



BioActive: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi

ISSN xx (online), ISSN xx (print)

Volume I, Nomor 1, Tahun 2024, Hal. 42-56

Available online at:

<https://ojs.uph.edu/index.php/BioActive/index>



Research Article



Kajian Letak Tumbuh dan Studi Ekologi *Rhizophora mucronata* Berdasarkan Lokasi Pertumbuhan di Hutan Wisata Mangrove

Study of Growth Location and Ecological Study of Rhizophora mucronata Based on Growth Location in Mangrove Forest Mangrove Tourism

Jovan Nathanael Torreno, Debora Humipas Boru Malau, Widya Situmorang, Jessica Elfani Bermuli*

Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan, Universitas Pelita Harapan Jalan M.H. Thamrin Boulevard No.1100, Klp. Dua, Kec. Klp. Dua, Kabupaten Tangerang, Banten 15811

Email corresponding: jessbermul12@gmail.com

Informasi Artikel	ABSTRACT
Submit: 24-6-2024 Diterima: 28-06-2024 Dipublikasikan: 15-07-2024	<p>Mangroves are an ecosystem that acts as a link between land and ocean ecosystems. Indonesia has many mangrove forests scattered throughout the city, one of which is in the city of Jakarta. This paper studies the anatomy, morphology, and physiology of <i>Rhizophora mucronata</i>, analyzes the relationship of environmental data to the growth of <i>Rhizophora mucronata</i>, and analyzes the location of <i>Rhizophora mucronata</i> growing in Ecomarine Muara Angke and Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk. This research was conducted using the exploration method to find correlations and differences in the location of <i>Rhizophora mucronata</i> mangrove growth in two different locations. The results showed significant differences in environmental conditions in the two locations. Mangroves growing in Ecomarine Muara Angke have a larger stem circumference and a greater number of breath roots compared to mangroves growing in TWA Angke Kapuk. The shape of stomata on mangrove leaves in Muara Angke tends to be more open than stomata on mangrove leaves in TWA Angke Kapuk. This study indicates that environmental conditions can affect the morphological and anatomical characteristics of mangrove plants.</p> <p>Key words: characteristics, growth location, mangrove, <i>Rhizophora mucronata</i></p>
Penerbit	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi FIP Universitas Pelita Harapan, Tangerang - Indonesia	Mangrove merupakan suatu ekosistem yang berperan sebagai penghubung antara ekosistem daratan dan lautan. Indonesia memiliki banyak hutan mangrove yang tersebar di seluruh wilayah salah satunya di wilayah Jakarta. Tulisan ini mempelajari tentang anatomi, morfologi, dan fisiologi dari <i>Rhizophora mucronata</i> , menganalisis keterkaitan data lingkungan terhadap pertumbuhan <i>Rhizophora mucronata</i> , dan menganalisis letak tumbuh <i>Rhizophora mucronata</i> yang tumbuh di lokasi Ecomarine Muara Angke dan Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk.



Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksplorasi atau jelajah untuk mencari korelasi dan perbedaan letak tumbuh mangrove *Rhizophora mucronata* pada dua lokasi berbeda. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kondisi lingkungan pada ke dua lokasi tersebut. Mangrove yang tumbuh di *Ecomarine* Muara Angke memiliki keliling batang yang lebih besar dan jumlah akar napas yang lebih banyak dibandingkan dengan mangrove yang tumbuh pada TWA Angke Kapuk. Bentuk stomata pada daun mangrove di Muara Angke cenderung lebih terbuka daripada stomata pada daun mangrove TWA Angke Kapuk. Penelitian ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan dapat memengaruhi karakteristik morfologi dan anatomi tumbuhan mangrove.

Kata kunci: karakteristik, letak tumbuh, mangrove, *Rhizophora mucronata*



This BioActive : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan suatu ekosistem yang berperan sebagai penghubung antara ekosistem daratan dengan lautan (Karim et al., 2023). Mangrove merupakan vegetasi khas daerah tropis dan subtropis yang dapat dijumpai di tepi sungai, muara sungai, dan tepi pantai. Mangrove banyak berada di daerah yang tergenang air asin atau payau, mampu beradaptasi untuk hidup di lingkungan yang keras seperti terjangan ombak, pasang surut, dan kadar garam yang tinggi. Negara Indonesia memiliki berbagai jenis mangrove. Saat ini tercatat mencapai 202 jenis tumbuhan mangrove, di antaranya 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit, dan 1 jenis paku (Kusumahadi et al., 2020). Banyaknya jenis tumbuhan mangrove memberikan manfaat yang beragam seperti membantu dalam menstabilkan sedimen pantai, melindungi saat badai, menyerap nutrient, memfilter polusi dan menyediakan habitat bagi flora dan fauna yang ada di sekitarnya. Selain itu, tumbuhan mangrove juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat sebagai tempat rekreasi dan bagian batangnya dijadikan kayu bakar atau bahan bangunan.

Indonesia memiliki banyak hutan mangrove yang tersebar di seluruh wilayah, salah satunya adalah wilayah Jakarta. Jakarta memiliki beberapa hutan mangrove seperti *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. Mangrove *Ecomarine* Muara Angke berfungsi untuk menjaga garis pantai dan tebing sungai dari erosi dan abrasi, tempat berkembang biak beberapa jenis hewan seperti ikan, udang, kerang, dan biota laut lainnya (Handayani, 2006). Kondisi ekosistem di kawasan Teluk Jakarta (Muara Angke) telah tercemar oleh limbah yang berasal dari industri, pelabuhan, dan aktivitas rumah tangga yang mengandung bahan organik (Nursagita & Sulistyoning, 2021). Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk merupakan kawasan ekowisata yang menunjukkan bahwa mangrove yang tumbuh di daerah tersebut tidak hanya digunakan untuk mengurangi abrasi dan pengendali banjir saat air laut pasang. Kawasan hutan mangrove di TWA Angke Kapuk memiliki fungsi lain yaitu dapat digunakan sebagai kepentingan pariwisata dan mangrove yang ditanam di kawasan TWA Angke Kapuk merupakan hasil dari rehabilitasi yang bertujuan untuk memulihkan ekosistem yang telah rusak. Mangrove yang ditanam menggunakan teknik guludan yang sudah terbukti efektif dapat mengatasi penanaman mangrove yang tergenang air dan dapat meningkatkan keberhasilan rehabilitasi (Haneda et al., 2023). Indonesia memiliki banyak hutan mangrove yang tersebar di seluruh kota, salah satunya adalah kota Jakarta. Kota Jakarta

