen. Kedua, profil lokalisasi histokimia senyawa flavonoid, tanin, dan fenolik pada jaringan vegetatif kedua spesies ini belum pernah dipetakan secara spasial, sehingga hubungan antara struktur sitologi dengan fungsi pertahanan kimiawinya belum terelaborasi secara jelas (Meenakumari & Jella, 2024; Meshram & Srivastava, 2016). Ketiga, data kuantitatif mikrometri mengenai ketebalan jaringan pelindung, dimensi ikatan pembuluh ataktostele batang, dan organisasi ruang antarsel aerenkim akar kedua genus hemoepifit ini masih sangat minim (Kendari et al., 2020; Saputri et al., 2022). Ketiadaan data ini membatasi kejelasan karakter pembeda (diagnostic keys) yang diperlukan dalam taksonomi mikro Araceae serta pemanfaatan fitofarmakanya.

Untuk mengisi kesenjangan informasi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis struktur mikroanatomi dan morfometri jaringan vegetatif (daun, batang, dan akar), mengidentifikasi tipe serta pola distribusi stomata, melokalisasi akumulasi senyawa flavonoid, tanin, dan fenol secara histokimia, serta memetakan sebaran idioblas kristal kalsium oksalat rafida pada sirih gading (*Epipremnum pinnatum*) dan janda bolong (*Monstera adansonii*). Data yang diperoleh diharapkan menjadi karakter diagnostik pembeda antargenus untuk memperkuat kajian biosistemika taksonomi serta melandasi pengembangan potensi bioaktif famili Araceae.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian, Waktu, dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan deskriptif eksperimental kuantitatif dan kualitatif guna mengevaluasi struktur mikroanatomi serta lokalisasi histokimia metabolit sekunder pada dua spesies Araceae. Pelaksanaan penelitian laboratorium berlangsung selama tiga bulan, terhitung sejak bulan Desember 2025 hingga Februari 2026. Pembuatan preparat sayatan segar, pewarnaan histologis, analisis morfometri jaringan, dan pengujian reaksi histokimia dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Mikroteknik Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang, Jawa Tengah.

Bahan Tanaman dan Teknik Pengambilan Sampel

Material biologis yang digunakan adalah tanaman sirih gading (*Epipremnum pinnatum* (L.) Engl.) dan janda bolong (*Monstera adansonii* Schott) yang diperoleh dari budidaya Green House Sinox Nursery, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Pengambilan sampel tanaman dilakukan menggunakan teknik purposive sampling dengan menetapkan kriteria seleksi yang seragam. Tanaman uji dipilih dalam kondisi pertumbuhan vegetatif aktif, memiliki organ daun yang sehat, segar, tidak mengalami defisiensi nutrisi mikro/makro, serta bebas dari infestasi hama serangga maupun patogen jamur daun. Untuk meminimalisasi bias variasi ontogeni jaringan, organ yang disampling distandardisasi pada posisi yang sama, meliputi: (1) daun ketiga dari pucuk aksilar aktif yang telah membuka sempurna (mature functional leaves); (2) batang lateral ruas (internodus) ketiga yang telah mengalami pematangan jaringan primer; serta (3) akar adventif fungsional yang tumbuh dari buku batang dengan diameter yang seragam.

Pengamatan diulang menggunakan tiga ulangan biologis independen dari pot tanaman yang berbeda untuk masing-masing spesies guna menjamin reliabilitas data morfometri.

Alat dan Bahan Laboratorium

Peralatan laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikroskop cahaya binokuler Meiji Techno MT-30 yang terhubung secara optik dengan kamera mikrograf OptiLab Advance Plus, komputer yang dilengkapi perangkat lunak pengukur citra digital Image Raster 3.0, mikrometer objektif standar (ketelitian 0,01 mm), mikrometer okuler, silet mikrotom manual (feather blade) tajam baru, kaca objek (object glass), kaca penutup (cover glass), cawan petri, pinset anatomis berujung runcing, pipet tetes kaca, kuas halus berbulu lembut, kertas hisap bebas serat, dan botol vial spesimen. Bahan kimia yang digunakan terdiri atas larutan pewarna safranin 0,5% dalam akuades, larutan natrium hidroksida (NaOH) 10% teknis p.a., larutan besi(III) klorida 1% p.a., zat warna metakromatik Toluidine Blue 0,05% dalam dapar fosfat, gliserin 30%, alkohol 70%, dan akuades deionisasi murni.

Prosedur Pembuatan Preparat Mikroanatomi Segar

Pembuatan preparat anatomi dilakukan tanpa melalui tahapan fiksasi dan dehidrasi kimia bertingkat (fresh section method) guna mencegah kerusakan struktur vakuola dan pelarutan senyawa metabolit sekunder jaringan. Sayatan transversal dibuat secara manual (freehand section) pada organ lamina daun (melintasi tulang daun sekunder dan mesofil interkostal), batang lateral ruas ketiga, serta akar adventif menggunakan silet baru yang dibasahi sedikit akuades untuk mengurangi tegangan permukaan gesek. Sayatan dibuat setipis mungkin hingga diperoleh lapisan jaringan setebal 1–2 lapis sel transparan. Untuk pengamatan aparatus stomata dan kontur dinding antiklinal sel epidermis daun, dibuat preparat sayatan paradermal secara langsung dari permukaan adaksial (atas) dan abaksial (bawah) helai daun. Sayatan segar yang berhasil dibuat segera dipindahkan ke dalam cawan petri berisi akuades menggunakan kuas halus. Untuk memperjelas kontras dinding sel berlignin dan selulosa, sayatan anatomi direndam dalam larutan safranin 0,5% selama 3–5 menit, dibilas dengan akuades berulang kali hingga sisa zat warna bebas tereliminasi, kemudian diletakkan di atas kaca objek, ditetesi gliserin 30% sebagai medium penutup sementara (mounting media), dan ditutup hati-hati dengan kaca penutup tanpa membentuk gelembung udara.

