

## ANALISIS AKTIVITAS STOMATA PADA TUMBUHAN COCOR BEBEK (*Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers. ) DENGAN ADAPTASI CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*)

Eka Puspitasari<sup>1</sup>, Elfina Romadhon<sup>1</sup>, Destria Nurulita Rahma<sup>1</sup>, Ira Novita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pascasarjana Pendidikan MIPA, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta Indonesia

### Abstract

*Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers., commonly known as Cocor Bebek, is a succulent plant capable of surviving in arid environments through a physiological adaptation known as Crassulacean Acid Metabolism (CAM). The aims of this research is to describe stomatal activity of the cocor bebek plant which one of the species with a CAM (Crassulacean Acid Metabolism) photosynthesis pathway. This research used descriptive qualitative method with purposive sampling. The method is observing stomatal activity were conducted on the lower leaf surface using a clear nail-polish replica technique and a light microscope every three hours. The results show that the stomata of *Kalanchoe pinnata* remain mostly closed during the daytime and open at night. The widest stomatal opening occurred at 21:00, with a higher number of open stomata compared to other observation times. This activity is one of the physiological adaptation of CAM plants, which close their stomata during the morning until afternoon day to reduce water loss and open them at night for carbon fixation. The stomata identified were anisocytic and predominantly located on the abaxial leaf surface. This study confirms that the opening and closing pattern of the stomatal of cocor bebek is closely related to water use efficiency mechanism characteristic in CAM plants.

**Keywords:** Stomata, *Kalanchoe pinnata*, CAM, Fotosintesis

(\* Corresponding Author: Eka Puspitasari ([ekapuspita.sch@gmail.com](mailto:ekapuspita.sch@gmail.com))

**How to Cite:** Puspitasari, E., Romadhon, E., Rahma, D., N., Novita, I. (2022). Analisis Aktivitas Stomata Pada Tumbuhan Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers. ) Dengan Adaptasi CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*). *SainsMath: Jurnal MIPA Sains Terapan*, 5 (1): 12-19.

## PENDAHULUAN

Tanaman cocor bebek (*Kalanchoe pinnata* (Lam.)Pers.) sebagai jenis taman sukulen (tumbuhan yang mempunyai kandungan air) yang mampu hidup di daerah dengan memiliki cahaya yang cukup (Widiastuti, 2023). Daun sebagai organ vegetatif pada tanaman cocor bebek, memiliki struktur morfologi yang menyirip, tebal dan berair. Keunikan tanaman ini terletak pada sistem reproduksinya yang berlangsung melalui tunas-tunas kecil di bagian tepi daun, sehingga memudahkan proses perkembangbiakan dan budidayanya (Purwanti & Diah, 2025). Dalam klasifikasi, cocor bebek dikategorikan dalam Genus *Kalanchoe* dan merupakan salah satu anggota dari keluarga Crassulaceae.

Crassulaceae adalah salah satu famili pada tumbuhan yang memiliki adaptasi fotosintesis CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*). Adaptasi ini dilakukan oleh jenis tumbuhan-tumbuhan sukulen (menyimpan air), bermacam-macam kaktus, nanas dan jenis tumbuhan Crassulaceae (Campbell, 2002). Tumbuhan ini melakukan adaptasi dengan aktivitas stomata yang berbeda dalam fiksasi karbon. Stomata yang berada pada daun, sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan intensitas transpirasi pada daun.

Stomata sebagai struktur berupa celah kecil pada jaringan tumbuhan yang dibatasi oleh dua sel penjaga atau sel penutup. Istilah ini berasal dari kata Yunani *stoma* yang bermakna pori atau lubang. Keberadaan stomata umumnya ditemukan pada bagian

tumbuhan yang mempunyai kandungan klorofil, khususnya daun (Salisbury, 1995). Pada kebanyakan tumbuhan, stomata lebih dominan berada di sisi bawah daun sehingga disebut bertipe hipostomatus. Namun demikian, pada beberapa spesies tumbuhan stomata juga tersebar pada kedua permukaan daun. Ada juga tumbuhan, seperti tumbuhan air, yang memiliki stomata di permukaan daun (Aulia, et al. 2023).

