

**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA
AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* Blanco) KOLEKSI
KEBUN RAYA BOGOR**



**IRMA RIA FERNANDA
NIM. 21032012/2021**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA
AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* Blanco) KOLEKSI
KEBUN RAYA BOGOR**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh :
IRMA RIA FERNANDA
NIM. 21032012/2021**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA
AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* Blanco) KOLEKSI
KEBUN RAYA BOGOR**

Irma Ria Fernanda

ABSTRAK

Sanrego merupakan tumbuhan obat potensial dari famili Rutaceae yang berasal dari Kawasan Timur Indonesia, yang tergolong langka. Sanrego merupakan tumbuhan asli Sulawesi Selatan yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat kuat (afrodisiak) dan antidiabetes. Sanrego juga mengandung senyawa antikanker, antiinflamasi, dan antibakteri. Khasiat obat pada sanrego berasal dari produk metabolit sekunder. Tumbuhan ini memiliki senyawa metabolit sekunder berupa molekul-molekul kecil dengan struktur bervariasi serta fungsi dan peran yang berbeda untuk setiap jenisnya. Metabolit sekunder berperan sebagai senyawa penuntun dalam penemuan dan pengembangan obat baru, serta melindungi tumbuhan itu sendiri dari ancaman lingkungan. Kandungan produk metabolit pada tanaman dapat dianalisis melalui uji fitokimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik anatomi dan kandungan metabolit sekunder tiap aksesori sanrego yang koleksi Kebun Raya Bogor.

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2023-Januari 2024 di Kebun Raya Bogor (Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Pengamatan anatomi daun sanrego dilakukan di Laboratorium lantai 1 CWS Gedung Utara, Kebun Raya Bogor. Penelitian uji fitokimia dilakukan di laboratorium BRIN Kawasan Riset dan Teknologi (KST) BJ Habibie. Penelitian ini berupa penelitian deskriptif kualitatif dan kuantitatif pada karakter anatomi dan kandungan metabolit sekunder.

Hasil penelitian menunjukkan anatomi daun sanrego meliputi Bentuk dinding antiklinal epidermis berbentuk lurus dan bergelombang dengan lengkungan U yang dangkal serta memiliki epidermis dengan bentuk sel poligonal (segi empat) dan tidak beraturan, tipe trikoma bentuk bintang (*stellata*) dan sisik (*squamiform*), tipe stomata parasitik dan kerapatan stomata, panjang serta lebar sel penjaga menunjukkan perbedaan antar aksesori sanrego. Pada senyawa metabolit sekunder, ditemukan senyawa berupa shikimat dan fenilpropanoid, terpenoid, fatty acid dan alkaloid.

Kata kunci: Anatomi daun, metabolit sekunder, sanrego (*Lunasia amara* Blanco)

**KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA
AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* Blanco) KOLEKSI
KEBUN RAYA BOGOR**

Irma Ria Fernanda

ABSTRACT

Sanrego is a potential medicinal plant from the Rutaceae family originating from Eastern Indonesia, which is classified as rare. Sanrego is a plant native to South Sulawesi that has long been used by the community as a powerful medicine (aphrodisiac) and antidiabetic. Sanrego also contains anticancer, anti-inflammatory, and antibacterial compounds. The medicinal properties of sanrego come from secondary metabolite products. This plant has secondary metabolite compounds in the form of small molecules with varying structures and different functions and roles for each type. Secondary metabolites act as guide compounds in the discovery and development of new drugs, as well as protecting the plant itself from environmental threats. The content of metabolite products in plants can be analyzed through phytochemical testing. This study aims to determine the anatomical characteristics and secondary metabolite content of each sanrego accession in the Bogor Botanical Garden collection.

The research was conducted in December 2023-January 2024 at the Bogor Botanical Gardens (Bogor City, West Java Province), National Research and Innovation Agency (BRIN). Sanrego leaf anatomy observations were carried out in the CWS North Building 1st floor Laboratory, Bogor Botanical Gardens. The phytochemical testing research was conducted at the BRIN BJ Habibie Research and Technology Park (KST) laboratory. This research was descriptive qualitative and quantitative research on anatomical characteristics and secondary metabolite content.

The results of the study show that the anatomy of sanrego leaves includes a straight and wavy anticlinal epidermal wall with a shallow U-shaped curve and an epidermis with irregular polygonal (quadrangular) cells, stellate and squamiform trichomes, parasitic stomata type and stomatal density, and the length and width of guard cells show differences between sanrego accessions. In secondary metabolites, compounds such as shikimic acid and phenylpropanoids, terpenoids, fatty acids, and alkaloids were found.

Keywords: Leaf anatomy, sanrego (*Lunasia amara* Blanco), secondary metabolites

PERSETUJUAN SKRIPSI

KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* Blanco) KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR

Nama : Irma Ria Fernanda
NIM/TM : 21032012/2021
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 07 November 2025

Mengetahui:

Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed

NIP.197508152006042001

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

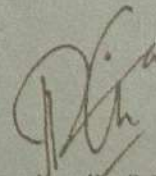


Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed.

NIP.197508152006042001

Disetujui Oleh:

Pembimbing II



Dr. Ria Cahyaningsih, S.P., M.Si.

NIP. 198512042009122005

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Irma Ria Fernanda
NIM/TM : 21032012/2021
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

KARAKTERISTIK ANATOMI DAN UJI KANDUNGAN FITOKIMIA AKSESI TANAMAN SANREGO (*Lunasia amara* *Blanco*) KOLEKSI KEBUN RAYA BOGOR

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

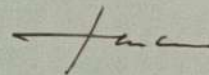
Padang, 7 November 2025

Tim Penguji

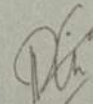
Nama

Tanda tangan

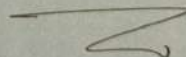
Ketua Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M.Biomed.



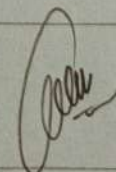
Anggota Dr. Ria Cahyaningsih, S.P., M.Si.