memiliki beberapa hutan mangrove seperti *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. Mangrove *Ecomarine* Muara Angke berfungsi untuk menjaga garis pantai dan tebing sungai dari erosi dan abrasi, tempat berkembang biak beberapa jenis hewan seperti ikan, udang, kerang, dan biota laut lainnya (Handayani, 2006). Namun, kondisi ekosistem yang berada di kawasan Teluk Jakarta (Muara Angke) telah tercemar oleh limbah yang berasal dari industri, pelabuhan, dan aktivitas rumah tangga yang mengandung bahan organik (Nursagita & Sulistyoning, 2021). Pada kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk adalah kawasan ekowisata yang menunjukkan bahwa mangrove yang tumbuh di daerah tersebut tidak hanya digunakan untuk mengurangi abrasi dan pengendali banjir saat air laut pasang. Namun, kawasan hutan mangrove di TWA Angke Kapuk memiliki fungsi lain yaitu digunakan untuk kepentingan pariwisata. Selain itu, mangrove yang ditanam di kawasan TWA Angke Kapuk merupakan hasil dari rehabilitasi yang bertujuan untuk memulihkan ekosistem yang telah rusak. Mangrove yang ditanam menggunakan teknik guludan yang sudah terbukti efektif dapat mengatasi penanaman mangrove yang tergenang air dan dapat meningkatkan keberhasilan rehabilitasi (Haneda et al., 2023).

Mangrove yang diteliti dalam penelitian ini adalah jenis *Rhizophora mucronata* yang tumbuh di *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. *Rhizophora mucronata* sering disebut bakau merah yang memiliki akar napas yang tumbuh melengkung menuju permukaan tanah, batangnya berwarna coklat hingga abu-abu gelap, daunnya memiliki bentuk melengkung dengan ujung meruncing, pangkal daun membulat, tepi daun rata, memiliki struktur tulang daun menyirip, dan tekstur daunnya cenderung licin. Spesies mangrove ini memiliki banyak fungsi seperti antibakteri, antioksidan, dan anti-diare (Mahmiah et al., 2017). Dalam penelitian ini, jenis mangrove yang diteliti adalah *Rhizophora mucronata* yang tumbuh di *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. *Rhizophora mucronata* sering disebut bakau merah yang memiliki akar napas yang tumbuh melengkung menuju permukaan tanah, batangnya berwarna coklat hingga abu-abu gelap, daunnya memiliki bentuk melengkung dengan ujung meruncing, pangkal daun membulat, tepi daun rata, memiliki struktur tulang daun menyirip, dan tekstur daunnya cenderung licin. Spesies mangrove ini memiliki banyak fungsi seperti antibakteri, antioksidan, dan anti-diare (Mahmiah et al., 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai persamaan dan perbedaan mangrove jenis *Rhizophora mucronata* yang tumbuh di lokasi yang berbeda yaitu *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk berdasarkan data ekologi, anatomi, dan morfologinya. Urgensi dari penelitian ini adalah memahami data ekologi, anatomi, dan morfologi *Rhizophora mucronata* untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai tumbuhan mangrove. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan strategi rehabilitasi yang lebih efektif dan pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan. Penelitian ini tidak hanya relevan bagi para peneliti ataupun ilmuwan, tetapi juga berfungsi bagi pembuat kebijakan dan masyarakat umum yang bergantung pada ekosistem mangrove.

METODE PENELITIAN

Indonesia memiliki banyak hutan mangrove yang tersebar diseluruh kota, salah satunya adalah kota Jakarta. Kota Jakarta memiliki beberapa hutan mangrove seperti *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. Mangrove *Ecomarine* Muara Angke berfungsi untuk menjaga garis pantai dan tebing sungai dari erosi dan abrasi, tempat berkembang biak beberapa jenis hewan seperti ikan, udang, kerang, dan biota laut lainnya (Handayani, 2006). Kondisi ekosistem di kawasan Teluk

Jakarta (Muara Angke) telah tercemar oleh limbah yang berasal dari industri, pelabuhan, dan aktivitas rumah tangga yang mengandung bahan organik (Nursagita & Sulistyning, 2021). Kawasan Taman Wisata Alam Angke Kapuk adalah kawasan ekowisata yang menunjukkan bahwa mangrove yang tumbuh di daerah tersebut tidak hanya digunakan untuk mengurangi abrasi dan pengendali banjir saat air laut pasang. Namun, kawasan hutan mangrove di TWA Angke Kapuk memiliki fungsi lain yaitu digunakan untuk kepentingan pariwisata. Selain itu, mangrove yang ditanam di kawasan TWA Angke Kapuk merupakan hasil dari rehabilitasi yang bertujuan untuk memulihkan ekosistem yang telah rusak. Mangrove yang ditanam menggunakan teknik guludan yang sudah terbukti efektif dapat mengatasi penanaman mangrove yang tergenang air dan dapat meningkatkan keberhasilan rehabilitasi (Haneda et al., 2023).

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yaitu di *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Kecamatan Pejaringan, Jakarta Utara, DKI Jakarta. Penelitian terhitung sejak Januari hingga April 2024 dimulai dari penentuan objek penelitian, pembuatan rancangan penelitian, persiapan, eksekusi, pengelolaan hasil penelitian, dan penyusunan artikel. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksplorasi atau jelajah untuk mencari korelasi dan perbedaan letak tumbuh mangrove *Rhizophora mucronata* di kedua tempat penelitian.

Pengambilan data dilakukan dengan metode transek kuadran. Metode transek kuadran terdiri dari transek dan kuadran atau plot yang berbentuk persegi dengan ukuran 10m x 10 m. Transek merupakan garis lurus yang ditarik pada daerah penelitian dan kuadran merupakan bingkai dengan bentuk persegi yang diletakkan pada garis tersebut (Rahmawati et al., 2014). Transek dibuat dengan orientasi sejajar dengan garis pantai. Kuadran yang dibuat sebanyak 4 plot dengan jarak masing-masing plot adalah 5 meter. Masing-masing plot akan dilakukan pengamatan dan pengukuran morfologi tumbuhan, pengukuran data lingkungan seperti kualitas air, intensitas cahaya, dan kecepatan angin. Selain itu, pengambilan sampel dilakukan untuk pengamatan lebih lanjut di dalam laboratorium.