Prosedur Uji Histokimia In Situ

Pengujian histokimia dilakukan secara langsung pada sayatan segar melintang daun, batang, dan akar tanpa pewarnaan safranin menggunakan pereaksi kromogenik spesifik sesuai protokol terstandarisasi (Agustina & Istiqomah, 2021; Dewi et al., 2018; Hersila et al., 2023). Uji histokimia dilakukan pada preparat segar menggunakan pereaksi spesifik: deteksi flavonoid dilakukan dengan penambahan 1–2 tetes NaOH 10% selama 5 menit pada suhu ruang, yang ditandai respons positif warna kuning terang hingga kuning kehijauan (Dewi et al., 2018; Muaja et al., 2017); deteksi tanin menggunakan pereaksi FeCl_3 1% selama 3–5 menit dengan respons positif berupa endapan cokelat tua hingga hitam pekat akibat reaksi kelasi ion Fe^{3+} (Hersila et al., 2023); serta deteksi fenol dan lignin menggunakan pewarna metakromatik Toluidine Blue 0,05% selama 2 menit, yang ditunjukkan oleh reaksi metakromatik warna hijau kebiruan hingga ungu tua pada dinding sekunder xilem dan sel idioblas (Azzahra et al., 2024).

Pengamatan Mikroskopis dan Analisis Morfometri Citra Digital

Seluruh preparat histologi dan histokimia diamati di bawah mikroskop binokuler Meiji Techno MT-30 pada perbesaran lensa objektif 4×, 10×, dan 40× (perbesaran total 40×, 100×, dan 400×). Bidang mikroskopis yang representatif direkam dalam format digital resolusi tinggi menggunakan kamera OptiLab Advance Plus. Analisis morfometri kuantitatif jaringan dilakukan menggunakan perangkat lunak Image Raster 3.0 yang telah terkalibrasi secara presisi menggunakan mikrometer objektif pada masing-masing tingkat perbesaran lensa. Parameter kuantitatif yang diukur mencakup: tebal lamina daun total, tebal jaringan epidermis adaksial, tebal epidermis abaksial, tebal jaringan mesofil daun, diameter vertikal dan horizontal berkas pengangkut daun, tebal lapisan epidermis batang, serta diameter vertikal dan horizontal berkas pengangkut batang perifer dan meduler. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali ulangan bidang ukur pada masing-masing ulangan biologis tanaman. Karakter kualitatif mencakup tipe stomata, kontur dinding antiklinal epidermis, organisasi ataktostele batang, lakuna korteks akar, kristal kalsium oksalat, serta lokalisasi reaksi warna histokimia didokumentasikan dan ditabulasi secara sistematis. Data numerik dihitung nilai rerata disertai standar deviasi (rerata $\pm$ SD) menggunakan Microsoft Excel 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Anatomi Daun Sirih Gading dan Janda Bolong

Sayatan transversal daun menunjukkan bahwa sirih gading dan janda bolong tersusun atas epidermis adaksial, mesofil, berkas pengangkut, dan epidermis abaksial (Gambar 1). Sirih gading memiliki ketebalan daun, epidermis adaksial dan abaksial, mesofil, serta ukuran berkas pengangkut yang lebih besar dibandingkan Janda bolong (Tabel 1). Bentuk dinding antiklinal sel epidermis berbeda pada kedua spesies yaitu straight-sided anticlinal pada Sirih gading dan undulate anticlinal walls pada Janda bolong. Hal ini sejalan dengan penelitian Kendari et al., (2020) yang mengamati bentuk epidermis beberapa spesies famili Araceae

Berkas pengangkut kedua spesies bertipe kolateral tertutup berbentuk oval. Berkas pengangkut sirih gading dikelilingi seludang pembuluh yang tidak ditemukan pada janda bolong (Gambar 1). Pada pengamatan stomata menunjukkan bahwa daun Sirih gading termasuk hipostomatik yaitu stomata hanya ditemukan pada sisi abaksial daun sedangkan daun janda bolong termasuk amfistomatik karena stomata dapat ditemukan pada kedua sisi daun yaitu adaksial dan abaksial. Berdasarkan susunan dan bentuk sel tetangga sirih gading dan janda bolong memiliki dua tipe stomata yaitu anomositik dan tetrasitik (Gambar 2).

