

VARIASI TIPE STOMATA PADA FAMILI ZINGIBERACEAE DI KEDIRI

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan (S.Pd.) pada Prodi Pendidikan Biologi



OLEH:

RAHEVA MIFTAKHUL JANAH

NPM: 2215020005

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN DAN SAINS
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi oleh:

RAHEVA MIFTAKHUL JANAH

2215020005

Judul:

VARIASI TIPE STOMATA PADA FAMILI ZINGIBERACEAE DI KEDIRI

Telah disetujui untuk diajukan Kepada
Panitia Ujian/Sidang Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi
FIKS UN PGRI Kediri

Tanggal: 2 Juli 2026

Pembimbing I


Dr. SULISTIONO, M.Si.,
NIDN. 0007076801

Pembimbing II


IDA RAHMAWATI, S.Pd, M.Sc
NIDN. 0729108201

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh :

RAHEVA MIFTAKHUL JANAH

NPM : 2215020005

Judul

VARIASI TIPE STOMATA PADA FAMILI ZINGIBERACEAE DI KEDIRI

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi

Program Studi Sistem Informasi FIKS UN PGRI Kediri

Tanggal: 13 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. Ketua Penguji : Dr. Sulistiono, M.Si

[.....]

2. Penguji 1 : Tutut Indah Sulistiyowati, M.Si

[.....]

3. Penguji 2 : Ida Rahmawati, S.Pd, M.Sc

[.....]

Mengesahkan
Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Dan Sains



Dr. Nur Anwar Muharram, M.Or.

NIDN. 0703098802

MOTTO

"Jangan pernah berhenti bermimpi hanya karena perjalanan terasa sulit. Teruslah melangkah dengan hati yang penuh harapan, jadikan setiap tantangan sebagai kesempatan untuk berkembang, dan yakini bahwa kerja keras, doa, serta ketekunan akan membawa kita pada masa depan yang lebih baik daripada yang pernah kita bayangkan."

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta nikmat kesehatan yang telah dianugerahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan bagi seluruh umat.

Dengan rasa syukur, bangga, dan bahagia, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada orang-orang yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, serta menjadi bagian yang sangat berarti dalam setiap perjalanan hidup penulis, yaitu:

1. Almarhum Ayah dan Ibu tercinta, terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, serta segala pengorbanan yang telah diberikan. Terima kasih telah menjadi kekuatan dan penyemangat penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga karya sederhana ini dapat menjadi bentuk rasa syukur dan terima kasih penulis.
2. Adik-adik tersayang, terima kasih atas doa, perhatian, dan semangat yang selalu diberikan. Dukunganmu menjadi motivasi bagi penulis untuk terus berjuang hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Keluarga besar, terima kasih atas doa, dukungan, dan motivasi yang selalu diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kebanggaan bagi keluarga.
4. Teman-teman sekelas, terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan semangat selama masa perkuliahan. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan penulis hingga mencapai tahap ini.
5. Untuk diri sendiri, terima kasih karena telah bertahan, terus berusaha, dan tidak menyerah dalam setiap proses. Semoga pencapaian ini menjadi awal untuk meraih impian yang lebih besar.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Raheva Miftakhul Janah
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/tgl. lahir : Kediri, 13 September 2003
NPM : 2215020005
Fak/Prodi. : FIKS/ S1-Pendidikan Biologi

menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 13 Juli 2026

Yang Menyatakan



RAHEVA MIFTAKHUL JANAH

NPM: 2215020005

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd., selaku Kepala Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi.
3. Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan dalam penyusunan skripsi.
4. Tutut Indah Sulistiyowati, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran
5. Tri Agus Sujiono, S.Pd., selaku guru Biologi SMA Negeri 1 Plosoklaten yang telah membantu dan membimbing selama pelaksanaan penelitian.
6. Orang tua, keluarga, serta saudara yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
7. Teman-teman Program Studi Pendidikan Biologi serta semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan bagi pembaca, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang biologi.

Kediri, 13 Juli 2026


RAHEVA MIFTAKHUL J.
NPM. 2215020005

RINGKASAN

Raheva Miftakhul Janah Variasi Tipe Stomata Pada Famili Zingiberaceae Di Kediri, Skripsi, Pendidikan Biologi, FIKS Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026.