Dalam proses fotosintesis, tumbuhan memanfaatkan karbon dioksida maupun air guna menghasilkan gula serta oksigen yang dibutuhkan sebagai sumber nutrisi. Energi yang mendukung berlangsungnya proses tersebut didapat melalui aktivitas fotosintesis (Suyatman, 2021). Fotosintesis merupakan proses utama fiksasi karbon pada tumbuhan darat, di mana variasi jalur fotosintesis (C3, C4, CAM) merefleksikan adaptasi evolusioner terhadap kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya, dan ketersediaan air. Perbedaan ini penting untuk memahami distribusi ekologis tanaman dan strategi pemanfaatan lahan pertanian pada perubahan iklim global (Sage, et al., 2014).

Hasil penelitian sebelumnya juga menjelaskan mengenai tumbuhan CAM yang memiliki pola stomata terbalik dibandingkan tumbuhan C3. Adapun penyerapan CO<sub>2</sub> pada tumbuhan ini berlangsung ketika malam hari melalui kondisi stomata yang terbuka, sementara pada siang hari stomata menutup guna mengurangi penguapan air. Proses tersebut menjadi sebab terbentuknya cadangan asam organik pada malam hari yang kemudian dimanfaatkan melalui pelepasan CO<sub>2</sub> internal saat siang hari guna menunjang fotosintesis meskipun stomata tertutup. Mekanisme inilah yang mendasari perilaku stomata *Kalanchoe pinnata* yang membuka pada malam hari maupun menutup pada siang hari (Gotoh et al., 2019)

Stomata memiliki peran yang sangat esensial dalam fotosintesis karena fungsinya yaitu tempat pertukaran gas oksigen maupun karbondioksida. Selain itu, Jika tumbuhan tidak memiliki adaptasi yang disesuaikan kondisi lingkungan, tumbuhan akan sulit melakukan respirasi dan fotosintesis dengan optimal. Oleh karenanya, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis aktivitas stomata yang di korelasikan dengan jenis adaptasi tanaman cocor bebek sebagai salah satu jenis tumbuhan dengan tipe fotosintesis CAM. Melalui penelitian ini diharapkan mampu didapat gambaran mengenai aktivitas membuka serta menutupnya stomata yang dapat diamati langsung menggunakan mikroskop dengan waktu pengambilan sampel yang berbeda-beda.

## **METODE**

Aktivitas stomata pada siang dan malam hari dalam penelitian ini diamati melalui pendekatan deskriptif kuantitatif yang dilaksanakan di Laboratorium SMP PGRI Cibinong. Pendekatan deskriptif kualitatif digunakan dalam menghadirkan gambaran mengenai objek penelitian (*describing object*) agar dipahami dengan lebih mendalam melalui dokumentasi visual seperti foto, video, ilustrasi, serta penjelasan dalam bentuk narasi (Fadli, 2021)

Adapun pengambilan sampel dari penelitian adalah dengan *Purposive sampling*. Populasi penelitian adalah tanaman-tanaman yang masuk dalam keluarga Crassulaceae, dan dipilih sampel penelitian adalah tanaman cocor bebek (*Kalanchoe pinnata* (Lam.)Pers). Jumlah tanaman yang diteliti adalah sebanyak 2 tanaman, dengan jumlah daun sebanyak 14 buah. Bagian organ vegetatif yang diambil untuk penelitian adalah daun, karena stomata paling banyak terletak pada daun, terutama bagian abaksial (bawah) daun.

Pembuatan sediaan pengamatan stomata daun diambil secara membujur. Bagian bawah daun disayat tipis menggunakan pisau silet, kemudian sayatan dibuat sebanyak 2 buah sehingga jumlah sampel pengamatan sebanyak 2 unit sampel dalam satu waktu. Karena pengamatan dilakukan dalam 6 waktu, yakni pukul 07.00, 10.00, 13.00, 15.00, 18.00 dan 21.00 maka jumlah sampel pengamatan berjumlah 12 unit.

Alat-alat yang digunakan ini meliputi; Mikroskop cahaya monokuler merk Sinher, senter, kaca objek, pipet, silet, tissue. Adapun bahan-bahan yang diperlukan adalah air aquadest, kuteks bening, solasi bening dan tanaman cocor bebek (*Kalanchoe pinnata (Lam.)Pers.*). Alat maupun bahan tersebut dipergunakan dalam melihat anatomi stomata baik dari replikas kutek maupun preparat basah.