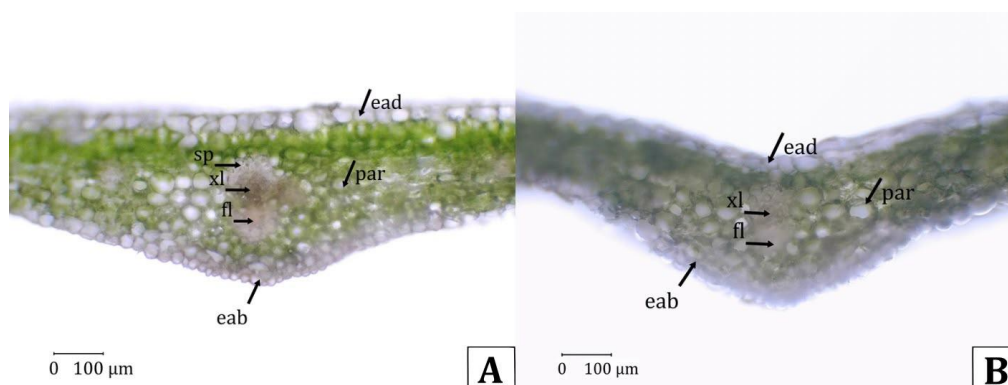
di antaranya yaitu straight-sided anticlinal dan undulate anticlinal walls (Gambar 2).

Mesofil daun kedua spesies tidak terdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan bunga karang tetapi tersusun atas jaringan parenkim homogen yang merupakan karakter umum anggota Araceae. Mesofil Sirih gading yang lebih tebal menunjukkan produktivitas fotosintesis yang lebih tinggi karena menyediakan ruang yang lebih besar bagi sel-sel fotosintetik (Tabel 1). Hal ini terbukti dari penelitian Maheshwaran et al., (2018) yang menyatakan bahwa serat sirih gading mengandung 66,34% selulosa. Hasil pengamatan stomata pada sampel daun *Capsicum annum* L. serta beberapa faktor abiotik dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 1.

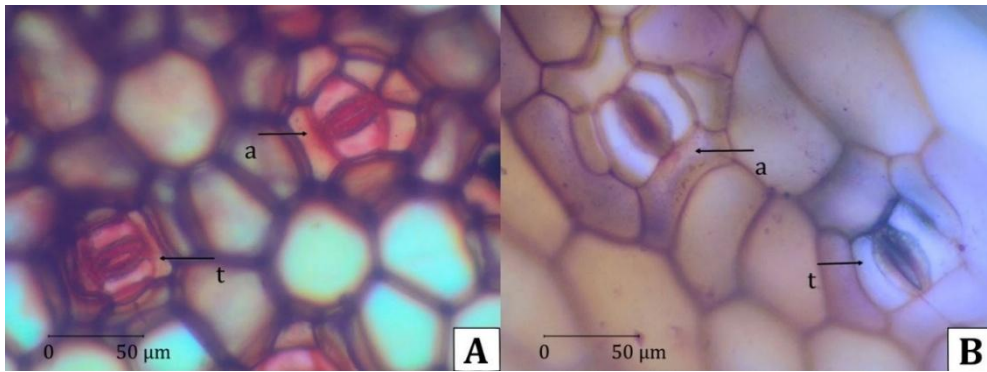
Tipe anomositik yaitu stomata yang sel penjaganya dikelilingi oleh sejumlah sel tetangga yang bentuk dan ukurannya tidak berbeda dengan sel epidermis di sekitarnya. Tipe tetrasitik memiliki empat sel tetangga dengan letak sejajar dan tegak lurus yang mengelilingi sel penjaga. Tipe stomata tetrasitik merupakan tipe stomata yang umum ditemukan pada famili Araceae (Viranda et al., 2024). Penelitian tentang karakterisasi stomata daun pada famili Araceae oleh Qodriyah et al., (2021) didapatkan adanya tiga tipe stomata yaitu tipe anomositik, tipe tetrasitik dan tipe parasitik

Tabel 1. Karakter Sayatan Transversal Daun Sirih Gading dan Janda Bolong

Karakter	Sirih Gading	Janda Bolong
Tebal daun (μm)	$370,73 \pm 35,54$	$308,08 \pm 15,05$
Tebal jaringan epidermis adaksial (μm)	$40,92 \pm 5,74$	$31,66 \pm 5,49$
Tebal jaringan epidermis abaksial (μm)	$29,10 \pm 4,64$	$20,91 \pm 3,33$
Tebal mesofil (μm)	$300,71 \pm 26,16$	$255,51 \pm 13,04$
Diameter vertikal berkas pengangkut (μm)	$183,97 \pm 15,83$	$133,26 \pm 13,35$
Diameter horizontal berkas pengangkut (μm)	$107,76 \pm 8,90$	$80,87 \pm 4,12$



Gambar 1. Sayatan transversal daun. A: Sirih gading, B: Janda bolong. (ead: epidermis adaksial, eab: epidermis abaksial, par: parenkim, xl: xilem, fl: floem, sp: seludang pembuluh).



Gambar 2. Tipe stomata dengan pewarnaan safranin. A: Daun sirih gading, B: Daun janda bolong. (a: anomositik, t: tetrasitik).

