

**UJI HISTOKIMIA DAN STRUKTUR MIKROSKOPIS
TETAP KADAM (*Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn.)
SEBAGAI TUMBUHAN OBAT KHAS SUKU BESEMAH
UNTUK ANTI-INFEKSI DAN DEGENERATIF
DI LAHAT, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**Aas Rolani
08041282126030**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Histokimia dan Struktur Mikroskopis Tetap
Kadam (*Hodgsonia Macrocarpa* (Blume)
Cogn.) sebagai Tumbuhan Obat Khas Suku
Besemah untuk Antiinfeksi dan Degeneratif di
Lahat, Sumatera Selatan

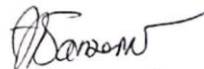
Nama Mahasiswa : Aas Rolani
NIM : 08041282126030
Jurusan : Biologi

Telah disidangkan pada tanggal 17 Maret 2025.

Indralaya, Maret 2025

Pembimbing :

1. Dra. Nina Tanzerina, M. Si
NIP. 196402061990032001


(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Histokimia dan Struktur Mikroskopis Tetap
Kadam (*Hodgsonia Macrocarpa* (Blume)
Cogn.) sebagai Tumbuhan Obat Khas Suku
Besemah untuk Anti-infeksi dan Degeneratif di
Lahat, Sumatera Selatan


Nama Mahasiswa : Aas Rolani
NIM : 08041282126030
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada
Tanggal 17 Maret 2025 dan telah diperbaiki, diperbaiki, diperiksa serta disetujui
dengan syarat sesuai dengan yang diberikan.

Indralaya, Maret 2025

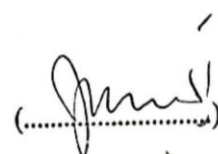
Pembimbing :

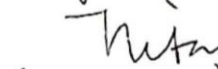
1. Dra. Nina Tanzerina, M. Si.
NIP. 196402061990032001


(.....)


Pembahas :

1. Drs. Juswardi, M. Si.
NIP. 196309241990022001
2. Dra. Nita Aminasih, M.P.
NIP. 196205171993032001


(.....)


(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


Dr. Laila Hanum, M. Si.
NIP. 197308311998022001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Aas Rolani
Nim : 08041282126030
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Maret 2025
Penulis



Aas Rolani
NIM. 08041282126030

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Aas Rolani
Nim : 08041282126030
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Uji Histokimia dan Struktur Mikroskopis Tetap Kadam (*Hodgsonia Macrocarpa* (Blume) Cogn.) sebagai Tumbuhan Obat Khas Suku Besemah untuk Anti-infeksi dan Degeneratif di Lahat, Sumatera Selatan”

Dengan hak bebas royalti-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/merformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Maret 2025

Penulis



1000
REPUBLIK INDONESIA
POSTERAI
TEMPEL
ET044AMX183277274

Aas Rolani

NIM. 08041282126030

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Allah SWT sebagai wujud rasa syukur atas karunia ilmu yang diberikan
- Diri saya
- Orangtua, kakak dan adik tersayang serta seluruh keluarga besar
- Para guru di sekolah maupun di luar sekolah, sahabat serta orang terdekat
- Almamaterku

Motto

“Awali semuanya dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

“Hidup itu tidak boleh sederhana, hidup itu harus luas, hebat, punya banyak pengalaman, selalu mau belajar ilmu baru, tidak takut gagal dan bermanfaat bagi banyak orang. Yang sederhana adalah sikapnya”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul **"Uji Histokimia dan Struktur Mikroskopis Tetap Kadam (*Hodgsonia Macrocarpa* (Blume) Cogn.) sebagai Tumbuhan Obat Khas Suku Besemah untuk Anti-infeksi dan Degeneratif di Lahat, Sumatera Selatan"** sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sriwijaya. Terimakasih kepada orang tua, kakak dan adik tersayang atas doa dan dukungannya. Terimakasih kepada Dra. Nina Tanzerina, M. Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia membimbing dengan sabar, mengingatkan, membantu, meluangkan waktu serta tenaga dan memberikan saran yang sangat membantu dalam pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian skripsi.

Terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Laila Hanum, M. Si. dan Dr. elisa Nurnawati, M. Si. selaku ketua dan sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Drs. Juswardi, M. Si. dan Dra. Nita Aminasih, M. Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran selama proses penyelesaian skripsi.
4. Seluruh dosen dan staf karyawan Biologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh teman-teman Biologi angkatan 2021, kakak tingkat, adik tingkat dan pihak lain yang tidak dapat dituliskan satu persatu atas segala bantuan dan dukungannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Indralaya, Maret 2025

Penulis

**Histochemical Test and Microscopic Structure
Tetap Kadam (*Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn.) as a Typical Medicinal
Plant of the Besemah Tribe for Anti-infection and Degenerative
in Lahat, South Sumatra**

Aas Rolani
08041282126030

SUMMARY

Hodgsonia macrocarpa (Blume) Cogn. is a plant from the cucurbitaceae family that has a woody stem and is widely used by the Besemah tribe as a medicinal plant to treat infectious and degenerative diseases. The benefits of *H. macrocarpa* as a medicinal plant have the potential to be developed by providing information on its chemical and botanical characteristics. Therefore, this study aims to determine the chemical characteristics including the distribution of secondary metabolite compounds including flavonoids, alkaloids, terpenoids, phenols and tannins through histochemical tests and to determine the botanical characteristics in the form of identification fragments through observation of microscopic structures in simplicia powder and stem maceration preparations. The study was conducted from November 2024 to January 2025, samples were taken from Sukaraja Village, Sukamerindu District, Lahat, South Sumatra and sample observations were carried out at the Microtechnique and Physiology Laboratory, Department of Biology, FMIPA, Sriwijaya University. This study uses a descriptive method that describes the results of observations qualitatively.