Adapun prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

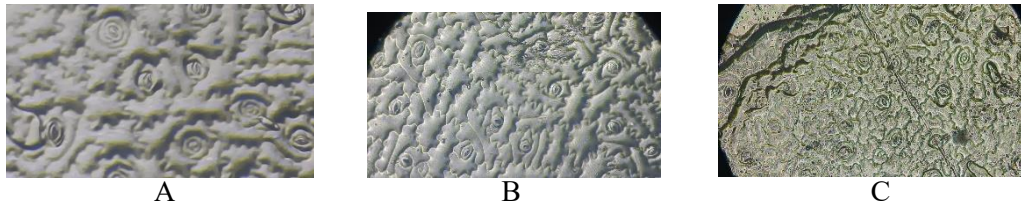
1. Persiapan tanaman cocor bebek (*Kalanchoe pinnata (Lam.)Pers.*) yang akan diteliti, memastikan bahwasanya tanaman ini tumbuh dalam kondisi subur, baik, dan tidak kekurangan nutrisi
2. Pengamatan pada siang hari, tanaman diletakkan di luar Laboratorium yang terkena sinar matahari
3. Pengamatan pada malam hari, tanaman diletakkan di teras rumah yang langsung terkena udara luar
4. Menyiapkan praktik dengan replika kutek transparan
5. Mengoleskan kutek transparan kebagian bawah daun cocor bebek kemudian didiamkan sampai agak kering
6. Menutup bagian kutek dengan solasi bening, menarik solasi tersebut sampai kutek ikut terangkat
7. Menyiapkan kaca objek, kemudian meletakkan solasi berisikan kutek dikaca objek tersebut
8. Mengamati stomata replika kutek dibawah mikroskop pada perbesaran 40x12,5 kali
9. Mengambil dokumentasi dari bagian atas lensa okuler hasil dari pengamatan stomata tersebut

Pengamatan stomata dilakukan pada 2 lapang pandang berbeda untuk setiap waktu pengamatan. Pengamatan diulang pada 2 helai daun berbeda sehingga diperoleh 4 data pengamatan setiap interval waktu. Data hasil pengamatan yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan cara mendeskripsikan stomata dan menghitung jumlah stomata daun per luas bidang pandang yang kemudian di rata-rata sebagaimana Haryanti (2010) dalam Al Hafidz dkk. (2025), jumlah stomata diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu “sedikit” (1–50), “cukup banyak” (51–100), “banyak” (101–200), “sangat banyak” (201–300), maupun “tak terhingga” (301–700). Adapun data sekunder adalah berupa data atau referensi tambahan dari jurnal-jurnal atau penelitian yang relevan berkaitan dengan stomata dan tumbuhan CAM.

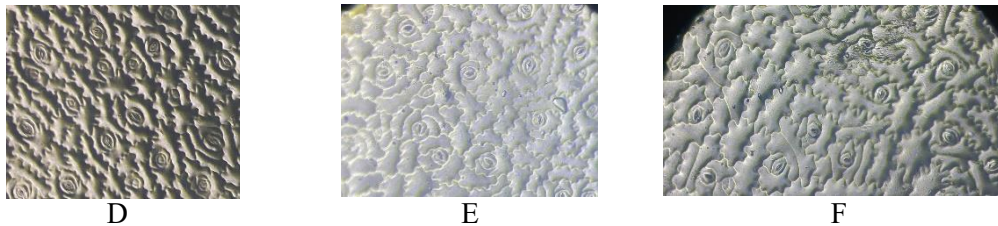
## HASIL & PEMBAHASAN

### *Hasil*

Hasil penelitian aktivitas stomata diamati setiap tiga jam sekali, guna melihat perbedaan panjang maupun lebar stomatanya. Setelah itu, jumlah stomata dihitung seluas lapang pandang di mikroskop. Berdasarkan hasil preparat stomata dengan replika kuteks, dapat diamati bahwasanya pada siang sampai sore hari, stomata relatif menutup. Sedangkan pada malam hari yakni pada pukul 21.00 WIB, stomata membuka. Berikut adalah hasil foto preparat aktivitas stomata pada pukul 07.00, 10.00, 13.00, 15.00 serta 21.00 WIB dengan menggunakan replika kutek dan mikroskop monokuler ;



