

Leaf morphology and anatomy of *Rhizophora apiculata* Blume. in Different Zonation of Sukadana Mangrove Tourism

Anjelina Fitri^{1*}, Zulfa Zakiah¹, Rafdinal¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia;

Article History

Received : March 06th, 2025

Revised : March 20th, 2025

Accepted : April 13th, 2025

*Corresponding Author: **Zulfa Zakiah** Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia;

Email:

zulfa.zakiah@fmipa.untan.ac.id

Abstract: *Rhizophora apiculata* is a mangrove species that lives in coastal areas. Differences in zoning will affect the growth of mangroves both morphologically and anatomically. This study aims to determine the morphological and anatomical characteristics of *R. apiculata* leaves in different zones. The research method used is descriptive method. Zone A is the zone near the sea water and zone B is the zone away from the water. Morphological observations were made directly, while anatomical observations were made through making preparations with the embedding method. Observations of leaf area parameters of *R. apiculata* in zone A showed a larger leaf area ($83.11 \pm 6.07\text{cm}^2$) compared to zone B ($63.95 \pm 8.61\text{cm}^2$). *R. apiculata* leaves in zone B had a higher number of stomata ($24.42 \pm 5.60\text{mm}^2$) and stomatal density (124.43 ± 28.43 cells/ mm^2) than zone A, which had a higher number of stomata ($17.44 \pm 5.99\text{mm}^2$) and stomatal density (88.87 ± 30.44 cells/ mm^2). Mesophyll tissue thickness parameters showed no significant difference between zone A and zone B. Parameters of salt glands showed significant differences between zone A and zone B. The results of the study, it can be concluded that differences in mangrove zones provide different responses and adaptations to the morphology and anatomy of *R. apiculata* leaves.

Keywords: Anatomy, mangroves, morphology, *Rhizophora apiculata*.

Pendahuluan

Rhizophora apiculata Blume. (1827) termasuk dalam famili *Rhizophoraceae* dari mangrove sejati dengan persebaran yang luas dan bernilai ekonomis di daerah tropis (Rizki & Leilani, 2017). Persebaran *R. apiculata* di wilayah *Indo-West Pacific* (IWP), di negara seperti India, Indonesia, Malaysia, Myanmar, dan Thailand. Berdasarkan struktur morfologi *R. apiculata*, bentuk daunnya elips/lonjong dan kulit batangnya berwarna abu-abu tua serta bercelah vertikal (Kasang *et al.*, 2016). Ciri khas *R. apiculata* adalah memiliki akar penyangga dan akar udara untuk mendukung respirasi dan mengangkat akar ketika akar bawahnya terendam, umumnya ditemukan pada spesies *Rhizophora* (misalnya, *R. apiculata*, *R. mucronata*, *R. mangle*, dan *R. stylosa*) (Hadi *et al.*, 2016). Pembentukan zonasi dipengaruhi oleh geomorfologi (proses pembentukan alam), adaptasi terhadap salinitas, pengaruh pasang surut dan lingkungan kimia fisik (Lugo &

Snedaker, 1974). Umumnya, zonasi yang terbentuk memiliki keanekaragaman komposisi dan struktur spesies yang disebabkan oleh proses adaptasi spesies terhadap lingkungan masing-masing (Tihurua *et al.*, 2020). Zonasi hutan mangrove terdiri dari tiga bagian antara lain zonasi dekat dengan laut disebut juga zona depan, zonasi antara laut dan darat disebut zona tengah, zona darat adalah zonasi yang dekat dengan darat (Mughofar *et al.*, 2018). Namun, berdasarkan letaknya pembagian zonasi mangrove berdasarkan pada tumbuhan penyusunnya. Setiap ekosistem mangrove memiliki zonasi yang berbeda-beda disetiap kawasan atau pulau yang salah satunya adalah kawasan wisata mangrove Sukadana, Kayong Utara. Salah satu contoh adaptasi yang teramati adalah penyesuaian diri tumbuhan mangrove dengan lingkungannya.

Penelitian menunjukkan bahwa adaptasi ini dapat dilihat dari kerapatan stomata yang dipengaruhi oleh salinitas (Peel *et al.*, 2017) serta karakter anatomi tumbuhan mangrove yang

menyesuaikan diri dengan habitatnya (Vinoth *et al.*, 2019). Perbedaan kondisi lingkungan dapat mengakibatkan dominasi jenis mangrove tertentu yang menyebabkan adanya diferensiasi habitat (Raganas dan Magcale-Macandog, 2020).

Teori pembentukan zonasi ekosistem mangrove menyatakan bahwa setiap zona memiliki spesies dengan karakteristik dan adaptasi yang unik. Meskipun demikian, penelitian tentang adaptasi morfologi dan anatomi spesies *R. apiculata* di berbagai zona ekosistem mangrove masih belum dilakukan. Dengan demikian, penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan guna mengamati bentuk adaptasi tumbuhan mangrove secara morfologi dan anatomi daun pada spesies *R. apiculata* pada zonasi yang berbeda di Wisata Mangrove Sukadana Kayong Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan morfologi daun perbedaan struktur anatomi daun mangrove *R. apiculata* pada zonasi mangrove yang berbeda di Wisata Mangrove Sukadana

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023 sampai dengan Juli 2024. Pengambilan sampel daun *Rhizophora apiculata* Blume. bertempat Di Wisata Mangrove, Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara.

