

PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP KLOROFIL, FITOKIMIA, DAN STOMATA DAUN *Rhizophora mucronata* DI PANGANDARAN

Fariha Maulida¹, Rusdi Hasan¹

¹ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Email Korespondensi: fariha22002@mail.unpad.ac.id

Abstract

Desa Bojong Salawe, Pangandaran, memiliki keanekaragaman jenis mangrove, salah satunya adalah *Rhizophora mucronata*. Spesies ini memiliki peran ekologis, ekonomis, serta potensi bioaktif sebagai antibakteri, antijamur, dan antikanker. Penelitian ini bertujuan membandingkan kandungan klorofil, senyawa fitokimia, dan karakteristik stomata daun *Rhizophora mucronata* di Pangandaran berdasarkan perbedaan intensitas cahaya. Metode yang digunakan adalah metode campuran dengan pendekatan kualitatif pada skrining fitokimia dan tipe stomata serta pendekatan kuantitatif pada kandungan klorofil dan kerapatan stomata. Kandungan klorofil diukur menggunakan *Chlorophyll Meter* CCM-200, karakteristik stomata diamati melalui metode replika, dan uji fitokimia dilakukan secara kualitatif. Hasil menunjukkan bahwa daun ternaungi memiliki kerapatan stomata sebesar 81,55 stomata/mm² dan kandungan klorofil sebesar 681,63 µg/cm², sedangkan daun tidak ternaungi memiliki kerapatan stomata sebesar 91,7 stomata/mm² dan kandungan klorofil sebesar 582,240 µg/cm². Uji fitokimia menunjukkan daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi dan tidak ternaungi positif mengandung alkaloid, tanin, dan kuinon, tetapi hanya daun ternaungi yang positif mengandung saponin. Berdasarkan hasil penelitian, intensitas cahaya mempengaruhi adaptasi morfologi, fisiologi, dan kandungan kimia daun *Rhizophora mucronata*. Penelitian ini penting untuk memahami respon adaptif tanaman mangrove terhadap lingkungan dan potensi senyawa bioaktifnya.

Keywords:

Fitokimia; Intensitas cahaya; Klorofil;
Rhizophora mucronata; Stomata

Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, termasuk di dalamnya ekosistem mangrove. Salah satu wilayah yang memiliki kawasan konservasi mangrove adalah Desa Bojong Salawe yang terletak di Kabupaten Pangandaran. Salah satu jenis mangrove yang terdapat di Desa Bojong Salawe, yaitu *Rhizophora mucronata* (Herawati, dkk., 2023). Kondisi fisiologi mangrove dipengaruhi oleh faktor lingkungan, salah satunya yaitu intensitas cahaya. Bukti empiris pada genus *Rhizophora* menunjukkan respons fisiologis yang spesifik terhadap perbedaan intensitas cahaya, dimana pertumbuhan bibit optimal pada intensitas rendah hingga sedang (Manurung dkk., 2019).

Mekanisme adaptasi terhadap intensitas cahaya dapat diamati melalui pengamatan karakteristik daun, khususnya kandungan klorofil dan struktur stomata. Kandungan klorofil daun mangrove merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove. Klorofil berperan dalam mengontrol proses fotosintesis. Proses tersebut berlangsung di dalam organel sel tumbuhan yang disebut kloroplas. Terdapat dua jenis klorofil, yaitu klorofil a yang berwarna hijau tua dan klorofil b yang berwarna hijau muda. Kedua jenis klorofil ini ditemukan pada tumbuhan tingkat

tinggi yang berperan dalam proses fotosintesis (Allifah *dkk.*, 2022). Daun memiliki stomata yang berperan penting dalam pertukaran gas dan penguapan air pada tumbuhan. Secara umum, stomata pada tumbuhan mangrove terletak di permukaan bawah daun. Pada berbagai spesies mangrove, jumlah dan distribusi stomata berbeda-beda sehingga mempengaruhi laju fotosintesis, respirasi dan transpirasi yang berdampak pada kemampuan mangrove dalam menghasilkan oksigen dan menyerap karbon (Marantika *dkk.*, 2021). Kedua parameter tersebut merepresentasikan strategi fisiologis daun dalam merespons perbedaan intensitas cahaya.