Alat yang digunakan yaitu alat tulis, papan jalan, kamera, dan alat pengukuran data lingkungan. Alat pengukur data lingkungan yang digunakan antara lain anemometer, luxmeter, pH meter, TDS, pasak, tali, meteran tancap, dan wadah spesimen. Bahan yang digunakan adalah plastik sampel, dan kertas untuk mencatat hasil pengamatan.

Prosedur Penelitian

A. Eksplorasi

Lakukan eksplorasi di lokasi *Ecomarine* Muara Angke dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk untuk mengamati perbedaan letak tumbuh seperti ketinggian pohon, hutan atau landai, dan arah pohon tumbuh. Eksplorasi merupakan penjelajahan daerah penelitian yang bertujuan memperoleh pengetahuan lebih banyak (Heldanita, 2019). Eksplorasi digunakan untuk mencari keberadaan spesies *Rhizophora mucronata* di hutan mangrove.

B. Pengambilan sampel

Ambil sampel vegetasi mangrove menggunakan teknik *line transect*. *Line transect* yaitu teknik pengukuran dan pengamatan yang dilakukan sepanjang jalur yang telah ditentukan dengan diberi jarak antar plot ukur (Syakur, 2019). Langkah yang harus dilakukan adalah dengan membuat satu jalur dengan lebar 10 meter x 10 meter dengan arah tegak lurus dengan pantai. Sampel yang akan diambil adalah akar, batang, daun, bunga, dan buah.

C. Data Cuaca

Lakukan pengambilan data cuaca menggunakan laman BMKG (<https://www.bmkg.go.id/>). Pilih stasiun BMKG terdekat akan digunakan untuk menjangkau data mengenai cuaca di hari penelitian, sesudah, bahkan sebelumnya. Data yang digunakan dalam rentan waktu satu bulan, untuk mendukung data-data yang didapatkan digunakan juga data satu bulan sebelum.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yang berbeda, yaitu di *Ecomarine* Muara Angke dan di Taman Wisata Mangrove Angke Kapuk. *Ecomarine* Muara Angke merupakan salah satu rehabilitasi mangrove yang diprakarsai oleh Komunitas Mangrove Muara Angke (KOMMA) dan PT. Unit Pembangkitan Jawa Bali (PT. PJB-UP). Lokasi tersebut awalnya berupa tumpukan sampah seluas 1,5 ha dan pada tahun 2010 berhasil dibersihkan serta ditanami 27.000 bibit mangrove (Rahadian et al., 2019). Sampah-sampah tersebut terus bertumpuk hingga pada akhirnya terbentuk seperti daratan.

Data Lingkungan *Rhizophora mucronata* pada Lokasi *Ecomarine* Muara Angke

Tabel 1. Data Kecepatan Angin, Suhu, dan Intensitas Cahaya *Ecomarine* Muara Angke

Plot	Kecepatan Angin			Intensitas Cahaya		
	Max	Min	Suhu	Avg	Max	Min
1	0,4 m/s	0,1 m/s	30°C	0,3 m/s	2768	2587
2	0,9 m/s	0,1 m/s	30,2°C	0,5 m/s	899	741
3	0,1 m/s	0,0 m/s	30,3°C	0,1 m/s	585	479
4	0,9 m/s	0,1 m/s	27°C	0,4 m/s	1430	1251

Sumber: Data primer diolah 2024

Pada tahun 2020, *Ecomarine* Muara Angke memiliki luas vegetasi sebesar 300,87 ha (Wilujeng et al., 2022). Luas lahan hutan mangrove *Ecomarine* Muara Angke bersifat osilatif yang disebabkan oleh faktor lingkungan dan perubahan ekosistem. Hutan mangrove berfungsi sebagai penjaga stabilitas garis pantai (Setiawan, 2022), mencegah terjadinya abrasi, pemecah ombak, dan penahan angin laut. Kawasan *Ecomarine* Muara Angke banyak ditumbuhi oleh berbagai jenis tumbuhan mangrove, salah satunya adalah *Rhizophora mucronata*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kawasan *Ecomarine* Muara Angke memiliki rata-rata kecepatan maksimum angin yaitu 0,4 m/s dengan suhu 30°C dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan laman BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika), kecepatan maksimum angin normal adalah 27 km/jam atau setara dengan 7,5 m/s. Kecepatan angin pada kawasan Muara Angke bisa berada di bawah rata-rata dapat disebabkan karena kawasan tersebut dekat dengan pelabuhan. Angin yang berasal dari pelabuhan dapat memengaruhi kecepatan angin di hutan mangrove. Selain itu, angin dari arah pelabuhan juga membawa sampah dan debu sehingga sangat mengurangi kualitas udara di hutan mangrove. Rata-rata intensitas maksimum cahaya adalah 1417 lux. Rata-rata intensitas cahaya normal adalah 55987 hingga 139 lux.

Tabel 2. Data Air Ecomarine Muara Angke

Sampel Air	pH	EC	TDS	Salinitas	Suhu
1	7,5	1895 $\mu\text{s}/\text{cm}$	925 ppm	925 ppm/0,09%	27,0°C
2	7,36	1421 $\mu\text{s}/\text{cm}$	703 ppm	700 ppm/0,06%	27,4°C
3	7,49	3993 $\mu\text{s}/\text{cm}$	1971 ppm	1933 ppm/0,16%	27,4°C

Sumber: Data primer diolah 2024

Untuk data air pada kawasan *Ecomarine* Muara Angke, memiliki pH pada rentang 7,36-7,5, EC (*Electrical Conductivity*) yaitu 1421-3993 $\mu\text{s}/\text{cm}$ dengan rata-rata 2436 $\mu\text{s}/\text{cm}$, jumlah partikel terlarut berada pada kisaran 703-1971 ppm, dan suhu berada pada 27,0°C-27,4°C. *Ecomarine* Muara Angke merupakan lokasi muara sungai yang berbatasan langsung dengan laut. Kondisi air pada kawasan tersebut dapat dikatakan sudah tercemar karena memiliki warna coklat kehitaman dan berbau. Hal tersebut dapat terjadi karena sampah-sampah yang berasal dari aliran sungai bermuara pada lokasi mangrove, pencemaran limbah kimia, limbah rumah tangga, dan limbah kota (Putra, 2019). Oleh karena itu, sangat sedikit ditemukan spesies hewan pada lokasi Muara Angke. Dulunya lokasi *Ecomarine* Muara Angke ini adalah tumpukan sampah yang telah dibersihkan dan kemudian ditanami pohon mangrove. Kawasan mangrove ini menghadap langsung dengan laut sehingga penanaman mangrove ini juga bertujuan untuk menahan gelombang air laut dan menahan sampah agar tidak mencemari laut karena kondisi sampah pada kawasan Muara Angke sangat memprihatinkan sehingga dapat menjadi ancaman bagi keseimbangan ekosistem pesisir (Rahadian et al., 2019).