**Gambar 1. Stomata daun Cocor Bebek pada pukul 07.00 (A), pukul 10.00 (B), dan pukul 13.00 (C)**



**Gambar 2. Stomata daun Cocor Bebek pada pukul 15.00 (D), Pukul 18.00 (E) dan pukul 21.00 (F)**

Sebagaimana gambar hasil pengamatan, stomata pada spesies cocor bebek dapat ditemukan pada kedua permukaan daun maupun hanya pada salah satu sisi daun yang umumnya berada di permukaan bawah. Ditinjau dari letaknya pada permukaan daun, stomata tersebut termasuk tipe anisositik, yaitu stomata dengan sel penutup yang dikelilingi oleh tiga sel tetangga dengan ukuran tidak sama, di mana salah satu sel biasanya berukuran lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dua sel lainnya (Estiti, 1995).

Komponen penyusun stomata meliputi sel penutup, celah stomata, sel tetangga, serta ruang udara dalam. Celah stomata ada di antara dua sel penutup berbentuk menyerupai ginjal yang mampu mengalami perubahan bentuk untuk membuka maupun menutup stomata. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan di antaranya cahaya, suhu, maupun kelembapan. Fungsi celah stomata yaitu sebagai jalur pertukaran gas antara bagian dalam daun maupun lingkungan luar, sehingga karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) mampu masuk guna mendukung proses fotosintesis maupun oksigen ( $\text{O}_2$ ) dikeluarkan sebagai hasil fotosintesis (Nadia et al., 2025). Sementara itu, jumlah stomata sebagai variabel yang mempunyai kaitannya yang erat dengan tingkatan kerapatan stomata. Adapun hasil pengamatan dan pengukuran variabel tersebut sebagaimana Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Rata-rata Jumlah Stomata Cocor Bebek Per Lapang Pandang**

Waktu	A	B	C	D
07.00	50	15	35	Sedikit
10.00	34	9	25	Sedikit
13.00	32	6	26	Sedikit
15.00	55	30	25	Sedikit
18.00	34	12	22	Sedikit
21.00	26	23	3	Sedikit

- A : Rata-rata jumlah stomata
- B : Rata-rata stomata terbuka
- C : Rata-rata stomata tertutup
- D : Kategori Rata-rata jumlah stomata

Kategori jumlah stomata menurut Haryanti (2010) dalam Alhafidz (2025) terbagi atas beberapa tingkatan, yakni “sedikit” (1–50), “cukup banyak” (51–100), “banyak” (101–200), “sangat banyak” (201–300), serta “tak terhitung” (301–700). Sebagaimana hasil

pengamatan, pada pukul 10.00 rata-rata jumlah stomata tercatat 34, lebih rendah dibandingkan pengamatan tiga jam sebelumnya. Sementara itu, pada pukul 07.00 pagi diperoleh rata-rata jumlah stomata sebanyak 50, dengan kondisi stomata yang lebih banyak dalam keadaan menutup dibandingkan membuka sehingga cenderung relatif tertutup

Pada pukul 13.00, ketika matahari sedang terik, dengan jumlah stomata 32, sebanyak 26 stomata menutup dan 6 lainnya adalah membuka. Hal ini berkaitan dengan adaptasi tanaman tipe CAM yang relatif menutup stomata saat siang hari untuk mengurangi penguapan dan kekeringan. Pada pukul 15.00 dengan jumlah stomata 55, karena cuaca sudah mulai agak teduh, sebagian besar masih menutup dan sebagian lain stomata membuka. Dan pada pukul 21.00, jumlah stomata membuka adalah 23 dan menutup adalah 3.

Jika diamati bahwasanya pembukaan stomata dari pukul 07.00 sampai sore hari pukul 15.00 WIB, stomata cenderung menutup. Jika dikomparasikan dengan data penelitian Maya (2019), bahwasanya celah stomata membuka berkisar 6,6  $\mu\text{m}$ . Sedangkan pembukaan paling maksimal terjadi pada pukul 21.00 WIB. Jika diamati dari hasil preparat, celah stomata pukul 21.00 lebih lebar, dengan kondisi sel penutup yang terlihat melebar kesamping.