The distribution of secondary metabolite compounds in *H. macrocarpa* based on histochemical tests includes flavonoids, alkaloids, phenols and tannins distributed in leaves, stems and roots, while terpenoid compounds are only found in leaves and stems. The results of microscopic structural observations show that the identification fragments found in *H. macrocarpa* leaves include non-glandular trichomes including scale trichomes with grooved edges, conical trichomes, dendritic trichomes, rounded slit-shaped trichomes, indented epidermal cells of the parasitic stomata type, druse crystals, cystoliths and spiral-type tracheal wall thickening. Identification fragments in *H. macrocarpa* stems include non-glandular trichomes of the cylindrical type, rounded slit-shaped trichomes, stone cells, prism crystals, cystoliths with 2 different shapes, rectangular parenchymal cells, dotted tracheal wall thickening and slightly dotted tracheids. Identification fragments in *H. macrocarpa* roots include stone cells, prism crystals, druse crystals, cystoliths, cuboidal parenchymal cells, rectangular epidermal cells, thickening of the tracheal walls of the dotted type and non-dotted tracheids. The presence of scale trichomes with notched edges on the leaves is a specific identification fragment in *H. macrocarpa*.

Keywords: *Hodgsonia macrocarpa*, Histochemistry, Recognition Fragment, Anti-infection, Antidegenerative

**Uji Histokimia dan Struktur Mikroskopis
Tetap Kadam (*Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn.) Sebagai Tumbuhan
Obat Khas Suku Besemah untuk Anti-infeksi dan Degeneratif
di Lahat, Sumatera Selatan**

Aas Rolani
08041282126030

RINGKASAN

Hodgsonia macrocarpa (Blume) Cogn. merupakan tumbuhan dari famili cucurbitaceae yang memiliki batang berkayu dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat suku Besemah sebagai tanaman obat untuk mengobati penyakit infeksi dan degeneratif. Manfaat *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat berpotensi untuk dikembangkan dengan menyediakan informasi karakteristik kimia dan botaninya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia yang meliputi distribusi senyawa metabolit sekunder meliputi senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenol dan tanin melalui uji histokimia dan mengetahui karakteristik botani berupa fragmen pengenal melalui pengamatan struktur mikroskopis pada serbuk simplisia dan preparat maserasi batang. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2024 sampai dengan Januari 2025, sampel diambil dari Desa Sukaraja, Kecamatan Sukamerindu, Lahat, Sumatera Selatan dan pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Mikroteknik dan Fisiologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang menguraikan hasil pengamatan secara kualitatif.

Distribusi senyawa metabolit sekunder pada *H. macrocarpa* berdasarkan uji histokimia meliputi senyawa flavonoid, alkaloid, fenol dan tanin tersebar pada daun, batang dan akar, sedangkan senyawa terpenoid hanya ada pada daun dan batang. Hasil pengamatan struktur mikroskopis menunjukkan fragmen pengenal yang terdapat daun *H. macrocarpa* meliputi trikoma non-glandular meliputi trikoma sisik dengan tepi berlekuk-lekuk, trikoma conical, trikoma dendritik, trikoma berglandular bulat bersekat, sel epidermis berlekuk-lekuk bertipe stomata parasitik, kristal druse, sistolit dan penebalan dinding trakea bertipe spiral. Fragmen pengenal pada batang *H. macrocarpa* meliputi trikoma non-glandular bertipe cylindrical, trikoma berglandular bulat bersekat, sel batu, kristal prisma, sistolit dengan 2 bentuk berbeda, sel parenkim berbentuk persegi panjang, penebalan dinding trakea tipe bernoktah dan trakeid sedikit noktah. Fragmen pengenal pada akar *H. macrocarpa* meliputi sel batu, kristal prisma, kristal druse, sistolit, sel parenkim berbentuk kubus, sel epidermis berbentuk persegi panjang, penebalan dinding trakea tipe bernoktah dan trakeid tidak bernoktah. Keberadaan trikoma sisik dengan tepian berlekuk-lekuk pada daun menjadi fragmen pengenal spesifik pada *H. macrocarpa*.