Anggota Dezi Handayani, S.Si., M.Si



Anggota Siska Alicia Farma, S.Pd., M.Biomed.



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irma Ria Fernanda
Nim/TM : 21032012/2021
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya yang berjudul "**Karakteristik Anatomi dan Uji Kandungan Fitokimia Aksesori Tanaman Sanrego (*Lunasia amara Blanco*) Koleksi Kebun Raya Bogor**" adalah benar merupakan hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya, pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 7 November 2025

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S. Si., M. Biomed.
NIP.197508152006042001

akan,

Irma Ria Fernanda
NIM.21032012

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Karakteristik Anatomi dan Uji Kandungan Fitokimia Aksesori Tanaman Sanrego (*Lunasia amara Blanco*) Koleksi Kebun Raya Bogor**”. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW. rasul rahmatan lil’alamin.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik anatomi dan kandungan fitokimia pada beberapa aksesori tanaman sanrego (*Lunasia amara Blanco*) yang berasal dari koleksi Kebun Raya Bogor. Dalam proses penyusunan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa yang tak terhingga. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed selaku kepala Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, sekaligus sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, waktu, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.

2. Ibu Dr. Ria Cahyaningsih, S.P., M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabarannya dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dezi Handayani, S.Si., M.Si., dan Ibu Siska Alicia Farma, S.Pd., M.Biomed. sebagai dosen penguji yang telah memberikan kritikan, saran, dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Yuni Ahda, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat, bimbingan, dan motivasi selama penulis belajar, dan beraktivitas di Departemen Biologi FMIPA UNP.
5. Bapak/Ibu dosen dan tenaga kependidikan di Departemen Biologi FMIPA UNP yang telah membantu penulis berproses dan belajar selama menjalani perkuliahan hingga pelaksanaan penelitian.
6. Keluarga besar penulis terutama kedua orang tua tercinta bapak Budiman dan ibu Yeni Sepriani yang telah memberikan seluruh cinta, doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada nenek Ramalan, abang Pebri Willianto, S.Pd. uwan Wendra Seprianto serta kakek Kancie, atas perhatian, motivasi dan dorongan yang selama ini dicurahkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi sampai sarjana.
7. Barudak sempur Riza Umami, Nifsa Riski Amanda, dan Velina Salsabil atas kebersamaan, dukungan, serta semangat yang telah diberikan selama menempuh perkuliahan. Terima kasih telah menjadi sahabat sekaligus

saudara seperjuangan yang selalu menguatkan penulis dalam setiap proses perjalanan studi ini.

8. Teman-teman seperjuangan selama magang di BRIN Alya Nurul Fadhilla, Aurellia Chaerunnisa, Bintang FirmaYona, M. Wildan Alfian, Asri Aulia Nazwa, Andi Muhamad, dan Annisa, atas kerja sama, kebersamaan, dan semangat yang terjalin selama menjalani penelitian. Pengalaman dan kenangan yang dibangun bersama menjadi bagian berharga dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Sahabat penulis, Jelly Kumala Sari, atas setiap doa, tawa, dan semangat yang senantiasa hadir menemani langkah penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Teman-teman seperjuangan selama penelitian di BRIN kak Yowanda Wulandari, kak Fadia, serta kak Siti Vanessa Aisyah.
11. Keluarga besar Biologi 2021 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
12. Semua pihak yang terlibat, berpartisipasi dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi.

Semoga bantuan yang Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan bernilai ibadah dan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya.

Padang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Deskripsi Sanrego.....	6
B. Potensi Manfaat Sanrego	8
C. Kebun Raya Bogor	10
D. Anatomi Daun Sanrego	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
A. Jenis Penelitian	19
B. Waktu dan Tempat Penelitian	19
C. Alat dan Bahan	19
D. Prosedur Penelitian	20
E. Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Hasil.....	26
B. Pembahasan	31
BAB V PENUTUP	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sampel koleksi untuk penelitian	20
2. Karakteristik stomata koleksi KRB	29
3. Senyawa metabolit sekunder sanrego koleksi KRB	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Lunasia amara</i> Blanco	7
2. Bentuk dinding sel epidermis sanrego	26
3. Stuktur epidermis sanrego	27
4. Tipe stomata sanrego koleksi KRB	28
5. Struktur stomata sanrego koleksi KRB	28
6. Bentuk trikoma sanrego koleksi KRB	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian Anatomi	58
2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian Fitokimia	59
3. Pengolahan Data Anatomi	60
4. Pengolahan Data Fitokimia	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia secara turun-temurun sudah mengandalkan tumbuhan sebagai obat tradisional untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan (Larassati *et al.*, 2019). Pemanfaatan tumbuhan obat di Indonesia terus meningkat, baik sebagai sediaan jamu maupun obat terstandar atau fitofarmaka (Alyidrus, 2017). Sekitar 1000 jenis tumbuhan telah digunakan dalam industri obat tradisional, dimana semua bagian dari tumbuhan dapat dimanfaatkan untuk obat, seperti daun, batang, akar, rimpang, bunga dan bijinya (Hasnaeni *et al.*, 2019 & Yomilena *et al.*, 2023).

Salah satu tumbuhan yang mempunyai khasiat obat yaitu sanrego (*Lunasia amara* Blanco). Sanrego termasuk ke dalam famili Rutaceae, merupakan tumbuhan obat potensial yang berasal dari Kawasan Timur Indonesia, yang tergolong langka (Sudrajad *et al.*, 2016 dan Hasnaeni & Aminah, 2019). Sanrego merupakan tumbuhan asli Sulawesi Selatan yang telah lama digunakan masyarakat sebagai obat kuat (afrodisiak) dan antidiabetes (Adriani, 2022). Beberapa penelitian terdahulu menemukan bahwa tumbuhan ini juga memiliki aktivitas antikanker (Zubair *et al.*, 2016), antiinflamasi (Hasnaeniet *al.*, 2017; Adriani, 2018), dan antibakteri (Totaan *et al.*, 2018).