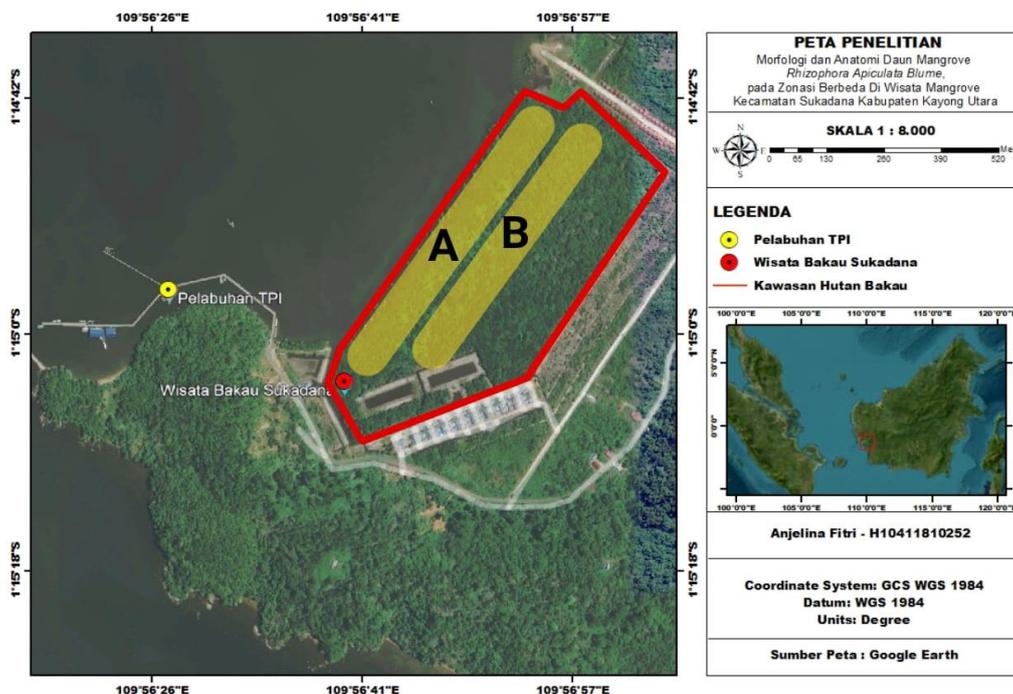
Pengamatan struktur morfologi, dan anatomi daun mangrove dilakukan Di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Bahan penelitian

Alat yang dipakai dalam penelitian, yaitu alat tulis, botol sampel, *ice box*, kamera HP, gelas ukur, gunting, GPS, label name, mikroskop, mikrometer, mikrotom, objek glass, selotip, pinset/silet, pipet tetes, kantong plastik, pisau/parang dan tisu. Bahan yang digunakan yaitu alkohol, akuades, canada balsam, daun *R. apiculata*, larutan FAA, parafin, dan xilol.

Metode pengambilan sampel

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel vegetasi dengan metode *cluster* atau titik, setiap titik mewakili zonasi ekosistem mangrove. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 titik di zona A, dan zona B pada kawasan wisata mangrove. Zona A merupakan zona depan yang terletak dekat air laut dengan substrat berlumpur dan lebih tergenang. Zona B merupakan zona tengah tergenang jika air pasang maksimal memiliki substrat lumpur berpasir (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan saat pasang surut air laut kisaran dari pukul 10.00 sampai dengan 12.00 wib.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Wisata Mangrove Sukadana Kabupaten Kayong Utara

Sampel mangrove yang diambil adalah daun *R. apiculata* yang sudah terbuka sempurna pada 5 pohon di setiap zonasi. Daun diambil pada dahan terendah, setiap pohon diambil daun sebanyak 2 helai urutan ke 3 pada ranting berbeda. Pengamatan sampel anatomi daun *R. apiculata* diambil daun ketiga dari ujung ranting dipilih dari lima pohon yang berbeda, dipotong 4 cm² pada tengah daun, dimasukkan ke dalam larutan FAA, kemudian dimasukkan ke dalam *ice box*. Pengamatan stomata, daun *R. apiculata* diambil pada urutan ke 3 dari ujung pucuk, pengamatan 5 bidang pandang pada sayatan paradermal dibagian tengah daun.

Prosedur penelitian

Pembuatan Preparat Stomata

Pengamatan stomata dilakukan pada permukaan bawah daun dengan sayatan paradermal. Daun *R. apiculata* dibersihkan dari kotoran yang menempel menggunakan tisu. Pengamatan stomata dilakukan dengan membuat sayatan paradermal irisan sejajar daun. Daun kemudian disayat menggunakan silet. Sayatan bagian permukaan bawah daun kemudian ditempelkan pada kaca objek. Sayatan ditetesi akuades dan ditutup dengan *cover glass*. Preparat stomata kemudian diamati dengan mikroskop. Kerapatan stomata dihitung dengan rumus, yaitu dengan bidang pandang yang digunakan adalah pada perbesaran 10 x 40 dengan diameter bidang pandang 0,5 mm (Budiono et al., 2016).

$$\begin{aligned} \text{Kerapatan stomata} &= \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Luas Bidang Pandang}} \\ \text{Luas bidang pandang} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,5)^2 \\ &= 0,19625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Semua pengamatan stomata dilakukan dari lima bidang pandang pada bagian tengah daun dari zona yang berbeda.

Pembuatan Preparat Anatomi

Sampel daun mangrove yang telah diambil dibersihkan dengan tisu. Daun sudah bersih diamati warna pada daun, bentuk permukaan daun, bentuk daun, bentuk ujung daun, bentuk pangkal daun, bentuk tepi daun, bentuk pertulangan daun, bentuk tangkai daun dan kedudukan daun pada ranting. Daun kemudian diukur tebal daun dan luas daun.

Irisan melintang daun dilakukan dengan membuat preparat permanen dengan metode parafin (*embedding*) (Sass, 1958). Sampel daun

mangrove dibersihkan dari kotoran yang menempel menggunakan tisu. Sampel dengan ukuran 1x1 cm kemudian di (*fiksasi*) dalam FAA 70% selama 24 jam, diikuti dengan proses (*dehidrasi*) menggunakan alkohol 70% selama 30 menit. Proses selanjutnya adalah (*staining*) atau perwarnaan I dengan merendam preparat kedalam larutan *safranin* 1% selama 24 jam. Preparat yang telah selesai diwarnai kemudian Proses dehidrasi dilakukan dengan merendam sampel dalam alkohol dengan konsentrasi yang meningkat (70%, 80%, dan 96%) selama 30 menit pada masing-masing tingkat konsentrasi. *Dealkoholisasi* penggantian alkohol dengan *clearing agent* seperti *xilol*, dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam alkohol; *xilol* (3:1, 1:1, 1:3) selama 30 menit, direndam kembali dengan *xilol* murni selama 2x30 menit. Selanjutnya dilakukan proses *infiltrasi* pada larutan *xilol:parafin* (1:9) di dalam oven selama 24 jam pada suhu 58-60°C. Tahap selanjutnya *xilol:parafin* diganti dengan *parafin* murni (*parafin* murni I, *parafin* murni II) *parafin* murni I selama 24 jam, *parafin* murni II 1 jam dilakukan di dalam oven dengan suhu yang sama.