Kata kunci : Zingiberaceae, tipe stomata, anatomi daun, identifikasi spesies.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variasi tipe stomata pada spesies famili Zingiberaceae yang ditemukan di wilayah Kediri serta mengkaji potensi tipe stomata sebagai karakter pembeda antarspesies. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik *snowball sampling* dalam pengambilan sampel. Sebanyak 12 spesies Zingiberaceae dikoleksi dari lima wilayah di Kediri. Pengamatan dilakukan pada permukaan bawah daun (abaksial) menggunakan metode *impression technique* (teknik cetakan epidermis). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua tipe stomata pada famili Zingiberaceae di Kediri, yaitu diasitik dan parasitik. Tipe diasitik merupakan tipe yang paling dominan karena ditemukan pada tujuh spesies, sedangkan tipe parasitik ditemukan pada lima spesies. Variasi tersebut menunjukkan bahwa meskipun seluruh spesies berasal dari famili yang sama, setiap spesies memiliki karakter anatomi daun yang berbeda. Hasil pengamatan juga membuktikan bahwa tipe stomata dapat digunakan sebagai salah satu karakter pembeda antarspesies, terutama pada spesies yang memiliki kemiripan morfologi luar, seperti bentuk daun, tepi daun, ujung daun, dan pola pertulangan daun. Namun, tipe stomata belum dapat membedakan seluruh spesies secara mutlak karena beberapa spesies masih memiliki tipe stomata yang sama. Oleh karena itu, penggunaan tipe stomata sebagai karakter diagnostik sebaiknya dipadukan dengan karakter morfologi dan karakter anatomi lainnya agar proses identifikasi dan klasifikasi spesies menjadi lebih akurat. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya data anatomi Zingiberaceae di Indonesia serta dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Famili Zingiberaceae	6
B. Kerangka Berpikir	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Desain Penelitian Deskriptif.....	18
B. Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian	19
1. Tempat Penelitian	19
2. Waktu Penelitian.....	19
C. Alat, Bahan dan atau Instrumen Penelitian	19
1. Alat Penelitian.....	19
2. Bahan Penelitian	20
D. Prosedur Penelitian	20
1. Tahap Pencarian dan Identifikasi Sampel Lapangan.....	20
2. Tahap Preparasi Sampel Menggunakan <i>Impression Technique</i> (Cetakan Epidermis)	21

3. Tahap Pengamatan Mikroskopis dan Dokumentasi	21
E. Teknik Analisis Data	22
1. Identifikasi dan tipe pada stomata	22
2. Pengolahan data	23
3. Analisis hasil dari penelitian	23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
A. Tipe Stomata Zingiberaceae	25
B. Kerapatan Dan Indeks Stomata Zingiberaceae	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesies Zingiberceae yang ada di Kediri	25
Tabel 4. 2 Kerapatan dan Indeks Stomata Zingiberaceae	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Stomata.....	8
Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir.....	17
Gambar 3. 1 Alur Impression Technique	21
Gambar 4. 1 Tipe Stomata diasitik.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....	40
Lampiran 2 Pengamatan Stomata	41
Lampiran 3 Kartu Bimbingan	42
Lampiran 4 Keterangan Bebas Similarity.....	43
Lampiran 5 Bukti Submit Artikel.....	44
Lampiran 6 Surat Undangan Validasi FGD	45
Lampiran 7 Lembar Validasi FGD.....	49
Lampiran 8 Dokumentasi FGD.....	55
Lampiran 9 Poster	56

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Famili Zingiberaceae atau suku jahe-jahean termasuk kelompok tumbuhan yang memiliki tingkat keragaman hayati tinggi serta persebaran yang sangat luas. Keberadaan tumbuhan dari famili Zingiberaceae ini hampir dapat dijumpai di seluruh pelosok wilayah Indonesia, termasuk di daerah Kediri, Jawa Timur. Berdasarkan hasil studi dan laporan ilmiah terdahulu yang dilakukan oleh Hamidi *et al.*, (2022) serta Azima *et al.*, (2024) populasi tumbuhan dari famili Zingiberaceae ini menunjukkan adaptasi ekologis yang sangat baik, tumbuhan famili ini banyak ditemukan tumbuh subur pada area pekarangan rumah warga, kawasan kebun rakyat, hingga wilayah lahan pertanian produktif.