Khasiat obat yang dimiliki sanrego merupakan hasil dari produk metabolit sekunder. Menurut Khafid *et al.*, (2023). Tumbuhan memiliki senyawa metabolit sekunder yang terdiri dari molekul-molekul kecil yang memiliki struktur bervariasi dengan fungsi dan peran berbeda tiap jenisnya. Metabolit sekunder

merupakan senyawa yang berperan sebagai petunjuk dalam penemuan dan pengembangan obat baru, serta melindungi tumbuhan itu sendiri dari ancaman lingkungan. Kandungan produk metabolit pada tumbuhan dapat dianalisis melalui uji fitokimia. Menurut Ergina & Puspitasari (2014), kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan, yang memiliki khasiat sebagai obat, dapat berupa senyawa flavonoid, alkaloid, triterpenoid, saponin, tanin, dan steroid.

Penelitian mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder sanrego masih terus berkembang. Hasnaeni & Aminah, (2019) melaporkan bahwa ekstrak sanrego memiliki aktivitas antioksidan dengan IC_{50} sebesar 69,46 $\mu\text{g/ml}$ dan mengandung senyawa metabolit sekunder golongan steroid, fenolik, saponin, alkaloid dan kumarin. Dalam penelitian yang lain, Hasnaeni & Emelda, (2020) memaparkan bahwa berdasarkan penelitiannya dan pendekatan kemotaksonomi serta uji pendahuluan, diketahui sanrego memiliki potensi sebagai penghasil kumarin yang berperan sebagai sumber senyawa antikanker. Selain itu, berdasarkan penelitian Jainuddin *et al.*, (2023) diketahui bahwa sanrego mengandung 5 senyawa metabolit sekunder yang terdiri dari alkaloid, flavonoid, tanin, steroid dan saponin, berdasarkan hasil uji kualitatif fitokimia dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Lebih spesifik, penelitian yang dilakukan oleh Dasor *et al.*, (2021) yang menjelaskan bahwa hasil uji fitokimia terhadap daun sanrego menunjukkan bahwa terdapat senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, saponin dan terpenoid.

Senyawa metabolit sekunder biasanya ditemukan di seluruh bagian tumbuhan. Hal yang membedakannya terletak pada faktor yang memicu pembentukan metabolit sekunder tersebut (Ariyanti *et al.*, 2024).). Menurut

Toscano *et al.*, (2019) metabolit sekunder dipengaruhi oleh 2 kelompok faktor, yaitu abiotik dan biotik. Faktor abiotik yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder adalah cekaman air (terlalu kering atau menggenang), cekaman salinitas, cekaman suhu serta cekaman dari radiasi yang dipaparkan sinar matahari. Faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kadar senyawa aktif pada tanaman adalah iklim, cuaca, ketinggian tempat, dan kesuburan tanah (Widaryanto & Nur, 2018).

Tumbuhan akan melakukan adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan melalui beberapa strategi, salah satunya berupa adaptasi struktur anatomi. Paparan terhadap faktor lingkungan yang ekstrem dapat menyebabkan perubahan pada karakteristik anatomi organ tanaman seperti daun dan buah (Kaveh *et al.*, 2015). Gouvinhas *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa struktur anatomi tanaman Oleaceae sangat penting untuk menjelaskan aktifitas fitokimia tanaman ini. Susunan dan jenis sel tertentu seperti sel epidermis, trikoma, dan jaringan pembuluh berperan penting dalam menentukan senyawa fitokimia seperti orthodiphenol, flavonoid, dan senyawa fenolik yang didistribusikan, disimpan, dan diangkut di dalam tanaman.

Tumbuhan sanrego pada penelitian ini diambil dari koleksi Kebun Raya Bogor (KRB). Cahyaningsih, (2016) melaporkan bahwa Kebun Raya Indonesia memiliki lebih dari 30 koleksi hidup sanrego dan kerabatnya (disebut *Lunasia* spp.). Tumbuhan ini ditanam di Kebun Raya Bogor (KRB), Kebun Raya Cibodas (KRC), Kebun Raya Purwodadi (KRP), dan Kebun Raya Eka Karya (KRE). Mayoritas koleksi tersebut diperoleh melalui kegiatan eksplorasi. Dari lebih 30

koleksi hidup tersebut, terdapat 10 aksesori tumbuhan sanrego di Kebun Raya Bogor.

Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan kandungan senyawa metabolit sekunder pada sanrego. Namun, studi yang ada masih terbatas pada beberapa lokasi tertentu. Maka dari itu, peneliti ingin mengetahui karakter anatomi dan kandungan senyawa metabolit sekunder pada aksesori koleksi Kebun Raya Bogor melalui penelitian dengan judul “Karakteristik Anatomi dan Uji Kandungan Fitokimia Aksesori Tanaman Sanrego (*Lunasia amara* Blanco) Koleksi Kebun Raya Bogor.”

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakter anatomi daun sanrego dari beberapa aksesori koleksi Kebun Raya Bogor?
2. Apa saja kandungan fitokimia ekstrak daun sanrego beberapa aksesori koleksi Kebun Raya Bogor?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakter anatomi daun sanrego dari beberapa aksesori koleksi Kebun Raya Bogor.
2. Untuk mengetahui kandungan fitokimia dari daun sanrego beberapa aksesori koleksi Kebun Raya Bogor.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan dalam bidang anatomi tumbuhan dengan memberikan data mengenai karakter anatomi daun sanrego dari berbagai aksesI.
2. Memperkaya informasi tentang kandungan fitokimia dalam daun sanrego dari berbagai aksesI, yang berpotensi mendukung penelitian lebih lanjut dalam bidang farmasi dan fitokimia.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Karakteristik anatomi daun sanrego koleksi Kebun Raya Bogor menunjukkan adanya dua tipe bentuk dinding antiklinal sel epidermis, yaitu tipe 1 (berbentuk lurus) pada aksesori 101 dan tipe 4 (bergelombang dengan lengkungan U yang dangkal) pada aksesori LA103, LA107, LA189, LA190 dan LA272. Bentuk sel epidermis juga bervariasi, yaitu berbentuk poligonal (segiempat) pada sampel LA101 dan berbentuk tidak beraturan pada sampel lainnya (LA103, LA107, LA189, LA190 dan LA272). Perbedaan juga teramati pada bentuk trikoma, dimana aksesori LA107 dan LA189 memiliki trikoma berbentuk sisik (*squamiform*), sedangkan aksesori LA101, LA103, LA190 dan LA272 memiliki trikoma berbentuk bintang (*stellata*). Tipe stomata yang teridentifikasi pada seluruh aksesori sanrego adalah tipe parasitik, dan berdasarkan hasil analisis *One-way ANOVA*, terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kerapatan stomata, serta panjang dan lebar sel penjaga antar aksesori yang diamati.