Aktivitas membuka dan menutupnya stomata adalah bagian yang sangat penting bagi setiap tumbuhan. Hal ini dikarenakan tumbuhan harus dapat mengatur metabolismenya terkait dengan jumlah air dan karbondioksida yang keluar masuk yang bertujuan untuk proses fotosintesis.



Gambar 3. Stomata Membuka



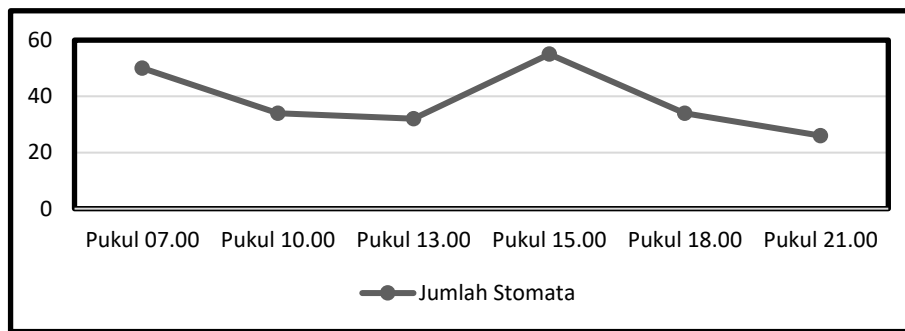
Gambar 4. Stomata Menutup

### **Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas membuka dan menutupnya celah stomata, menunjukkan bahwasanya pada siang hari, stomata cocor bebek relatif menutup. Dengan ciri berupa memanjangnya sel penjaga dan tertutupnya celah (porus) diantara sel penjaga tersebut. Stomata tertutup diakibatkan karena terjadi perubahan tekanan turgor pada sel-sel penutup. Hal ini juga dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain, cahaya matahari, konsentrasi CO<sub>2</sub>, suhu dan kelembapan di lingkungan sekitar, dan pengaruh internal misalnya adalah hormon ABA (Asam Absisat). Hal ini sesuai dengan teori yang ada bahwasanya jalur sinyal ABA memodulasi kanal ion *guard cell* sehingga terjadi *efflux ion*, kehilangan air osmotik, dan penurunan turgor yang menutup porus stomata (Bharat, *et al.*, 2021) Interaksi antara ritme diel CAM dan level ABA membantu menjelaskan fluktuasi pembukaan stomata pada kondisi lingkungan berubah-ubah (Santos *et al.*, 2021)

Sedangkan pada malam hari yakni sekitar pukul 21.00 WIB, stomata cocor bebek relatif membuka. Dengan ciri terlihatnya bentuk stomata yang membesar dan terdapat celah stomata yang lebar/membuka. Hal ini juga berkaitan dengan perubahan tekanan turgor pada sel-sel penutup. Perilaku atau aktivitas stomata pada cocor bebek yang cenderung berkebalikan dengan tanaman pada umumnya yang membuka stomata saat siang hari dan menutup pada malam hari adalah berkaitan dengan tipe adaptasi pada jalur fotosintesis

tanaman cocor bebek. Meskipun fase utama pembukaan stomata pada CAM terjadi malam hari, stomata CAM tetap responsif terhadap cahaya biru melalui fotoreseptor seperti phototropin; paparan cahaya biru dapat memicu pembukaan stomata melalui aktivasi kanal ion dan perubahan turgor sel penjaga. Studi eksperimental pada *Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers. menunjukkan respons stomata terhadap cahaya biru, yang relevan saat transisi fajar atau kondisi bercahaya rendah (Gotoh *et al.*, 2019).



**Grafik 1. Jumlah Stomata Cocor Bebek**

Melalui grafik diatas, dapat dilihat pada pagi hari, jumlah stomata relatif lebih banyak, kemudian jumlahnya menurun pada siang hari. Menjelang malam hari jumlah stomata semakin berkurang, tetapi jumlah stomata yang terbuka lebih banyak daripada siang hari. Hal ini terjadi karena cocor bebek adalah tanaman yang melakukan adaptasi fisiologi fotosintesis tipe CAM. CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) merupakan elaborasi dari jalur fotosintesis tanaman yang khas yang memberikan tanaman kemampuan untuk efisiensi penggunaan air dengan sangat baik (Gilman & Erika, 2020). Metabolisme asam Crassulacean (CAM) adalah elaborasi alami dari fotosintesis C3 yang memungkinkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang di lingkungan panas dan kering dengan pasokan air terbatas atau terputus-putus (Lim, *et al.*, 2025).