Kata kunci: *Hodgsonia macrocarpa*, Histokimia, Fragmen Pengenal, Anti-infeksi, Antidegeneratif

DAFTAR ISI

Keterangan	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY.....	viii
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.	5
2.1.1. Morfologi <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.	5
2.1.2. Anatomi <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.	7
2.1.3. Manfaat <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.	7
2.2. Uji Histokimia	9
2.3. Senyawa Metabolit Sekunder Tumbuhan	10
2.3.1. Flavonoid	10
2.3.2. Alkaloid	11
2.3.3. Terpenoid	12
2.3.4. Fenol	12
2.3.5. Tanin	13
2.4. Pengamatan Mikroskopis	14
2.5. Fragmen Pengenal	14
2.6. Suku Besemah	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.2.1. Alat	16
3.2.2. Bahan	17
3.3. Metode Penelitian	17
3.4. Cara Kerja.....	17
3.4.1. Uji Histokimia	17
3.4.2. Pengamatan Mikroskopis	17

3.4.2.1. Pengamatan Mikroskopis Preparat Simplisia.....	17
3.4.2.2. Pengamatan Mikroskopis Preparat Maserasi	18
3.5. Variabel Pengamatan	19
3.5.1. Keberadaan Senyawa Metabolit Sekunder	19
3.5.2. Struktur Mikroskopis	19
3.6. Penyajian Data dan Penyaringan Informasi.....	19

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Distribusi Senyawa Metabolit Sekunder <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.	20
4.1.1. Distribusi Senyawa Flavonoid pada <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.	20
4.1.2. Distribusi Senyawa Alkaloid pada <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.	24
4.1.3. Distribusi Senyawa Terpenoid pada <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.	29
4.1.4. Distribusi Senyawa Fenol pada <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.....	33
4.1.5. Distribusi Senyawa Tanin pada <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.....	38
4.2. Fragmen Pengenal <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cong.	42
4.2.1. Fragmen Pengenal Daun <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.	43
4.2.2. Fragmen Pengenal Batang <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.....	47
4.2.3. Fragmen Pengenal Akar <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.....	53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Distribusi Senyawa Metabolit Sekunder <i>H. macrocarpa</i>	42
4.2. Fragmen Pengenal <i>H. macrocarpa</i>	56
4.3. Gambar Fragmen Pengenal <i>H. macrocarpa</i>	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Hodgsonia macrocarpa</i> (Blume) Cogn.....	5
3.1. Peta lokasi pengambilan sampel	16
4.1. Uji flavonoid daun <i>H. macrocarpa</i>	21
4.2. Uji flavonoid batang <i>H. macrocarpa</i>	22
4.3. Uji flavonoid akar <i>H. macrocarpa</i>	23
4.4. Uji alkaloid daun <i>H. macrocarpa</i>	25
4.5. Uji alkaloid batang <i>H. macrocarpa</i>	26
4.6. Uji alkaloid akar <i>H. macrocarpa</i>	27
4.7. Uji terpenoid daun <i>H. macrocarpa</i>	29
4.8. Uji terpenoid batang <i>H. macrocarpa</i>	30
4.9. Uji terpenoid akar <i>H. macrocarpa</i>	31
4.10. Uji fenol daun <i>H. macrocarpa</i>	34
4.11. Uji fenol batang <i>H. macrocarpa</i>	35
4.12. Uji fenol akar <i>H. macrocarpa</i>	36
4.13. Uji tanin daun <i>H. macrocarpa</i>	38
4.14. Uji tanin batang <i>H. macrocarpa</i>	39
4.15. Uji tanin akar <i>H. macrocarpa</i>	40
4.16. Trikoma daun <i>H. macrocarpa</i>	43
4.17. Epidermis daun <i>H. macrocarpa</i>	45
4.18. Kristal dan sistolit pada daun <i>H. macrocarpa</i>	46
4.19. Fragmen xilem daun <i>H. macrocarpa</i>	47
4.20. Trikoma batang <i>H. macrocarpa</i>	48
4.21. Sklereid dan jaringan parenkim batang <i>H. macrocarpa</i>	48
4.22. Kristal dan sistolit batang <i>H. macrocarpa</i>	50
4.23. Fragmen xilem batang <i>H. macrocarpa</i>	51
4.24. Sel batu, jaringan parenkim dan epidermis akar <i>H. macrocarpa</i>	53
4.25. Kristal dan sistolit di akar <i>H. macrocarpa</i>	54
4.26. Fragmen xilem akar <i>H. macrocarpa</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan saat penelitian.....	66
2. Prose penelitian	67
3. Reagen yang digunakan untuk uji histokimia metabolit sekunder.....	68
4. Tahap pembuatan preparat simplisia dan maserasi	69

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia masih memanfaatkan keanekaragaman hayati sebagai sumber obat-obatan berbagai jenis penyakit. Menurut Dwisatyadini (2017), masyarakat Indonesia secara turun temurun telah memanfaatkan keunggulan tumbuhan obat untuk mengobati berbagai penyakit, termasuk penyakit infeksi dan degeneratif. Pemanfaatan keanekaragaman hayati sebagai sumber obat-obatan ini dapat diketahui dan dipelajari melalui penelitian etnobotani, seperti penelitian etnobotani yang dilakukan oleh Tanzerina *et al.* (2023), menunjukkan data mengenai beberapa tumbuhan obat khas suku Besemah sebagai obat penyakit infeksi dan degeneratif, salah satunya yaitu *Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn. dengan nama lokal tetap kadam.