Struktur Anatomi Batang Sirih Gading dan Janda Bolong

Batang Sirih gading dan Janda bolong tersusun atas epidermis, jaringan dasar, dan berkas pengangkut bertipe kolateral tertutup (Gambar 3). Lapisan terluar berupa epidermis yang dilapisi oleh kutikula, sirih gading memiliki epidermis lebih tebal dibandingkan dengan janda bolong (Tabel 2). Lapisan setelahnya yaitu jaringan dasar terdiri atas sel-sel parenkim berdinding tipis dengan ukuran bervariasi yang mengisi sebagian besar batang. Berkas pengangkut tersebar tidak merata di seluruh jaringan dasar terdiri atas xilem dan floem tanpa kambium di antaranya. Berdasarkan lokasinya ditemukan dua jenis berkas pengangkut yaitu meduler dan perifer. Berkas

pengangkut meduler terdapat di bagian tengah batang sedangkan berkas pengangkut perifer berada di jaringan dasar (Gambar 3). Struktur batang ini disebut ataktostele yang merupakan karakteristik utama anatomi batang monokotil (Muttaqin, 2023). Berdasarkan data kuantitatif, ukuran berkas pengangkut pada janda bolong lebih besar dibandingkan sirih gading (Tabel 2). Namun, jarak antarikatan pembuluh pada janda bolong lebih renggang, sedangkan pada sirih gading berkas pengangkut tersusun lebih padat dan rapat. Pada jaringan dasar korteks batang kedua spesies ditemukan sel idioblas yang mengandung benda ergastik berupa kristal kalsium oksalat tipe jarum (rafida), yang berfungsi sebagai pertahanan mekanis terhadap herbivora

Tabel 2. Karakter sayatan transversal batang sirih gading dan janda bolong

Karakter	Sirih Gading	Janda Bolong
Tebal epidermis (µm)	94,03 ± 3,95	54,44 ± 8,29
Diameter vertikal berkas pengangkut (µm)	186,43 ± 9,78	238,37 ± 22,37
Diameter horizontal berkas pengangkut (µm)	141,69 ± 2,89	169,26 ± 22,35

Struktur Anatomi Akar Sirih Gading dan Janda Bolong

Susunan struktur anatomi akar sirih gading dan janda bolong meliputi jaringan epidermis, jaringan dasar, dan silinder pusat. Susunan jaringan pada kedua spesies yaitu epidermis, korteks, endodermis, perisikel, serta silinder pusat yang terdiri atas berkas pengangkut xilem dan floem dengan empulur di bagian tengah (Gambar 4).

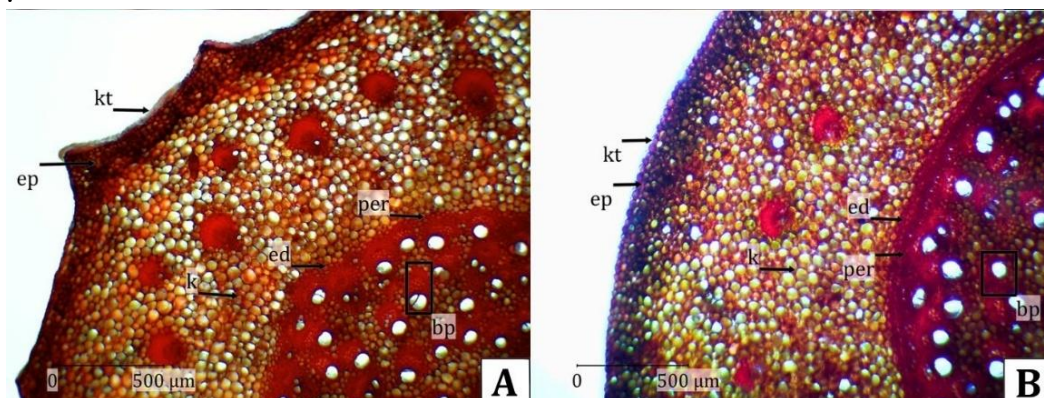
Susunan tersebut menunjukkan karakter khas akar monokotil dengan berkas pengangkut bertipe radial dan xilem bertipe polyarch tanpa keberadaan kambium (Saputri et al., 2022). Sirih gading memiliki korteks yang lebih rapat, empulur

lebih kecil, dan ruang antarsel lebih sempit dibandingkan Janda bolong. Korteks yang lebih renggang pada Janda bolong meningkatkan difusi gas di dalam jaringan akar sehingga mendukung respirasi sel. Sebaliknya, korteks yang lebih rapat pada Sirih gading menunjukkan susunan jaringan yang lebih kompak. Hal ini sejalan dengan pernyataan Warsiki & Octaviasari (2018), semakin besar luas area maka semakin cepat difusinya. Perisikel yang lebih tebal pada Janda bolong juga mengindikasikan aktivitas pembentukan akar lateral yang lebih tinggi. Variasi anatomi tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan tempat tumbuh, termasuk pH tanah, suhu, dan kelembapan udara.

Uji Histokimia Sirih Gading dan Janda Bolong

Uji histokimia sirih gading maupun janda bolong menunjukkan bahwa flavonoid terdeteksi pada daun (Gambar 5, 6, dan 7), batang (Gambar 8, 9, dan 10), dan akar (Gambar 11, 12, dan 13). Keberadaan flavonoid ditunjukkan oleh perubahan warna jaringan menjadi kuning setelah penambahan NaOH 10% (Muaja et al., 2017). Perubahan warna tersebut terjadi karena suasana basa menyebabkan gugus hidroksil fenolik pada molekul flavonoid mengalami ionisasi sehingga menghasilkan bentuk yang lebih berwarna (chromophore) (Dewi et al., 2018). Reaksi ini banyak digunakan sebagai indikator keberadaan flavonoid pada jaringan tumbuhan. Flavonoid