Morfologi *Rhizophora mucronata* Pada Lokasi *Ecomarine* Muara Angke

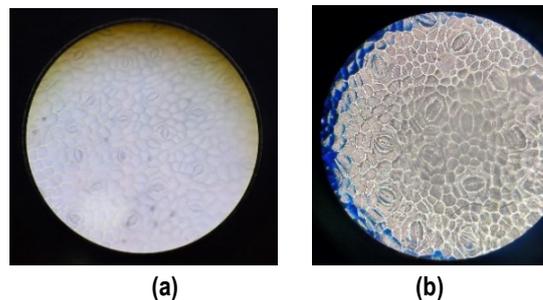
Rhizophora mucronata memiliki bentuk batang yang tinggi, berwarna gelap, memiliki akar napas, bentuk daun bulat dengan ujung meruncing berwarna hijau mengkilap, memiliki bunga kecil berwarna putih dan kekuningan, dan memiliki buah yang berbentuk kapsul berwarna hijau kecoklatan. Morfologi yang dapat diamati tertera pada data Tabel 3., yaitu keliling dan tinggi pohon, panjang dan lebar daun, dan jumlah akar napas beserta tinggi dari akar napas tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 3. morfologi pohon mangrove pada lokasi Muara Angke sangat bervariasi. Keliling terbesar *Rhizophora mucronata* ada pada plot 3 yaitu berkisar antara 12-44 cm dan keliling terkecil terdapat pada plot 2 yaitu antara 5-18 cm. Secara keseluruhan keliling mangrove berada dalam rentang 9-30 cm. Berdasarkan tinggi pohon, plot 1 memiliki jenis pohon yang lumayan tinggi dibandingkan dengan mangrove yang tumbuh di plot yaitu berkisar antara 9,471-18,5 m. Untuk tinggi keseluruhan mangrove berada pada rentang 3-9 m. Panjang daun berkisar antara 5-18,5 cm dengan lebar daun berkisar antara 3-10 cm. *Rhizophora mucronata* juga memiliki akar yang dapat diamati yaitu berjumlah sekitar 6-13 akar dengan tinggi juga memiliki variasi yaitu dalam rentang 6-80 cm.

Tabel 3 Data Morfologi *Rhizophora mucronata* *Ecomarine* Muara Angke

Plot	Jumlah Individu	Range Keliling Batang	Range Tinggi Tumbuhan	Range Panjang Daun	Range Lebar Daun	Range Jumlah Akar Napas	Range Tinggi Akar Napas
1	30	9-26 cm	3-7 m	9,471-18,5 cm	5,756-9,763 cm	7-11	6-80 cm
2	23	5-18 cm	3,5-6 m	10,3-17,7 cm	5,8-10 cm	6-9	7 cm
3	32	12-44 cm	5-9 m	9,5-10 cm	8 cm	9-13	40,6-56 cm
4	20	15-30 cm	4-8 m	6-15 cm	3 cm	6-11	16-80 cm

Sumber: Data primer diolah 2024

Anatomi *Rhizophora mucronata* Pada Lokasi *Ecomarine* Muara Angke



Gambar 1. (a) Stomata daun bagian atas perbesaran 40x di lokasi Muara Angke (b) Stomata daun bagian bawah pada lokasi Muara Angke.

Berdasarkan pengamatan stomata pada Gambar 1a. menunjukkan bahwa stomata pada permukaan atas daun mangrove banyak yang terbuka dan memiliki bentuk yang agak membulat. Gambar 1b. merupakan hasil pengamatan stomata pada bagian bawah daun yang menunjukkan bahwa stomata sedang dalam keadaan tertutup dengan bentuk lonjong dan memanjang. Stomata pada bagian atas daun lebih banyak yang terbuka dan memiliki bentuk yang agak bulat dikarenakan bagian atas daun biasanya terkena langsung oleh sinar matahari sehingga mengalami penguapan yang lebih tinggi. Bentuk stomata daun yang terbuka dan berbentuk bulat memungkinkan penyerapan karbon dioksida yang lebih baik untuk melakukan fotosintesis dan dapat berguna untuk meminimalkan penguapan air (Merdekawati, 2015). Pada bagian bawah daun cenderung memiliki stomata yang tertutup dan berbentuk lonjong berkaitan dikarenakan sedikit mendapatkan sinar cahaya matahari karena posisinya yang berada pada bawah daun. Pada lingkungan bawah daun biasanya juga memiliki kelembaban udara yang lebih tinggi, sehingga dengan stomata yang cenderung tertutup dan berbentuk lonjong memanjang memungkinkan untuk mengurangi pertukaran gas yang diperlukan untuk melakukan fotosintesis.

Data Lingkungan *Rhizophora mucronata* pada Lokasi *Ecomarine* Muara Angke

Taman Wisata Alam (TWA) Angke Kapuk memiliki luas 99,82 hektar yang dimanfaatkan menjadi tempat pariwisata dan rekreasi alam. TWA Angke Kapuk dikelola oleh pemerintah dan pihak swasta dalam mengelola sesuai inovasi-inovasi terbaru (Trisia & Nugraha, 2022). Selain itu, pada TWA Angke Kapuk juga dimanfaatkan menjadi rumah bagi beberapa flora dan fauna khususnya habitat burung dan ekosistem mangrove (Sofiani et al., 2024). Kawasan TWA Angke Kapuk merupakan lahan basah yang didominasi oleh pepohonan mangrove. Kawasan TWA Angke Kapuk menjadi tempat tinggal tumbuhan

mangrove karena kondisi lingkungan yang mendukung. Tabel 4. menunjukkan hasil data lingkungan di TWA Angke Kapuk. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 3 plot pada daerah yang berbeda dan 3 kali pengulangan. Berdasarkan Tabel 4. diketahui bahwa kecepatan angin berada posisi yang sedang atau dapat dikatakan berangin. Suhu pada TWA Angke berada pada 30,2°C dengan matahari yang cukup terik, hal ini terjadi karena data lingkungan diambil pada pukul 12.30-14.30 WIB dengan cuaca yang cerah. Pada saat melakukan pengambilan data di tiga tempat yang berbeda, salah satu tempat berada pada daerah yang memiliki tanah sehingga dapat dilakukan pengambilan data kelembaban tanah. Berdasarkan Tabel 5. bahwa tanah dalam kondisi yang sangat kering, hal ini disebabkan karena rentan tanah yang normal adalah 50-65% (Darmawan et al., 2020). Tanah memiliki pH normal 6,5-7,8 yang merupakan pH ideal tanah yang subur, sedangkan bila di bawah 6 adalah asam dan di atas 7 adalah basa. Tanah yang berada pada Tabel 5. termasuk ke dalam pH normal atau ideal dengan beragam nutrisi yang mendukung pertumbuhan tumbuhan.