Eksistensi dan kelimpahan famili Zingiberaceae di Indonesia tidak terlepas dari faktor kondisi lingkungan geografisnya yang mendukung, serta didorong oleh faktor eksternal berupa kebiasaan masyarakat setempat yang masih mempertahankan tradisi pemanfaatan tanaman obat keluarga secara turun-temurun (Lastiur Marbun *et al.*, 2024). Berdasarkan penelitian melalui studi etnobotani yang dilakukan oleh Huda *et al.*, (2022) di wilayah Kabupaten Kediri, terbukti bahwa masyarakat lokal masih memiliki ketergantungan yang cukup tinggi terhadap tumbuhan suku Zingiberaceae ini untuk mengatasi dan mengobati berbagai macam masalah kesehatan tubuh. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Nurhazizah (2021) beberapa jenis rimpang seperti jahe dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat untuk mengatasi masuk angin, lalu kunyit diandalkan sebagai agen herbal untuk meredakan peradangan atau inflamasi, kencur kerap digunakan sebagai ramuan tradisional penyembuh batuk, serta temulawak yang secara rutin dikonsumsi guna menjaga dan meningkatkan stamina tubuh (Huda *et al.*, 2022.) Di samping nilai fungsionalnya dalam sistem pengobatan tradisional (etnomedisin), berbagai jenis tumbuhan Zingiberaceae tersebut juga memiliki peran lain yang sangat penting, yakni dimanfaatkan secara harian sebagai bumbu penyedap utama dalam masakan nusantara.

Secara umum, famili Zingiberaceae merepresentasikan keragaman karakter yang sangat luas, yang meliputi variasi pada morfologi luar, aroma khas yang dihasilkan oleh minyak atsiri, hingga spesifikasi pada karakteristik habitat tempat tumbuhnya (Sari *et al.*, 2025). Setiap perwakilan spesies dari masing-masing genus tumbuhan Zingiberaceae tersebut memiliki keunikan dan ciri khas tersendiri. Namun demikian, untuk mengenali, membedakan, dan mengklasifikasikan ciri khas tersebut secara valid, peneliti tidak dapat hanya bertumpu pada pengamatan sekilas (Hutasuhut, 2018). Diperlukan sebuah upaya identifikasi yang integratif, yang menghubungkan antara karakter morfologi luar (makroskopi) dengan karakter anatomi internal (mikroskopi) pada tumbuhan Zingiberaceae tersebut. Salah satu karakter anatomi internal yang dinilai sangat penting dan potensial untuk diteliti adalah struktur dari stomata daun. Upaya identifikasi taksonomi modern saat ini tidak boleh lagi hanya mengandalkan bentuk fisik dari rimpang atau visualisasi helai daun semata, mengingat banyaknya kemiripan bentuk luar antarspesies. Oleh karena itu, pelaksanaan identifikasi pada tingkat struktur mikroskopis menjadi sebuah keharusan demi menghasilkan data klasifikasi yang jauh lebih akurat, objektif, dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Stomata secara anatomis didefinisikan sebagai struktur celah kecil atau pori yang terletak pada lapisan epidermis permukaan daun, yang pembentukannya dibatasi secara khusus oleh sepasang sel penutup atau sel penjaga (*guard cells*)(Tambun *et al.*, 2023). Di dalam fisiologi tumbuhan, keberadaan stomata memiliki manfaat yang sangat vital, yakni bertindak sebagai pintu utama tempat terjadinya proses transpirasi air serta pertukaran gas-gas esensial (seperti karbondioksida dan oksigen) antara jaringan dalam tumbuhan dengan lingkungan luar tempat tumbuhnya (Jannah *et al.*, 2022). Pada kelompok famili Zingiberaceae, organ mikroskopis stomata ini mampu mengekspresikan perbedaan variasi bentuk, pola, dan konfigurasi yang cukup spesifik. Variasi tersebut meliputi perbedaan ukuran dimensi stomata, tingkat kerapatan stomata per satuan luas daun, serta variasi pada pola susunan sel-sel penutup dan sel tetangga yang mengelilinginya, di mana karakter-karakter tersebut sering kali menunjukkan perbedaan yang mencolok antar-genus (Zahara *et al.*, 2020).