Berdasarkan hasil uji fitokimia, terdapat perbedaan kandungan senyawa metabolit sekunder antara aksesori LA101 dan aksesori lainnya. Senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi pada seluruh aksesori, kecuali aksesori LA101, meliputi golongan shikimat dan fenilpropanoid, terpenoid, asam lemak (*fatty acids*), dan alkaloid. Sementara itu pada aksesori LA101 hanya teridentifikasi dua golongan senyawa metabolit sekunder, yaitu terpenoid dan asam lemak.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan agar dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai faktor lingkungan yang dapat memengaruhi perbedaan karakteristik anatomi dan kandungan fitokimia pada sanrego. Faktor-faktor seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, curah hujan, serta kondisi tanah perlu dianalisis secara terukur untuk mengetahui sejauh mana masing-masing parameter tersebut berkontribusi terhadap variasi yang ditemukan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara kondisi lingkungan dengan ekspresi sifat anatomi maupun produksi metabolit sekunder pada tumbuhan sanrego.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadie, C., Lalande, J., & Tcherkez, G. (2022). Exact mass GC-MS analysis: protocol, database, advantages and application to plant metabolic profiling. *Plant Cell Environ* (Vol. 45, No. 10, pp. 3171-3183).
- Abraham, E. J., Wallace, E. D., & Kellogg, J. J. (2023). A comparison of high-and low-resolution gas chromatography–mass spectrometry for herbal product classification: A case study with *Ocimum* essential oils. *Phytochemical Analysis*, 34(6), 680-691.
- Adriani, A. (2018). Prediksi senyawa Bioaktif Dari Tanaman Sanrego (*Lunasia amara* Blanco) Sebagai Inhibitor Enzim Siklooksigenase-2 (COX-2) Melalui Pendekatan Molecular Docking. *Jurnal Ilmiah Pena: Sains dan Ilmu Pendidikan*, 10(1), 6-11.
- Adriani, A. (2022). Prediksi Kandidat Protein Target Antikanker Derivate Kumarin Asal Tanaman Sanrego (*Lunasia amara* Blanco). *Biology and Education Journal*, 2(2), 55-64.
- Adriani, A., Noorhamdani, N., Ardyati, T., & Winarsih, S. (2022). Non-targeted screening with LC-HRMS and In-Silico Study on Diabetic activity of ethyl acetate extract of Sanrego (*Lunasia amara* Blanco). *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(3), 1077-1084.
- Afrida, N. (2022). Bentuk-Bentuk Tricoma Pada Tumbuhan Berbiji Tertutup (Angiospermae) Di Kampus UIN Ar-Raniry Sebagai Referensi Praktikum Anatomi Tumbuhan (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Agusta, A. (2000). *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*, Penerbit ITB: Bandung.
- Aina, D. O., & Malik, M. (2013). Stomatal complex and transpiration rates in some members of *Rutaceae* and *Myrtaceae*. *Asian J Biol Life Sci.* 2(2): 170-175.
- Aini, N., Setyati, D., & Umiyah, U. (2014). Struktur Anatomi Daun Lengkek (*Dimocarpus longan* Lour.) Kultivar Lokal, Itoh, Pingpong, dan Diamond River. *Berkala Sainstek*, 2 (1), 31-35.
- Al Kausar, R., Surya, S. P. P., Eriantika, H. T., Santika, A. B., Prestrisiyani, E. I., & Nita, Y. A. (2022). Penyuluhan zat pewarna alami makanan dan minuman: Indonesia. *JOURNAL OF Public Health Concerns*, 2(3), 174-183.
- Alyidrus, R. (2017). Penentuan Kadar Lunacridine pada Ekstrak Kayu Sanrego (*Lunasia amara* Blanco) yang Diekstrak dengan Metode Maserasi dan Refluks. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 9(1), 37-42.

- Aprira, A., Edward, E., & Lestari, D. F. Pembuatan Preparat Awetan Embrio Utuh Burung Puyuh (*Cortunix-Cortunix Japonica*). *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 211-218.
- Ariyanti, M., Farida, F., & Umiyati, U. (2024). Metabolit Sekunder pada Kelapa Sawit. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 12(1), 207-215.
- Ascensão, L., Marques, N., & Pais, M. S. (1999). Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: Morphology, distribution, and histochemistry. *Annals of Botany*, 84(4), 437–447.
- Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Lembang, S. A. R. (2020). Uji ekstrak daun maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16.
- Balgooy, M. V. (1998). *Malesian seed plants*. Volume 2: portraits of tree families.
- Bertolino, L. T., Caine, R. S., & Gray, J. E. (2019). Impact of stomatal density and morphology on water-use efficiency in a changing world. *Frontiers in plant science*, 10, 225.
- Brown, D. (2023). Biochemistry of lipid and carbohydrate biosynthesis. *Journal of Biochemistry*, 6 (2).
- Buckley, T. N., & Mott, K. A. (2013). Modelling stomatal conductance in response to environmental factors. *Plant, cell & environment*, 36(9), 1691-1699.
- Caine, R. S., Yin, X., Sloan, J., Harrison, E. L., Mohammed, U., Fulton, T., & Gray, J. E. (2019). Rice with reduced stomatal density conserves water and has improved drought tolerance under future climate conditions. *New Phytologist*, 221(1), 371-384.
- Dasor, C., A. Y., Sanam, M. U., & Ndaong, N. A. (2021). Uji Potensi Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kayu Metang (*Lunasia amara* Blanco) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kajian Veteriner*, 9(3).
- Carpenter, K. J. (2005). Stomatal architecture and evolution in basal angiosperms. *American Journal of Botany*, 92(10), 1595–1615.
- Chen, Z. H., Hills, A., Bätz, U., Amtmann, A., Lew, V. L., & Blatt, M. R. (2012). Systems dynamic modeling of the stomatal guard cell predicts emergent behaviors in transport, signaling, and volume control. *Plant physiology*, 159(3), 1235-1251.
- Clark, J. (2007). Kromatografi Gas Cair (online), <https://chem.libretexts.org>, diakses pada 6 juli 2025.

