



Model Alometrik Penduga Biomassa Semai Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) Di Kawasan Restorasi Budeng, Bali

(*Allometric Model for Estimating Biomass of Mangrove Seedling (*Bruguiera gymnorrhiza*) in Budeng Restoration Area, Bali*)

Revalina Sri Utami^{1*}, Subiyanto¹, Moch. Rudyansyah Ismail¹, Sunarto¹, Frida Sidik²

¹ Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-Sumedang KM. 21 Jatinangor, Sumedang, Indonesia

² Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jakarta Utara, Jakarta 14430, Indonesia

* Corresponding Author: revalina20001@mail.unpad.ac.id

Article History

Received : February 7, 2025

Revised : February 27, 2025

Approved : April 2-,2025

Keywords: biomass, regression, allometric equation

© 2025 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sejarah Artikel

Diterima : 7 Februari 2025

Direvisi : 27 Februari 2025

Disetujui : 20 April 2025

Kata Kunci: biomassa, regresi, persamaan alometrik

© 2025 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

Currently, mangrove restoration and rehabilitation efforts are rampant through planting, but monitoring of these efforts has not been carried out properly because there is a major problem, namely the lack of monitoring methods. One of the monitoring methods that can be done is through biomass estimation as an indicator of mangrove growth. This study aims to develop an allometric model to estimate the biomass of *Bruguiera gymnorrhiza* mangrove seedlings as one of the mangrove species often used in planting. The method used in this study was the measurement of diameter and height of mangrove seedlings in the mangrove restoration area of Budeng Village, Jembrana. The data obtained were analyzed using regression analysis to produce an allometric model. The results showed that the resulting polynomial allometric model has a high level of accuracy in estimating mangrove vegetation biomass, by having a high coefficient of determination and a very small percentage error value. Therefore, the resulting polynomial allometric model with predictors of tip diameter and height diameter can be used as a tool to estimate mangrove seedling biomass in mangrove restoration areas.

ABSTRAK

Saat ini, upaya restorasi dan rehabilitasi mangrove marak dilakukan melalui penanaman, tetapi monitoring upaya tersebut belum terlaksana dengan baik karena terdapat permasalahan utama yaitu minimnya metode monitoring. Salah satu metode monitoring yang dapat dilakukan yaitu melalui estimasi biomassa sebagai indikator pertumbuhan mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model alometrik penduga biomassa semai mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* sebagai salah satu spesies mangrove yang kerap digunakan dalam penanaman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran diameter dan tinggi semai mangrove di kawasan restorasi mangrove Desa Budeng, Jembrana. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis regresi untuk menghasilkan model alometrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model alometrik polinomial yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memperkirakan biomassa vegetasi mangrove, dengan memiliki nilai koefisien determinasi yang tinggi serta nilai persentase error yang sangat kecil. Sehingga model alometrik polinomial dengan prediktor diameter ujung dan diameter tinggi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat untuk memperkirakan biomassa semai mangrove di kawasan restorasi mangrove.

1. Pendahuluan

Restorasi mangrove di Indonesia merupakan upaya penting dalam menjaga ekosistem pesisir dan mitigasi perubahan iklim. Mangrove memiliki peran krusial dalam melindungi pantai dari abrasi, menyediakan

habitat bagi berbagai spesies, dan menyimpan karbon. Restorasi mangrove tidak hanya memberikan manfaat ekologis, tetapi juga dapat memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal melalui pengembangan ekowisata dan pemanfaatan sumber daya alam

secara berkelanjutan (Pricillia et al., 2021; Utama et al., 2023). Dalam konteks perubahan iklim, restorasi mangrove juga berkontribusi terhadap penyerapan karbon. Mangrove di Indonesia memiliki potensi penyimpanan karbon yang sangat tinggi serta upaya untuk menghentikan degradasi mangrove dapat mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan (Arifanti et al., 2022; Murdiyarso et al., 2023).

Monitoring kondisi mangrove sangat penting untuk memastikan keberhasilan upaya restorasi. Strategi monitoring yang efektif diperlukan untuk menilai kesehatan dan pemulihan ekosistem ini, salah satunya dengan pendugaan biomassa mangrove menggunakan model persamaan alometrik. Penelitian yang dilakukan oleh (Dou et al., 2018) menunjukkan bahwa pemantauan yang komprehensif, termasuk penggunaan model alometrik dan teknologi pemantauan moderen dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang keberhasilan restorasi mangrove. Sementara penelitian yang dilakukan oleh Hai et al. (2020) menunjukkan bahwa model alometrik yang akurat dapat membantu dalam menentukan spesies mana yang paling cocok untuk ditanam berdasarkan potensi biomassa dan simpanan karbonnya.