Adaptasi jalur fotosintesis terbagi menjadi tiga, yakni C3, C4 dan CAM. Cocor bebek yang termasuk dalam keluarga crassulaceae memiliki adaptasi jalur fotosintesis CAM. Hal ini sesuai dengan teori yang ada bahwasanya tumbuhan CAM cenderung menutup stomata pada siang hari dan membuka pada malam hari (Campbell, 2002). Semua spesies CAM bergantung pada fiksasi CO<sub>2</sub> di malam hari oleh PEPC, penyimpanan asam malat dalam vakuola, dan pelepasan CO<sub>2</sub> di siang hari oleh enzim dekarboksilasi yang diikuti oleh refiksasi dalam siklus Calvin-Benson Bassham (Schiller & Andrea, 2021).

Tumbuhan CAM, melakukan fiksasi karbon pada malam hari, kemudian menyimpannya dalam bentuk RuBP didalam asam organik. Pada siang hari, ketika stomata tertutup, asam organik secara otomatis akan dirubah menjadi karbondioksida yang kemudian akan digunakan dalam siklus fotosintesis. Tumbuhan cocor bebek membuka stomata pada malam hari ketika udara relatif dingin, dengan tujuan penghematan air. Selain itu tumbuhan cocor bebek adalah tipe tumbuhan CAM yang dapat beradaptasi dalam lingkungan yang kering. Hal ini juga sesuai dengan apa yang dilakukan oleh peneliti, yakni tanaman cocor bebek yang dijadikan penelitian tidak disiram selama dua minggu, sehingga berada dalam kondisi kering. Hal ini juga didukung oleh Schiller&Andrea (2021) bahwasanya ketika status air terbatas, sinyal ABA mengganggu sinyal pembukaan stomata dan menginduksi penutupan stomata untuk mencegah kehilangan air.

## KESIMPULAN

Pengamatan pada aktivitas stomata cocor bebek (*Kalanchoe pinnata (Lam) Pers.*) mengungkapkan adanya perbedaan pada waktu pagi, siang dan malam hari. Hal ini merupakan suatu bentuk adaptasi tanaman cocor bebek sebagai salah satu jenis tanaman dengan jalur fotosintesis tipe CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*). Adapun jenis stomata pada cocor bebek adalah anisositik. Analisis aktivitas stomata pada cocor bebek menunjukkan relevansinya terhadap bentuk adaptasi tumbuhan dengan tipe fotosintesis CAM yang membuka stomata pada malam hari dan menutup pada siang hari untuk mengurangi penguapan air.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk memperbaiki aspek pengambilan sampel dengan menambah jumlah individu tanaman cocor bebek agar hasil penelitian lebih representatif. Selain itu, penggunaan mikroskop yang lebih detail dan spesifik sangat disarankan untuk memaksimalkan terlihatnya celah/porus stomata saat membuka. Penggunaan kaca objek dengan penggaris atau ukuran juga dapat membantu untuk menghitung lebar/celah porus stomata sehingga dapat dilihat secara jelas pembukaan maksimal dan minimal di setiap waktu pengamatan. Hal ini dapat membantu peneliti selanjutnya untuk dapat melakukan penelitian yang lebih akurat dan menyeluruh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium SMP PGRI 1 Cibinong yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan akademik maupun teknis selama proses penelitian hingga penyusunan naskah artikel ilmiah. Semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan masyarakat pada umumnya.