- Chowdhury, M. R., Ahamed, M. S., Mas-Ud, M. A., Islam, H., Fatamatuzzohora, M., Hossain, M. F., & Matin, M. N. (2021). Stomatal development and genetic expression in *Arabidopsis thaliana* L. *Heliyon*, 7(8).
- Darmapatni, K. A. G., Basori, A., & Suaniti, N. M. (2016). Pengembangan metode GC-MS untuk penetapan kadar acetaminophen pada spesimen rambut manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 255-269.
- Dewi, L., Dhia, A. N. B., Afifah, A., Susetya, F. R., Miftahulhasanah, L., Sharen, N., & Choerunisa, S. (2021). Dampak lingkungan dan sosial terhadap minat wisatawan di Kebun Raya Bogor. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 977-986.
- Dong, S., Wang, Y., Bian, J., Chen, H., Dong, J., Zhu, J. & Zhao, R. (2024). The effect of omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) prescription preparations on the prevention of clinical cardiovascular disease: a meta-analysis of RCTs. *Nutrition Journal*, 23(1), 157.
- Duan, J., Song, Y., Zhang, X., & Wang, C. (2021). Effect of ω -3 polyunsaturated fatty acids-derived bioactive lipids on metabolic disorders. *Frontiers in physiology*, 12, 646491.
- Ergina, E., Nuryanti, S., & Pursitasari, I. D. (2014). Uji kualitatif senyawa metabolit sekunder pada daun palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3), 165-172.
- Essiett, U. A., Illoh, H. C., & Udoh, U. E. (2012). Leaf epidermal studies of three species of *Euphorbia* in Akwa Ibom State.
- Facchini, P. J. (2001). Alkaloid biosynthesis in plants: Biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications. *Annual Review of Plant Biology*, 52, 29–66.
- Faluti, A., Mardawati, V., & Fatmawilda. (2022). Pemanfaatan Asam Nitrat Sebagai Larutan Pelunak Organ Tumbuhan pada Metode Parafin. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(3), 98-104.
- Fatonah, S., Asih, D., Mulyanti, D., & Iriani, D. (2013). Penentuan waktu pembukaan stomata pada gulma *Melastoma malabathricum* L. di perkebunan Gambir Kampar, Riau. *Biospecies*, 6(2).
- Fessenden, R. J., & Fessende, J. S. (1982). *Kimia Organik* (diterjemahkan oleh Pudjaatmaka AH), edisi 3, penerbit Erlangga.
- Fraser, C. M., & Chapple, C. (2011). The phenylpropanoid pathway in *Arabidopsis*. *The Arabidopsis Book*, 9, e0152.
- Gershenzon, J., & Dudareva, N. (2007). The function of terpene natural products in the natural world. *Nature Chemical Biology*, 3(7), 408–414.

- Ghozali, T., Efendi, S., & Buchori, H. A. (2013). Senyawa fitokimia pada cookies jengkol (*Pithecolobium jiringa*). *Jurnal Agroteknologi*, 7(02), 120-128.
- Gouvinhas, I., Domínguez-Perles, R., Gironés-Vilaplana, A., Carvalho, T., Machado, N., & Barros, A. (2017). Kinetics of the Polyphenolic Content and Radical Scavenging Capacity in Olives through On-Tree Ripening. *Journal of Chemistry*, 2017(1), 5197613.
- Güvenç, A., Hurkul, M. M., & Erdem, A. (2011). The leaf anatomy of naturally distributed *Juniperus* L.(Cupressaceae) species in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35(3), 251-260.
- Handayani, T. (2020). Kebun Raya Bogor sebagai Laboratorium Alam Sumber Penelitian dan Pembelajaran Biologi Tumbuhan. *Inovasi Penelitian Biologi dan Pembelajarannya di Era Merdeka Belajar*, 105-113.
- Hariri, M. R., Peniwidiyanti, P., Irsyam, A. S. D., & Astuti, R. S. (2021). Keanekaragaman, status konservasi, dan potensi suku Fabaceae koleksi Kebun Raya Bogor. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(2), 1-10.
- Harwood, J. L. (1996). Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism*, 1301(1-2), 7-56.
- Haryanti, S. (2010). Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tanaman dikotil dan monokotil. *Anatomi Fisiologi*, 18(2), 21-28.
- Hasan, H., Akuba, J., & Wilkinson, B. N. (2021). Efek Afrodisiaka Ekstrak Kulit Batang Sanrego (*Lunasia amara* Blanco) Terhadap Mencit Jantan (*Mus musculus*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 1(3), 152-157.
- Hasnaeni, H., & Aminah, A. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan dan Profil Fitokimia Ekstrak Kayu Beta-beta (*Lunasia amara* Blanco.). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*, 5(1), 101-107.
- Hasnaeni., & Emelda, A. (2020). Sitotoksitas Ekstrak Kayu Beta-Beta (*Lunasia amara*) pada Sel Kanker Payudara T47D. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(3), 193-197.
- Hasnaeni, H., Sudarsono., Nurrochmad, A., & Widyarini, S. (2016). Kajian Efek Anti Radang Kayu Beta-beta (*Lunasia amara* Blanco.). *Pharmacon*, 5(2), 17-21.
- Hasnaeni, H., Sudarsono, S., Nurrochmad, A., & Widyarini, S. (2017). Identifikasi bahan aktif anti inflamasi kayu betabeta (*Lunasia amara* Blanco) dari

