

Karakteristik anatomi dan histokimia rimpang tiga jenis paku Polypodiaceae epifit dari Provinsi Riau

Anatomical and histochemical characteristic of rhizome of three epiphytic Polypodiaceae species from Riau Province

Nery Sofiyanti*, Anni Latifah Siregar, Dyah Iriani, Encik Elsa Daffa Nafisa

Program Studi Biologi, Fakultas Mipa, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Panam, Pekanbaru, Riau, Indonesia, 28293

*Email: nery.sofiyanti@lecturer.unri.ac.id

Diterima
6 Mei 2026

Disetujui
30 Juli 2026

INTISARI

Jenis tumbuhan paku dari famili Polypodiaceae pada umumnya merupakan paku epifit. Jenis-jenis tersebut sering digunakan sebagai bahan terapeutik alami untuk kesehatan karena adanya kandungan fitokimia yang bersifat farmakologis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji karakteristik anatomi dan histokimia rimpang tiga jenis paku epifit Polypodiaceae dari Provinsi Riau. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Goniophlebium percussum*, *Microsorium scolopendria*, dan *Pyrrosia piloselloides*. Spesimen diambil di lapangan dengan metode eksplorasi. Preparat anatomi dibuat menggunakan metode non-permanen. Uji histokimia dilakukan dengan metode kualitatif untuk menguji senyawa alkaloid, flavonoid, lipid, dan tanin jaringan pada rimpang. Struktur anatomi rimpang semua jenis menunjukkan tipe berkas pengangkut konsentris amfikribal dengan stele diktiostele. Hasil uji histokimia menunjukkan bahwa rimpang dari semua jenis tumbuhan paku yang diteliti mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, dan lipid, namun konsentrasi masing-masing senyawa pada setiap jaringan berbeda-beda setiap jenisnya. Kandungan senyawa fitokimia tertinggi dijumpai pada *P. piloselloides* (alkaloid, tanin, lipid), *G. percussum* (flavonoid) dan *M. scolopendria* (lipid). Hasil kajian ini memberikan informasi dasar mengenai kandungan golongan senyawa yang diuji pada ketiga jenis paku epifit dari famili Polypodiaceae.

Kata kunci: anatomi, histokimia, paku epifit, fitokimia

ABSTRACT

The fern species from Polypodiaceae family is commonly epiphytic fern. These species are often used as therapeutic materials for health due to their pharmacologic effect of phytochemical compounds. The aim of this study is to examine the anatomical and histochemical characteristic of rhizome of three epiphytic Polypodiaceae ferns from Riau Province. The specimens used in this study are *Goniophlebium percussum*, *Microsorium scolopendria*, dan *Pyrrosia piloselloides*. Specimens were collected from the field using exploration method. Anatomical preparation was conducted by using non-permanent method. The histochemical test was carried out using qualitative method to examine the presence of alkaloid, flavonoid, tannin and lipid compounds in the tissue of rhizomes. Anatomical structure of rhizome of all examined species shows concentric amphikribal vascular bundle and dictyostele stellar type. The result of histochemical test shows that the rhizome of all examined fern species contain alkaloid, flavonoid, tannin and lipid compound. However, the concentration of each compound in tissue of rhizome varies within the species. The highest compound is found in *P. piloselloides* (alkaloid, tannin, lipid), *G. percussum* (flavonoid) dan *M. scolopendria* (lipid). This result provide basic information of the presence of each examined compound in the rhizome tissue of epiphytic Polypodiaceae species.

Keywords: anatomy, hystochemistry, epiphytic fern, phytochemical

PENDAHULUAN

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan berpembuluh yang menghasilkan spora (Brock 2025). Jenis-jenis paku dapat tumbuh secara terestrial, akuatik dan epifit. Tumbuhan paku epifit banyak dijumpai menempel pada batang pohon dengan permukaan yang kasar seperti pohon kelapa sawit. Berdasarkan kajian sebelumnya di Provinsi Riau, jenis-jenis paku epifit yang ditemukan pada umumnya merupakan anggota dari family Polypodiaceae. Jenis paku epifit anggota Polypodiaceae yang banyak dijumpai di Riau adalah *Goniophlebium percussum* (Cav.) W.H. Wagner & Grether, *Microsorium scolopendria* (Burm. fil) Copel, dan *Pyrrosia piloselloides* (L.) M.G Price. Jenis-jenis paku epifit termasuk dalam daftar tumbuhan obat tradisional Kemenkes yang terdapat pada laporan nasional RISTOJA (Riset Tumbuhan Obat dan Jamu) mengenai eksplorasi pengetahuan lokal etnomedisin tumbuhan obat berbasis komunitas di Indonesia (Wahyono dkk, 2017). Hasil kajian sebelumnya menunjukkan bahwa anggota Polypodiaceae berpotensi sebagai agen terapeutik yang berfungsi untuk kesehatan manusia.