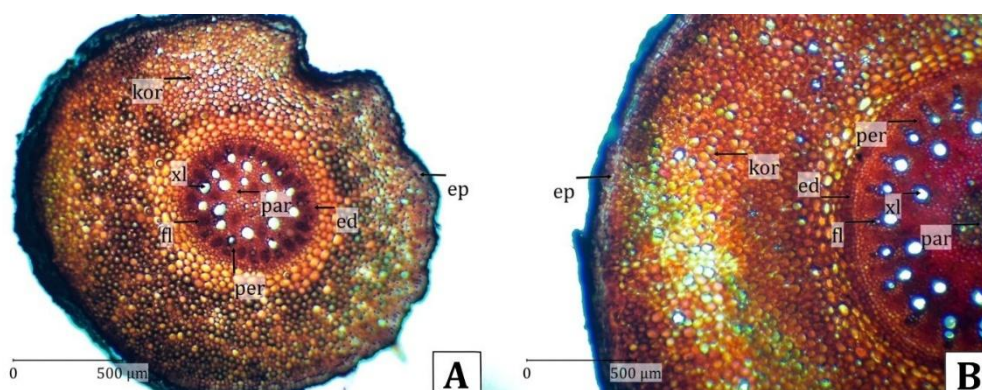
teramati terutama pada jaringan epidermis, parenkim, dan berkas pengangkut, yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut tidak hanya berfungsi sebagai pelindung permukaan organ tetapi juga berperan dalam sistem pertahanan internal tanaman. Hasil ini mendukung penelitian Meshram & Srivastava (2016) yang melaporkan adanya flavonoid pada daun Sirih gading, serta melengkapi penelitian Meenakumari & Jella (2024) yang hanya mengidentifikasi flavonoid pada ekstrak metanol Janda bolong. Melalui pendekatan histokimia, penelitian ini menunjukkan bahwa flavonoid tersebar secara langsung pada berbagai jaringan vegetatif kedua spesies



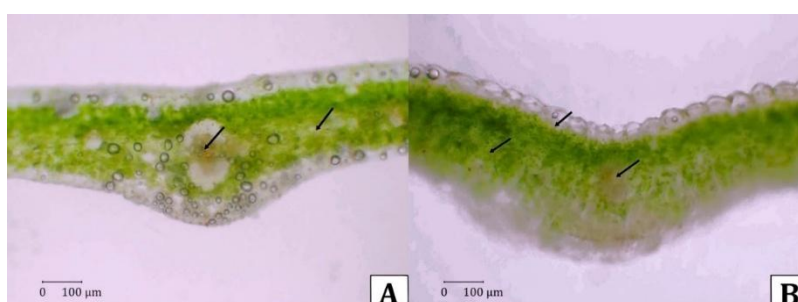
Gambar 3. Sayatan transversal batang dengan pewarnaan safranin. A: Sirih gading, B: Janda bolong. (kt: kutikula, ep: epidermis, k: korteks, ed: endodermis, per: perisikel, bp: berkas pengangkut).

Tanin terdeteksi pada organ organ daun (Gambar 8), batang (Gambar 9), dan akar (Gambar 10) dari kedua spesies dan ditandai dengan perubahan warna menjadi kehitaman setelah penambahan FeCl_3 1%. Reaksi tersebut terjadi karena ion Fe^{3+} membentuk kompleks dengan gugus hidroksil pada molekul tanin sehingga menghasilkan warna gelap yang menjadi indikator keberadaan senyawa tersebut. Tanin umumnya ditemukan pada jaringan epidermis, korteks, dan sebagian sel parenkim di sekitar berkas pengangkut. Distribusi tersebut berkaitan dengan fungsi tanin sebagai senyawa pertahanan terhadap herbivora, mikroorganisme, serta sebagai pelindung jaringan dari kerusakan oksidasi (Hersila et al., 2023). Variasi distribusi tanin antar organ menunjukkan bahwa akumulasi metabolit sekunder dipengaruhi oleh fungsi fisiologis masing-masing organ dan kebutuhan pertahanan tanaman. Hasil ini mendukung penelitian Meenakumari & Jella (2024) yang menemukan adanya tanin pada ekstrak Janda bolong, namun penelitian ini memperlihatkan lokasi akumulasinya secara spesifik pada tingkat jaringan.

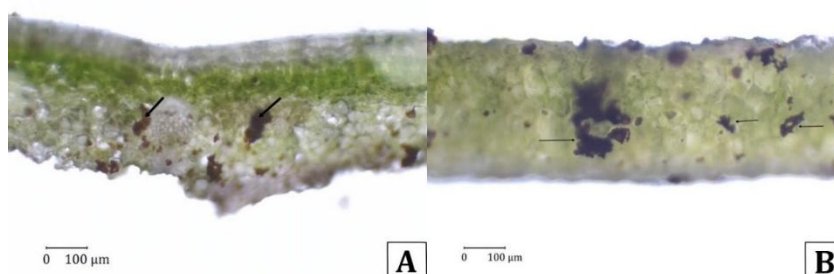
Fenol juga terdeteksi pada organ daun (Gambar 11), batang (Gambar 12), dan akar (Gambar 13) kedua spesies melalui perubahan warna jaringan menjadi hijau kebiruan hingga biru keunguan setelah pemberian Toluidine Blue. Pewarna metakromatik ini memiliki afinitas tinggi terhadap senyawa fenolik sehingga menghasilkan perubahan warna ketika berikatan dengan gugus fenol di dalam sel. Senyawa fenol terutama ditemukan pada sel parenkim, jaringan korteks, dan jaringan pengangkut. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa fenol berperan sebagai antioksidan sekaligus mekanisme pertahanan terhadap cekaman biotik maupun abiotik, karena jaringan parenkim merupakan lokasi utama penyimpanan metabolit sekunder (Azzahra et al., 2024). Hasil penelitian ini sejalan dengan Meshram & Srivastava (2016) yang melaporkan kandungan fenol pada Sirih gading, namun penelitian ini memberikan informasi tambahan mengenai lokasi akumulasi fenol secara langsung pada jaringan vegetatif