## REFERENSI

- Alhafidz, N.N.K, Zahirah, N.L, Azzahra, T.A, Wulaningsih, R.D. (2025). Analisis Karakteristik Stomata Daun *Rhoeo discolor* Berdasarkan Waktu Pengambilan Yang Berbeda. *Jurnal Biologi Science and Education*, 14 (1), 45-53
- Asriyani, L. (2017). *Identifikasi Penentuan Waktu Optimal Pembukaan Stomata Alang-Alang (Imperata cylindrica L.) di UIN Raden Intan (Studi Deskriptif Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Fotosintesis SMA Kelas XII Semester Ganjil)*. Skripsi. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Aulia, O. M., Amintarti, S., & Rezeki, A. (2023). Tipe-Tipe Stomata Tumbuhan Myrtaceae Di Lingkungan Kampus Fkip Ulm Sebagai Booklet Bahan Ajar Pendamping Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 14(2), 230. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i2.7791>
- Bharath, P., Gahir, S., & Raghavendra, A. S. (2021). Abscisic Acid-Induced Stomatal Closure: An Important Component of Plant Defense Against Abiotic and Biotic Stress. *Frontiers in Plant Science*, 12(March), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.615114>
- Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. (2002). *Biologi. Jilid 1. Edisi Kelima*. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Fadli, M.R. (2021). Memahami desain Metode Penelitian Kualitatif. *Jurnal Humanika Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 21(1), 35-54  
<https://doi.org/10.21831/HUM.V21I1.38075>
- Fauziah, A., & 'Izzah, A. S. Z. (2019). Analisis Tipe Stomata Pada Daun Tumbuhan. *Prosiding Seminar Nasional HAYATI VII Tahun 2019*, 35–39.
- Gilman, I.S & Erika J. S. (2020) *Crassulacean Acid Metabolism*. *Curent Biology Magazine*  
[https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(19\)31575-1](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(19)31575-1)
- Gotoh, E., Oiwaamoto, K., Inoue, S. I., Shimazaki, K. I., & Doi, M. (2019). Stomatal response to blue light in crassulacean acid metabolism plants *Kalanchoe pinnata* and *Kalanchoe daigremontiana*. *Journal of Experimental Botany*, 70(4), 1367–1374.  
<https://doi.org/10.1093/jxb/ery450>
- Hidayat, Estiti. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung : ITB
- Lim, *et al.* (2025) Synthetic Crassulacean Acid Metabolism (SynCAM) For Improving Water Use Efficiency In Plants. *Journal Of Biological Sciences* Vol 380.
- Muthi'ah, S. N. (2022). 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>
- Oktaviani, E., & Daningsih, E. (2022). Distribusi dan Luas Stomata pada Tanaman Hias Monokotil. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 34–39.  
<https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.34>
- Purwanti R. & Diah, N.K. (2025). Karakteristik Simplisia Dan Skrining Fitokimia Senyawa Alkaloid, Flavonoid, Tanin, Dan Saponin Ekstrak Etanol Daun Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers). *Jurnal Permata Indonesia*, 17 (1), 1-8.  
<https://doi.org/10.59737/jpi.v17i1.346>
- 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>
- Salira, T., & Chatri, M. (2021). Tipe Stomata Pada Beberapa Tanaman Dari Familia Rubiaceae. *Prosiding Semnas Bio, 2013*, 1–5.
- Santos, M. G., Davey, P. A., Hofmann, T. A., Borland, A., Hartwell, J., & Lawson, T. (2021). Stomatal Responses to Light, CO<sub>2</sub>, and Mesophyll Tissue in *Vicia faba* and *Kalanchoë fedtschenkoi*. *Frontiers in Plant Science*, 12(October), 1–17.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.740534>
- Saputri dan Eka. 2017. Pola pembukaan dan Penutupan Stomata Pada Tiga Spesies Anggota Genus *Sansivieria*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. ISBN : 978-602-70313-2-6 Universitas Muhamadiyah Metro  
<https://repository.ummetro.ac.id/files/artikel/634471684febe3f0ae0152fd49daa5c3.pdf>
- Schiller K. & Andrea B (2021) Engineering Of Crassulacean Acid Metabolism. *Annual Review Of Plant Biology*, Vol 72 Hal 77-103 , <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-071720-104814>
- Singh, R., Ajay, G., Khushboo, S. (2022). Botanical description, Photochemistry, Traditional Uses, and Pharmacology of the “Wonder Plant” *Kalanchoe Pinnata* (Linn.) *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Chemistry*, 8(1), 11-24 .  
<http://dx.doi.org/10.21088/jpmc.2395.6615.8122.1>
- Suyatman, S. (2021). Menyelidiki Energi Pada Fotosintesis Tumbuhan. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.20961/inkuri.v9i2.50085>
- Widiastuti, Ni Komang. (2023). *Tanaman Obat Tradisional ; Cocor Bebek (Kalanchoe pinnata)*. <https://www.scribd.com/document/622524594/BUKU-COCOR-BEBEK>