Paku epifit mempunyai sistem pertahanan diri yang unik, seperti pertahanan terhadap radiasi ultraviolet, kekeringan dan pertahanan terhadap pathogen serta mikrobial. Hal ini dilakukan dengan cara menghasilkan senyawa fitokimia hasil metabolit sekunder maupun primer, yang juga mempunyai efek farmakologis bagi manusia. Oleh karena itu, jenis paku epifit sering digunakan sebagai sumber pengobatan tradisional termasuk juga paku dari famili Polypodiaceae. Organ penting pada paku epifit adalah rimpang, yang mempunyai struktur khusus dan kuat agar bisa menempel pada tanaman inang. Pada umumnya rimpang paku epifit diselubungi oleh trikoma berbentuk sisik yang berfungsi untuk mengurangi kekeringan. Rimpang tumbuhan paku epifit sering digunakan sebagai sumber obat alami karena adanya senyawa fitokimia yang bersifat farmakologis. Oleh Karena itu, profiling senyawa fitokimia pada rimpang tumbuhan paku yang dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional perlu dilakukan, termasuk pada jenis paku epifit dari family Polypodiaceae di Riau (*Goniophlebium percussum*, *Microsorium scolopendria*, dan *Pyrrosia piloselloides*). Salah satu uji untuk mengidentifikasi senyawa kimia pada jaringan tumbuhan adalah dengan uji histokimia. Uji histokimia dapat digunakan untuk mendeteksi lokasi penyebaran senyawa fitokimia pada jaringan suatu tumbuhan (Trimanto *et al.* 2018). Pada uji histokimia ini, karakteristik struktur anatomi bagian yang diteliti sangat diperlukan.

MATERI DAN METODE

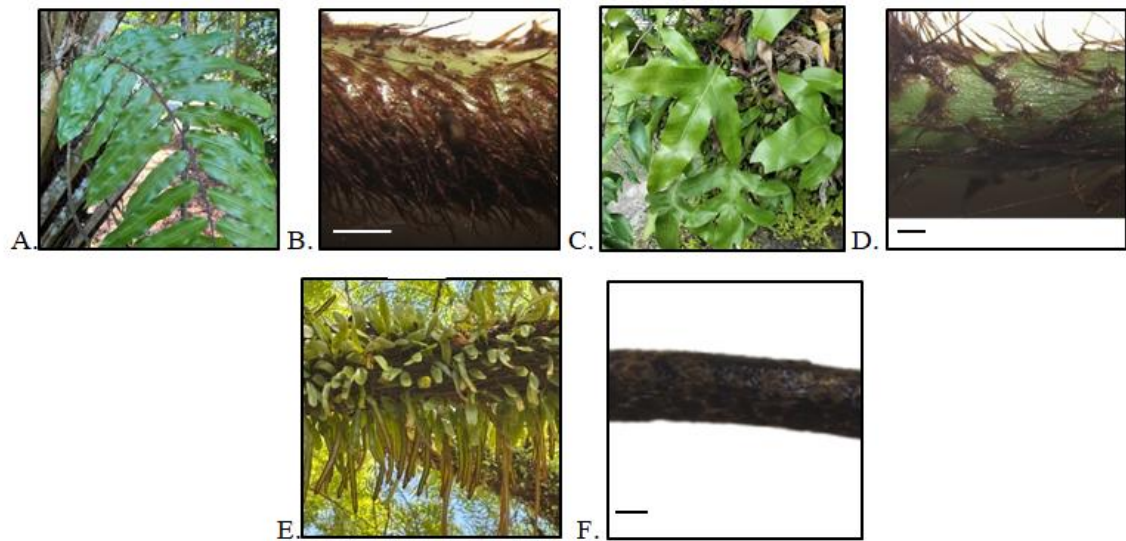
Tempat dan waktu penelitian

Sampel tumbuhan paku yang diteliti diambil dari arboretum Universitas Riau (UNRI) Pekanbaru dan hutan sekunder Kampar, Provinsi Riau. Uji histokimia dan anatomi dilakukan di laboratorium Botani, jurusan Biologi FMIPA UNRI. Penelitian dilakukan selama 3 bulan dari bulan November 2025 sampai Januari 2026.

Bahan dan alat

Sampel yang digunakan adalah 3 jenis paku epifit dari famili Polypodiaceae yaitu: *Goniophlebium percussum* (Cav.) W.H. Wagner & Grether, *Microsorium scolopendria* (Burm. fil) Copel, dan *Pyrrosia piloselloides* (L.) M.G Price. Bahan yang digunakan adalah larutan NaOH 10% (uji flavonoid), Wagner (uji alkaloid), FeCl₃ (uji tanin) dan Sudan III

(uji lipid). Alat yang digunakan adalah gelas benda, gelas penutup, *cutter* atau *hand microtome* dan mikroskop digital (Olympus CX23).



Gambar 1. Morfologi jenis paku Polypodiaceae epifit yang diteliti (A,B) *G. percussum* (A. habitus, B. rimpang); (C, D) *M. scolopendria* (C. habitus, D. rimpang); (E, F) *P. piloselloides* (E. habitus, F. rimpang), (skala : 250 μ m)

Metode

Pembuatan preparat anatomi

Pembuatan preparat anatomi dilakukan dengan menggunakan preparat tidak permanen tanpa pewarnaan. Penampang melintang rimpang diiris menggunakan *cutter* atau *hand microtome* dengan ketebalan sekitar 7 μ m. irisan diletakan pada gelas benda dan ditetesi gliserin dan ditutup dengan gelas benda. Preparat diamati dan didokumentasikan dengan menggunakan mikroskop digital Olympus. Untuk karakteristik trikoma pada rimpang diamati dengan cara meletakkan trikoma yang sudah dipisahkan dari rimpang diatas gelas benda dan diamati dan didokumentasikan menggunakan mikroskop. Pengukuran ukuran jaringan dilakukan dengan menggunakan *measurement software* Olympus CX23.