Selain respons fisiologis, tanaman juga merespons kondisi lingkungan melalui produksi metabolit sekunder (fitokimia). Mangrove merupakan komunitas tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif dengan beragam potensi farmakologis, seperti aktivitas antibakteri, antivirus, antijamur, serta efek antikanker dan antitumor. Selain itu, tanaman ini juga berpotensi dimanfaatkan sebagai obat alami. Bagian daun mangrove banyak mengandung senyawa antibakteri dikarenakan proses fotosintesis terjadi pada daun sehingga banyak senyawa kimia yang disintesis pada bagian tersebut. Setiap spesies tumbuhan mengandung metabolit sekunder dengan bioaktivitas yang spesifik. Untuk mengidentifikasi kandungan senyawa tersebut, maka dilakukan metode skrining fitokimia (Akasia *dkk.*, 2024). Skrining fitokimia merupakan analisis kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan senyawa-senyawa bioaktif, terutama metabolit sekunder pada suatu sampel tumbuhan (Kusumo *dkk.*, 2022).

Penelitian sebelumnya telah meneliti respons *Rhizophora* terhadap intensitas cahaya, namun belum ada penelitian yang mengintegrasikan analisis kandungan klorofil, karakteristik stomata, dan skrining senyawa fitokimia pada spesies tersebut di wilayah Pangandaran. Permasalahan penelitian ini adalah kurangnya pemahaman mengenai bagaimana intensitas cahaya memengaruhi kandungan klorofil, karakteristik stomata dan senyawa fitokimia pada *Rhizophora mucronata* di Pangandaran. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana variasi intensitas cahaya memengaruhi komposisi biokimia dan karakteristik fisiologi daun *Rhizophora mucronata*. Penelitian ini berguna untuk memberikan informasi mengenai kadar kandungan klorofil, karakteristik stomata daun serta senyawa fitokimia yang terkandung pada daun *Rhizophora mucronata* dengan intensitas cahaya yang berbeda di Pangandaran sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya, karena mangrove memiliki berbagai macam manfaat untuk dikembangkan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran dengan pendekatan kualitatif pada skrining fitokimia dan tipe stomata serta pendekatan kuantitatif pada kandungan klorofil dan kerapatan stomata. Kandungan klorofil diukur menggunakan *Chlorophyll Meter* CCM-200, karakteristik stomata diamati melalui metode replika, dan uji fitokimia dilakukan secara kualitatif.

Pengambilan sampel daun *Rhizophora mucronata* dilakukan di Kawasan Bojong Salawe dengan intensitas cahaya yang berbeda, Masing-masing sampel daun kemudian dimasukkan ke dalam toples berisi air, lalu diberi label yang berisikan nama spesies dan lokasi ditemukannya sampel. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan bersamaan dengan proses pengambilan sampel. Parameter yang diamati meliputi intensitas cahaya, salinitas, suhu mangrove dan suhu sedimen. Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter, salinitas dengan refraktometer merk ATAGO, dan suhu diukur menggunakan termometer.

Pengukuran kandungan klorofil pada helaian daun (lamina) sampel *Rhizophora mucronata* dilakukan setelah helaian daun dibagi menjadi tiga bagian yang sama panjang. Daun kemudian

dimasukkan ke dalam amplop yang sesuai kelompoknya. Daun diteliti menggunakan alat *Chlorophyll Meter Opti Science CCM-200* dengan 3 bagian pada helaian daun (sampel), yaitu bagian atas, tengah, dan bawah. Hasil pengukurannya dicatat dan diambil rata-ratanya (Djs dkk., 2020).