Penanaman sampel (*embedding*) *parafin* cair dimasukkan pada cetakan *parafin* yang terbuat dari kertas membentuk segi empat. Sampel dimasukkan pada blok *parafin* menggunakan pinset sebelum *parafin* mengeras, atur organ sesuai arah pemotongan dan disimpan lemari pendingin kurang lebih 24 jam. Pemotongan (*sectioning*) blok *parafin* yang berisi sampel ditempelkan pada *holder* dan dipasang pada penjepit mikrotom. Permukaan *parafin* disejajarkan dengan pisau mikrotom dengan ketebalan sekitar 6-8 *mikron*. Potongan parafin berupa pita dibentangkan di atas akuades yang diletakan di atas hot plate pada suhu 40-50°C hingga tidak ada bagian yang terlipat, kemudian di tempelkan pada gelas objek dengan rapi dan didiamkan semalaman agar pita merekat dengan baik.

Tahap selanjutnya dilakukan pewarnaan II (*staining* II) pita sayatan dimasukan ke dalam larutan *xilol* murni dengan urutan *xilol* I, *xilol* II (masing-masing 3 menit), kemudian direndam pada alkohol: *xilol* dengan perbandingan (1:3), (1:1), (3:1) masing-masing 3 menit. Dilanjutkan dengan perendaman alkohol bertingkat turun (96%, 80% dan 70%) masing-masing selama 3 menit. Sebelum diwarnai dengan safranin 1% selama 15 menit, gelas benda terlebih dahulu direndam dalam akuades selama 2 menit. Setelah proses pewarnaan, gelas benda kemudian

direndam dalam alkohol dengan konsentrasi yang meningkat (70%, 80%, dan 95%) masing-masing selama 3 menit. Tahap akhir pewarnaan sayatan organ dimasukkan kedalam larutan alkohol:xilol dengan perbandingan (3:1), (1:1), (1:3) masing-masing 3 menit. Selanjutnya, sampel direndam dalam xilol I dan xilol II masing-masing selama 3 menit. Setelah pewarnaan selesai, sampel kemudian ditutup dengan gelas penutup menggunakan *Canada Balsam* untuk proses *mounting*., kemudian diberi label (*labeling*) berupa nama objek untuk memudahkan dalam pengamatan, sebelum diamati menggunakan mikroskop, hasil pengamatan dapat difoto menggunakan kamera (Sofiyanti & Lestari, 2022).

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi parameter morfologi dan anatomi daun. Parameter pengamatan morfologi daun meliputi warna daun pada permukaan atas dan bawah daun, tebal daun, dan luas daun yang diukur menggunakan ImageJ.

Pengamatan struktur anatomi pada sayatan melintang daun ketiga *R. apiculata* meliputi tebal lapisan jaringan kutikula, tebal lapisan jaringan epidermis atas dan bawah, tebal lapisan jaringan mesofil, diameter jaringan berkas pembuluh diameter dan jumlah kelenjar garam. Pengamatan stomata pada sayatan paradermal permukaan

bawah daun *R. apiculata* meliputi jumlah dan kerapatan stomata.

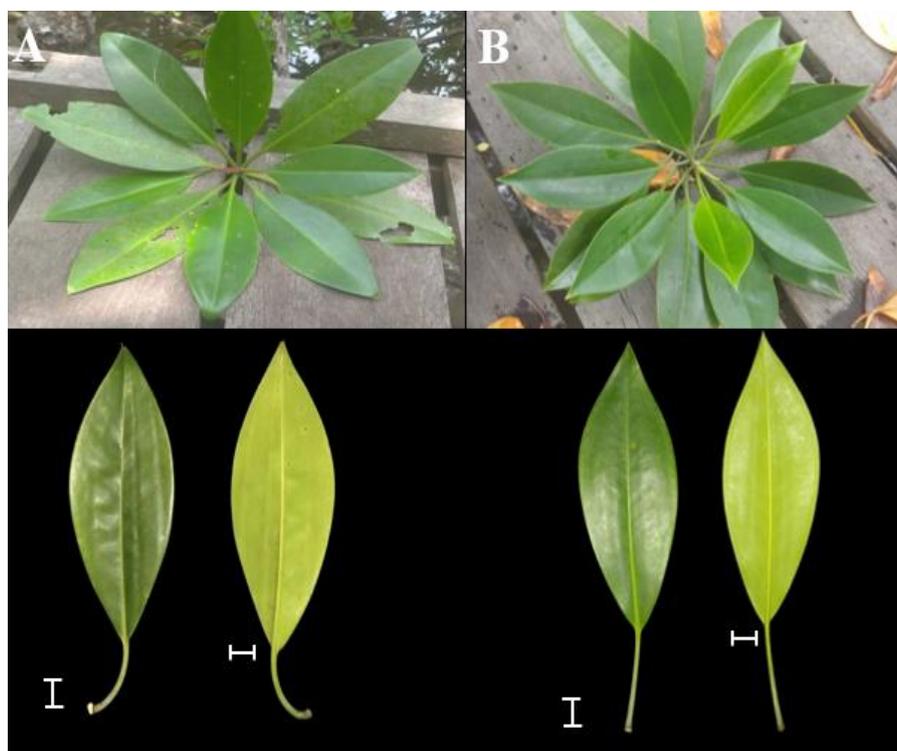
Analisis Data

Data morfologi dan anatomi yang diperoleh dan dideskripsikan, untuk menggambarkan kondisi morfologi dan anatomi daun *R. apiculata* pada zonasi yang berbeda di Wisata Mangrove Kayong Utara. Data kuantitatif ditampilkan dalam bentuk tabel dengan nilai rata-rata, yang selanjutnya dideskripsikan untuk menggambarkan perbedaan struktur anatomi daun di zona yang berbeda. Analisis data dengan menggunakan spss uji T (*Independent Samples Test*) untuk mengetahui perbedaan pengaruh rata-rata pada zona berbeda.

Hasil dan pembahasan

Morfologi Daun Mangrove (*Rhizophora apiculata* Blume.) pada Zona Berbeda

Hasil penelitian, morfologi daun mangrove pada zona A (zona dekat air laut), dan zona B (zona jauh dari air) menunjukkan tidak adanya perbedaan warna daun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 A menunjukkan morfologi daun di zona A (dekat air laut), dan Gambar 2 B menunjukkan morfologi daun di zona B (zona jauh dari air).