Pembuatan preparat histokimia

Uji histokimia dilakukan dengan metode kualitatif dengan cara pemberian larutan uji sesuai senyawa yang akan diamati dengan mengamati perubahan warna yang terjadi (Tabel 1) (Trimanto dkk. 2018). Sampel yang digunakan rimpang tumbuhan paku. Sampel dibersihkan dengan air mengalir dan dikeringkan dengan menggunakan tisu laboratorium. Kemudian irisan melintang diambil 1 cm dari ujung rimpang dengan menggunakan *cutter* atau *hand microtome* dengan ketebalan sekitar 7 μ m. Irisan diletakan pada gelas benda dan ditetesi dengan larutan uji. Irisan sampel diletakan pada gelas benda, kemudian ditetesi dengan larutan uji, setelah 1 menit tutup spesimen dengan gelas penutup dan dilakukan pengamatan dan dokumentasi menggunakan mikroskop digital Olympus.

Tabel 1. Indikator dalam uji histokimia

No.	Senyawa	Larutan uji	Indikator positif
1.	Alkaloid	Wagner	Coklat kemerahan
2.	Flavonoid	NaOH 10%	Kuning
3.	Tanin	FeCl ₃	Biru Kehitaman
4.	Lipid	Sudan III	Merah muda

Analisis data

Data hasil uji histokimia disajikan dalam gambar dan tabel. Indikator negatif (-) jika tidak ada perubahan warna, indikator positif disajikan dengan simbol + (rendah), ++ (sedang) dan +++ (tinggi). Analisis data yang diperoleh merupakan analisis deskriptif.

HASIL

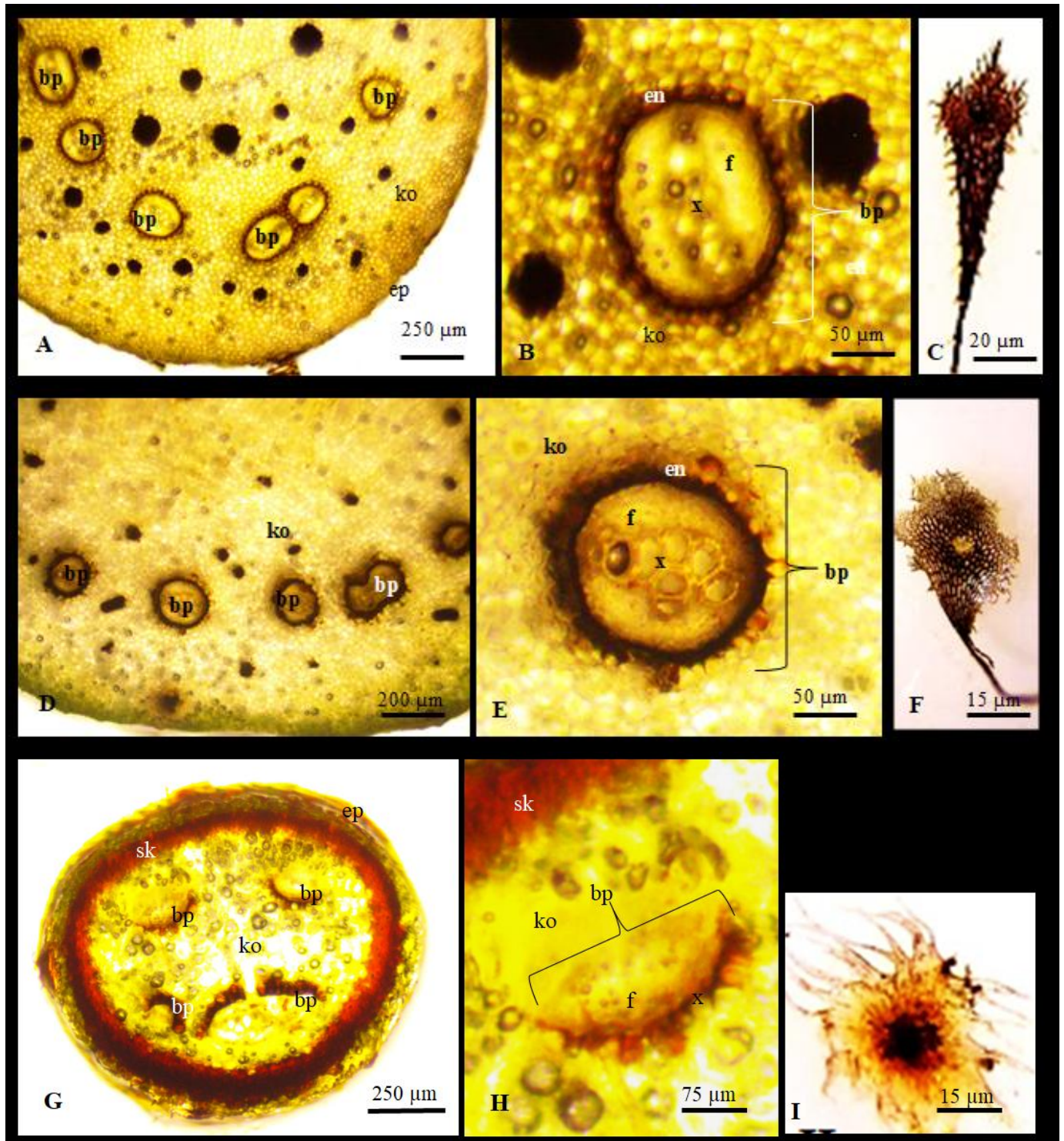
Uji histokimia tumbuhan dilakukan untuk mengetahui lokasi suatu senyawa kimia pada jaringan tumbuhan. Oleh karena itu sebelum melakukan uji histokimia, maka diperlukan karakterisasi struktur anatomi pada jaringan tumbuhan yang akan diuji. Gambar 2 menyajikan struktur anatomi rimpang dari ketiga jenis yang diuji yaitu *G. percussum*, *M. scolopendria*, dan *P. piloselloides*. Tabulasi karakteristik anatomi rimpang dan trikoma tiga jenis paku tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik anatomi rimpang paku epifit