- Siawung Barru-Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Penelitian Farmasi Tropis*, 16 (1), 161-164.
- Hasnaeni, H., & Wisdawati, W. (2019). Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Rendemen dan Kadar Fenolik Ekstrak Tanaman Kayu Beta-Beta (*Lunasia amara* Blanco). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 5(2), 175-182.
- Howat, W. J., & Wilson, B. A. (2014). Tissue fixation and the effect of molecular fixatives on downstream staining procedures. *Methods*, 70(1), 12-19.
- Indriani, S., Isdaryanti, M. A., Poleuleng, A. B., Syahra, N. J., & Prastiyo, Y. B. (2023). Analisis GC-MS (*Gas Chromatography-MassSpectrometry*) Terhadap Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jaq.). *J. Agropiantae*, 12 (2), 147-155.
- Irsyam, A. S. D. (2015). Kajian floristik suku *Rutaceae* di kawasan Madura (*Doctoral dissertation*, Bogor Agricultral University (IPB)).
- Isah, T. (2019). Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biological Research*, 52(1), 39.
- Iqbal, A. Z., Wu, S. K., Zailani, H., Chiu, W. C., Liu, W. C., Su, K. P., & Lee, S. D. (2023). Effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids intake on vasomotor symptoms, sleep quality and depression in postmenopausal women: a systematic review. *Nutrients*, 15(19), 4231.
- Jainuddin, A., Paserangi, H., & Marwah, M. (2023). Karakteristik Kayu Sanrego (*Lunasiaamara* Blanco) Sebagai Salah Satu Potensi Indikasi Geografis Di Kabupaten Bone. *Unes Law Review*, 6(1), 1279-1293.
- Jerab, D., Blangero, F., da Costa, P. C. T., de Brito Alves, J. L., Kefi, R., Jamoussi, H., Morio, B., & Eljaafari, A. (2025). Beneficial effects of omega-3 fatty acids on obesity and related metabolic and chronic inflammatory diseases. *Nutrients*, 17(7), 1253.
- Kant, G., Pandey, A., Hasan, A., Bux, F., Kumari, S., & Srivastava, S. (2024). Cell factories for methylerythritol phosphate pathway mediated terpenoid biosynthesis: An application of modern engineering towards sustainability. *Process Biochemistry*, 139, 146-164.
- Keita, K., Darkoh, C., & Okafor, F. (2022). Secondary plant metabolites as potent drug candidates against antimicrobial-resistant pathogens. *SN Applied Sciences*, 4(8), 209.
- Khafid, A., Wiraputra, M. D., Putra, A. C., Khoirunnisa, N., Putri, A. A. K., Suedy, S. W. A., & Nurchayati, Y. (2023). Uji Kualitatif Metabolit Sekunder pada Beberapa Tanaman yang Berkhasiat sebagai Obat Tradisional. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 8(1), 61-70.

- Kishimoto, S., Sato, M., Tsunematsu, Y., & Watanabe, K. (2016). Evaluation of biosynthetic pathway and engineered biosynthesis of alkaloids. *Molecules*, 21(8), 1078.
- Klejšchová, M., Hills, A., & Blatt, M. R. (2020). Predicting the unexpected in stomatal gas exchange: not just an open-and-shut case. *Biochemical Society Transactions*, 48(3), 881-889.
- Kubitzki K, Kallunki JA, Duretto M, Wilson PG. 2011. *Rutaceae*. Di dalam: Kubitzki K, editor. The Families and Genera of Vascular Plants. Volume ke 10. New York (US): Springer.
- Kufa, T. K., & Burkhardt, J. (2011). Stomatal characteristics in Arabica coffee germplasm accessions under contrasting environments at Jimma, Southwestern Ethiopia. *International Journal of Botany*, 7: 63-72.
- Larassati, A., Marmaini, M., & Kartika, T. (2019). Inventarisasi Tumbuhan Berkhasiat Obat di Sekitar Pekarangan di Kelurahan Sentosa. *Indobiosains*, 76-87.
- Lestari, E. G. (2006). Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Biodiversitas*, 7(1), 44-48.
- Li, Z., et al. (2022). Leaf Epidermal Traits of Selected Euphorbiaceae and Phyllanthaceae Taxa of Hainan Island and Their Taxonomic Relevance. *Diversity*, 14(10), 881.
- Lopez, F. B., & Barclay, G. F. (2017). Plant Anatomy and Physiology. In Pharmacognosy: Fundamentals, and Strategy. *Elsevier Inc.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00004-4> Applications.
- Lvovs, D., Favorova, O. O., & Favorov, A. V. (2012). A polygenic approach to the study of polygenic diseases. *Acta Naturae (англоязычная версия)*, 4(3 (14)), 59-71.
- Macabeo, A. P., & Aguinaldo, A. (2008). Chemical and phytomedicinal investigations in *Lunasia amara*. *Pharmacognosy Reviews*, 2(4), 317.
- Mamiri, S. A. (2008). Persepsi dan preferensi pengunjung terhadap fungsi dan lokasi obyek-obyek rekreasi di Kebun Raya Bogor.
- Marom, Z., Shtein, I., & Bar-On, B. (2017). Stomatal opening: the role of cell wall mechanical anisotropy and its analytical relations to the bio composite characteristics. *Frontiers in plant science*, 8, 20-61.
- Mbagwu, F. N., Nwachukwu, C. U., & Ubochi, B. C. (2007). Leaf epidermal characteristics of four species of the genus *Citrus* (*Rutaceae*). *Agric Jour.* 2(6): 713-716.