Tabel 4. Data Kecepatan Angin, Suhu, dan Intensitas Cahaya di Taman Wisata Alam Angke Kapuk

Plot	Kecepatan Angin		Suhu	Intensitas Cahaya	
	Max	Min		Max	Min
1	1,6 m/s	1,1 m/s	30,0°C	887	840,5
2	0,5 m/s	0,3 m/s	30,3°C	885	812,5
3	0,4 m/s	0,25 m/s	30,4°C	1025,5	879,5
4	0,2 m/s	0,3 m/s	29°C	3,96	3,68
5	0,7 m/s	0,6 m/s	29°C	6,23	5,95

Tabel 5. Data Tanah Taman Wisata Alam Angke Kapuk

Plot	pH	Suhu	Kelembapan
1	7,46-7,53	27°C	27-28%
2	7,65-7,72	28°C	28-30%
3	7,50-7,53	27°C	25-27%

Sumber: Data primer diolah 2024

Mangrove merupakan tumbuhan yang hidup di air payau dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut sehingga keberadaan mangrove memiliki kedalaman dan jenis air yang berbeda. Berdasarkan Tabel 6. rata-rata air berada pada pH 7,22-7,45 yang menunjukkan sifat netral. Nilai pH mendefinisikan kandungan asam atau basa air laut, nilai pH yang normal bagi organisme dan mikroorganisme hidup adalah 7-8,5. Kandungan pH di dalam air mempengaruhi kemampuan tanaman dalam melakukan proses penyerapan unsur hara. Untuk mendukung data mengenai pH, dilakukan pengukuran konduktivitas elektrik (*Electrical Conductivity*). Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ketersediaan unsur hara pada larutan/air. Konduktivitas elektrik pada air dapat memberikan pengaruh pada metabolisme tanaman seperti kecepatan fotosintesis, aktivitas enzim, dan potensi penyerapan ion larutan oleh akar (Elmi, 2022). Tabel 6. menunjukkan nilai yang cukup tinggi di kisaran 5933-7479 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Hal ini dikarenakan kandungan garam-garam yang tinggi dan dapat terionisasi, sehingga semakin tinggi juga nilai hantar listriknya. Suhu air juga mempengaruhi nilai konduktivitas elektrik, semakin tinggi temperatur maka nilai konduktivitas

elektrik. Suhu pada air yaitu 28°C, merupakan suhu yang cukup tinggi. Selain itu dilakukan juga pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) untuk menunjukkan jumlah unsur terlarut di dalam air. Menurut Mutmainah & Adnan, (Mutmainah & Adnan, 2018) bahwa nilai TDS berbanding lurus dengan konduktivitas dan salinitas. Air laut memiliki nilai TDS yang tinggi karena mengandung banyak senyawa kimia, yang berakibat pada tingginya nilai salinitas dan daya hantar listrik. Tabel 6. menunjukkan nilai TDS yang tinggi 2959-3733 dan nilai salinitas 2955-3844.

Tabel 6. Data Air Taman Wisata Alam Angke Kapuk

Plot	pH	EC	TDS	Salinitas	Suhu
1	7,45	5853 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2951 ppm	2955 ppm/0,29%	28,4°C
2	7,37	7479 $\mu\text{S}/\text{cm}$	3733 ppm	3844 ppm/0,38%	28,0°C
3	7,22	7081 $\mu\text{S}/\text{cm}$	3523 ppm	3628 ppm/0,36%	28,8°C

Sumber: Data primer diolah 2024

Morfologi *Rhizophora mucronata* Pada Lokasi Taman Wisata Alam Angke Kapuk

Tabel 7. Data Morfologi *Rhizophora mucronata* Taman Wisata Alam Angke Kapuk

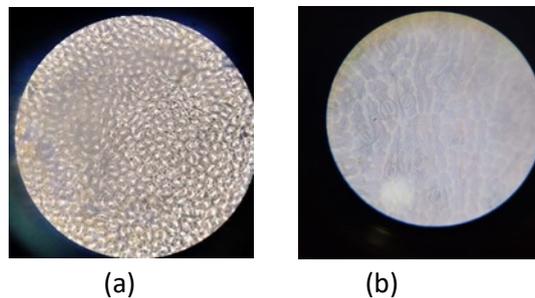
Plot	Jumlah Individu	Range Keliling Batang	Range Tinggi Tumbuhan	Range Panjang Daun	Range Lebar Daun	Range Jumlah Akar Napas	Range Tinggi Akar Napas
1	5	15-19 cm	5-6 m	16.53-18,46 cm	8,45-9,58 cm	13-22	6-80 cm
2	13	20-34 cm	4,5-8 m	15-20 cm	7,33-9,5 cm	30	15-69 cm
3	7	12 cm	6-9 m	17 cm	9,55 cm	15-28	10-50 cm
4	18	18,5-30 cm	3-6,5 m	12,5-15 cm	7-8,56 cm	19-43	45 cm