Pembuatan preparat stomata dilakukan dengan metode replika menggunakan kuteks (cat kuku transparan). Pembuatan preparat stomata dengan metode replika dilakukan dengan cara sampel daun dibersihkan permukaannya dengan menggunakan tisu atau alkohol 70% untuk menghilangkan debu dan kotoran. Permukaan daun bagian bawah (abaxial) yang telah dibersihkan, diolesi dengan kuteks dan dibiarkan selama kurang lebih 10–15 menit sampai kuteks mengering. Olesan kuteks yang sudah mengering ditemplei selotip dan diratakan selanjutnya selotip diambil dan ditempelkan pada kaca objek (Prastika, 2023). Kemudian jumlah stomata diamati dengan mikroskop cahaya. Kerapatan stomata dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang stomata}}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang pandang untuk perbesaran } 400\times &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,5)^2 \\ &= 0,19625 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

(Lestari, 2006)

Uji alkaloid dilakukan dengan menimbang sampel daun *Rhizophora mucronata* sebanyak 2 gram, kemudian dihaluskan dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel tersebut diberi tambahan masing-masing 5 mL kloroform dan larutan amonia, lalu dipanaskan, dikocok dan disaring. Setelah itu, filtrat yang diperoleh ditetesi 5 tetes larutan H_2SO_4 2N dan dikocok kembali. Bagian atas filtrat selanjutnya diambil dan diuji dengan reagent Meyer. Hasil positif adanya alkaloid ditunjukkan dengan munculnya endapan berwarna putih (Seniwaty dkk., 2009). Selain metode tersebut, uji alkaloid juga dapat dilakukan dengan melarutkan 0,5 gram ekstrak ke dalam campuran 1 mL larutan HCl 2N dan 19 ml akuades, kemudian dipanaskan selama 5 menit. Setelah itu, campuran didinginkan dan disaring. Filtrat yang terbentuk direaksikan dengan pereaksi Wagner. Apabila terbentuk warna cokelat kemerahan maka hasilnya positif mengandung alkaloid (Mangiwa & Maryuni, 2019).

Uji saponin dilakukan dengan dimasukkannya 2 gram sampel daun *Rhizophora mucronata* yang telah dihaluskan ke dalam tabung reaksi. Sampel kemudian ditambahkan air suling hingga seluruh bagian terendam, lalu dipanaskan selama 2–3 menit dan didinginkan. Setelah itu, larutan dikocok dengan kuat. Adanya saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil pada permukaan larutan (Sangi dkk., 2008). Uji tanin dilakukan dengan menggunakan 20 mg sampel daun *Rhizophora mucronata* yang telah dihaluskan, kemudian ditambahkan etanol hingga seluruh sampel terendam. Setelah proses perendaman, sebanyak 1 mL larutan diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu, ditambahkan 2–3 tetes larutan FeCl_3 1%. Apabila menghasilkan warna hitam kebiruan atau hijau maka hasilnya positif mengandung tanin (Sangi dkk., 2008).

Uji kuinon dilakukan dengan dimasukkannya ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebanyak 5 mL ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 3 tetes larutan NaOH 1N. Jika larutan mengalami perubahan warna menjadi kuning, maka ekstrak mengandung kuinon (Kusumo, dkk., 2022).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya aquades (Brataco, Bandung, Indonesia), etanol (SmartLab, 96%, Jakarta, Indonesia), kloroform (Merck, 99%, Darmstadt, Germany), FeCl_3 1% (Merck, 98%, Darmstadt, Germany), pereaksi Wagner (SmartLab, Jakarta, Indonesia), pereaksi Mayer (SmartLab, Jakarta, Indonesia), alkohol 70% (Onemed, Surabaya, Indonesia), larutan ammonia (NH_4OH) (Merck, 25%, Darmstadt, Germany), kutek transparan, daun *Rhizophora mucronata* (Pangandaran, Indonesia), H_2SO_4 2N (Merck, 99%, Darmstadt, Germany), HCl 2N (Merck, 37%, Darmstadt, Germany), dan NaOH 1N (Merck, 97%, Darmstadt, Germany).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca objek, mikroskop cahaya (Olympus, Tokyo, Jepang), tabung reaksi, mortar, alu, rak tabung, pipet tetes, gelas ukur, erlenmeyer, neraca digital (Sartorius AG, Gottingen, Germany), *Chlorophyll Meter* (Opti Science CCM-200 Plus, Hudson, NH, USA), gelas beaker, spatula, lux meter, refraktometer (ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan).