Dalam konteks penelitian ini, pengamatan variasi tipe stomata secara terfokus ditekankan pada permukaan bawah daun (*abaxial*). Landasan ilmiah pemilihan fokus ini didasarkan pada karakteristik biologis tumbuhan monokotil, khususnya suku jahe-jahean (*Zingiberaceae*), yang mayoritas memiliki tipe daun hipostomatik. Kondisi hipostomatik merupakan sebuah fenomena di mana stomata berkembang jauh lebih optimal, fungsional, dan memiliki densitas yang jauh lebih tinggi pada epidermis permukaan bawah daun sebagai bentuk adaptasi efisiensi untuk menekan laju transpirasi air yang berlebihan (Noraini Talip *et al.*, 2025).

Tipe dan susunan sel tetangga pada permukaan bawah daun ini diketahui merupakan suatu karakter anatomi yang bersifat relatif stabil, konstan, tidak mudah dipengaruhi secara drastis oleh perubahan lingkungan jangka pendek, serta mampu memperjelas batasan taksonomi yang kabur pada tingkat famili *Zingiberaceae* (Zahara *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pemahaman mengenai variasi tipe stomata ini akan memberikan kontribusi teoritis yang bernilai tinggi dalam ranah penelitian taksonomi tumbuhan, anatomi komparatif, hingga bagi kepentingan strategi upaya konservasi (Prastika *et al.*, 2023). Tingkat keragaman morfologi yang sangat luas di antara tumbuhan suku jahe-jahean sering kali memicu hambatan tersendiri dalam menetapkan batasan taksonomi yang jelas dan tegas. Faktanya, di alam bebas banyak ditemukan spesies tumbuhan *Zingiberaceae* yang memiliki kemiripan ciri luar (morfologi) yang sangat ekstrem, contohnya ditunjukkan oleh kesamaan bentuk helai daun yang melebar serta struktur batang semu yang hampir serupa antar-genus (Yusoff *et al.*, 2025). Konsekuensinya, parameter karakter morfologi luar tersebut dinilai tidak lagi mencukupi untuk dijadikan sebagai satu-satunya penanda (marker) yang sah untuk membedakan identitas spesies tumbuhan *Zingiberaceae* yang berkerabat dekat.

Mengatasi masalah taksonomi ini, hasil penelitian ilmiah yang dipublikasikan oleh Zhao *et al.*, (2022) membuktikan secara nyata bahwa stomata dapat dijadikan sebagai salah satu fitur penanda mikromorfologi yang sangat penting dan reliabel dalam mengelompokkan karakteristik unik antarspesies tumbuhan *Zingiberaceae*. Meskipun struktur stomata memiliki nilai aplikasi taksonomi yang sangat tinggi, realitas di lapangan menunjukkan bahwa ketersediaan basis data mengenai karakteristik mikroskopis permukaan daun pada

famili Zingiberaceae masih sangat terbatas, khususnya data yang merepresentasikan spesies lokal yang tumbuh di wilayah Kediri. Keterbatasan data ini berdampak langsung pada minimnya informasi ilmiah dan dokumentasi yang valid mengenai variasi anatomi tersebut (Afrianto, 2025).

Sebagai solusi strategis dalam mengatasi minimnya data (database) yang ada saat ini, maka pelaksanaan penelitian secara komprehensif dan sistematis mutlak diperlukan. Langkah tersebut harus diinisiasi mulai dari kegiatan eksplorasi dan pengumpulan sampel daun dari berbagai titik lokasi geografis, dilanjutkan dengan pembuatan preparat cetakan permukaan bawah epidermis menggunakan metodologi cetakan (*impression technique*) yang valid, hingga melakukan perekaman serta pencatatan karakter mikroskopis secara terperinci (Syarifuddin *et al.*, 2021). Serangkaian tahapan ilmiah ini mendesak untuk dilaksanakan agar variasi tipe stomata pada tumbuhan famili Zingiberaceae di wilayah Kediri dapat terdokumentasi dengan baik, terstruktur, dan dapat diakses sebagai referensi ilmiah di masa mendatang.