Hodgsonia macrocarpa (Blume) Cogn. (tetap kadam) diketahui digunakan sebagai tumbuhan obat oleh masyarakat suku Besemah untuk penyakit infeksi seperti pneumonia, hepatitis, tuberculosis dan penyakit degeneratif seperti liver. Pemanfaatan *H. macrocarpa* oleh masyarakat suku Besemah sebagai tumbuhan obat dilakukan dengan cara mengambil air dari batangnya yang ditampung dan diminum (Tanzerina *et al.*, 2023).

Data lain juga menunjukan bahwa *H. macrocarpa* pada beberapa negara dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat. Menurut Singh (2018), di India *H. macrocarpa* dimanfaatkan sebagai penyembuh luka dengan menggunakan abu dari daun yang dibakar dan buahnya yang dioleskan pada infeksi bakteri di kaki. Menurut Chen *et al.* (2015), di China bagian akar, batang, daun, buah dan biji dari

H. macrocarpa banyak digunakan sebagai obat herbal untuk pengobatan penyakit usus dan penyakit kulit. Data tersebut menunjukkan bahwa studi *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat perlu adanya pengembangan untuk memaksimalkan pemanfaatannya.

Penelitian sebelumnya mengenai anatomi *H. macrocarpa* yang dilakukan oleh Sibarani (2024), menunjukkan bahwa *H. macrocarpa* memiliki struktur sekretori berupa trikoma non-kelenjar, trikoma runcing tunggal, trikoma bintang, trikoma kelenjar, trikoma kerucut, trikoma berkepala tangkai pendek serta idioblas berbentuk bulat dan segi lima dan ditemukan kristal jenis druse, berbentuk seperti kelompok anggur, bulat dan prisma. Struktur sekretori ini berperan sebagai tempat penyimpanan senyawa metabolit sekunder. Karakter struktur sekretori pada *H. macrocarpa* tersebut menjadi informasi penting yang berguna untuk pengembangan lebih lanjut mengenai *H. macrocarpa* sebagai obat anti-infeksi dan degeneratif.

Informasi mengenai karakter tumbuhan obat tidak cukup hanya sebatas informasi struktur sekretori. Menurut Matias *et al.* (2015), karakterisasi kimia dan botani dari tumbuhan obat penting untuk validasi penggunaan tradisionalnya dan studi serta untuk mendapatkan produk dan inovasi baru. Karakterisasi kimia dapat dilakukan dengan cara analisis histokimia untuk menentukan bagian tumbuhan yang menjadi tempat distribusi senyawa metabolit sekunder. Karakterisasi botani diketahui dengan cara menganalisis struktural tumbuhan dengan mengidentifikasi fitur khas yang berguna untuk penentuan keaslian spesies tumbuhan obat.

Karakteristik kimia *H. macrocarpa* sebagai anti-infeksi dan degeneratif perlu diketahui distribusi metabolit sekunder dan jenis metabolit sekunder yang

diproduksi, terutama metabolit sekunder yang berfungsi sebagai anti-infeksi dan degeneratif. Senyawa metabolit sekunder tumbuhan dari kelompok flavonoid, tanin dan alkaloid bersifat anti-infeksi (Keita *et al.*, 2022), sedangkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki fungsi biologis sebagai antidegeneratif, yaitu kelompok terpenoid, fenol dan tanin (Zhou *et al.*, 2023).

Struktur mikroskopis berupa fragmen pengenal sebagai karakter botani dari suatu tumbuhan obat penting untuk diketahui untuk kontrol kualitas dan keaslian tumbuhan obat. Menurut Mukherjee (2019), fragmen pengenal dari tumbuhan obat sangat penting diketahui karena umumnya tumbuhan obat digunakan dalam bentuk bubuk sehingga karakter mikroskopis berperan penting untuk identifikasi dan kontrol kualitas tumbuhan yang digunakan pada pengobatan.

Oleh karena itu, penelitian tentang *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat untuk anti-infeksi dan degeneratif perlu dilakukan kajian lebih lanjut. Penelitian ini meliputi uji histokimia dan pengamatan struktur mikroskopis yang dapat menginformasikan sebaran metabolit sekunder yang memiliki fungsi sebagai anti-infeksi dan degeneratif serta fragmen pengenal pada organ vegetatif *H. macrocarpa*. Informasi yang didapat berguna untuk menentukan langkah pengembangan dalam pemanfaatan *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat untuk anti-infeksi dan degeneratif.

1.2. Rumusan Masalah

Hodgsonia macrocarpa (Blume) Cogn. merupakan salah satu tumbuhan obat yang dimanfaatkan sebagai antiinfeksi dan degeneratif oleh suku Besemah yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai tumbuhan obat. Pengembangan *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat dapat dilakukan dengan menyediakan