Gambar 2. Morfologi daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda. (A) Daun *R. apiculata* pada zona A (zona dekat air laut), (B) Daun *R. apiculata* pada zona B (zona jauh dari air). Skala 2 cm

Ditinjau dari rata-rata tebal daun *R. apiculata* tidak terdapat perbedaan rata-rata tebal daun pada zona A dan pada zona B. Luas daun *R. apiculata* pada zona A menunjukkan rata-rata lebih besar, dibandingkan dengan luas daun pada zona B (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata ($\bar{x} \pm SD$) tebal dan luas daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda

Zona	N	Tebal Daun (mm)	Luas Daun (cm ²)
A	5	0,49±0,04	83,11±6,07*
B	5	0,51±0,04	63,95±8,61*

Keterangan =Tanda (*) pada parameter zona A (zona dekat air laut) B (zona jauh dari air). Menunjukkan perbedaan signifikan antara tebal dan luas daun *R. apiculata* berdasarkan uji T ($p < 0,05$). SD (Standar Deviasi).

Hasil penelitian pada Tabel 1 diketahui daun *Rhizophora apiculata* zona A (zona dekat air laut) menunjukkan rata-rata luas daun lebih tinggi yaitu 83,11±6,07 cm² dibanding zona B (zona jauh dari air) yaitu 63,95±8,61 cm². Peluasan daun pada zona A diduga adanya penambahan dan perbesaran sel, sepanjang bertambahnya umur mangrove terhadap lingkungan *saline*. Pertambahan luas daun terjadi karena adanya proses perbanyakan sel serta pembesaran sel-sel pada daun muda hingga mencapai titik “*fully expanding leaf*” (Santoso & Widyawati, 2020). Santrum *et al.*, (2021) menyatakan pertumbuhan vegetasi mangrove, indeks luas daun tumbuhan mangrove akan meningkat sejalan dengan peningkatan usia tumbuh-tumbuhan mangrove. Peningkatan indeks luas daun ini diikuti oleh peningkatan laju fotosintesis atau laju asimilasi, sehingga

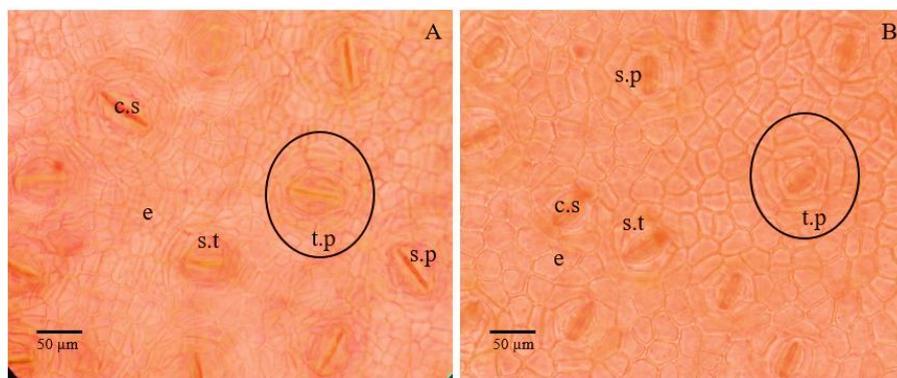
pertumbuhan tumbuh-tumbuhan mangrove juga semakin cepat (Santrum *et al.*, 2021).

Rata-rata tebal daun pada zona A yaitu 0,49±0,04 mm pada zona A, tidak jauh berbeda dengan zona B yaitu 0,51±0,04 mm (Tabel 4.1). Hal ini menunjukkan perbedaan zonasi tidak mempengaruhi tebal daun *R. apiculata*. Kondisi pengambilan sampel dilakukan ketika air laut sedang pasang menuju surut sehingga pada zona A (zona dekat air laut) mangrove tergenang, namun pada zona B (zona jauh dari air) tidak tergenang. Faktor yang memengaruhi tebal daun adalah salinitas, namun pada pengamatan tidak ada perbedaan pada tebal daun. Samiyarsih *et al.*, (2017) menyatakan bahwa tingginya kadar salinitas kedua perairan yang relatif sama mengakibatkan tingkat penyimpanan air dalam upaya mengatur kadar garam di dalam sel tidak memperlihatkan variasi yang begitu besar, sehingga tidak mempengaruhi ketebalan daun.

Berdasarkan hasil analisis uji T diketahui luas daun menunjukkan hasil yang signifikan pada zonasi yang berbeda. Nilai p value yaitu 0,00 dimana $< 0,05$ menunjukkan bahwa, zona yang berbeda berpengaruh terhadap luas daun pada daun *R. apiculata*. Namun pada tebal daun hasil analisis uji t tidak menunjukkan data yang signifikan, ini disebabkan hasil nilai p value sebesar 0,55 dimana $> 0,05$.

Anatomi Daun Mangrove *Rhizophora apiculata* Blume. pada Zona Berbeda Jumlah dan Kerapatan Stomata

Berdasarkan pengamatan daun *R. apiculata* pada sayatan paradermal memperlihatkan tipe stomata *parasitik*. Tipe stomata *parasitik* adalah sel penutup yang dikelilingi oleh dua sel tetangga. Sumbu panjang sel tetangga tersebut sejajar dengan sumbu sel penutup dan membentuk celah (Gambar 3).



Gambar 3. Stomata daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda. (A) Daun *R. apiculata* pada zona A (zona dekat air laut), (B) Daun *R. apiculata* pada zona B (zona jauh dari air); celah stomata (c.s), sel penutup (s.p), sel tetangga (s.t), tipe parasitik (t.p), perbesaran 10x40

Berdasarkan pengamatan terhadap stomata daun *R. apiculata* pada zona berbeda ditemukan perbedaan jumlah stomata dan kerapatan stomata. Jumlah stomata pada zona A lebih sedikit dibandingkan dengan zona B. Kerapatan stomata pada zona A lebih kecil dibandingkan dengan kerapatan stomata pada zona B (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata ($\bar{x} \pm SD$) jumlah stomata dan kerapatan stomata daun *R. apiculata* pada zona berbeda

Zona	N	Stomata	
		Jumlah (/mm ²)	Kerapatan (sel/mm ²)
A	5	17,44±5,99*	88,87±30,44*
B	5	24,42±5,60*	124,43±28,43*

Keterangan = Tanda (*) pada parameter zona A (zona dekat air laut) B (zona jauh dari air). Menunjukkan perbedaan signifikan antara jumlah stomata dan kerapatan stomata daun *R. apiculata* berdasarkan uji T ($p < 0,05$). SD (Standar Deviasi).