Gambar 1. Rangkaian alat mikroskop cahaya (Olympus, Tokyo, Jepang)



Gambar 2. Rangkaian alat neraca digital (Sartorius AG, Gottingen, Germany)



Gambar 3. Rangkaian Alat *Chlorophyll Meter* (Opti Science CCM-200 Plus, Hudson, NH, USA)

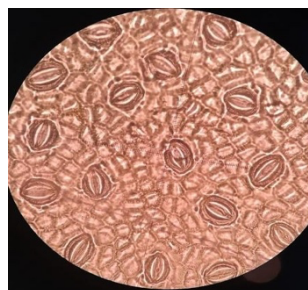
Hasil dan Pembahasan

Morfo Anatomi

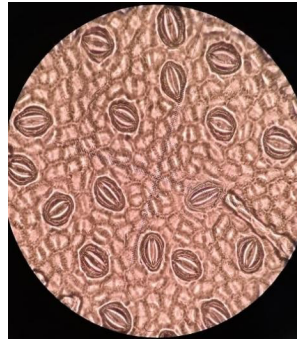
Tabel 1. Tipe dan kerapatan stomata daun *Rhizophora mucronata* berdasarkan perbedaan intensitas cahaya

Lokasi	Tipe Stomata	Kerapatan Stomata
Ternaungi	Anomositik	81,55 stomata/mm ²
Tidak Ternaungi	Anomositik	91,7 stomata/mm ²

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan bahwa pada daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi memiliki jumlah dan kerapatan stomata yang lebih rendah dibandingkan dengan daun *Rhizophora mucronata* yang tidak ternaungi. Hal tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya secara signifikan dapat mempengaruhi kerapatan stomata. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marantika dkk., (2020), yang menyatakan bahwa setiap jenis tumbuhan memiliki tingkat kerapatan stomata yang berbeda. Hal tersebut terjadi karena faktor lingkungan, diantaranya intensitas cahaya, suhu, ketersediaan air, dan konsentrasi CO₂. Apabila intensitas cahaya semakin tinggi, maka kerapatan stomata pada permukaan daun juga semakin meningkat. Begitupun sebaliknya, apabila intensitas cahaya semakin rendah, maka kerapatan stomata pada daun juga semakin menurun



Gambar 4. Stomata daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi



Gambar 5. Stomata daun *Rhizophora mucronata* yang tidak ternaungi

Tabel 2. Kandungan klorofil daun *Rhizophora mucronata* berdasarkan perbedaan intensitas cahaya

Lokasi	Bagian Daun	Kandungan Klorofil ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Rata-Rata ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
Ternaungi	Pangkal	661,012	681,63
	Tengah	710,178	
	Ujung	673,7	
Tidak Ternaungi	Pangkal	618,983	582,240
	Tengah	553,164	
	Ujung	574,575	

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan klorofil dengan menggunakan *Chlorophyll Meter Opti Science CCM-200*, diperoleh hasil bahwa daun yang tidak ternaungi memiliki kadar klorofil lebih rendah dibandingkan dengan daun yang ternaungi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya memiliki pengaruh terhadap kandungan klorofil suatu tumbuhan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ratag *dkk.*, (2023), yang menyatakan bahwa tumbuhan yang tumbuh pada kondisi ternaungi, intensitas cahaya yang diterima oleh daun menjadi rendah sehingga menyebabkan laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat menurun. Namun, untuk mengatasi intensitas cahaya yang rendah, tumbuhan yang ternaungi akan menunjukkan peningkatan kandungan klorofil a dan b. Hal tersebut merupakan mekanisme adaptasi untuk memaksimalkan penyerapan cahaya pada intensitas rendah.