Tumbuhan *Rhizophora mucronata* memiliki bentuk morfologi yang beragam. Berdasarkan Tabel 7. diketahui bahwa jumlah individu di TWA Angke pada tiap-tiap plot sekitar 5-18. Jumlah tumbuhan cukup mendominasi dari persebaran tumbuhan bakau lainnya. Salah satu jenis tumbuhan bakau ini memiliki batang yang tinggi dengan diameter yang bervariasi. Pada Tabel 7. keliling batang pohon sekitar 12-34 cm. Tinggi tumbuhan *Rhizophora muconata* dapat mencapai 20-30 m, dengan tekstur permukaan batang yang kasar dan berwarna coklat. Pada tiap-tiap plot yang dibuat di TWA Angke Kapuk didapatkan tinggi pohon yang berbeda-beda sekitar 3-9 m. Selain batang, organ tumbuhan lain seperti daun juga memiliki ukuran yang berbeda-beda pada panjang dan lebar daun. Pada Tabel 7. diketahui bahwa daun memiliki panjang 12,5-20 cm dan lebar 7,5-9,5 cm. *Rhizophora mucronata* memiliki jenis akar yang unik yaitu akar napas. Akar napas merupakan jenis akar yang naik ke atas tanah untuk membantu fotosintesis dan penyerapan air. Akar tunjang berbentuk seperti kaki ayam dengan warna coklat dan bercabang lebih dari dua (Tumangger, 2019). Pada Tabel 7. diketahui jumlah akar tunjang yang cukup banyak mengelilingi di sekitar bagian bawah pohon, terdapat satu plot yang memiliki akar tunjang terbanyak yaitu 43 akar tunjang. Akar tunjang banyak tumbuh di sekitar tumbuhan bakau karena adaptasi khusus untuk menopang tegak batang dan sebagai pernapasan. Akar sebagai pernapasan disebabkan karena tanah tempat tumbuh memiliki kandungan oksigen yang rendah atau terendam air pada waktu tertentu, sehingga diperlukan akar tunjang (Robianto et al., 2020). Akar tunjang biasanya tumbuh pada mangrove

yang hidup di rawa-rawa atau tepi pantai, sehingga strukturnya membantu pohon agar tetap tegak dari deburan ombak dan hempasan angin. Tinggi akar tunjang berada di sekitaran 8-69 cm dengan lokasi tumbuh dari bagian bawah batang ke segala arah.

Anatomi *Rhizophora mucronata* Pada Lokasi Taman Wisata Alam Angke Kapuk

Selain ciri morfologi tumbuhan memiliki struktur anatomi yang kompleks dan beragam. Salah satu organ pada tumbuhan yaitu daun memiliki bagian yang disebut stomata. Stomata merupakan struktur kecil yang terdapat pada bagian epidermis daun, batang, dan organ tumbuhan lainnya (Anu et al., 2017). Fungsi dari stomata sebagai tempat pertukaran gas yaitu karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O_2). Selain itu, stomata juga berfungsi untuk regulasi transpirasi yaitu menjaga keseimbangan air dalam tumbuhan dalam penyerapan nutrisi oleh akar (Setiawati & Syamsi, 2019). Stomata pada daun dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan, adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan, fisiologi tumbuhan dan lain-lain.



Gambar 2. (a) Stomata daun bagian atas perbesaran 40x di lokasi TWA Angke Kapuk (b) Stomata daun bagian bawah perbesaran 40x di lokasi TWA Angke Kapuk.

Berdasarkan Gambar 2. terdapat stomata bagian bawah dan atas daun *Rhizophora mucronata*. Pada Gambar 2a. tidak terlihat dengan jelas stomata pada daun, sedangkan Gambar 2b. sangat terlihat banyaknya stomata pada daun. Hal ini disebabkan karena stomata daun cenderung tumbuh di permukaan bawah daripada permukaan atas. Keberadaan stomata pada bagian bawah daun merupakan bentuk adaptasi untuk meminimalisir kehilangan air melalui stomata permukaan atas daun (Urry et al., 2020). Ukuran stomata sangat bervariasi berkaitan dengan proses transpirasi dan adaptasi tumbuhan. Pada daerah panas, stomata mengurangi lebar untuk mengurangi penguapan air, pada daerah teduh stomata lebih membuka. Pada Gambar 2. terlihat bahwa ukuran stomata tidak begitu terbuka lebar karena berada pada daerah yang cukup panas. Tidak terlihatnya stomata pada permukaan atas daun dan stomata yang tidak terbuka lebar pada bagian bawah daun bertujuan untuk mengurangi banyak penguapan yang terjadi.

Tumbuhan *Rhizophora mucronata* memiliki peran dalam lingkungan TWA Angke Kapuk. Hal ini dapat dilihat dari jumlah tumbuhan yang sangat banyak. Beberapa tumbuh-tumbuhan mangrove ditanam secara sengaja dan ada yang tumbuh sendirinya. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan bersama salah satu penjaga TWA Angke Kapuk, hal ini menjelaskan mengenai keberadaan dari setiap spesies *Rhizophora mucronata* yang acak pada banyak tempat. Jumlah pohon yang terus bertambah juga dipengaruhi oleh jumlah pohon yang ditanam setiap tahunnya. Salah satu penjaga TWA Angke Kapuk menyatakan bahwa bibit terus diberikan oleh PT. yang menaungi TWA Angke Kapuk. Hal ini merupakan upaya untuk menjaga keberadaan tumbuhan mangrove khususnya *Rhizophora mucronata* agar tetap stabil pertumbuhannya.

Data Iklim Pada Kawasan Letak Tumbuh *Rhizophora mucronata*

Tabel 8. Data Iklim 14 Februari 2024 hingga 14 Maret 2024

Tanggal	Rata-rata Suhu	Rata-rata Kelembaban	Curah Hujan	Lama Penyinaran Matahari	Rata-rata Kecepatan Angin	Arah Angin Terbanyak
14-02-2024	28,3°C	87%	129 mm	8,1 jam	0 m/s	C
15-02-2024	28,9°C	87%	9,2 mm	2,4 jam	2 m/s	C
16-02-2024	28,3°C	87%	0,2 mm	3,1 jam	1 m/s	C
17-02-2024	28,5°C	86%	1,4 mm	1,4 jam	2 m/s	NW
18-02-2024	29°C	84%	1,4 mm	7,3 jam	1 m/s	C
19-02-2024	29,9°C	79%	-	3,9 jam	1 m/s	C
20-02-2024	30,4°C	78%	0 mm	7,3 jam	2 m/s	C
21-02-2024	29,6°C	80%	0 mm	9,3 jam	2 m/s	C
22-02-2024	29,9°C	78%	-	0,9 jam	2 m/s	W
23-02-2024	30,3°C	75%	0 mm	5,6 jam	3 m/s	W
24-02-2024	29,2°C	80%	0 mm	2,8 jam	3 m/s	W
25-02-2024	28,7°C	82%	0,2 mm	4,8 jam	2 m/s	C
26-02-2024	29,1°C	80%	25,3 mm	4,4 jam	2 m/s	C
27-02-2024	29,4°C	81%	0 mm	2,2 jam	2 m/s	C
28-02-2024	27,7°C	88%	37 mm	5,6 jam	1 m/s	C
29-02-2024	26,3°C	91%	142,1 mm	2,3 jam	1 m/s	C
01-03-2024	29,4°C	79%	32,5 mm	0 jam	2 m/s	C
02-03-2024	28,3°C	84%	0,2 mm	7,9 jam	1 m/s	C
03-03-2024	28,5°C	84%	7,5 mm	1,9 jam	2 m/s	W
04-03-2024	29,1°C	80%	0,4 mm	2,5 jam	3 m/s	SW
05-03-2024	29,9°C	77%	1,6 mm	6,1 jam	4 m/s	W
06-03-2024	29,5°C	80%	-	6,9 jam	4 m/s	W
07-03-2024	29,5°C	79%	0 mm	8,3 jam	4 m/s	W
08-03-2024	29,3°C	79%	0 mm	6,3 jam	4 m/s	W
09-03-2024	25,3°C	94%	1,4 mm	0,4 jam	1 m/s	C
10-03-2024	28,1°C	88%	43,1 mm	0 jam	2 m/s	C
11-03-2024	28,4°C	86%	9,5 mm	0,6 jam	4 m/s	NW
12-03-2024	28,9°C	83%	1,9 mm	0 jam	3 m/s	W
13-03-2024	28,7°C	85%	3,7 mm	3,4 jam	4 m/s	W
14-03-2024	27,6°C	87%	0 mm	1,2 jam	2 m/s	NW