Jumlah stomata daun *R. apiculata* dengan rata-rata tertinggi terdapat pada zona B yaitu 24,42±5,60 /mm², sedangkan pada zona A jauh lebih rendah dengan rata-rata 17,44±5,99 /mm² (Tabel 2). Hal ini menunjukkan zona yang berbeda memengaruhi jumlah stomata. Zona A (zona dekat air laut) memiliki jumlah stomata yang lebih sedikit. Jumlah stomata akan berpengaruh terhadap penguapan karena adanya salinitas. Menurut Latifa *et al.*, (2022) jumlah stomata dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, salinitas, kelembapan, dan suhu. Samiyarsih *et al.*, (2017) menyatakan keadaan salinitas tinggi tumbuhan mangrove cenderung mempunyai transpirasi yang rendah pada siang hari, sebagai upaya untuk mengurangi penguapan air yang berlebih baik melalui stomata, lentisel maupun kutikula. Ukuran stomata mempengaruhi jumlah stomata pada daun, semakin besar ukuran stomata maka semakin sedikit jumlah stomata (Tambaru *et al.*, 2018).

Kerapatan stomata dengan rata-rata paling tinggi ditemukan pada daun di zona B yaitu 124,43±28,43 sel/mm² sedangkan pada zona A rata-rata kerapatan stomata lebih rendah yaitu 88,87±30,44 sel/mm². Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan zonasi mempengaruhi kerapatan stomata pada daun *R. apiculata*. Kondisi ini diduga dipengaruhi faktor lingkungan. Marantika *et al.*, (2021) menyatakan bahwa kerapatan stomata juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan

suhu yang tinggi. Stomata pada zona A kerapatannya rendah diduga untuk mengurangi proses transpirasi, yang disebabkan tingginya intensitas cahaya sehingga tekanan uap air pada daun meningkat. Marantika *et al.*, (2021) menyatakan kerapatan stomata pada spesies mangrove di Desa Negeri Lama Kota Ambon memiliki tingkat kerapatan rendah, sehingga tingkat transpirasi pada spesies mangrove juga tergolong rendah.

Berdasarkan Peel *et al.*, (2017) tinggi rendahnya proses transpirasi tumbuhan mangrove dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kerapatan stomata, dalam rangka untuk menyeimbangkan kandungan air pada tubuh tumbuhan. Hal ini merupakan respon tumbuhan mangrove terhadap lingkungannya yang walaupun dalam intensitas cahaya dan suhu yang tinggi tetapi mangrove memiliki kerapatan yang rendah dikarenakan mangrove juga tumbuh pada kondisi lingkungan dengan salinitas yang tinggi (Ariyanto, 2018). Menurut Sabandar *et al.*, (2021) semakin banyak stomata pada luas bidang pandang berarti lebih banyak CO² dapat diambil, dan lebih banyak air yang dapat dilepaskan.

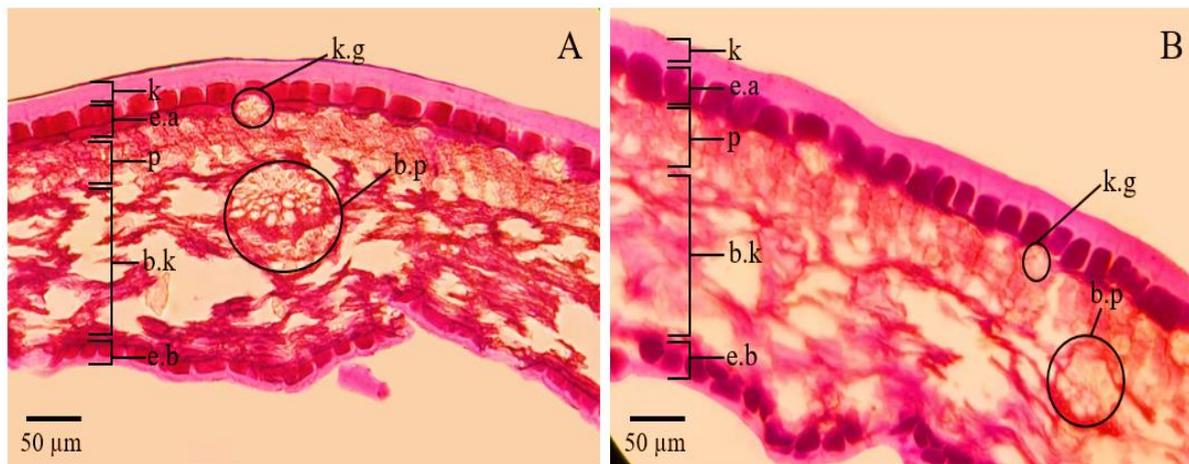
Hasil pengamatan stomata pada zona A (Gambar 2) stomata cenderung lebih besar dengan kepadatan stomata rendah, sedangkan zona B stomata cenderung kecil dengan kepadatan stomata tinggi. Qosim *et al.* (2007) dalam Mokodompit, (2014), menyatakan umumnya, kerapatan stomata berkaitan dengan ukuran stomata, kerapatan stomata paling tinggi biasanya memiliki ukuran stomata yang kecil ataupun sebaliknya kerapatan rendah memiliki stomata yang besar. Siahaan & Lestari, (2023) menyatakan bahwa stomata yang lebih besar umumnya menunjukkan kepadatan yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lebih kecil.

Jumlah stomata pada zona B lebih tinggi dibandingkan pada zona A, namun ukuran stomata lebih kecil dibandingkan zona A. Hal ini sejalan dengan Marantika *et al.*, (2021) menyatakan bahwa Jumlah stomata juga mempengaruhi tingkat kerapatan stomata, bila jumlahnya banyak maka tingkat kerapatan stomata juga tinggi. Berdasarkan hasil analisis uji T diketahui jumlah dan kerapatan stomata menunjukkan hasil yang signifikan pada zonasi yang berbeda. Nilai p value yaitu 0,00 dimana $< 0,05$, menunjukkan bahwa zona yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah dan kerapatan stomata pada daun *R. apiculata*.

Jaringan Anatomi Daun *R. apiculata*

Hasil sayatan melintang daun *R. apiculata* memperlihatkan sel-sel epidermis terletak pada permukaan atas (*adaksial*) dan permukaan bawah (*abaksial*) daun. Jaringan mesofil memiliki jaringan parenkim palisade pada bagian adaksial dan jaringan bunga karang di bagian abaksial. Sel parenkim palisade diketahui tersusun satu lapisan

sel yang berbentuk batang yang berderetan, sedangkan sel parenkim bunga karang memiliki rongga antara sel satu dengan yang lainnya, sehingga dapat dibedakan dengan sel parenkim palisade. Berkas pembuluh diketahui lebih besar pada zona A dibanding dengan zona B (Gambar 4).