Uji Fitokimia

Tabel 3. Hasil uji senyawa fitokimia daun *Rhizophora mucronata* berdasarkan perbedaan intensitas cahaya

Senyawa Aktif	Daun <i>Rhizophora mucronata</i>	
	Ternaungi	Tidak Ternaungi
Alkaloid	+	+
Saponin	+	-
Tanin	+	+
Kuinon	+	+

Keterangan: + menunjukkan terdeteksi, - menunjukkan tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi positif mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin dan kuinon. Adapun daun *Rhizophora mucronata* yang tidak ternaungi, positif mengandung senyawa alkaloid, tanin dan kuinon, sementara untuk uji saponin hasilnya negatif. Hal tersebut terjadi karena intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menghambat produksi senyawa metabolit sekunder, termasuk saponin. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim & Jaafar (2012), yang menyatakan bahwa paparan sinar matahari yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penurunan terhadap produksi metabolit sekunder.

Pada uji alkaloid, hasil positif ditunjukkan dengan warna cokelat kemerahan yang terbentuk dari pereaksi Wagner merupakan warna dari I⁻ yang dihasilkan dari reaksi I₂ dengan I⁻ dari KI dalam pembuatan pereaksi Wagner. Adapun warna putih yang terbentuk dengan pereaksi Meyer disebabkan oleh terbentuknya kompleks kalium tetraiodomerkurat (II). Kompleks ini dihasilkan melalui reaksi antara larutan HgCl₂ dan larutan KI yang digunakan dalam proses pembuatan pereaksi Meyer (Mangiwa & Maryuni, 2019). Alkaloid merupakan salah satu metabolit sekunder yang memiliki peran dalam tumbuhan, diantaranya sebagai pelindung dari hama dan penyakit, pengatur tumbuhan, serta sebagai basa mineral untuk menjaga keseimbangan ion. Selain itu, alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri (Masniawati dkk., 2021).

Senyawa golongan saponin memiliki gugus hidrofilik yang dapat berikatan dengan air dan gugus hidrofobik yang dapat berikatan dengan udara. Adapun hasil positif ditunjukkan dengan busa yang terbentuk, dimana berasal dari reaksi antara gugus hidrofobik dengan udara (Mangiwa & Maryuni, 2019). Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang memiliki sifat seperti sabun. Senyawa ini berbentuk koloid yang dapat larut dalam air, menghasilkan busa setelah dikocok, serta memiliki rasa pahit. Saponin memiliki kemampuan dalam menghemolisis atau menghancurkan sel-sel darah merah. Selain itu, saponin juga memiliki efek antimikroba, antijamur, antioksidan, penurun kolesterol, antivirus, antikarsinogenik serta berperan sebagai manipulator fermentasi rumen (Pratiwi dkk., 2023).

Hasil positif dari uji tanin ditandai dengan terbentuknya warna hijau dengan pereaksi FeCl₃ 1%. Adapun warna hijau yang terbentuk merupakan senyawa kompleks Fe³⁺ tanin yang terbentuk dari reaksi antara tanin dari ekstrak dengan ion Fe³⁺ dari pereaksi FeCl₃ (Mangiwa & Maryuni, 2019). Tanin merupakan senyawa yang tidak berbau atau memiliki sedikit bau yang khas, berbentuk serpihan mengkilap berwarna kekuningan hingga coklat muda atau dalam bentuk serbuk amorf. Pada tanaman, tanin memiliki peran untuk melindungi tanaman pada masa pertumbuhan. Di bidang kesehatan, tanin memiliki peran sebagai antidiare, antioksidan, antibakteri, dan astringen (Sunani & Hendriani, 2023).

Kuinon adalah senyawa yang aktif dalam reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Senyawa tersebut berperan penting dalam mengatur berbagai proses biologis dan kimia, termasuk transport elektron pada berbagai organisme hidup (Zheng dkk., 2023). Hasil positif uji kuinon ditandai dengan terbentuknya warna kuning yang dapat diidentifikasi melalui reaksi kimia menggunakan NaOH.