Sumber: Data primer diolah 2024

Data iklim pada Tabel 8. diambil dari laman BMKG dengan menggunakan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok. Stasiun tersebut merupakan stasiun yang paling dekat dengan kedua tempat penelitian, yaitu berjarak 17 km dari *Ecomarine* Muara Angke dan berjarak 20 km dari TWA Angke Kapuk. Data yang diambil merupakan data iklim selama 1 bulan terakhir sebelum penelitian dilakukan. Data iklim yang diambil antara lain rata-rata temperatur, rata-rata kelembaban, curah hujan, lama penyinaran matahari, rata-rata kecepatan angin, dan arah angin terbanyak. Berdasarkan Tabel 8., rata-rata temperatur selama sebulan cukup stabil yaitu sekitar 25,3°C hingga 30,4°C. Rata-rata temperatur ini berkaitan erat dengan data lainnya, seperti kelembaban, curah hujan, lama penyinaran matahari, dan rata-rata kecepatan angin.

Tabel 8. menunjukkan kondisi iklim terus berubah setiap harinya selama satu bulan sebelum penelitian. Pada hari penelitian (14 Maret 2024), rata-rata temperatur adalah 27,6°C dengan rata-rata kelembaban 87%, curah hujan 0 mm, lama penyinaran matahari 1,2 jam, dan rata-rata kecepatan angin 2 m/s. Data tersebut menunjukkan bahwa selama satu hari tidak hujan, namun mendung dikarenakan lama penyinaran matahari yang sangat singkat. Temperatur pada Tabel 1. dan Tabel 4. menunjukkan kesesuaian dengan data dari BMKG pada Tabel 8. Hal ini dapat disimpulkan bahwa data yang diambil merupakan data yang valid. Melalui data BMKG dapat diketahui curah hujan, kecepatan angin, intensitas cahaya, dan beberapa data yang mempengaruhi pertumbuhan *Rhizophora mucronata*. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan tumbuhan menerima lebih banyak air dan akan menyebabkan kelebihan air membuat beberapa bagian kayu lebih lembap, namun beberapa tumbuhan memiliki batang, daun, dan akar yang lebih besar.

Berdasarkan seluruh data yang telah dibahas, terdapat perbedaan jumlah akar tunjang yang cukup signifikan berbeda pada kedua tempat. Jumlah akar tunjang *Rhizophora mucronata* di TWA Angke Kapuk lebih banyak jika dibandingkan dengan yang berada di *Ecomarine* Muara Angke. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan tempat *Rhizophora mucronata* hidup. Pencemaran limbah seperti sampah plastik, logam berat, dan kondisi lingkungan yang dekat dengan pelabuhan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman mangrove termasuk pada akar nafas tunjangnya (Partama et al., 2024). Kawasan *Ecomarine* merupakan kawasan yang sangat tercemar dengan limbah dan dekat dengan pelabuhan. Berbeda dengan TWA Angke Kapuk yang merupakan kawasan konservasi dan jauh dari pelabuhan.

Selain itu, total zat terlarut atau *Total Dissolved Solid* (TDS) juga dapat mempengaruhi jumlah akar dari *Rhizophora mucronata*. Jumlah kandungan zat organik yang banyak pada air atau tanah menyebabkan bakteri pengurai yang semakin banyak dan dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen atau *Dissolved Oxygen* (DO) (Hendriati & Hendrasarie, 2013). Kandungan oksigen yang rendah menyebabkan mangrove beradaptasi dengan memperbanyak jumlah akar nafas.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa anatomi, morfologi, dan fisiologi tumbuhan di kedua tempat tidak sepenuhnya serupa. Terdapat perbedaan yang paling menonjol antara kedua lokasi tumbuh mangrove, yakni jumlah akar tunjang yang dapat disebabkan karena pengaruh lingkungan tempat tinggal tumbuhan. Lokasi *Ecomarine* Muara Angke memiliki banyak limbah yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan sehingga membuat pertumbuhan mangrove kurang baik. Limbah yang terdapat di kawasan *Ecomarine* juga mempengaruhi kualitas air yang menjadi tempat hidup tumbuhan.

Letak tumbuh pada tumbuhan dipengaruhi oleh persebaran benih secara acak dan teratur yang dilakukan para pengurus masing-masing tempat. Selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kondisi tanah, arah angin, cahaya matahari, dan intensitas hujan yang dapat diidentifikasi melalui data BMKG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada lokasi mangrove yang telah memberikan izin bagi kami untuk pengambilan data lapangan. Terima kasih juga kepada Universitas Pelita Harapan dan Fakultas Pendidikan, khususnya Prodi Pendidikan Biologi yang telah memberikan kami izin untuk pengambilan data lapangan guna menunjang penelitian kami.