informasi mengenai distribusi senyawa metabolit sekunder yang memiliki fungsi sebagai anti-infeksi dan degeneratif meliputi alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenol dan tanin serta informasi mengenai struktur mikroskopis berupa fragmen pengenal. Oleh karena itu, uji histokimia dan pengamatan fragmen pengenal perlu dilakukan untuk penyediaan informasi yang dapat dijadikan sebagai dasar acuan untuk penelitian dan pengembangan *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi senyawa metabolit sekunder yang memiliki fungsi biologis sebagai anti-infeksi dan degeneratif, meliputi senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenol dan tanin pada *H. macrocarpa* melalui uji histokimia dan mengetahui fragmen pengenal *H. macrocarpa* melalui metode pengamatan mikroskopis serbuk simplisia dan preparat maserasi.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai distribusi senyawa metabolit sekunder yang memiliki fungsi biologis sebagai anti-infeksi dan degeneratif yang meliputi senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenol dan tanin melalui uji histokimia pada *H. macrocarpa* dan mengetahui fragmen pengenal pada *H. macrocarpa* melalui metode pengamatan mikroskopis serbuk simplisia dan preparat maserasi sehingga dapat dijadikan sebagai dasar acuan untuk penelitian dan pengembangan *H. macrocarpa* sebagai tumbuhan obat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amic, D., D. Beslo, N. Trinajstic, & Davidovic. Structure-Radical Scavenging Activity Relationship of Flavonoids. *Croatia Chemica Acta*. 2003; 76: 55-61.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Andriyani, F., Sanini, T. M., Supriyatin dan Aulya, N. R. (2023). Uji Kualitatif Senyawa Aktif Flavonoid dan Terpenoid Pada Beberapa Jenis Tumbuhan Fabaceae dan Apocynaceae di Kawasan Tngpp Bodogol. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 8(1): 32-43.
- Baccouri, B. dan Rajhi, I. (2020). Potential Antioxidant Activity of Terpenes. *Terpenes and terpenoids-recent Advances*. 53-62.
- Bantho, S., Naidoo, Y., Dewir, Y. H. dan Singh, M. (2023). A Review on The Secretary Structures, Bioactive Compounds and Biological Activities of Selected Combretum Species. *South African Journal of Botany*. 158: 18-30.
- Blume, C. L. (1826). *Bijdragen tot de Flora van Nederlandsch Indië*. Batavia: Lands Drukkerij.
- Bocan, D. A. T., Tsang, S. S. K., Li, C., Lee, I. H. T., Lam, H., Chan, T. Dan Hui, J. H. L. (2020). Terpenes and Terpenoids in Plants: Interactions with Environment and Insects. *International Journal Molecular Science*. 21(19): 7382.
- Castro, M. M. Dan Demarco, D. (2008). Phenolic Compounds Produced by Secretary Structures in Plants: A Brief Review. *Natural Product Communication*. 3(8): 1273-1284.
- Chao, L. dan Zhang, S. (2015). Production and Characterization of Biodiesel Derived from *Hodgsonia Macrocarpa* Seed Oil. *Applied Energy*. 146: 135-140.
- Chen, W., Ling-ling, Z. dan Yu-hua, W. (2015). Ethnobotanical Survey on Traditional Knowledge of *Hodgsonia macrocarpa*, Xishuangbanna, SW China. *Journal of Plant Taxonomy and Resources*. (2): 209-213.
- Choopan, T. dan Grote, P. J. (2015). Cystoliths in The Leaves of The Genus *Pseuderanthemum* (Acanthaceae) in Thailand. *International Journal of Science*. 12(2): 13 – 20.
- Cuppett, S., Schnepi, M. dan Hal III, C. (1997). *Natural Antioxidant: Are They a Reality?*. Dalam Foreidoon Shahidi: Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications. American Oil Chemists Society Press, Champaign, Illinois: 12-24.
- Dwisatyadini, M. (2017). Pemanfaatan Tanaman Obat Untuk Pencegahan Dan Pengobatan Penyakit Degeneratif. *Optimalisasi Peran Sains dan Teknologi untuk Mewujudkan Smart City*. 2:237-270.

- El Babili, F., Rey-Rigaud, G., Rozon, H. dan Halova-Lajoie, B. (2021). State of Knowledge: Histolocalisation in Phytochemical Study of Medicinal Plants. *Fitoterapia*. 150: 104862.
- Fichadiya, G., Harisha, C. R. Dan Jani, S. (2018). Morphological, Structural & Micrometric Evaluation of Cystoliths & Trichomes of Cucurbitaceae Family w.s.r. to *Cucumis prophetarum* L. *International Journal Pharma Research and Health Sciences*. 6(2): 2540-45.
- Górniak, I., Bartoszewski, R. dan Króliczewski, J. (2019). Comprehensive Review of Antimicrobial Activities of Plant Flavonoids. *Phytochemical Review*. 18: 241–272.
- Gorpenchenko, T. Y., Grigorochuk, V. P., Bulgakov, D. V., Tchernoded, G. K. dan Bulgakov, V. P. (2019). Tempo-Spatial Pattern of Stepharine Accumulation in *Stephania Glabra* Morphogenic Tissues. *International Journal Molecular Science*. 20(4): 808.
- Hakim, A., Muti'ah, R., Aprinda, R., Suryadinata, A. dan Malakhah, F. (2018). Metabolite Profiling Bagian Akar, Batang, Daun, dan Biji *Helianthus annuus* L. Menggunakan UPLC-MS. *Media Pharmaceutica Indonesiana*. 2(2): 64-81.
- Handajani, A., Roosihermatie, B. dan Maryani, H. (2010). *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Pola Kematian Pada Penyakit Degeneratif di Indonesia*. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. Jakarta: Badan Litbangkes Kemenkes RI.
- Hendra, M. Dan Oktaviani, M. (2020). Etnobotani Rempah Tradisional Masyarakat Dayak Kenyah Umaq Jalam di Kecamatan Segah Kabupaten Berau. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 11(2): 333-344.
- Hidayatullah, S. H. dan Mourisa, C. (2023). Uji Efektivitas Akar Karamunting (*Rhodymyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Kohesi*. 7(1): 34-40.
- Hu, S. 1964. The Economic Botany of Hodgsonill. *Economi Botany*. 18: 167-179.
- Huang, W., Wang, Y., Tian, W., Cui, X., Tu, P., Li, J., Shi, S. dan Liu, X. (2022). Biosynthesis Investigations of Terpenoid, Alkaloid, and Flavonoid Antimicrobial Agents Derived from Medicinal Plants. *Antibiotics*. 11(10): 1380.
- Hussain, M. S., Fareed, S., Ansari, S., Rahman, M. A., Ahmad, I. Z. dan Saeed, M. (2012). Current Approaches toward Production of Secondary Plant Metabolites. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. 4(1): 10-20.
- Irpinsyah, Huda, N., dan Syawaludin, M. 2019. Mekah Kecil Di Tanah Besemah: Studi terhadap Dinamika Perkembangan Islam di Desa Pardipe Kecamatan Dempo Selatan Kota Pagaralam. *Jurnal Studi Islam*. 15(1): 92-107.