Gambar 4. Sayatan melintang daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda. (A) Daun *R. apiculata* pada zona A (zona dekat air laut), (B) Daun *R. apiculata* pada zona B (zona jauh dari air); kutikula (k), epidermis atas (e.p), palisade (p), bunga karang (b.k), epidermis bawah (e.b), kelenjar garam (k.g), berkas pembuluh (b.k), perbesaran 10x40

Berdasarkan pengukuran terhadap sayatan melintang daun *R. apiculata* diketahui adanya perbedaan pada ketebalan lapisan jaringan kutikula atas dan bawah, epidermis atas dan bawah, mesofil, dan jaringan berkas pembuluh.

Pada zona A tebal lapisan jaringan kutikula, epidermis atas dan bawah, mesofil dan diameter jaringan berkas pembuluh diketahui lebih tebal dibandingkan pada zona B. (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata ($\bar{x} \pm SD$) tebal jaringan anatomi pada daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda

Zona	N	Kutikula Atas (mm)	Kutikula Bawah (mm)	Epidermis Atas (mm)	Mesofil (mm)	Epidermis Bawah (mm)	Berkas Pembuluh (mm)
A	5	22,45±8,74*	24,79±8,30*	69,46±26,09*	299,21±42,85	47,62±12,22*	100,31±23,43*
B	5	15,25±4,51*	14,37±3,98*	35,91±13,87*	293,21±57,69	34,25±9,46*	74,19±28,28*

Keterangan =Tanda (*) pada parameter zona A (zona dekat air laut) B (zona jauh dari air). Menunjukkan perbedaan signifikan antara tebal lapisan jaringan kutikula, epidermis atas dan bawah, dan diameter berkas pembuluh daun *R.apiculata* berdasarkan uji T ($p<0,05$). SD (Standar Deviasi).

Hasil penelitian pada sayatan melintang daun *R. apiculata* menunjukkan adanya perbedaan pada tebal lapisan jaringan kutikula atas dan bawah, epidermis atas dan bawah, mesofil, dan diameter berkas pembuluh pada zona A menunjukkan rata-rata lebih tinggi (Tabel 4). Tebal lapisan jaringan kutikula atas menunjukkan rata-rata tertinggi pada zona A yaitu 22,45±8,74 mm, dengan zona B terendah yaitu 15,25±4,51 mm. Tebal lapisan jaringan kutikula bawah menunjukkan rata-rata tertinggi

pada zona A yaitu 24,79±8,30 mm, dengan zona B terendah yaitu 15,25±4,51 mm. Lapisan kutikula terletak di luar epidermis daun dan berfungsi sebagai pelindung. Lapisan ini membuat permukaan daun menjadi mengkilap dan dapat memantulkan sinar matahari berlebih, sehingga membantu mengurangi transpirasi (Panawala, 2017).

Perbedaan tebal jaringan kutikula pada zona A (zona dekat air laut) dan B (zona jauh dari air) berbeda, dipengaruhi faktor lingkungan

seperti suhu yang tinggi untuk mengurangi transpirasi. Menurut Tobing *et al.*, (2021) kutikula yang tebal pada daun mangrove merupakan adaptasi morfologi yang membantu mengurangi transpirasi berlebihan, sehingga mengoptimalkan penggunaan air di lingkungan yang ekstrim. Tebal kutikula pada daun diduga adanya faktor penyesuaian tanaman mangrove terhadap lingkungan yang memengaruhi. (Hidayat, 1995) menyatakan bahwa tebal kutikula pada setiap tumbuhan beragam serta perkembangannya dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Hutahaean *et al.*, (1999) menyatakan mekanisme perubahan struktural terhadap lingkungan berhubungan dengan karakter anatomi yang meliputi adanya lapisan lilin, ketebalan kutikula, kerapatan dan ukuran stomata, inti sel serta trikomata.

Tebal lapisan jaringan epidermis atas dan bawah menunjukkan rata-rata tertinggi pada zona A. Tebal lapisan jaringan epidermis atas pada zona A (zona dekat air laut) yaitu $69,46 \pm 26,09$ mm, dan pada zona B (zona jauh dari air) yaitu $69,46 \pm 26,09$ mm. Tebal lapisan jaringan epidermis bawah menunjukkan rata-rata tertinggi pada zona A yaitu $47,62 \pm 12,22$ mm, dengan zona B terendah yaitu $14,37 \pm 3,98$ mm. Epidermis merupakan lapisan pelindung terluar pada tanaman yang berfungsi melindungi tanaman dari kehilangan air dan kerusakan fisik (Tobing *et al.*, 2021). Zona A lebih terpapar sinar matahari, angin, dan kondisi ekstrem lainnya, sehingga membutuhkan epidermis yang lebih tebal untuk melindungi dari kehilangan air dan stres lingkungan. Menurut Alponsin *et al.* (2017) Hal ini diduga adanya cekaman lingkungan abotik yang berbeda. Tihurua *et al.*, (2020) menyatakan umumnya kutikula dan ketebalan epidermis atas yang lebih besar daripada epidermis bawah merupakan salah satu strategi adaptasi tanaman untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi. Selain itu, kutikula dan epidermis juga berfungsi sebagai penghalang untuk mencegah kehilangan air berlebihan dari tubuh tanaman. (Nandy *et al.*, 2005).

Berdasarkan hasil pengamatan tebal lapisan jaringan mesofil pada zona A yaitu $299,21 \pm 42,85$ mm, dan pada zona B $293,21 \pm 57,69$ mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jaringan mesofil terdiri dari dua jenis jaringan, yaitu jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang masing-masing terdiri dari beberapa lapis sel. Tebal jaringan mesofil pada zona A memiliki rata-rata sedikit lebih besar dibanding pada zona B, yang

menunjukkan adanya pengaruh lingkungan. Menurut Chartzoulakis, *et al.*, (2000), peningkatan ketebalan mesofil merupakan salah satu strategi adaptasi tanaman untuk meningkatkan kemampuan pengikatan CO₂ selama fotosintesis, terutama dalam kondisi kekeringan. Rindyastuti & Hapsari, (2017), menyatakan karakteristik ketebalan jaringan mesofil merupakan adaptasi mekanisme tanaman terhadap paparan sinar matahari dan upaya mengoptimalkan aktifitas fotosintesis untuk mempertahankan produktivitasnya