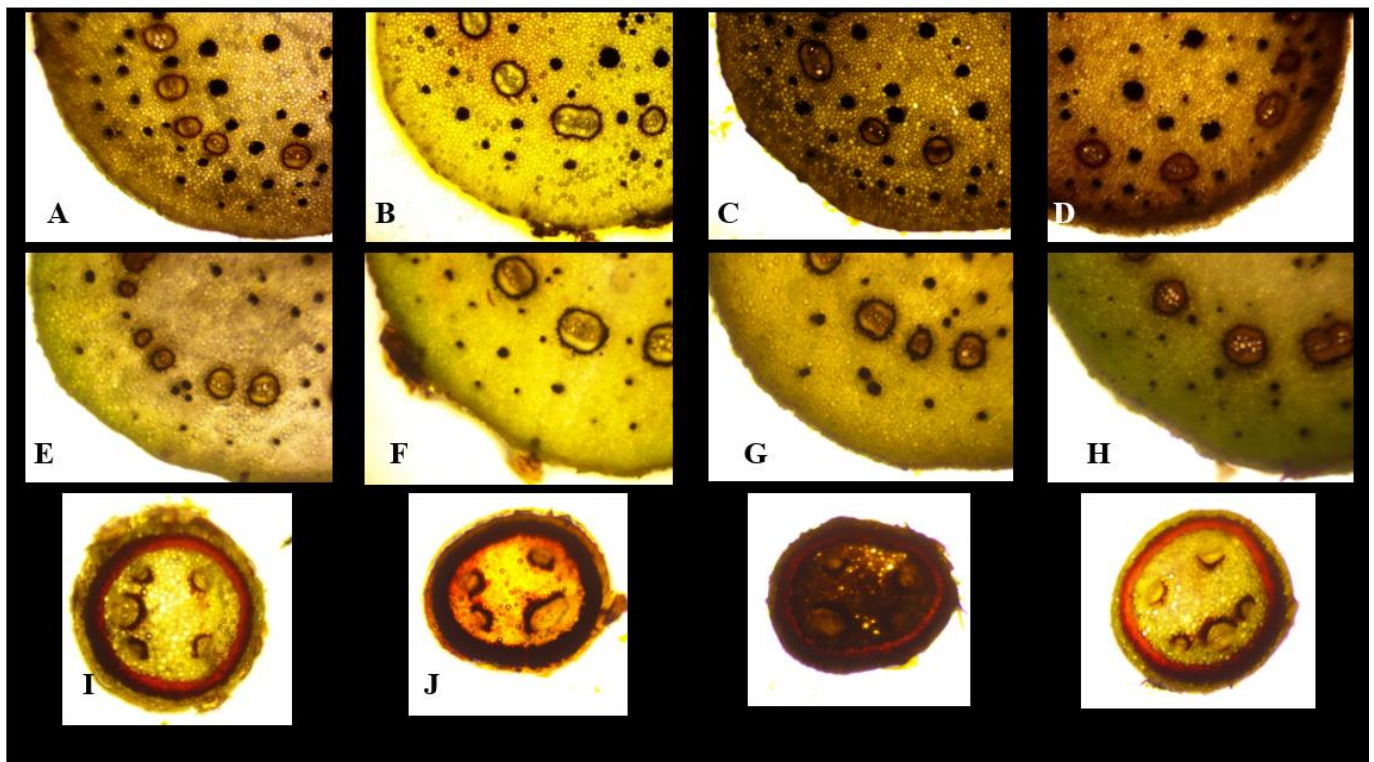
Karakteristik	<i>G. percussum</i>	<i>M. scolopendria</i>	<i>P. piloselloides</i>
Panjang trikoma (mm)	0.8-1.1	0.7-1.1	0.5-0.7
Bentuk pangkal trikoma	Peltat	Peltat	Peltat
Bentuk trikoma	Lancet	Lancet	Sirkular
Lapisan sklerenkim bawah epidermis	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Tipe berkas pengangkut	Konsentris amfikribal	Konsentris amfikribal	Konsentris amfikribal
Tipe stele	Diktiostele	Diktiostele	Diktiostele
Susunan berkas pengangkut	Melingkar	Melingkar	Melingkar
Bentuk berkas pengangkut	Oval - membulat	Oval – membulat	Melengkung
Sklerenkim melingkar mengelilingi berkas pengangkut	Ya	Ya	Tidak
Sklerenkim hanya di sisi dalam berkas pengangkut	Tidak	Tidak	Ya
Endodermis menyelubungi berkas pengangkut	Ya	Ya	Tidak

Uji histokimia telah dilakukan pada rimpang 3 jenis paku epifit dari family Polypodiaceae (*G. percussum*, *M. scolopendria*, dan *P. piloselloides*). Hasil uji histokimia disajikan pada Gambar 3, sedangkan tabulasi hasil uji histokimia disajikan pada Tabel 3. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa semua rimpang

dari ketiga jenis paku yang diamati menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan lipid, namun konsentrasi senyawa pada setiap jaringan berbeda-beda. Jaringan yang diamati pada penelitian ini adalah epidermis termasuk trikoma, kortek, jaringan pengangkut (xylem dan floem), endodermis dan sklerenkim.