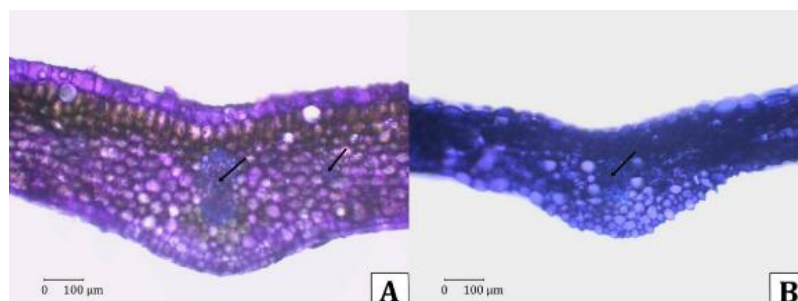
Gambar 4. Sayatan transversal akar dengan pewarnaan safranin. A: Sirih gading, B: Janda bolong. (ep: epidermis, kor: korteks, ed: endodermis, xl: xilem, fl: floem, per: perisikel, par: parenkim).



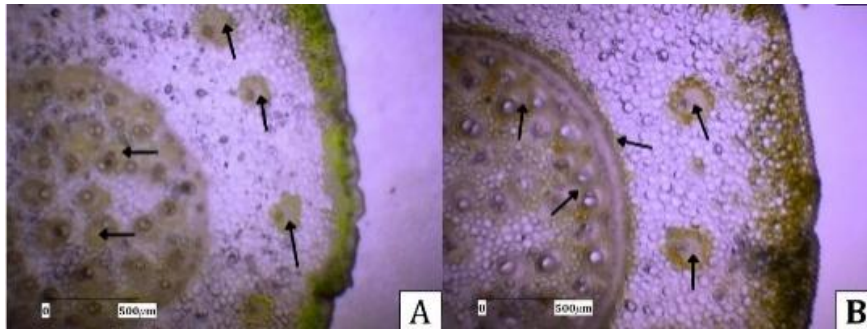
Gambar 5. Uji histokimia daun. A: flavonoid sirih gading, B: flavonoid janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa flavonoid



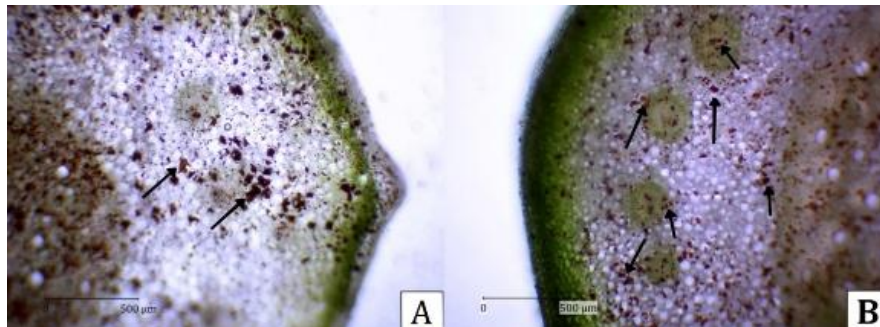
Gambar 6. Uji histokimia daun. A: tanin sirih gading, B: tanin janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa tanin



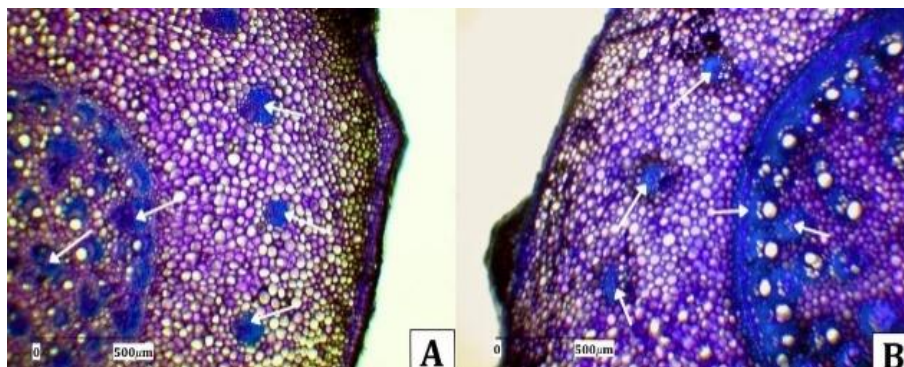
Gambar 7. Hasil uji histokimia daun. A: fenol sirih gading, B: fenol janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa fenol



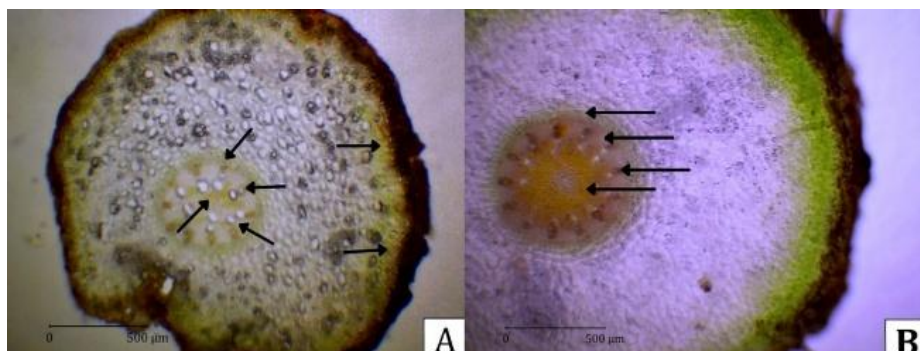
Gambar 8. Uji histokimia batang. A: flavonoid sirih gading, B: flavonoid janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa flavonoid.