Diameter jaringan berkas pembuluh menunjukkan rata-rata tertinggi pada zona A (zona dekat air laut) yaitu $100,31 \pm 23,43$ mm, dengan zona B (zona jauh dari air) terendah yaitu $74,19 \pm 28,28$ mm. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan zonasi mempengaruhi diameter berkas pembuluh, dengan kondisi lingkungan. Berkas pembuluh terletak diantara jaringan mesofil (jaringan palisade dan jaringan bunga karang/spon), berkas pembuluh terdapat xylem dan floem. Berkas pembuluh terdapat pada jaringan mesofil, kemudian ada hipodermis bawah (Dila, *et al.*, 2021). Hasil analisis uji pada karakter anatomi daun *R. apiculata* menunjukkan bahwa zonasi mempengaruhi ketebalan jaringan kutikula atas dan bawah, epidermis atas dan bawah, palisade, bunga karang, dan berkas pembuluh dengan variabelitas yang signifikan. Namun pada jaringan mesofil hasil analisis uji t tidak menunjukkan data yang signifikan, ini disebabkan hasil nilai p value sebesar 0,556 dimana $> 0,05$.

Diameter Kelenjar Garam

Berdasarkan pengukuran pada diameter kelenjar garam dan kutikula bawah pada daun *R. apiculata* pada zona berbeda, diketahui adanya perbedaan. Tebal jaringan kutikula pada zona A (zona dekat air laut) lebih tebal dibanding dengan zona B (zona jauh dari air). Diameter kelenjar garam pada zona A nilainya lebih besar dibanding dengan zona B (Tabel 5).

Berdasarkan pengamatan diameter dan jumlah kelenjar garam menunjukkan rata-rata tertinggi pada zona A (zona dekat air laut), dengan zona B (zona jauh dari air) rata-rata terendah (Tabel 5). Terdapat ukuran kelenjar garam yang tersebar diantara jaringan palisade dan epidermis atas, dan tersebar diantara bunga karang dan epidermis bawah (Gambar 4.3). Kelenjar garam adalah struktur yang terbentuk dari modifikasi sel-sel epidermis, yang berfungsi sebagai mekanisme adaptasi untuk mengatasi

kelebihan garam yang terkumpul di daun. Jacob et al. (2011) dalam Tobing et al., (2021) menyatakan bahwa kelenjar garam (*salt gland*)

merupakan struktur tambahan yang berada pada epidermis daun.

Tabel 5. Rata-rata ($\bar{x} \pm SD$) diameter kelenjar garam dan tebal jaringan kutikula bawah pada daun *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda

Zona	N	Kelenjar Garam (mm)		
		Besar	Kecil	Jumlah
A	5	52,69±9,07*	28,09±8,36*	14±8,14*
B	5	36,97±13,48*	21,57±6,11*	9±1,53*

Keterangan = Tanda (*) pada parameter zona A (zona dekat air laut) B (zona jauh dari air). Menunjukkan perbedaan signifikan antara diameter kelenjar garam dan tebal lapisan jaringan kutikula bawah, daun *R. apiculata* berdasarkan uji T ($p < 0,05$). SD (Standar Deviasi).

Kelenjar garam pada zona A jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan zona B, hal ini diduga adanya faktor salinitas yang mempengaruhi. Cambaba et al., (2020), menyatakan adanya cekaman garam atau salinitas tinggi dapat mengubah aktivitas metabolisme tanaman sesuai dengan proses adaptasi yang dilakukan oleh tanaman tersebut. Tan et al., (2013), menyatakan kelenjar garam pada tanaman mangrove berfungsi menghilangkan kelebihan garam melalui proses pengangkutan ion, yang kemudian mengeluarkan garam melalui permukaan daun. Dengan cara ini, kelenjar garam dapat mengeluarkan garam dalam jumlah besar melalui proses ekskresi. Berdasarkan hasil analisis uji T diketahui diameter dan jumlah kelenjar garam menunjukkan hasil yang signifikan pada zonasi yang berbeda. Nilai p value yaitu 0,00 dimana $< 0,05$, menunjukkan bahwa zona yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah dan kerapatan stomata pada daun *R. apiculata*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik morfologi dan anatomi daun mangrove *Rhizophora apiculata* pada zona berbeda dapat disimpulkan bahwa karakter morfologi daun mangrove *R. apiculata* pada pengukuran tebal daun tidak memiliki perbedaan pada zona A dan zona B, namun luas daun pada zona A lebih besar dibanding luas daun pada zona B. Karakter anatomi daun mangrove *R. apiculata* pada zona A memiliki tebal lapisan jaringan kutikula atas dan bawah, epidermis atas dan bawah, dan diameter berkas pembuluh memiliki nilai tertinggi, sedangkan pada zona B memiliki nilai yang rendah, namun pada tebal lapisan jaringan mesofil tidak berbeda baik zona A maupun zona B. Parameter kelenjar garam

menunjukkan perbedaan nyata antara zona A dan zona B.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pihak pengelola Wisata Mangrove Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara yang telah membantu dan memberikan izin pengambilan sampel penelitian.

Referensi

- Ariyanto, D. (2018). Stomata Dynamic on All Types of Mangrove in Rembang District, Central Java, Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 4531, 64–69.
- Budiono, R., Sugiarti, D., Nurzaman, M., Setiawati, T., Supriatun, T., & Mutaqin, A. (2016). Kerapatan Stomata Dan Kadar Klorofil Tumbuhan *Clausena Excavata* Berdasarkan Perbedaan Intensitas Cahaya. *Seminar nasional pendidikan dan Sainstek*, 61-65.
- Chartzoulakis, K., Bosabalidis, A., Patakas, A., & Vemmos, S. (2000). *Effects of Water Stress on Water Relations, Gas Exchange and Leaf Structure of Olive Tree Acta Hort.*, 537, 241–247. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.537.25>
- Dila, R., Tanzerina, N., & Aminasih, N. (2021). Morfologi Dan Anatomi Organ Vegetatif Pandan Wangi Besar (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb.) Di Daerah Rawa. *Sriwijaya Bioscientia.*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.24233/sribios.2.1.2021.209>
- Hadi, A. M., & Irawati, M. H. (2016). *Karakteristik Morfo-Anatomi Struktur*. 1688–1692.