REFERENSI

- Anu, O., Rampe, H. L., & Pelealu, J. J. (2017). Struktur sel epidermis dan stomata daun beberapa tumbuhan suku Euphorbiaceae. *Jurnal MIPA*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.35799/jm.6.1.2017.16160>
- Darmawan, I. G. E., Yadie, E., & Subagyo, H. (2020). Rancang bangun alat ukur kelembaban tanah berbasis arduino uno. *PoliGrid*, 1(1), 31. <https://doi.org/10.46964/poligrd.v1i1.215>
- Elmi, Y. (2022). Pengaruh Campuran A&B Mix dengan Pupuk Organik Cair Limbah Sawi Hijau (*Brassica rapa* L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Hidroponik. *HUMANTECH Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 1(8), 1111–1120. <https://doi.org/10.32670/ht.v1i8.1941>
- Fadhallah, R. A. (2021). *Wawancara*. UNJ Press.
- Handayani, T. (2006). Bioakumulasi Logam Berat Dalam Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* di Muara Angke Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 7(3), 266–270. <https://doi.org/10.29122/jtl.v7i3.389>
- Haneda, N. F., Kusmana, C., & Naziah, S. M. S. (2023). Keanekaragaman jenis serangga pada berbagai umur tegalan *Rhizophora mucronata* yang ditanam dengan teknik guludan di Muara Angke, Jakarta. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 14(01), 70–79. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.14.01.71-80>
- Heldanita. (2019). Pengembangan kreativitas melalui eksplorasi. *Golden Age: Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 3(1), 53–64. <https://doi.org/10.14421/jga.2018.31-05>
- Hendriati, N., & Hendrasarie, N. (2013). Desalinasi air payau menggunakan tanaman mangrove. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 1–10. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2023.29>
- Karim, M. F., Haruna, M. F., & Samaduri, A. (2023). Identifikasi tumbuhan mangrove di kawasan pesisir pantai Desa Pakowa Bunta kecamatan Nuhon kabupaten Banggai. *Jurnal Biologi Babasal*, 2(1), 42–55. <https://doi.org/10.32529/jbb.v2i1.2485>

- Kusumahadi, K., Yusuf, A., & Maulana, R. (2020). Analisis Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove Di Kawasan Hutan Lindung Angke Kapuk Dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Muara Angke Kota Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Budaya*, 41(69), 8123–8134. <https://doi.org/10.47313/jib.v41i69.890>
- Mahmiah, Sudjarwo, G. W., & Andriyani, F. (2017). Skrining Fitokimia dan Analisis GC-MS Hasil Fraksi Heksana Kulit Batang *Rhizophora mucronata* L. *Seminar Nasional Kelautan XII, 2016*, 44–51. <https://dspace.hangtuah.ac.id/xmlui/bitstream/handle/dx/418/6.%20Mahmiah.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Merdekawati, R. P. (2015). Jumlah dan ukuran stomata pada daun glodokan (*Polyalthia longifolia*) di Jalan Tun Abdul Razak dan di Area Kampus UIN Alauddin Makassar. [*Skripsi*]. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Uin Alauddin Makassar. <https://repositori.uin-alauddin.ac.id/2599/1/Riska%20Putri%20Merdekawati.pdf>
- Mutmainah, H., & Adnan, I. (2018). Status Kualitas Perairan Kawasan Terpadu Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Menggunakan Metode Indeks Golongan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 107. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2030>
- Nursagita, S. Y., & Sulistyning, H. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), 22–28. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.59848>
- Partama, I. G. Y., Wardhani, O. K., Surata, S. P. K., Yastika, P. E., & Kusuma, I. K. T. W. (2024). Pemetaan Kerentanan Ekosistem Mangrove Berdasarkan Aspek Fisik, Biologi dan Antropogenik di Kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai- Bali Berbasis SIG. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 648–657. <https://doi.org/10.14710/jil.22.3.648-657>
- Putra, I. S. (2019). Dampak pulau reklamasi terhadap sedimentasi dan potensi perkembangan mangrove di pesisir teluk Jakarta (Muara Angke). *Jurnal Sumber Daya Air*, 15(2), 81–94. <https://doi.org/10.32679/jsda.v15i2.587>
- Rahadian, A., Leilan, F., Arafat, I. N., & Lestari, T. A. (2019). Ecosystem mangrove management in urban area: ase study mangrove Kali Adem Jakarta Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012008>
- Rahmawati, S., Supriyadi, L. H., Azkab, H. M., & Kiswaran, W. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun*. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan.
- Robianto, R., Hatta, G. M., & Prihatiningtyas, E. (2020). Adaptasi Pohon Api-api (*Avicennia marina*) untuk Mempertahankan Hidupnya di Hutan Mangrove Kecamatan Kusan Hilir Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 03(1), 170–178. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i1.1957>

- Setiawan, W. (2022). *Mangrove, Berperan Menjadi Penjaga Lingkungan di Garis Pantai Kita*. National Geographic Indonesia.
- Setiawati, T., & Syamsi, I. F. (2019). Karakteristik Stomata Berdasarkan Estimasi Waktu dan Perbedaan Intensitas Cahaya pada Daun Hibiscus tiliaceus Linn. di Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Pro-Life*, 6(2), 148–159. <https://doi.org/10.33541/jpvol6Iss2pp102>
- Sofiani, S., Yulia, T. P., & Prasetyo, G. A. (2024). Strategi pengelolaan taman wisata alam mangrove Angke Kapuk Jakarta melalui konsep ekowisata. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(3), 2609–2615. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.3859>
- Syakur, A. (2019). Jenis-jenis tumbuhan mangrove di kelurahan Takalala kecamatan Wara Selatan kota Palopo. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(1), 6–12. Retrieved from <https://ejournal.my.id/biogenerasi/article/view/49>
- Trisia, P. A., & Nugraha, R. N. (2022). Strategi komunikasi pemasaran taman wisata alam Angke Kapuk dalam meningkatkan kunjungan. *Jurnal Inovais Penelitian*, 3(6), 6471–6476. <https://doi.org/10.47492/jip.v3i6.2103>
- Tumangger, B. S. F. (2019). Identifikasi dan karakteristik jenis akar mangrove berdasarkan kondisi tanah dan salinitas air laut di kuala langsa. *Biologika Samudra*, 1(1), 9–16. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jbs/article/view/1459>
- Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V, Orr, R. B., & Campbell, N. A. (2020). *Campbell Biology* (Edisi 12). Pearson.
- Wilujeng, A. D., Firdaus, H. G., Arianti, I., Armelita, A., & Arifin, W. A. (2022). Analisis perubahan luasan vegetasi mangrove berdasarkan penginderaan jauh dan bisnis intelijen di kawasan Muara Angke. *PENA Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 21(1), 53–64. <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v21i1.1572>