Penambahan NaOH 1N menyebabkan gugus fenol yang dimiliki kuinon mengalami deprotonasi, sehingga menghasilkan ion enolat. Ion enolat memiliki kemampuan dalam menyerap cahaya dan memberi warna kuning atau merah pada larutan uji (Kusumo *dkk.*, 2022). Senyawa tersebut berperan penting dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai indikator dalam analisis fitokimia dan memiliki potensi sebagai bahan aktif dalam pengobatan herbal (Fatwami & Royani, 2023).

Parameter Lingkungan

Tabel 4. Parameter lingkungan pada tumbuhan *Rhizophora mucronata* berdasarkan perbedaan intensitas cahaya

	Lokasi	Intensi tas Cahaya	Suhu Mangrove	Salinitas	Suhu Sedimen
ngi	Ternaungi	714 lux	29 °C	25 ppt	30 °C
	Tidak Ternaungi	1628 lux	30 °C	23 ppt	31 °C

Berdasarkan tabel parameter lingkungan, intensitas cahaya pada tumbuhan *Rhizophora mucronata* yang ternaungi (714 lux) lebih rendah dibandingkan dengan tumbuhan *Rhizophora mucronata* yang tidak ternaungi (1628 lux). Kondisi tersebut diikuti oleh perbedaan suhu mangrove dan suhu sedimen, dimana lokasi tidak ternaungi cenderung memiliki suhu yang lebih tinggi akibat paparan sinar matahari yang lebih besar. Sementara itu, perbedaan salinitas antara lokasi yang ternaungi dengan yang tidak ternaungi relatif kecil. Perbedaan intensitas cahaya diketahui secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, pembentukan stomata, kandungan klorofil, dan penyerapan nutrisi (Paulo *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap morfologi, fisiologi, dan kandungan kimia *Rhizophora mucronata*. Kerapatan stomata daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi lebih rendah dibandingkan dengan daun yang tidak ternaungi, sedangkan kandungan klorofilnya lebih besar pada daun yang ternaungi. Perbedaan intensitas cahaya juga memengaruhi keberadaan senyawa fitokimia, dimana daun *Rhizophora mucronata* yang ternaungi positif mengandung senyawa kimia alkaloid, saponin, tanin, dan kuinon, sementara daun yang tidak ternaungi negatif mengandung saponin.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih pada Universitas Padjadjaran yang telah menyediakan fasilitas untuk penelitian ini, seluruh dosen dan staff pegawai di Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, dan semua pihak atas bantuan masukan serta saran dalam proses penelitian ini.