Di sisi lain, urgensi untuk mengidentifikasi variasi pada tipe stomata *abaxial* Zingiberaceae ini tidak hanya membawa dampak positif yang praktis pada bidang botani murni semata, melainkan juga berpotensi besar untuk ditransformasikan dan dimanfaatkan dalam ranah dunia pendidikan (Rahmila *et al.*, 2022). Data yang didapat dan visualisasi asli yang diperoleh dari hasil identifikasi variasi stomata pada famili Zingiberaceae ini sangat prospektif untuk diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran biologi di sekolah. Guna menjembatani antara hasil riset ilmiah (sains murni) dengan kebutuhan model ajar di kelas, maka luaran dari data identifikasi mikroskopis ini dapat dikembangkan sebagai sumber belajar yang inovatif dan aplikatif, salah satunya yaitu dikembangkan menjadi media pembelajaran berupa poster (Noviani *et al.*, 2025). Secara garis besar, penelitian yang berfokus pada variasi tipe-tipe stomata permukaan bawah daun pada famili Zingiberaceae ini memiliki tingkat urgensi yang sangat tinggi, terutama untuk mengisi kesenjangan informasi (information gap) dan mengatasi kelangkaan data karakteristik mikroskopis Zingiberaceae, khususnya yang tumbuh di wilayah Kediri.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana variasi tipe stomata pada famili Zingiberaceae yang ditemukan di Kediri?
2. Bagaimana kerapatan stomata dan indeks stomata pada famili Zingiberaceae yang ditemukan di Kediri?
3. Apakah hasil penelitian variasi stomata pada famili Zingiberaceae di Kediri relevan untuk dijadikan media pembelajaran?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan mendeskripsikan variasi tipe stomata pada berbagai spesies tumbuhan famili Zingiberaceae yang ada di Kediri.
2. Mengetahui kerapatan stomata dan indeks stomata pada anggota famili Zingiberaceae yang ditemukan di Kediri.
3. Mengkaji relevansi hasil penelitian variasi stomata pada anggota famili Zingiberaceae di Kediri sebagai media pembelajaran.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran yang jelas mengenai keberadaan serta keragaman famili Zingiberaceae di Kediri
2. Data pada penelitian dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam identifikasi dan klasifikasi pada Zingiberaceae
3. Menambah basis data mengenai Zingiberaceae di Indonesia, terutama pada aspek stomata yang masih memiliki data minim
4. Sebagai sumber belajar dalam materi struktur jaringan tumbuhan untuk jenjang SMA

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, W. F. (2025). Ethnobotanical Documentation Of Home Gardens In Relation To Javanese Basic Life Needs In Kediri District, East Java, Indonesia. *Asian Journal Of Ethnobiology*, 8(1). <https://doi.org/10.13057/Asianjethnobiol/Y080107>
- Angkat, N. U., Kurniawan, D., Lestami, A., & Nawar, M. K. (2024). Hubungan Antara Karakteristik Stomata Dan Kandungan Klorofil Pada Morfologi Beberapa Varietas Sorgum Di Dataran Rendah Dan Dataran Tinggi, Sumatera Utara. *Agroteknika*, 7(4), 498–509. <https://doi.org/10.55043/Agroteknika.V7i4.421>
- Annisa, A., Herliani, H., Kurniawati, Z. L., & Serena, N. A. (2025). Pengaruh Faktor Intensitas Cahaya Terhadap Jumlah Dan Ukuran Stomata Daun Tumbuhan Monokotil Di Arboretum Sempaja (Penunjang Materi Jaringan Tumbuhan). *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 5(4), 773–781. <https://doi.org/10.36312/Biocaster.V5i4.668>
- Boonma, T., Saensouk, S., & Saensouk, P. (2020). Amomum Foetidum (Zingiberaceae), A New Species From Northeast Thailand. *Taiwania*, 65(3), 364–370. <https://doi.org/10.6165/Tai.2020.65.364>
- Buckley, T. N. (2019). How Do Stomata Respond To Water Status? *New Phytologist*, 224(1), 21–36. <https://doi.org/10.1111/Nph.15899>
- Chua, L. C., & Lau, O. S. (2024a). Stomatal Development In The Changing Climate. *Development*, 151(20). <https://doi.org/10.1242/Dev.202681>
- Chua, L. C., & Lau, O. S. (2024b). Stomatal Development In The Changing Climate. *Development*, 151(20). <https://doi.org/10.1242/Dev.202681>
- Chua, L. C., & Lau, O. S. (2024c). Stomatal Development In The Changing Climate. *Development*, 151(20). <https://doi.org/10.1242/Dev.202681>
- Drake, P. L., Froend, R. H., & Franks, P. J. (2019). Smaller, Faster Stomata: Scaling Of Stomatal Size, Rate Of Response, And Stomatal Conductance. *Journal Of Experimental Botany*, 64(2), 495–505. <https://doi.org/10.1093/Jxb/Ers347>
- Driesen, E., Van Den Ende, W., De Proft, M., & Saeys, W. (2020). Influence Of Environmental Factors Light, Co2, Temperature, And Relative Humidity On Stomatal Opening And Development: A Review. *Agronomy*, 10(12), 1975. <https://doi.org/10.3390/Agronomy10121975>
- Falquetto-Gomes, P., Silva, W. J., Siqueira, J. A., Araújo, W. L., & Nunes-Nesi, A. (2024). From Epidermal Cells To Functional Pores: Understanding Stomatal