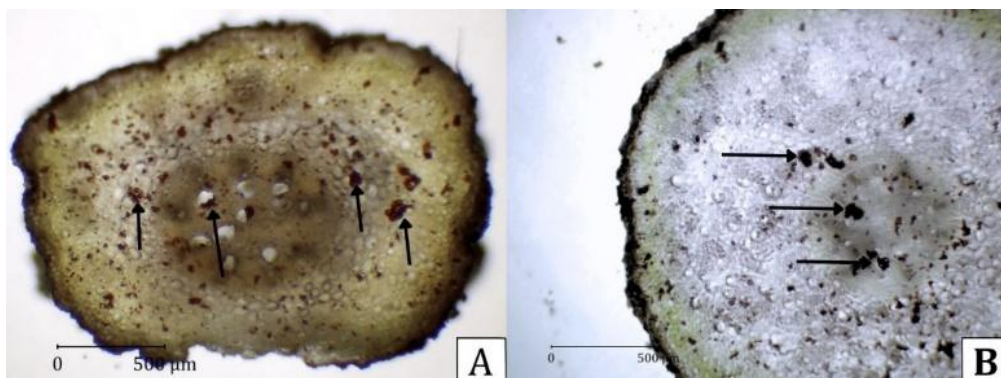
Gambar 9. Uji histokimia batang. A: tanin sirih gading, B: tanin janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa tanin.



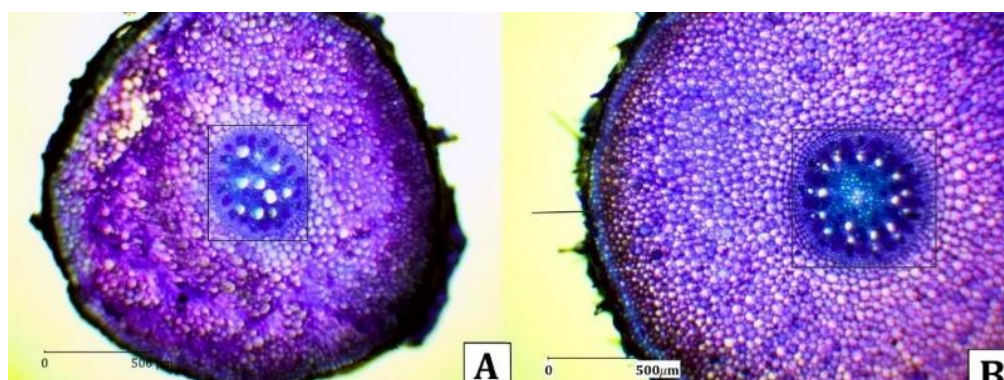
Gambar 10. Uji histokimia batang. A: fenol sirih gading, B: fenol janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa fenol.



Gambar 11. Uji histokimia akar. A: flavonoid sirih gading, B: flavonoid janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa flavonoid.



Gambar 12. Uji histokimia akar. A: tanin sirih gading, B: tanin janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa tanin.



Gambar 13. Uji histokimia akar. A: fenol sirih gading, B: fenol janda bolong. Tanda panah mengindikasikan senyawa fenol

KESIMPULAN

Sirih gading (*Epipremnum pinnatum*) dan janda bolong (*Monstera adansonii*) memiliki arsitektur dasar monokotil Araceae yang khas, namun memperlihatkan divergensi mikroanatomi yang sangat nyata sebagai karakter diagnostik pembeda pada tingkat genus. Karakter pembeda utama meliputi ketebalan mesofil daun (300,71 µm pada *E. pinnatum* vs 255,51 µm pada *M. adansonii*), kontur dinding antiklinal sel epidermis (straight-sided pada *E. pinnatum* vs undulate pada *M. adansonii*), sebaran stomata (hipostomatik pada *E. pinnatum* vs amfistomatik pada *M. adansonii*), keberadaan seludang pembuluh daun, ketebalan lapisan epidermis batang (94,03 µm vs 54,44 µm), serta susunan lakuna udara aerenkim pada korteks akar. Analisis histokimia membuktikan lokalisasi kompartemental flavonoid pada epidermis dan mesofil sebagai fotoprotektor, tanin di dalam vakuola sel idioblas korteks sebagai barier antinutrisi herbivora, serta senyawa fenol pada dinding berlignin unsur trakea xilem untuk penguatan mekanik hidrolik pada seluruh organ vegetatif kedua taksa.