References

- Akasia, Alanis I., Putra, I. D. N. N., Putra, I. N. G. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(1): 16–22.
- Allifah, Asyik N., Natsir, Nur A., Mulyawati, Nina Y., Surati. (2022). Kadar Klorofil Daun Mangrove di Kawasan Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah. *Biotropic*, 6(1): 20–28.
- Djs, Aulia D., Febrianto, Eka B., Sinambela, Binsar M. T. (2020). Analisa Jumlah Klorofil Daun Terhadap Produksi Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pada Dataran Tinggi di Kebun Bah Birung Ulu PTPN IV Sumatera Utara. *Agro Estate*, 4(1): 51–58.
- Fatwami, Esti. F & Royani, Sri. (2023). Skrining Fitokimia dan Uji Antioksidan Ekstrak Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(2): 253–260.
- Herawati, Heti & Angellica, Maria & Apriliani, Izza & Arief, Candra. (2024). Daya Dukung dan Nilai Ekonomi Kawasan Ekowisata di Kabupaten Pangandaran. *Akuatika Indonesia*, 8(116). doi: 10.24198/jaki.v8i2.44881.
- Ibrahim, M. H., & Jaafar, H. Z. E. (2012). Primary, secondary metabolites, H₂O₂, malondialdehyde and photosynthetic responses of *Orthosiphon stimaneus* benth. to different irradiance levels. *Molecules*, 17(2): 1159–1176. doi: 10.3390/molecules17021159
- Kusumo, Djati W., Susanti., Ningrum, Erma K., Makayasa, Citra H. A. (2022). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Pada Ekstrak Etanol Bunga Pepaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 5(2): 478–483.
- Lestari, E.G., (2006). Hubungan antara Kerapatan Stomata dengan Ketahanan Kekeringan pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Jurnal Biodiversitas*, 7(1): 44–48.
- Maisarah, M., Chatri, M., Advinda, L., Violita. (2023). Karakteristik dan Fungsi Senyawa Alkaloid sebagai Antifungi pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*, 8(2): 231–236.
- Mangiwa, Septiani & Maryuni, Agnes, E. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Antioksidan Ekstrak Biji Kopi Sangrai Jenis Arabika (*Coffea arabica*) Asal Wamena dan Moanemani, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 11(2): 103–109. doi: 10.31957/jbp.925
- Manurung, C. Y., Kushadiwijayanto, A. A., Nurdiansyah, S. I. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Bibit *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* di Desa Pasir Kabupaten Mempawah. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(2): 66–71.
- Marantika, Mercyana., 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.
- Masniawati, A., Johannes, E., Winarti, W. (2021). Analisis Fitokimia Umbi Talas Jepang *Colocasia esculenta* L. (Schott) var. *antiquorum* dan Talas Kimpul *Xanthosoma sagittifolium* L. (Schott) dari Dataran Rendah. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 12(2): 7–14.
- Paulo, Mauricio, Centenaro, Bueno., Wagner, A., Vendrame. (2024). Wavelength and Light Intensity Affect Macro- and Micronutrient Uptake, Stomata Number, and Plant Morphology of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plants*, 13 doi: 10.3390/plants13030441
- Prastika, Dewi., Sarjani, Tri M., Mahyuni, Siska R., Hariani, Indri., Ramadhan, Dita A., Rezeki, Shally., Tiara, Resa., Hendrik, Erlina., Aulia, Riska., Amalia, Tasya. (2023). Identifikasi Tipe Stomata Anggota Suku Myrtaceae di Kota Langsa. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(1): 20–27.
- Pratiwi, I. R. E., Abidin, Z., Aminal. (2023). Penetapan Kadar Senyawa Saponin Pada Batang dan Daun Beberapa Tanaman Pada Family Asteraceae. *Makassar Natural Product Journal*, 1(3): 18–21.

- Ratag, S. P., & Pangemanan, E. F. S. (2023). *Kandungan Klorofil Dalugha (Cyrtosperma merkusii (Hassk.) Schott) Pada Kondisi Cahaya Terbuka & Ternaung di Rawa Tepi Danau Kapeta, Pulau Siau, Kabupaten Sitaro. Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(1): 166–172.
- Sangi, M., M.R.J. Runtuwene., H.E.I. Simbala, dan V. M. A. (2008). Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chemistry Progress*, 1(1): 47–53.
- Seniwaty, Raihanah, Nugraheni, I. K., & Umaningrum, D. (2009). Skrining Fitokimia dari Alang-Alang (*Imperata Cylindrica* L.Beauv) dan Lidah Ular (*Hedyotis Corymbosa* L.Lamk). *Sains Dan Terapan Kimia*, 3(2): 124–133.
- Sunani, S dan Hendriani, R. (2023). Review Article: Classification and Pharmacological Activities of Bioactive Tannins. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 3(2): 130–136.
- Zheng, Z., An, Z., Yang, Y., Chen, J., Liu, X., Lu, L. (2023). Metabolic Profiling of Blueberries (*Vaccinium* Spp.) to Quantitatively and Qualitatively Assess Bruise Damage and Fruit Deterioration. *Postharvest Biology and Technology*. 192, 112135. doi:10.1016/j.postharvbio.2022.112135