- Jibril, S. M. dan Jakada, B. H. (2016). Leaf Epidermal Structures and Stomata Ontogeny in Some Members of the Family Cucurbitaceae. *International Journal of Plant & Soil Science*. 9(2): 1-9.
- Kaczmarek, B. (2022). Tannic Acid with Antiviral and Antibacterial Activity as A Promising Component of Biomaterials—A Minireview. *Materials*. 13(14): 3224.
- Kavitha, R., Chittibabu, C. V, dan Subha, T. S. (2015). Pharmacognostic Evaluation of Indigenous Medicinal Plant *Kedrostis foetidissima* (Jacq.) Cogn. *Pharmacognosy Journal*. 7(1): 52-57.
- Keita, K., Darkoh, C. dan Okafor, F. (2022). Secondary Plant Metabolites as Potent Drug Candidates Against Antimicrobial-Resistant Pathogens. *Springer Nature Applied Sciences Journal*. 4(8): 209.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat Edisi I*. Jakarta: Direktorat Jenderal Obat dan Makanan Pengendalian dan Direktorat Tradisional Pengendalian Obat.
- Kharshandi, D., Lyngdoh, D. dan Bokolial, D. (2015). Minor Fruits Used by Locals in Two Hill Districts of Meghalaya, Northeast India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*. 5(1): 1-15.
- Kichu, M., Malewska, T., Akter, K., Imchen, I., Harrinfton, D., Kohen, J., Vemulpad. S. R. Dan Jamie, J. F. (2015). An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants of Chungtia village, Nagaland, India. *Journal of Ethnopharmacology*. 166: (5-17).
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussaman, M. R. dan Wu, H. (2020). The Effect of Developmental and Environmental Factors on Secondary Metabolites in Medicinal Plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 148: 80-89.
- Li, Y., Wen, K., Ruan, X., Zhao, Y., Wei, F. dan Wang, Q. (2018). Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. *Molecules*. 23(4): 762.
- Liu, W. J. H. (2011). *Traditional Herbal Medicine Research Methods: Identification, Analysis, Bioassay, and Pharmaceutical and Clinical Studie*. Canada: John Wiley & Sons, Inc. All Rights Reserved.
- Machado, C. D., Santos, V. L. P., Novak, R. S., Koch, M. S., Arcaro, G., Raman, V., Franco, C. R. C., Farago, P. V. dan Budel, J. M. (2021). Contributions of Trichome Micromorphology to the Characterization of Species Traded as “BOLDO”. *Flora*. 279: 151827.
- Maryam, S., Suhaenah, A. dan Irmawan. (2023). Analisis Kandungan Senyawa Fenolik dan Tanin pada Isolat Fungi Endofit (Ifebk20) Bunga Kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*. 1(2): 35-42.
- Matias, L. J., Mercadante-Simões, M. O., Royo, V. A., Ribeiro, L. M., Santos, A. C. dan Fonseca, J. M. S. (2015). Structure and Histochemistry of medicinal species of Solanum. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 26: 147-160.