- Development. *Journal Of Plant Physiology*, 292, 154163. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2023.154163>
- Fu, B., & Pan, N. (2016). Integrated Studies Of Physical Geography In China: Review And Prospects. *Journal Of Geographical Sciences*, 26(7), 771–790. <https://doi.org/10.1007/s11442-016-1298-8>
- Gan, C. C. R., Oktari, R. S., Nguyen, H. X., Yuan, L., Yu, X., Kc, A., Hanh, T. T. T., Phung, D. T., Dwirahmadi, F., Liu, T., Musumari, P. M., Kayano, R., & Chu, C. (2021). A Scoping Review Of Climate-Related Disasters In China, Indonesia And Vietnam: Disasters, Health Impacts, Vulnerable Populations And Adaptation Measures. *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, 66, 102608. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102608>
- Gray, A., Liu, L., & Facette, M. (2020). Flanking Support: How Subsidiary Cells Contribute To Stomatal Form And Function. *Frontiers In Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00881>
- Hamidi, H., Nurokhman, A., Riswanda, J., Hiras Habisukan, U., Ulfa, K., Yachya, A., & Maryani, S. (2022). Identifikasi Jenis Tumbuhan Family Zingiberaceae Di Kebun Raya Sriwijaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Stigma: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 15(02), 60–66. <https://doi.org/10.36456/Stigma.15.02.6273.60-66>
- Hasanuzzaman, Md., Zhou, M., & Shabala, S. (2023). How Does Stomatal Density And Residual Transpiration Contribute To Osmotic Stress Tolerance? *Plants*, 12(3), 494. <https://doi.org/10.3390/plants12030494>
- Haworth, M., Marino, G., Loreto, F., & Centritto, M. (2021). Integrating Stomatal Physiology And Morphology: Evolution Of Stomatal Control And Development Of Future Crops. *Oecologia*, 197(4), 867–883. <https://doi.org/10.1007/s00442-021-04857-3>
- Huda, M., Sulistiyowati, I., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. (N.D.). Kajian Etnobotani Tanaman Obat Di Desa Jugo Kecamatan Mojo Kabupaten Kediri. *Seminar Nasional Sains*, 2022. Retrieved <https://jugo.mojo-kediri.id/>,
- Hutasuhut, M. A. (2018). Inventarisasi Jenis-Jenis Zingiberaceae Di Hutan Telagah Taman Nasional Gunung Leuser Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *Klorofil: Jurnal Ilmu Biologi Dan Terapan*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v2i1.7824>
- Jannah, A. B. S. N., Ramadanti, K., & Uyun, K. (2022). Identifikasi Ciri Morfologi Pada Lengkuas (*Alpinia Galanga*) Dan Bangle (*Zingiber Purpureum*) Di Desa Mesjid Priyayi, Kecamatan Kasemen, Kota Serang, Banten. *Tropical Bioscience: Journal Of Biological Science*, 2(1), 27–34. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v2i1.6240>