Gambar 2. Struktur anatomi penampang melintang rimpang paku epifit dari famili Polypodiaceae. A,B,C. *G. percussum* (A. irisan melintang rimpang, B. berkas pengangkut, C. trikoma); D,E,F.. *M. scolopendria* (D. irisan melintang rimpang, E. berkas pengangkut, F. trikoma); G, H, I. Irisan melintang rimpang *P. piloselloides* (E. outline irisan melintang, H. berkas pengangkut, I. Trikoma)



Gambar 3. Hasil uji histokimia rimpang paku epifit dari famili Polypodiaceae. a-d. *G. percussum* (a.alkaloid, b. flavonoid, c. tanin, d. lipid); e-h. *M. scolopendria* (e.alkaloid, f. flavonoid, g. tanin, h. lipid) i-j. *P. piloselloides*. (i.alkaloid, j. flavonoid, k. tanin, l. lipid);

Tabel 3. Hasil uji histokimia rimpang 3 jenis paku Polipodiaceae

Senyawa	Jaringan	<i>G. percussum</i>	<i>M. scolopendria</i>	<i>P. piloselloides</i>
Alkaloid	Trikoma	++	++	++
	Epidermis	++	++	++
	Korteks	+	+	++
	Endodermis	+++	+++	+++
	Xylem	++	++	+
	Floem	+	+	+
Flavonoid	Trikoma	++	++	++
	Epidermis	+++	++	++
	Korteks	+++	+++	+++
	Endodermis	+++	+++	+
	Xylem	++	+	+
	Floem	+	+	+
Tanin	Trikoma	++	+	+++
	Epidermis	++	+	+++
	Korteks	++	+	+++
	Endodermis	+++	++	+++
	Xylem	+++	+	+++
	Floem	++		+++
Lipid	Trikoma	+	+	+
	Epidermis	+	+	+
	Korteks	+	+	+
	Endodermis	-	+	+
	Xylem	-	+	+
	Floem	-	-	-

PEMBAHASAN

Polypodiaceae merupakan famili tumbuhan paku yang banyak dimanfaatkan untuk agen terapeutik alami. Contoh pemanfaatan berbagai genus dari famili ini untuk kesehatan antara lain untuk penanganan diare (Ahmed et al. 2015), obat batuk (Faraz et al. 2021), obat gatal, untulcer (Ho et al. 2010), penanganan disentri (Arif et al. 2018), antiinflamasi (Anuja et al. 2010), antioksidan (Sasikumar et al. 2014) dan obat asma (Cruz et al. 2017). Efek farmakologis suatu jenis tumbuhan dikarenakan senyawa fitokimia yang dihasilkan. Profiling fitokimia pada suatu jaringan tumbuhan dapat dilakukan dengan melakukan uji histokimia. Oleh Karena itu, kajian histokimia tumbuhan sangat berkaitan dengan struktur anatomi bagian yang diteliti.

Struktur anatomi rimpang tiga jenis paku epifit dari famili Polypodiaceae yang diteliti pada kajian ini menunjukkan outline membulat, bagian luar epidermis dijumpai trikoma berbentuk sisik. Trikoma pada ketiga jenis paku yang diteliti mempunyai tipe peltat pada bagian pangkal. Namun pada jenis *G. percussum* dan *M. scolopendria* trikoma memanjang dan berbentuk lanset dengan ujung meruncing. Sedangkan trikoma pada *P. piloselloides* berbentuk sirkular. Hasil ini mendukung kajian Sofiyanti dan Isda (2018) yang menunjukkan tipe trikoma peltat pada genus *Pyrrosia*. Tipe berkas pengangkut pada semua rimpang serupa yaitu konsentris amfikribal, dengan xilem yang dikelilingi oleh floem. Berkas pengangkut tersusun melingkar dan diantara berkas pengangkut dijumpai sel-sel parenkim. Oleh karena itu tipe stelenya adalah diktiostele. Tipe stele ini juga ditemukan dari jenis lain anggota Polypodiaceae seperti *Pyrrhosia lingua*, *Goniophlebium microrhizoma*, *Drynaria rigidula*, *Leptochilus decurrens*, *Microsorium punctatum* (Nopun et al. 2016).