- Miklasinska-Majdanik, M., Kepa, M., Wojtyczka, R. D., Idzik, D. dan Wasik, T. J. (2018). Phenolic Compounds Diminish Antibiotic Resistance of *Staphylococcus Aureus* Clinical Strains. *International Journal of Enviromental Research and Public Health*. 15(10): 2321.
- Mukherjee, P. K. (2019). Evaluations Quality Control and Evaluation of Herbal Drugs: *Morphological and Microscopical Evaluations*. Amsterdam: Elsevier.
- Mulyaningsih, T., Muspiah, A., Sukenti, K., Hidayati, E. dan Kurnianingsih, R. (2021). *Histokimia Tumbuhan*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Nabil-Adam, A., Elnosary, M. E., Ashour, M. L., El-Moneam, N. M. A. dan Shreadah, M. A. (2022). Flavonoids Biosynthesis in Plants as a Defense Mechanism: Role and Function Concerning Pharmacodynamics and Pharmacokinetic Properties. *IntechOpen*.
- Ningsih, I. S., Chatri, M., Advinda, L. dan Violita. (2023). Flavonoid Active Compounds Found in Plants Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*. 8(2): 126- 132.
- Okoli, B. E. dan McEuen, A. R. (1986). Calcium-Containing Crystals in *Telfairia hooker* (Cucurbitaceae). *The New Phytologist*. 102(1): 199-207.
- Okuda, T. dan Ito, H. (2011). Tannins of Constant Structure in Medicinal and Food Plants—Hydrolyzable Tannins and Polyphenols Related to Tannins. *Molecules*. 16(3): 2191–2217.
- Panda, S. K., Das, R., Leyssen, P., Neyts, J. dan Luyten, W. (2018). Assessing medicinal plants traditionally used in the Chirang Reserve Forest, Northeast India for antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 255: 220-233.
- Patil, V., Rajput, K. S. dan Marcati, C. R. (2011). Development of Intra- and Interxylary Secondary Phloem in *Coccinia indica* (Cucurbitaceae). *IAWA Journal*. 32 (4): 475–491.
- Perry, L. M. and J. Metzger. 1980. *Medicinal Plants of East & Southeast Asia. Attributed Properties & Uses*. London: The MIT Press.
- Pratyusha, S. (2022). Phenolic Compounds in The Plant Development and Defense: An Overview. *Plant Stress Physiology - Perspectives in Agriculture*. 125-140.
- Purwantiningsih, T. I., Yustina Y. S., dan Widodo. 2014. Aktivitas Senyawa Fenol Dalam Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai Antibakteri Alami Untuk Penghambatan Bakteri Penyebab Mastitis. *Buletin Peternakan*. 38(1).
- Purwayantie, S dan Suryadi, U. E. (2020). Plant diversity and nutrient substances of native edible plant: Case study in Suka Maju and Tamao Villages, Kapuas Hulu District, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(2): 842-852.

- Puspitasari, L., Rijai, L. Dan Herman. (2018). Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidasi Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora tuberculata* Beumee). *Saintech Farma*. 11(1): 18-24.
- Ridley, H. N. (1920). New and Rare Malayan Plants. *Journal of The Federated Malay States Museums*. 10: 135.
- Rizwana, J. N., Razehar, A. R. M., Noraziah, A. Z. S., Ling, C. Y., Muzaimah, S. A. S., Farina, A. H., Yaacob, W. A., Ahmad, I. B. dan Din, L. B. (2010). A Survey on Phytochemical and Bioactivity of Plant Extracts from Malaysian Forest Reserves. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(3): 203-210.
- Robil, J. L. M. dan Tolentino, V. S. (2015). Histological localization of tannins at different developmental stages of vegetative and reproductive organs in *Medinilla magnifica* (Melastomataceae). *Flora*. 217: 82-89.
- Sagayaraj, I. dan Nanditha, V. (2019). Morpho-anatomical and histochemical studies on *Coccinia grandis* (L.) Voigt. (Cucurbitaceae). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8(3): 4296-4301.
- Santos-Sánchez, N., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C. dan Hernández-Carlos, B. (2019). Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. *Antioxidants*. 10: 1-29.
- Saputri, D., Putri, N. A. dan Muhlisa. (2023). Studi Anatomi Trikoma Daun pada Famili Cucurbitaceae. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM*. 11(1): 629-636.
- Sârbu, A., şesan, T. E., Tănase, T., Paraschiv, A. M., Cişlariu, A. G. dan Oancea, F. (2022). Anatomical Investigations on *Momordica charantia* L. Plants, Newly Acclimated in Romania. *Journal of Plant Development*. 29: 25-44.
- Saristiana, Y., Setyarini, D., Permatasari, Y. D., Hasriyani, Susilowati, A. A. dan Prasetyawan, F. (2024). Exploring the Macroscopic and Microscopic Characteristics of *Acalypha indica* L. Simplisia Powder in the Context of Pharmabotanical Studies. *International Journal of Contemporary Sciences*. 2(1): 31-42.
- Sass, J.E. 1958. *Botanical Micerotecnique 3th ed.* United States: Iowa State College Press.
- Sastrawiyadi, E., Siswahyono dan Susatya, A. (2022). Jenis-Jenis Tumbuhan Obat yang Dimanfaatkan oleh Masyarakat Desa Ulak Pandan, Kecamatan Nasal, Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. *Journal of Global Forest and Environmental Science*. 2(3): 33-41.
- Saukel, J. dan Ginko, E. (2014). *Microscopic Analysis of Plants on Encyclopedia of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation*. Wiley Online Library.
- Selvam, A. B. D. (2018). Presence or Absence of Stone Cells in The Roots of Indian Aconites: An Aid to Identification of Species. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*. 6(3): 42-45.