- Lastiur Marbun, E., Gusmalawati, D., & Lovadi, I. (2024). Jenis-Jenis Tumbuhan Zingiberaceae Di Kawasan Hutan Lindung Desa Sepiluk Ketungau Hulu Sintang Kalimantan Barat. *Floribunda*, 7(5). <https://doi.org/10.55981/Floribunda.2024.5596>
- Liu, C., Sack, L., Li, Y., Zhang, J., Yu, K., Zhang, Q., He, N., & Yu, G. (2023). Relationships Of Stomatal Morphology To The Environment Across Plant Communities. *Nature Communications*, 14(1), 6629. <https://doi.org/10.1038/S41467-023-42136-2>
- Matkowski, H., & Daszkowska-Golec, A. (2023). Update On Stomata Development And Action Under Abiotic Stress. *Frontiers In Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2023.1270180>
- Moh. Fauzan Azima, Sofiyatur Rahmah, & Firman Ali Rahman. (2024). Analisis Karakteristik Morfologi Famili Zingiberaceae Di Desa Segara Katon, Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara. *Bioindikator: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 1(1), 12–19. <https://doi.org/10.71024/Bioindikator/2024/V1i1/6>
- Moh. Nur Kholiq Aryanto, Tutut Indah Sulistiyowati, & Sulistiono. (2024). *Ragam Tumbuhan Kultural Manten Adat Kecamatan Kunjang Kabupaten Kediri*.
- Muthi'ah, S. N. (2022a). Identifikasi Dan Karakterisasi Tipe Stomata Pada Hibiscus Rosa-Sinensis, Tamarindus Indica, Dan Mangifera Indica Dengan Teknik Replika. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 5(1), 9–14. <https://doi.org/10.33323/Indigenous.V5i1.295>
- Muthi'ah, S. N. (2022b). Identifikasi Dan Karakterisasi Tipe Stomata Pada Hibiscus Rosa-Sinensis, Tamarindus Indica, Dan Mangifera Indica Dengan Teknik Replika. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 5(1), 9–14. <https://doi.org/10.33323/Indigenous.V5i1.295>
- Noraini Talip, Syazwani Basir, Che Nurul Aini Che Amri, Mohd. Norfaizal Ghazalli, Ahmad Fitri Zohari, Muhammad Amirul Aiman Ahmad Juhari, Mohamad Ruzi Abdul Rahman, & Hamidun Bunawan. (2025). Taxonomic Significant Of Leaf Anatomical Characteristics Of Selected <I>Globba</I> L. (Zingiberaceae) Species In Peninsular Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 36(2), 59–82. <https://doi.org/10.21315/Tlsr2025.36.2.3>
- Noviani, R., Wulandari, S., & Wahyuni, R. (2025). Pengembangan Media Poster Keanekaragaman Vegetasi Hutan Desa Genduang Kecamatan Pangkalan Lesung Untuk Pembelajaran Biologi Sma. *Nusra: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 6(3). <https://doi.org/10.55681/Nusra.V6i3.3897>
- Nurhazizah, N. (2021). Perbandingan Keanekaragaman Dan Pemanfaatan Family Zingiberaceae Dalam Kehidupan Suku Jawa Dan Suku Dayak. *Jurnal Biologi*

- Dan Pembelajarannya (Jb&P), 8(2), 72–83.
<https://doi.org/10.29407/Jbp.V8i2.16684>
- Octariyanti, D. A. P., Yulianty, Y., Lande, M. L., & Suratman, S. (2022). Potential Exploration And The Morphology Of Zingiberaceae Leaves As Medicinal Plants In Bandar Lampung. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 13(1), 109–115.
<https://doi.org/10.24042/Biosfer.V13i1.10587>
- Prastika, D., Sarjani, T. M., Mahyuni, S. R., Hariani, I., Ramadhan, D. A., Rezeki, S., Tiara, R., Hendrik, E., Aulia, R., & Amalia, T. (2023). Identifikasi Tipe Stomata Anggota Suku Myrtaceae Di Kota Langsa. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(1), 20–27. <https://doi.org/10.24246/Juses.V6i1p20-27>
- Rahmila, R., Iriani, R., Kusasi, M., & Leny, L. (2022). Pengembangan Media Poster Melalui Aplikasi Canva Bermuatan Etnosains Pada Meteri Koloid Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13(2), 188.
<https://doi.org/10.20527/Quantum.V13i2.13079>
- Sack, L., & Buckley, T. N. (2016). The Developmental Basis Of Stomatal Density And Flux . *Plant Physiology*, 171(4), 2358–2363.
<https://doi.org/10.1104/Pp.16.00476>
- Santoso, A. (2021). Glikobiologi, Glikans Dan Glikoprotein Beserta Aplikasinya Dalam Kesehatan. *Berita Biologi*, 20(1), 1–12.
<https://doi.org/10.14203/Beritabiologi.V20i1.3991>
- Sari, Y. R., Hayati, A., & Rahayu, T. (2025). Kajian Etnobotani Dan Distribusi Familia Zingiberaceae Di Beberapa Desa Di Wilayah Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 11(1), 9–19. <https://doi.org/10.33474/Ejbst.V11i1.404>
- Simatauw, A., Tupan, C. I., & Mamesah, J. A. B. (2024). Karakteristik Stomata Dan Bentuk-Bentuk Aktivitas Pemanfaatan Mangrove Sebagai Dasar Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Perairan Desa Waiheru Dan Desa Leahari. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 20(2), 165–178.
<https://doi.org/10.30598/Tritonvol20issue2page165-178>
- Sofiyanti, N., Wahyuni, P. I., & Iriani, D. (2022a). Stomatal Characteristics Of 5 Citrus L. Species (Rutaceae) From Pekanbaru, Riau Province. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 173–178. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V22i1.3100>
- Sofiyanti, N., Wahyuni, P. I., & Iriani, D. (2022b). Stomatal Characteristics Of 5 Citrus L. Species (Rutaceae) From Pekanbaru, Riau Province. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 173–178. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V22i1.3100>
- Sulfany, L., Hermuttaqien, B. P. F., & Makkasau, A. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran “Poster” Terhadap Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Sosial Kelas