Model alometrik telah menjadi alat penting dalam pendugaan biomassa pada ekosistem mangrove di Indonesia. Penggunaan model ini memungkinkan para peneliti untuk mengestimasi biomassa dan simpanan karbon dari berbagai spesies mangrove, yang sangat penting untuk memahami kontribusi mereka terhadap mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Pengembangan model alometrik untuk mangrove telah banyak dikembangkan untuk tegakan mangrove di Indonesia, seperti penelitian yang dilakukan oleh Komiyama et al (1988) dalam Komiyama et al. (2007) yang menggunakan model alometrik untuk memperkirakan biomassa di atas permukaan tanah tegakan mangrove dari genus *Avicennia*, *Rhizophora*, dan *Bruguiera* di Pulau Halmahera, Indonesia bagian timur. Penelitian

oleh Effendi et al. (2020) pada spesies *Nypa fruticans* di Sungai Tallo, Makassar, yang juga mengembangkan model alometrik untuk mengestimasi biomassa pada spesies tersebut. Akan tetapi, pendugaan biomassa mangrove pada tingkat pertumbuhan semai masih jarang dilakukan. Salah satu penelitian yang relevan adalah penelitian Mulyana et al. (2021) yang mengembangkan model alometrik untuk mengestimasi biomassa dan karbon dari mangrove semai, khususnya *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, dan *Sonneratia caseolaris*.

Restorasi mangrove di Indonesia, merupakan inisiatif penting yang bertujuan untuk memulihkan ekosistem pesisir yang terancam akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim. Salah satu kegiatan restorasi yang telah berhasil adalah restorasi mangrove di Desa Budeng, Jembrana, Bali yang digiatkan oleh masyarakat lokal sejak awal tahun 2007. Upaya restorasi yang dilakukan menunjukkan hasil positif yaitu meningkatkan kerapatan dan biomassa mangrove yang berkontribusi pada peningkatan kapasitas ekosistem dalam penyimpanan karbon (Prasetyo et al., 2023). Selain itu, partisipasi Masyarakat lokal dalam program restorasi sangat krusial. Keterlibatan mereka tidak hanya meningkatkan kesadaran akan pentingnya ekosistem mangrove, tetapi juga memberikan insentif ekonomi melalui pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan (Rochmayanto, 2021). Pada tahun 2022, kegiatan restorasi kembali dilakukan sehingga perlu dilakukan monitoring keberhasilan untuk mendukung pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan di kawasan restorasi Budeng. Pendekatan monitoring yang dapat dilakukan adalah monitoring pertumbuhan mangrove melalui estimasi biomassa mangrove pada tahap awal pertumbuhannya. Tujuan dari riset ini untuk mengetahui susunan model persamaan alometrik yang akurat untuk mengetahui kandungan biomassa pada semai mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* sebagai spesies yang digunakan dalam penanaman di Kawasan restorasi mangrove Budeng, Bali. Hasil dari riset ini dapat memberikan kontribusi

penembangan model alometrik semai *Bruguiera gymnorrhiza* yang dapat bermanfaat untuk monitoring restorasi dan rehabilitasi mangrove di Indonesia.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2022, Oktober 2023, dan April 2024 di kawasan restorasi mangrove Desa Budeng, Kabupaten Jembrana, Bali.

2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan pada 1 petak dengan total sampel yang diambil sebanyak 5 semai mangrove untuk setiap tahunnya, dengan total jumlah sampel sebanyak 15 semai. Pemilihan sampel mangrove dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria semai sehat yang berumur 0 – 2 tahun dengan ukuran tinggi <1,5 m dan diameter <2 m.

Semai mangrove diambil secara utuh dari lapangan dan dianalisa di Laboratorium Botani Laterio, Badan Riset dan Inovasi Nasional. Setiap sampel diukur untuk mendapatkan data diameter (ujung dan pangkal) dan tinggi dari semai mangrove tersebut. Kemudian sampel dipisahkan masing – masing bagian sampel (akar, batang, daun) dan dikeringkan menggunakan oven selama dua hari dengan suhu 60°C. Berat kering setiap bagian sampel tersebut menggunakan neraca elektrik merk Sartorius.