- <https://doi.org/10.17977/jp.v1i9.6835>
- Hidayat, E. Anatomi Tumbuhan Berbiji . (1995).
Hutahaean, E. E., Kusmana, C., Helmy, D., & Dewi, R. (1999). Study on Growth Capability of Mangrove Forest Seedling of *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gimnorrhiza* and *Avicennia marina* Species on Various levels of Salinity. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, *V*(1), 77–85.
- Joshi, G. V., & Nair, K. K. (1960). Journal of Biological Sciences. *The Journal of Ecology*, *48*(3), 752.
<https://doi.org/10.2307/2257356>
- Kasang, A. M., Toknok, B., & Korja, I. N. (2016). Karakteristik Hutan Mangrove Di Desa Bolobungkang Kecamatan Lobu Kabupaten Banggai. *Warta Rimba*, *4*(1), 9–15.
- Lugo, A. E., & Snedaker, S. C. (1974). The Ecology of Mangroves Author (s): Ariel E . Lugo and Samuel C . Snedaker Published by: Annual Reviews Stable URL :
<http://www.jstor.org/stable/2096879>
Accessed : 02-03-2016 15 : 44 UTC Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the T. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *5*(1974),39–64.
<http://www.jstor.org/stable/2096879%0D>
- Lumban Tobing, A. N., Darmanti, S., Hastuti, E. D., & Izzati, M. (2021). Struktur Anatomi Daun Mangrove Api-api Putih [*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh] Di Pantai Mangunharjo, Semarang. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, *6*(1),96–103.
<https://doi.org/10.14710/baf.6.1.2021.96-103>
- Marantika, M., Hiariej, A., & Sahertian, D. E. (2021). Kerapatan dan Distribusi Stomata Daun Spesies Mangrove di Desa Negeri Lama Kota Ambon. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*,*12*(1),1–6.
<http://journal.unhas.ac.id>
- Mokodompit, M. (2014). Kerapatan dan Distribusi Stomata Daun Beberapa Varietas Tumbuhan Puring (*Codiaeum variegatum*) Yang Terdapat di Kota Gorontalo. *Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Gorontalo*.
- Mughofar, A., Masykuri, M., & Setyono, P. (2018). Zonasi Dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, *8*(1), 77–85.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.77-85>
- Nandy, P., Das, S., & Ghose, M. (2005). Relation of leaf micromorphology with photosynthesis and water efflux in some Indian mangroves. *Acta Botanica Croatica*, *64*(2), 331–340.
- Nurrohman, E., Latifa, R., & Hadi, S. (2022). Stomata Leaves Characteristics of Sapindaceae Family in Malabar Forest, Malang City. *Bioscience*, *6*(2), 73.
<https://doi.org/10.24036/0202262118189-000>
- Panawala, L. (2017). *Difference Between Photosystem 1 and 2 Learn about immunofluorescence - AAT Bioquest Main Difference – Photosystem 1*. May.
<http://pediaa.com/difference?between?photosystem?1?and?2/>
- Peel, J. R., Mandujano Sánchez, M. C., Portillo, J. L., & Golubov, J. (2017). Variación en la densidad estomática, área foliar y tamaño de *Rhizophora mangle* (Malpighiales: Rhizo-phoraceae) a lo largo de un gradiente de salinidad en el Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, *65*(2), 701–712.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v65i2.24372>
- Rindyastuti, R., & Hapsari, L. (2017). Adaptasi Ekofisiologi Terhadap Iklim Tropis Kering: Studi Anatomi Daun Sepuluh Jenis Tumbuhan Berkayu. *Jurnal Biologi Indonesia*, *13*(1), 1–15.
<https://doi.org/10.47349/jbi/13012017/1>
- Rizki, R. (2017). Etnofarmakologi Tumbuhan Familia Rhizophoraceae oleh Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Bioconcetta*, *3*(1), 51–60.
<https://doi.org/10.22202/bc.2017.v3i1.2726>
- Sabandar, A., Hiariej, A., & Sahertian, D. E. (2021). Struktur Sel Epidermis Dan Stomata *Aegiceras corniculatum* D dan *Rhizophora apiculata* pada Muara Sungai Desa Poka dan Desa Leahari. *Biosel: Biology Science and Education*, *10*(1), 81.
<https://doi.org/10.33477/bs.v10i1.1896>
- Samiyarsih, S., Suparjana, T. B., & Juwarno, J. (2017). Karakter Antomi Daun Tumbuhan Mangrove Akibat Pencemaran di Hutan Mangrove Kabupaten Cilacap. *Biosfera*, *33*(1), 31.

- <https://doi.org/10.20884/1.mib.2016.33.1.288>
- Santoso, A., & Widyawati, N. (2020). Pengaruh Umur Bibit terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy (*Brassica rapa* ssp. *chinensis*) pada Hidroponik NFT. *Vegetalika*, 9(3), 464. <https://doi.org/10.22146/veg.52570>
- Santrum, M. J., Tokan, M. K., & Imakulata, M. M. (2021). Estimasi Indeks Luas Daun dan Fotosintesis Bersih Kanopi Hutan Mangrove di Pantai Salupu Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. *Haumeni Journal of Education*, 1(2), 38–43. <https://doi.org/10.35508/haumeni.v1i2.5402>
- Sass, J. E. (1958). *Botanical Microtechnique*. *Lowa State University Press*.
- Siahaan, F. A., & Lestari, D. (2023). *Stomatal Characteristics in Three Groups of Mangrove Plants : Major , Minor , and Associate Karakteristik Stomata pada Tiga Kelompok Tumbuhan Mangrove : Mayor , Minor , dan Asosiasi*. 21(April), 144–148.
- Subkhi Mahmasani. (2020). *View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk*. 274–282.
- Tambaru, E., Ura, R., & Tuwo, M. (2018). Karakteristik stomata daun tanaman obat *Androdera cordifolia* (Ten.) Steenis dan *Gratophyllum pictum* (L.) Griff. *Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 9(17), 42–47. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/4007>
- Tan, W. K., Lin, Q., Lim, T. M., Kumar, P., & Loh, C. S. (2013). Dynamic secretion changes in the salt glands of the mangrove tree species *Avicennia officinalis* in response to a changing saline environment. *Plant, Cell and Environment*, 36(8), 1410–1422. <https://doi.org/10.1111/pce.12068>
- Tihurua, E. F., Agustiani, E. L., & Rahmawati, K. (2020). Karakter Anatomi Daun sebagai Bentuk Adaptasi Tumbuhan Penyusun Zonasi Mangrove di Banggai Kepulauan, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(2), 255–264. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i2.7048>
- Vinoth, R., Kumaravel, S., & Ranganathan, R. (2019). Anatomical and physiological adaptation of mangrove wetlands in east coast of Tamil Nadu. *World Scientific News*, 129(May), 161–179. www.worldscientificnews.com