Pada kajian histokima, senyawa yang diuji adalah alkaloid, flavonoid, tannin dan lipid. Senyawa alkaloid merupakan salah satu fitokimia hasil metabolit sekunder (Sofiyanti et al. 2023), yaitu senyawa yang berperan dalam pertahanan tumbuhan dan bukan berperan langsung dalam pertumbuhan. Kata alkaloid berasal dari gabungan kata al-qaly dari bahasa Arab yang artinya abu tanaman (Gutiérrez-Grijalva et al., 2020) dan bersifat basa (senyawa alkalin) (Matsuura & Fett-Neto 2015) yang mempunyai gugus nitrogen (Sangi et al. 2008). Bagi tumbuhan, senyawa alkaloid dapat berfungsi sebagai pertahanan terhadap patogen, perlindungan dari herbivora karena pada umumnya senyawa ini mempunyai rasa pahit (Xing et al. 2024), mengurangi kompetisi dari tumbuhan lain dan juga berperan dalam pertahanan terhadap tekanan lingkungan. Selain itu, senyawa alkaloid juga mempunyai bioaktivitas yaitu aktifitas yang berpengaruh terhadap makhluk hidup. Adapun bioktifitas senyawa alkaloid antara lain adalah aktifitas farmakologis, antioksidan dan antimikrobia serta dapat dimanfaatkan sebagai insektisida (Sharma et al., 2021). Uji alkaloid pada kajian ini menggunakan larutan Wagner, yang mempunyai kandungan iodin dan kalium iodide. Senyawa inilah yang akan menunjukkan warna coklat kemerahan jika suatu jaringan mengandung alkaloid. Semakin pekat warna yan dihasilkan maka semakin tinggi kandungan senyawa alkaloidnya. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa senyawa alkaloid ditemukan pada rimpang semua jenis paku. Jaringan endodermis merupakan jaringan dengan konsentrasi tertinggi dibandingkan jaringan lain karena menunjukkan warna coklat kemerahan paling pekat. Sedangkan konsentrasi terendah dijumpai pada floem. Hasil kajian Wirdayanti dan Sofiyanti (2019) juga melaporkan kandungan alkaloid pada jenis-jenis Polypodiaceae lainnya seperti *Pyrrosia angustata* (Sw.) Ching, *Pyrrosia lanceolata* (L.) Farw. *Pyrrosia niphoboloides* M.G. Price dan *Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore.

Senyawa flavonoid merupakan senyawa fitokimia hasil metabolit sekunder pada tumbuhan yang tergolong dalam kelompok fenol (Mutha et al. 2021; Panche et al. 2016; Sofiyanti et al. 2022; Sofiyanti dan Iriani 2023). Struktur umum dari senyawa ini tersusun dari 15 atom karbon (C) (Utukwude et al. 2021). Adanya reduksi senyawa HCL dan magnesium akan menghasilkan warna magenta, oren, merah pekat atau kuning yang mengindikasikan adanya kandungan flavonoid (Yati et al. 2024). Bagi tumbuhan, senyawa flavonoid dapat berfungsi sebagai pertahanan terhadap patogen (Hasnat et al. 2024) dan perlindungan terhadap stress lingkungan (Akhtar et al. 2024). Senyawa flavonoid juga berperan dalam polinasi, regulasi pertumbuhan tumbuhan seperti pada pertumbuhan akar dan batang (Weston & Mathesius 2013), serta berinteraksi dengan hormon auksin (Kurepa et al. 2023). Flavonoid juga mempunyai efek farmakologis seperti antioksidan (Zahra et al. 2024), kardio dan neuroprotektif, serta antikanker (Hidayah dkk. 2023). Pada kajian ini kehadiran senyawa flavonoid ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning dengan pengujian menggunakan larutan NaOH (Solikhah dkk. 2023). Hasil kajian pada rimpang tumbuhan paku menunjukkan bahwa kortek dari ketiga jenis yang diteliti memiliki kandungan flavonoid yang tinggi, sedangkan yang terendah dijumpai pada floem. Hasil kajian sebelumnya juga menunjukkan kandungan flavonoid pada jenis paku family Polypodiaceae, yaitu *Pyrrosia ptiolosa* (Christ.) Ching (Ching et al. 2023), *Drynaria* sp. (Zheng et al. 2020), *Lepisorus contortus* (Yang et al. 2011).

Tanin merupakan senyawa polifenol yang banyak dijumpai pada tanaman obat (Bhattacharya et al. 2022). Senyawa ini tersusun atas banyak gugus fenol dan mempunyai rasa pahit dan sepat (Ashok & Uphadyaya 2012) karena merupakan astringent. Oleh karena itu, tanin bermanfaat bagi tumbuhan sebagai pertahanan diri dari herbivora karena rasa yang pahit dan sepat. Bagi tumbuhan, senyawa tanin juga berfungsi dalam membantu menutup jaringan yang rusak. Menurut Tong et al. (2022) dan Battacharya et al. (2022) tanin terbagi menjadi dua bagian yaitu tanin terhidrolisis (mudah terurai oleh enzim, asam atau basa) dan tanin terkondensasi (tidak mudah terurai). Tanin dapat dimanfaatkan sebagai mordant atau pengikat warna pada kain atau wol (Deveoglu 2018). Efek farmakologis tanin yang pernah dilaporkan antara lain antiinflamasi, antimikroba, antioksidan dan antikanker (Maugeri et al. 2022), selain itu juga berfungsi dalam proteksi saraf dan anti pathogen (Wang et al. 2022).

Pada uji histokimia tanin, jaringan yang mengandung senyawa ini akan menunjukkan warna biru kehitaman atau hijau karena adanya reaksi FeCl_3 . Hasil kajian ini menunjukkan bahwa rimpang pada *P. piloselloides* mempunyai kandungan yang paling tinggi dibandingkan *G. periclymenum* dan *M. scolopendria*. Sedangkan rimpang dari *M. scolopendria* menunjukkan kandungan tanin paling rendah. Kandungan tanin yang tinggi juga pernah dilaporkan pada jenis lain dari genus *Pyrrosia*, yaitu *P. costulata* (Chen et al. 2015).