Data yang dikumpulkan dari semai mangrove berupa data diameter ujung (cm), diameter pangkal (cm), tinggi tanpa akar (cm), dan berat kering (g). Data tersebut melalui uji normalitas menggunakan *Kolmogorov – Smirnov*, kemudian dilanjutkan dengan uji statistik *non parametrik* menggunakan uji korelasi *Spearman* karena terdapat data yang tidak berdistribusi normal, dan selanjutnya dilakukan analisis regresi. Model alometrik yang digunakan dalam analisis regresi terdiri

dari model regresi linear, logaritmik, eksponensial, polinomial, dan power.

$$\text{Linear : } y = a + bx$$

$$\text{Logaritmik : } y = a + b \ln(x)$$

$$\text{Eksponensial : } y = ae^{bx}$$

$$\text{Polinomial : } y = a + bx + cx^2$$

$$\text{Power : } y = ax^b$$

Keterangan :

y = variabel tak bebas (berat kering)

x = variabel bebas (diameter ujung, diameter pangkal, tinggi (-akar))

a,b,c = intersep/konstanta

Model alometrik hasil analisis regresi dilakukan uji error menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Rumus dari MAPE sendiri sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

n = jumlah data

y_i = nilai sebenarnya (nilai biomassa laboratorium)

y[^]_i = nilai yang diprediksi (nilai biomassa menggunakan alometrik)

Parameter hasil analisis regresi setiap model alometrik yang dicermati adalah koefisien Determinasi (R²) dan persentase nilai error terkecil.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Normalitas

Pada data variabel diameter pangkal, tinggi (-akar), dan berat kering semai mangrove berdistribusi normal dengan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,200. Nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* yang menunjukkan Sig ≥ 0,05, maka data berdistribusi normal (Amaliah, 2017; Ginting & Silitonga, 2019). Namun, data variabel diameter ujung tidak berdistribusi normal karena memiliki nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* yang lebih kecil yaitu 0,005.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Hasil Pengukuran Semai Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza*
Kolmogorov - Smirnov

	Statistic	df	Sig
Diameter Ujung	0,268	15	0,005
Diameter Pangkal	0,167	15	0,200
Tinggi (-akar)	0,171	15	0,200
Berat Kering	0,123	15	0,200

Ketidaknormalan distribusi data yang terjadi pada variabel diameter ujung terjadi karena rentang nilai yang sangat berbeda dalam satu dataset, pada tahun 2024 memiliki rentang nilai 1-1,5 yang terlihat jauh lebih besar dibandingkan nilai-nilai pada tahun 2022 dengan rentang 0,2 hingga 0,4 dan 2023 dengan rentang 0,3 hingga 0,4. Variasi data yang sangat besar tersebut dapat menciptakan distribusi yang tidak simetris memiliki ekor yang lebih panjang, yang merupakan karakteristik dari distribusi non normal. Penelitian menunjukkan bahwa distribusi data dapat dipengaruhi oleh rentang nilai yang luas, yang dapat mengakibatkan kesulitan dalam memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk analisis statistik tertentu (Amalia Dewi Sartika et al., 2021; Permana & Nur Salisah, 2022).

Dalam konteks analisis data, penting untuk memahami bahwa data yang tidak berdistribusi normal dapat memengaruhi hasil analisis statistik. Hal ini sering terjadi ketika ukuran sampel terlalu kecil, seperti jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini, yaitu hanya ada 5 per tahunnya sehingga cenderung tidak cukup untuk merepresentasikan distribusi normal secara statistik. Ukuran sampel terlalu kecil dapat menyebabkan kesulitan dalam memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk banyak metode statistik. Jumlah data yang sedikit dapat berkontribusi pada ketidaknormalan distribusi data. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa ukuran sampel yang kecil sering kali tidak cukup untuk mencerminkan karakteristik populasi secara akurat. Penelitian menunjukkan bahwa ketika ukuran sampel kecil, data dapat menunjukkan variasi yang lebih besar dan pola yang tidak representatif, yang dapat menyebabkan kesulitan dalam memenuhi asumsi normalitas yang diperlukan untuk banyak analisis statistik (Anastasiou et al., 2020; Koh & Ahad, 2020).