- Metcalf, C. R., & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol.2. Oxford: Clarendon Press.
- Moraes, T. M. D. S., Barros, C. F., Neto, S. J. D. S., Gomes, V. M., & Da Cunha, M. (2009). Leaf blade anatomy and ultrastructure of six Simira species (*Rubiaceae*) from the Atlantic Rain Forest, Brazil. *Biocell*, 33(3), 155-165.
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Muntoreanu, T. G., da Silva Cruz, R., & Melo-de-Pinna, G. F. (2011). Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical *Rutaceae*: *Pilocarpus* Vahl and related genera. *Plant systematics and evolution*, 296(1), 87-99.
- Navale, G. R., Dharne, M. S., & Shinde, S. S. (2021). Metabolic engineering and synthetic biology for isoprenoid production in *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(2), 457-475.
- Norouziasl, R., Zeraattalab-Motlagh, S., Jayedi, A., & Shab-Bidar, S. (2024). Efficacy and safety of n-3 fatty acids supplementation on depression: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 131(4), 658-671.
- Panteris, E., & Pappas, D. (2021). Sinuous ordinary epidermal cells: behind several patterns of waviness, a common morphogenetic mechanism. *Annals of Botany*, 128(3), 417-427.
- Paul, V., Sharma, L., Pandey, R., & Meena, R. C. (2017). Measurements of stomatal density and stomatal index on leaf/plant surfaces. Manual of ICAR Sponsored Training Programme for Technical Staff of ICAR Institutes on-Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants, 27, 1-7.
- Payne, W. W. (1978). A glossary of plant hair terminology. *Brittonia*, 30 (2), 239-255.
- Perwati, L. K. (2009). Analisis derajat ploidi dan pengaruhnya terhadap variasi ukuran stomata dan spora pada *Adiantum raddianum*. *Bioma*, 11(2), 39-44.
- Presiden, P. (2011). Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya. *Presiden Republik Indonesia*. [Indonesian].
- Purba, P. A., Batubara, L. Z. P., Marbun, D. A., Putri, N. D. Y., & Sinaga, R. (2024). Benteng Marlborough dan Kebun Raya Bogor Sebagai Warisan Peninggalan Inggris di Indonesia. *AR-RUMMAN: Journal of Education and Learning Evaluation*, 1(2), 282-285.

- Putriani, A., Prayogo, H., & Wulandari, R. S. (2019). Karakteristik stomata pada pohon di ruang terbuka hijau universitas Tanjungpura kota Pontianak. *Jurnal hutan lestari*, 7(2).
- Putri, M. D., & Tawali, A. B. (2024). Bioactive Compounds of Sanrego (*Lunasia amara* Blanco.) Extracted Using Different Methods: A Review. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 96, p. 01012). EDP Sciences.
- Qu, A., Wu, Q., Su, J., Li, C., Yang, L., Wang, Z., Wang, Q. (2022). A review on the composition and biosynthesis of alkaloids and on the taxonomy, domestication, and cultivation of medicinal *Fritillaria* species. *Agronomy*, 12(8), 1844.
- Rachmadiyanto, A. N., Hariri, M. R., Primananda, E., Suhatman, A., & Kuswara, U. (2021). Penilaian kesehatan 12 pohon ikonis dan bernilai sejarah di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya*, 24(3), 104-116.
- Rachmadiyanto, A. N., Wanda, I. F., Rinandio, D. S., & Magandhi, M. (2020). Evaluasi kesuburan tanah pada berbagai tutupan lahan di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya*, 23(2), 114-125.
- Rajput, A., Sharma, R., & Bharti, R. (2022). Pharmacological activities and toxicities of alkaloids on human health. *Materials Today: Proceedings*, 48(Part 5), 1407–1415.
- Rezeki, S., Sarjani, T. M., Maharani, H., Sihombing, S. M., Tarigan, Br. E., Nasution, I., Simatupang, S. P. S., & Antika, M. (2023). Identifikasi Salah Satu Bentuk Sel Epidermis Pada Beberapa Daun Sub Kelas Asteridae. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 10(1), 7-13.
- Ridwan, H. (2022). Identifikasi Tipe Stomata Pada Bebarapa Jenis Tumbuhan Dikotil Dan Monokotil: Identifikasi Tipe Stomata Pada Bebarapa Jenis Tumbuhan Dikotil Dan Monokotil. *Jurnal Sains dan Pendidikan Biologi*, 1(1), 1-6.
- Robika, R., Anggraeni., Irwanto, R. (2023). Pelatihan pembuatan preparat biologi sebagai sarana peningkatan media pembelajaran bagi guru-guru biologi di Kabupaten Bangka. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(11), 6805-6812.
- Rohmawati, S., As'ari, H., & Pramono, Y. B. (2022). Identifikasi Bentuk dan Ukuran Sel Epidermis pada Beberapa Daun Tanaman Darat dan Air. *Prosiding: Konferensi Nasional Matematika dan IPA Universitas PGRI Banyuwangi*, 2(1), 343-346.
- Rosanti, D., Kartika, T., & Jannah, M. (2023). Struktur Stomata Pada Familia *Poaceae* Di Desa Kota Bumi Kecamatan Tanjung Lubuk Kabupaten OKI. *Indobiosains*, 25-32.