Senyawa lipid pada tumbuhan merupakan salah satu hasil metabolit primer, yang merupakan komponen struktural dan fungsional tumbuhan yang berperan langsung dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Pada tumbuhan lipid berfungsi sebagai sumber energi (Mumtaz et al. 2020) seperti pada saat perkecambahan (Kim 2020). Lipid juga berfungsi sebagai penyokong struktural dan juga berperan dalam pertahanan tubuh (Kuzniak et al. 2024). Hasil uji senyawa lipid pada kajian ini menunjukkan bahwa rimpang dari ketiga jenis

paku mempunyai kandung lipid yang rendah, terutama pada jenis *G. percussum*.

Hasil kajian ini memberikan informasi dasar mengenai struktur anatomi dan karakteristik histokimia dari rimpang dari paku epifit *G. percussum*, *M. scolopendria*, dan *P. piloselloides*. Struktur anatomi ketiga jenis ini menunjukkan kemiripan tipe stele (disktiostele) dan tipe berkas pengangkut (konsentris amfikribal). Tipe trikoma ketiga jenis yang diteliti juga menunjukkan kesamaan yaitu tipe peltat. Kajian histokimia menunjukkan bahwa ketiga jenis paku epifit mengandung senyawa alkaloid, flavonoid tanin dan lipid. Kajian histokimia ini bermanfaat dalam memberikan gambaran sebaran senyawa kimia tersebut pada jaringan rimpang paku yang diteliti.

SIMPULAN

Karakteristik anatomi rimpang tiga jenis paku epifit dari Famili Polypodiaceae yaitu *G. percussum*, *M. scolopendria*, dan *P. piloselloides* menunjukkan variasi pada bentuk trikoma dan susunan sklerenkim, sedangkan pada tipe berkas pengangkut (konsentris amfikribal) dan tipe stele (diktiostele) menunjukkan kesamaan. Kajian histokimia menunjukkan bahwa semua rimpang paku yang diujimengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan lipid dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada setiap jaringan.

KEPUSTAKAAN

- Akhtar MT, Noor M, Lin X, Lu Z, Jin B. 2026. Flavonoids in plant salt stress responses: biosynthesis, regulation, functions, and signaling networks. *Plants* **15**(1):171.
- Anuja GI, Latha PG, Suja SR, Shyamal S, Shine VJ, Sini S. 2010. Anti-inflammatory and analgesic properties of *Drynaria quercifolia* (L.) J. Smith. *Journal of Ethnopharmacol* **132**(2): 456-460.
- Ashok PK, Upadhyaya K. 2012. Tannins are Astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **1**(3): 45-50.
- Bhattacharya S, Chakraborty S, Pal R, Roy A, Bhattacharjee A. 2022. Tannins containing medicinal plants and it's significance: an overview. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research* **9**(11): a340-a350.
- Brock J. 2025. Effective dispersal of fern spore and the ecological relevance of zoochory. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* **100**(5): 2116-2130.
- Chen J, Ning S, Lu X, Xiang W, Zhou X, Bu Y, Li L, Huang R. 2023. Variation in flavonoid and antioxidant activities of *Pyrrosia petiolosa* (Christ) Ching from different geographic origins. *Front Plant Sci* **14**: 1173489.
- Chen Y, Xie G, Xu G, Dai Y, Shi L, Qin M. 2015. Chemical constituents of *Pyrrosia calvata*. *Natural product communications*. **10**: 1191-1193.
- Deveoglu O. 2018. Tannins as a chemical agent. *International Journal of Engineering Sciences & Research Tecnology* **7**(10): 44-49.
- Farràs A, Mitjans M, Maggi F, Caprioli G, Vinardell MP, López V. 2021. *Polypodium vulgare* L. (*Polypodiaceae*) as a Source of bioactive compounds: polyphenolic profile, cytotoxicity and cytoprotective properties in different cell lines. *Frontiers in Pharmacology* **12**:727528.
- Gutiérrez-Grijalva E, Leticia L, Laura C, Cristina E, José H. 2020. Plant Alkaloids: Structures and Bioactive Properties. Doi: 10.1007/978-981-15-2361-8_5.
- Hasnat H, Shompa SA, Islam MM, Alam S, Richi FT, Emon NU, Ashrafi S, Ahmed NU, Chowdhury MNR, Fatema N, Hossain MS, Ghosh A, Ahmed F. 2024. Flavonoids: a treasure house of prospective pharmacological potentials. *Heliyon* **10**(6): e27533.
- Hidayah H, widyaningsih A, pangestu AD, dewi SR. 2023. Literatur review: flavonoid activity as an anti-cancer compound. *MAHESA* **3**(5): 1255–1263.
- Kurepa J, Shull TE, Smalle JA. 2023. Friends in arms: flavonoids and the auxin/cytokinin balance in terrestrialization. *Plants* **12**(3):517.
- Kim HU. 2020. Lipid metabolism in plants. *Plants* **9**(7):871.
- Maugeri A, Lombardo GE, Cirimi S, Süntar I, Barreca D, Laganà G, Navarra M. 2022. Pharmacology and toxicology of tannins. *Arch Toxicol* **96**(5):1257-1277.