Sebagai rekomendasi penelitian lanjutan (future research directions), eksplorasi biosintesis dan fitofarmaka kedua spesies ini disarankan untuk melakukan analisis mikrometri kuantitatif dan karakterisasi kristalografi sinar-X terhadap morfometri berkas kristal rafida kalsium oksalat guna memperkuat bukti diagnostik kemotaksonomi, mengaplikasikan pengamatan ultrastruktur permukaan stomata dan dinding antiklinal epidermis resolusi ultra-tinggi menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM), mengisolasi dan mengidentifikasi profil metabolit sekunder polar dan non-volatil secara komparatif menggunakan instrumen Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS), menguji aktivitas farmakologis fraksi spesifik sel idioblas secara in vitro guna mengeksplorasi potensi terapeutik anti-inflamasi dan antioksidan kedua spesies Araceae ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi serta Pengelola Laboratorium Struktur dan Mikroteknik Tumbuhan Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang atas izin

penelitian, ketersediaan fasilitas mikroskop mikroteknik optik, serta dukungan sarana laboratorium selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada Pengelola Sinox Nursery Boja, Kendal, atas penyediaan spesimen tanaman uji yang sehat dan terawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., & Istiqomah, N. (2021). Analisis Kadar Metabolit Sekunder, Histokimia, dan Aktivitas Antioksidan Akar *Acalypha indica* L. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2), 45–51. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v3i2.11376>
- Azzahra, Z., Chatri, M., Emilda, D., Anhar, A., & Handayani, D. (2024). Literatur Review : Fenol dan Alkaloid : Senyawa Alami pada Tumbuhan yang Ampuh Menghambat Pertumbuhan Patogen pada Tanaman . *Prosiding SEMNASBIO* 8, 810–818.
- Chen, J. (2024). Three New Cultivars of Pothos (*Epipremnum aureum*). *HortScience*, 59(12), 1736–1739. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18177-24>
- Dewi, S. R., Ulya, N., & Argo, B. D. (2018). Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Pleurotus ostreatus*. *Rona Teknik Pertanian*, 11(April), 1–11. <https://doi.org/10.17969/rtp.v11i1.9571>
- E. Viranda, Ermayanti, & D. J. S. (2024). Sruktur Anatomi Spatha Beberapa Tanaman Suku Araceae (Anatomical Structure of Several Plants of the Araceae Family). *Jurnal Biologi Indonesia*, 20(2), 159–166. <https://doi.org/10.47349/jbi/20022024/159>
- Hersila, N., Hatri, M., Vauzia, & Irdawati. (2023). Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) Pada Tanaman Sebagai Antifungi. *Embrio*, 15, 16–22.
- Kendari, P., Wahyuningsih, S., Yulianty, Y., & Lande, M. L. (2020). Anatomical Charateristics of Araceae Family in Liwa Botanical Garden, West Lampung, Lampung. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 7(2), 65–72. <https://doi.org/10.23960/jbekh.v7i2.153>
- Maheshwaran, M. V., Hyness, N. R. J., Senthamaraikannan, P., Saravanakumar, S. S., & Sanjay, M. R. (. (2018). Characterization of natural cellulosic fiber from *Epipremnum aureum* stem. *Journal of Natural Fibers*, 15((6)), 789–798. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1364205>
- Meenakumari, M., & Jella, D. (2024). Phytochemical investigation and evaluation of Antidiabetic and antioxidant potency of *Adansonii Monstera*. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, Iddm, 735–742.
- Meshram, A., & Srivastava, N. (2016). Phytochemical screening and in vitro antioxidant potential of methanolic extract of *Epipremnum aureum* (Linden and Andre) G. S. Bunting. Available Online www.ijpras.com *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 5(2), 1–6. www.ijpras.com
- Muaja, M. G. D., Runtuwene, M. R. J., & Kamu, V. S. (2017). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Dari Daun Soyogik (*Saurauia Bracteosa* DC.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 68. <https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.15614>
- Muttaqin, S. Z. (2023). ANATOMI TUMBUHAN (Sel, Jaringan, dan Organ Vegetatif pada Tumbuhan). UKI Press.
- Qodriyah, L., Wahidah, B. F., Hidayat, S., & Khasanah, R. (2021). Karakterisasi Stomata Daun Pada Tanaman Hias. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 7(1), 242–249. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Saputri, D., Zakiah, Z., & Turnip, M. (2022). Karakteristik Struktur Anatomi Akar, Batang, Dan Daun Pada *Caladium bicolor* Cv. Candidum, *Caladium bicolor* Cv. Frieda hemple, Dan *Caladium bicolor* Cv. Postman joyner. *Protobiont*, 11(2), 65–70. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/sue/view/1967>
- Tri Yuni Indah Wulansari, Esthi Liani Agustiani, Sunaryo, Eka Fatmawati Tihurua, W. (2020). Struktur Anatomi Daun Sebagai Bukti Dalam Pembatasan Takson Tumbuhan Berbunga : Studi Kasus 12 Suku Tumbuhan Berbunga Indonesia Leaf anatomical structure as evidence in flowering plants limitation : Abstrak. 23(2), 146–161.
- Viranda, E., & Anggraini, N. (2023). Kajian Struktur Anatomi Beberapa Tanaman Suku Araceae. *Jurnal Bios Logos*, 13(3), 291–300.
- Warsiki, E., & Octaviasari, R. (2018). Identified Of Indicator And Material For Product Shelf

Life Recorder Smart Label. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 1(1), 41–51.
<https://doi.org/10.22437/ifstj.v1i1.5016>