- Saputra, A., Laut, M. M., & Ndaong, N. A. (2024). Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Batang *Lunasia amara*. *JURNAL KAJIAN VETERINER*, 12(1), 113-121.
- Saragih, D. E., & Arsita, E. V. (2019). Kandungan fitokimia *Zanthoxylumacanthopodium* dan potensinya sebagai tanaman obat di wilayah Toba Samosir dan Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* (Vol. 5, No. 1, pp. 71-76).
- Sarian, M. N., Ahmed, Q. U., Mat, S. Z., Alhassan, A. M., Murugesu, S., Perumal, V., Syed, M. S. N. A., Khatib, A., Latip, J. (2017). Antioxidant and Antidiabetic Effects of Flavonoids: A Structure-Activity Relationship Based Study. *BiomedRes Int*, 1-14.
- Sarno. (2019). Pemanfaatan Tanaman Obat (Biofarmaka) sebagai Produk Unggulan Masyarakat Desa Depok Banjarnegara. *Abdimas Unwahas*. 4(2).
- Schramm, S., Köhler, N., & Rozhon, W. (2019). Pyrrolizidine alkaloids: Biosynthesis, biological activities and occurrence in crop plants. *Molecules*, 24(3), 498.
- Siregar, R. S., Tanjung, A. F., Siregar, A. F., Salsabila, S., Bangun, I. H., & Mulya, M. O. (2020). Studi literatur tentang pemanfaatan tanaman obat tradisional. *In Scenario (Seminar of social sciences engineering and humaniora)* (pp. 385-391).
- Siti, M. Y. G., Missa, H., Ndukang, S., & Djalo, A. (2025). Pengembangan E-Atlas Struktur Sel Epidermis Dan Stomata Daun *Lantana camara* L. Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Media Informatika*, 6(2), 1321-1331.
- Sudrajad, H., Suharto, D., & Wijaya, N. R. (2016). Inisiasi Kalus Sanrego (*Lunasia amara* Blanco.) dalam Kultur Jaringan. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 13, No. 1, pp. 619-623).
- Sukcharoen D, Srinual A, Kesonbua W. 2014. Leaf epidermal anatomy of some species of the family *Rutaceae* from Thailand. *Thai J Bot*. 6 (1): 11-26.
- Suprianto, A. (2014). Perbandingan Efek Fiksasi Formalin Metode Intravital Dengan Metode Konvensional Pada Kualitas Gambaran Histologis Hepar Tikus (*Doctoral dissertation*, Tanjungpura University).
- Sutrisna, D. (2020). Kebun Raya Bogor Dan Fasilitasnya, Sejarah Dan Fungsi Di Masa Lalu Dan Kini. *JURNAL PANALUNGTIK*, 3(2), 129-141.
- Stace, C. A. (1965). Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. *Brit Mus (Nat Hist Bull) Bot*. 4: 3-78.

- Syam, S., & Sohriati, E. (2022). Analisis Kesulitan Gaya Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Cokroaminoto Papolo pada Matakuliah Anatomi Tumbuhan. *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), 210-214.
- Tihurua, E. F., Astuti, I. P., & Rugayah, R. (2012). Anatomi Helaian Daun *Murraya* Spp. (*Rutaceae*) Di Jawa [the Anatomical of *Murraya* Spp. (*Rutaceae*) Leaflet in Java]. *Berita Biologi*, 11(3), 59064.
- Toscano, S., Trivellini, A., Cocetta, G., Bulgari, R., Francini, A., Romano, D., & Ferrante, A. (2019). Effect of reharvest abiotic stresses on the accumulation of bioactive compounds in horticultural produce. *Frontiers in plant science*, 10, 1212.
- Totaan, ID, Calma, ZD, Nicdao, MA, & Totaan, EV (2018). Aktivitas antioksidan, antibakteri, dan anti-klastogenik ekstrak daun *Lunasia amara* Blanco. *Int J Adv Sci Tech Res*, 1 (8), 111-123.
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant*, 3(1), 2–20.
- Wahyulianingsih, W., Handayani, S., & Malik, A. (2016). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(2), 188-193.
- Wang, M., Zhang, Z., Liu, X., Liu, Z., & Liu, R. (2025). Biosynthesis of edible terpenoids: hosts and applications. *Foods*, 14(4), 673.
- Werker, E. (2000). Trichome diversity and development. In M. Hallahan & J. Gray (Eds.), *Advances in botanical research* (Vol. 31, pp. 1–35). Academic Press.
- Widaryanto, Eko & Nur Azizah. (2018). *Prespektif tanaman obat berkhasiat: Peluang, budidaya, pengolahan hasil dan pemanfaatan*. Malang : UB Press
- Widyatmoko, D. (2019). Strategi dan inovasi konservasi tumbuhan Indonesia untuk pemanfaatan secara berkelanjutan. In *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)* (pp. 1-22).
- Wink, M. (2015). Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*, 2(3), 251–286.
- Wilkinson, H. P. (1979). The plant surface (mainly leaf). *Anatomy of the Dicotyledons*, 1, 97-165.
- Wulandari, G. A., Yamlean, P. V. Y., & Abdullah, S. S. (2023). Pengaruh Gliserin Terhadap Stabilitas Fisik Gel Ekstrak Etanol Sari Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3), 2383-2391.
- Yamada, Y., & Sato, F. (2021). Transcription factors in alkaloid engineering. *Biomolecules*, 11, 1719.

- Yang, L., Wen, K. S., Ruan, X., Zhao, Y. X., Wei, F., & Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4), 762.
- Yang, W., Chen, X., Li, Y., Guo, S., Wang, Z., & Yu, X. (2020). Advances in pharmacological activities of terpenoids. *Natural Product Communications*, 15(3), 1934578X20903555.
- Yang, Y., Zhao, Y., Zheng, W., Zhao, Y., Zhao, S., Wang, Q., Bai, L., Zhang, T., Huang, S., Song, C., Yuan, M., Guo, Y. (2022). Phosphatidylinositol 3 phosphate regulates SCAB1-mediated F-actin reorganization during stomatal closure in Arabidopsis. *The Plant Cell*, 34(1): 477–494.
- Yomilena, J. R., Yusuf, M., & Rantisari, A.M.D. (2023). Uji Aktivasi Antibakteri Fraksinasi Kombinasi Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) dan Tapat Dara (*Catharantus roseus*) Terhadap *Streptococcus mutans*. *Inhealth:Indonesia health Journal*, 2(1), 44-55.
- Zhang, Y., et al. (2025). Mechanics of plant epidermal cell wall: effect of anisotropic alignment of cellulose microfibrils in the junction region. *Cellulose*, 32, 4183–4198.
- Ziegler, J., & Facchini, P. J. (2008). Alkaloid biosynthesis: Metabolism and trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 735–769.
- Zubair, M. S., Anam, S., & Lallo, S. (2016). Cytotoxic activity and phytochemical standardization of *Lunasia amara* Blanco wood extract. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(11), 962-96.