- Matsuura HN, Fett-Neto AG. 2015. Plant Alkaloids: Main Features, Toxicity, and Mechanisms of Action. In: Gopalakrishnakone P., Carlini C., Ligabue-Braun R. (eds) Plant Toxins. Toxinology. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6728-7_2-1.
- Mumtaz F, Zubair M, Khan F, Niaz K. 2020. Analysis of plants lipids. In : Silva AS, Nabavi SF, Nabavi SM. (eds) *Recent Advances in Natural Products Analysis*. Elsevier. 677-705.
- Mutha RE, Tatiya AU, Surana SJ. 2021. Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: an overview. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences* **7(1)**:25.
- Nopun, Possathorn & Traiperm, Paweena & Boonkerd, Thaweesakdi & Jenjittikul, Thaya. (2016). Systematic importance of rhizome stelar anatomy in selected Monilophytes from Thailand. *Taiwania*. **61**: 175-184. 10.6165/tai.2016.61.175.
- Otukwude, Faith, Ahuchaogu, Ahamefula, Otukwude, Pelwiss. 2025. Chemistry of flavonoids and their therapeutic effects: A Review. *Advanced Journal of Chemistry Research* **2(1)**: 1-10.
- Sasikumar JM, Jinu U, Thayumanavan T, Singh TB. 2014. In vitro antioxidant capacity of the fern, *Drynaria quercifolia* (L) Sm., rhizome extract. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* **6(7)**:413-416.
- Sangi M, Runtuwene MRJ, Simbala HEI, Makang VMA. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat Di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog*, **1(1)**: 47-53.
- Sharma K, Kumar V, Kaur J, Tanwar B, Goyal A, Sharma R. 2021. Health effects, sources, utilization and safety of tannins: a critical review. *Toxin Reviews* **40(4)**: 432-444. DOI: <https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1662813>
- Sofiyanti N, Fitmawati, Isda MN, Agesti ARA, Sari M, Pranata S. 2022. *Baccaurea* Lour (Phyllanthaceae Martinov-Malpighiales), underutilized plant from Riau, Indonesia and its phytochemical study. *Biodiversitas* **23(2)**: 937-946.
- Sofiyanti N, Iriani D. 2023. Kajian Kajian anatomi, histokimia, dan karakteristik epidermal daun sawo kecil (*Manilkara kauki* (L.) Dubard - Sapotaceae). *Jurnal Biologi Udayana* **27(1)**: 14-25.
- Sofiyanti N, Isda, MN. 2018. Kajian Morfologi Dan Mikromorfologi (Sisik Serta Trikoma) 4 Jenis Pyrrosia Mirb. (Polypodiaceae) Di Provinsi Riau. *Jurnal Biologi Tropis* **18(2)**: 174–181. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.857>
- Sofiyanti N, Isda MN, Fitmawati, Agesti ARA, Taufik I, Sari M, Pranata S. 2021. Phytochemical Contents of Underutilized Edible Plant from Riau Province, Ridan (*Nephelium maingayi* Hiern – Sapindaceae). *Jurnal Biologi Tropis* **21(2)**: 354 – 360.
- Solikah W, Fatmawati A, Gunawan A, Defri A. 2023. Uji kualitatif dan penetapan kadar flavonoid total ekstrak etanol herba pegagan (*Centella asiatica*) dengan variasi konsentrasi pelarut. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* **6(2)**: 673-680.
- Trimanto, Dwiyantri D, Indriyani S. 2018. Morfologi, anatomi dan uji histokimia rimpang cucurma aeruginosa Roxbl cucurma Longa L dan cucurma heyneana Valenton dan Zijp. *Berita Biologi* **17(2)**: 123 – 132.
- Wahyono S, Jokopriambodo W, Mustofa FI. 2017. Laporan Nasional Eksplorasi Pengetahuan Lokal Etnomedisin dan Tumbuhan Obat Berbasis Komunitas di Indonesia. Lembaga Penerbitan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.
- Wang J, Chen X, Chen Y, Qin F, Yang H. 2022. Pharmacological effects and mechanisms of tannic acid. *Biomedicine & Pharmacotherapy* **154(1)**: 1-12.
- Wirdayanti, Sofiyanti N. 2019. Skrining fitokimia lima jenis tumbuhan paku polypodiaceae dari Provinsi Riau. *Biota* **4(2)**: 40-49.
- Xing R, Cai T, Jia W, Ma Q, Yin X, Xiao Y, Liu S, Zhang S, Lin Y, Wu W. 2024. Comprehensive analyses of the bitterness of alkaloids and simulated taste mechanism of theacrine from Jianghua Kucha tea (*Camellia sinensis* var. *assamica* cv. Jianghua). *Food Science and Technology Research* **30(3)**: 281-294.
- Yati K, Nugrahaeni F, Melinda R, Wati L. 2024. Utilization of emulgel watermelon (*Citrullus lanatus*) flesh extract as a topical antioxidant. *Borneo Journal of Pharmacy* **7(2)**:147-160.
- Yang JH, Kondratyuk TP, Jermihov KC, Marler LE, Qiu X, Choi Y, Cao H, Yu R, Sturdy M, Huang R, Liu Y, Wang LQ, Mesecar AD, van Breemen RB, Pezzuto JM, Fong HH, Chen YG, Zhang HJ. 2011. Bioactive compounds from the fern *lepisorus contortus*. *Journal of Natural Products* **74(2)**:129-136.
- Zahra M, Abrahamse H, George BP. Flavonoids: antioxidant powerhouses and their role in nanomedicine. *Antioxidants* **13(8)**:922.
- Zeng H, Zhao X, Wang L, Tang C, Li Z, Xie N, Wang F. 2020. Effects of *Drynaria* total flavonoid on the microstructure of the mandible in ovariectomized rats. *Med. Sci. Monit.* **26**:e926171.