- V Di Sekolah Dasar. *Melior : Jurnal Riset Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia*, 3(2), 58–68. <https://doi.org/10.56393/Melior.V3i2.1828>
- Syarifuddin, A., Arif Cahyo Wibowo, F., Affandy Yusuf, S., & Dwi Sulistyono, A. (2021). Hubungan Faktor Abiotik Terhadap Jumlah Klorofil Dan Stomata (Ekofisiologis) Pada Tanaman Jati (*Tectona Grandis* L.F.) Di Kabupaten Malang. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(1), 51–64. <https://doi.org/10.59465/Jpht.V18i1.804>
- Tambun, M. L., Suri, S., Siregar, L. A. S., Mardiah, S. R., & Sarjani, T. M. (2023). Anatomical Identification Of Leaf Stomatal Cell Types In The Family Euphorbiaceae. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 411–516. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V23i1.6305>
- Wang, Z., Slot, M., & Wang, C. (2026). Decoupling Of Stomatal Conductance, Transpiration And Photosynthesis In Terrestrial Plants Under Elevated Temperature: A Meta-Analysis. *Nature Communications*, 17(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-025-68250-X>
- Windarsih, G., Riastiwi, I., Dewi, A. P., & Yuriyah, S. (2022). Stomatal And Epidermal Characteristics Of Zingiberaceae In Serang District, Banten, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(10), 5373–5386. <https://doi.org/10.13057/Biodiv/D231048>
- Xiong, D., & Flexas, J. (2020). From One Side To Two Sides: The Effects Of Stomatal Distribution On Photosynthesis. *New Phytologist*, 228(6), 1754–1766. <https://doi.org/10.1111/Nph.16801>
- Yusoff, N., Kalu, M., & Siam, N. (2025). The Application Of Leaf Anatomy Identifying Species Of Orchidantha N.E.Br. (Lowiaceae Ridl.) In Malaysia. *Reinwardtia*, 24(1), 17–25. <https://doi.org/10.55981/Reinwardtia.2025.594>
- Zahara, M. N., Hendrayana, A., & Pamungkas, A. S. (2020). The Effect Of Problem-Based Learning Model Modified By Cognitive Load Theory On Mathematical Problem Solving Skills. *Hipotenusa : Journal Of Mathematical Society*, 2(2), 41–55. <https://doi.org/10.18326/Hipotenusa.V2i2.41-55>
- Zhang, Q., Hu, S., Zhang, Z., Yuan, Z., Deng, X., Wu, Q., Ke, J., He, H., You, C., & Wu, L. (2026). Contrasting Effects Of High Stomatal Density On Rice Photosynthesis And Water Use Efficiency: Synergistic Enhancement Under Drought But Not Under Well-Watered Conditions. *New Phytologist*, 250(4), 2234–2251. <https://doi.org/10.1111/Nph.71055>
- Zhao, H., Xiao, M. H., Zhong, Y., & Wang, Y. Q. (2022). Leaf Epidermal Micromorphology Of Zingiber (*Zingiberaceae*) From China And Its Systematic Significance. *Phytokeys*, 190, 131–146. <https://doi.org/10.3897/Phytokeys.190.77526>