- Semwal, D. P., Bhatt, K. C., Bhandari, D. C. dan Panwar, N. S. (2014). A Note on Distribution, Ethnobotany and Economic Potential of *Hodgsonia heteroclita* (Roxb.) Hook. F. & Thoms. in North-eastern India. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 5(1): 88-91.
- Sharma, A. K. dan Sharma, A. (2022). *Plant Secondary Metabolites: Physico-Chemical Properties and Therapeutic Applications*. Singapore: Springer Nature.
- Sibarani, S. (2024). Anatomi Dan Struktur Sekretori Tetap Kadam (*Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn.) sebagai Tumbuhan Obat Khas Suku Besemah untuk Anti-infeksi dan Degeneratif di Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.
- Simon, T. K. dan Nayagam, J. R. (2018). Ergastic Crystal Studies for Raw Drug Analysis. *Herbal Medicine*. 31-41.
- Singh, M. K., Arya, M. Bharti, K. A. dan Singh, K. (2018). Exploration of some Folk Medicinal Herbs in Forest Fringe Villages of Assam (India): A study amid Nagaon and Golaghat districts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(1): 2362-2368.
- Sitorus, R. E., Rugayah dan Navia, Z. I. (2019). Manajemen Herbarium dan Pengenalan Jenis-Jenis Cucurbitaceae yang Jarang ditemukan di Sumatra. *Jurnal Biologica Samudra*. 1(2): 48-55
- Susiarti. S. dan Setyowati, F. M. (2005). Bahan Rempah Tradisional dari Masyarakat Dayak Kenyah di Kalimantan Timur. *Biodiversitas*. 6(4): 285-287.
- Tanzerina, N., Safitri, D., Harmida, Aminasih, N. dan Juswardi. (2023). Ethnobotany of Medicinal Plants for Infectious Diseases in the Besemah Tribe, Lahat Regency, South Sumatra Province, Indonesia. *Asian Journal of Social and Humanities*. 2(1): 82-95.
- Thawabteh, A. M., Ghanem, A. W., Abumadi, S., Thaher, D., Jaghama, W., Karaman, R., Scrani, L. dan Bufo, S. A. (2024) Antibacterial Activity and Antifungal Activity of Monomeric Alkaloids. *Toxins*. 16(11): 489.
- Thawabteh, A., Juma, S., Bader, M., Karaman, D., Scrano, L., Bufo, S. A. dan Karaman, R. (2019). The Biological Activity of Natural Alkaloids against Herbivores, Cancerous Cells and Pathogens. *Toxins*. 11(11): 656.
- Tripathi, L. P., Chen, Y. A., Mizuguchi, K. dan Morita, E. (2019). Network-Based Analysis of Host-Pathogen Interactions. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology*. 3: 932-937.
- Tsai. (1986). Flora Reipublicae. *Popularis Sinicae*. 73(1): 259.
- Veselovska, A., Smolko, P. dan Kropil, R. (2021). A Key for the Microhistological Determination of Plant Fragments Consumed by Carpathian Forest Cervids. *Forests*. 12(9): 1229.

- Vieira, L. E. B., Sá, R. D. dan Randau, K. P. (2019). Anatomical and Histochemical Characterization of Leaves of *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem. *Pharmacogn Journal*. 11(3): 511-514.
- Wahyuni, D., Mawardika, H., Riski, W. A. dan Pitaloka, S. A. (2023). Karakterisasi Makroskopis Dan Mikroskopis Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC) Sebagai Bahan Alam Berkhasiat Obat. *Jurnal Sains dan Terapan*. 2(2): 1-7.
- Widaryanto, E. dan Azizah, N. (2018). *Prespektif Tanaman Obat Berkhasiat: Peluang, Budidaya, Pengolahan Hasil dan Pemanfaatan*. Malang: UB Press.
- Widodo, S., Istriawati, N. F. dan Lestari, M. A. (2023). Kearifan Lokal Tradisi Pantauan Bunting Suku Besemah Kabupaten Lahat. *Forum Geografi*. 37(1): 25-34.
- Widyantari, N. P. I. dan Sari, P. M. N. A. (2023). Review: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia pellucida* (L.) Kunth). *Jurnal Farmasi dan Kesehatan Indonesia*. 3(1): 1-13.
- Wilde, W. J. J. O. D. dan Duyfjes, B. E. E. (2001). Taxonomy of *Hodgsonia* (Cucurbitaceae), with a Note on The Ovules and Seed. *Blumea*. 46(1): 169-179.
- Windarsih, G., Riastiwi, I., Dewi, A. P. Dan Yuriyah. (2022). Stomatal And Epidermal Characteristics of Zingiberaceae in Serang District, Banten, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(10): 5373-5386.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., L. L., Gao, B. Dan Li, M. (2021). Research Progress on Antibacterial Activities and Mechanisms of Natural Alkaloids: A Review. *Antibiotics*. 10(3): 318.
- Yang, L., Wen, K., Ruan, X., Zhao, Y., Wei, F. Wang, Q. (2018). Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. *Molecules*. 23(4): 762.
- Zakaria, S. M., Amri, C. N. A. C., Talip, N., Latiff, A., Juhari, A. A. A., Shahari, R., Tajudin, N. S. dan Rahman, M. R. A. (2020). The Variation of Cystoliths And its Taxonomic Significance in Acanthaceae of Peninsular Malaysia. *Malasiyan Applied Biology*. 49(5): 25-31.
- Zhou, X., Zeng, M., Huang, F., Qin, G., Zhangyong, S. dan Liu, F. (2023). The Potential Role of Plant Secondary Metabolites on Antifungal and Immunomodulatory Effect. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 107: 4471-4492.