3.2. Uji Korelasi Spearman

Diameter pangkal dengan berat kering memiliki koefisien korelasi yang paling tinggi yaitu sebesar 0,923. Sedangkan tinggi (-akar) dengan berat kering dan diameter ujung dengan

berat kering memiliki nilai koefisien korelasi yang lebih kecil.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Spearman Pada Semai Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza*

			Berat Kering
Spearman's rho	Diameter Ujung	Correlation Coefficient	0,334
		Sig. (2-tailed)	0,224
		N	15
	Diameter Pangkal	Correlation Coefficient	0,923
		Sig. (2-tailed)	<0,001
		N	15
	Tinggi (-akar)	Correlation Coefficient	0,654
		Sig. (2-tailed)	0,008
		N	15

Dalam penelitian mengenai hubungan antara diameter pangkal dengan berat kering pada hutan mangrove, banyak studi yang menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan. Salah satu penelitian yang relevan dilakukan oleh (Agustina et al., 2024), menemukan bahwa terdapat hubungan positif antara stok karbon di atas tanah (AGC) dan diameter pohon mangrove. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa diameter pohon yang lebih besar berhubungan dengan peningkatan biomassa dan penyimpanan karbon (Agustina et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa diameter pangkal dapat digunakan sebagai indikator untuk memperkirakan berat kering dan kapasitas penyimpanan karbon di hutan mangrove. Wijana et al. (2023) mencatat bahwa biomassa pohon meningkat secara proporsional dengan peningkatan diameter pohon. Dalam studinya di Benoa Bay, ditemukan bahwa plot yang didominasi oleh pohon dengan diameter lebih besar memiliki nilai biomassa yang lebih tinggi dibandingkan dengan plot lainnya (Wijana et al., 2023). Ini menunjukkan bahwa diameter pangkal merupakan faktor penting dalam menentukan berat kering pohon mangrove.

Diameter ujung dengan berat kering memiliki nilai koefisien korelasi terkecil yaitu 0,334. Nutrien dapat mempengaruhi hasil korelasi Spearman antara kedua variabel tersebut. Hal ini disebabkan ketersediaan nutrien dalam tanah berperan penting dalam

pertumbuhan tanaman dan dapat mempengaruhi ukuran diameter serta berat keringnya (Antoniacomini et al., 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa nutrisi yang cukup dan seimbang sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan reproduktif tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh (Hayati et al., 2024) dan (Lumbantoruan et al., 2023) menunjukkan bahwa peningkatan berat kering tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang baik dalam tanah. Namun, variasi dalam ketersediaan nutrisi dapat menyebabkan hasil yang bervariasi dalam analisis statistik, termasuk analisis korelasi.

Ketika nutrisi tersedia dalam jumlah yang cukup, tanaman cenderung tumbuh lebih baik, yang dapat meningkatkan diameter dan berat kering. Namun, jika ada variasi dalam ketersediaan nutrisi, hal ini dapat menyebabkan perbedaan dalam pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi hasil korelasi antara diameter dan berat kering. Jika variasi ini cukup besar, meskipun ada hubungan yang cukup antara kedua variabel, hasilnya mungkin tidak signifikan secara statistik (Setiastri et al., 2019).

3.3. Analisis Regresi

Tabel 3. Model Alometrik Penduga Berat Kering Semai Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dengan Prediktor Diameter Ujung (X1)

Model Regresi	Persamaan	R ²	Error
Linear	$Y = -27,304 + 134,490x$	0,999	>50%
Logaritmik	$y = 116,934 + 92,057 \ln(x)$	1,000	>50%
Ekspensial	$y = 8,163e^{2,347x}$	0,947	>50%
Polinomial*	$y = -68,728 + 288,145x - 99,403x^2$	1,000	0%
Power	$y = 102,419x^{1,625}$	0,970	>50%

*model yang terbaik

Tabel 4. Model Alometrik Penduga Berat Kering Semai Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dengan Prediktor Diameter Pangkal (X2)

Model Regresi	Persamaan	R ²	Error
Linear	$Y = -51,737 + 73,400x$	0,997	>50%
Logaritmik	$y = 24,856 + 114,743 \ln(x)$	0,976	>50%
Ekspensial	$y = 5,140e^{1,305x}$	0,981	>50%
Polinomial*	$y = -9,272 + 11,898x + 17,825x^2$	1,000	0%
Power	$y = 19,839x^{2,080}$	0,999	>50%

*model yang terbaik

Tabel 5. Model Alometrik Penduga Berat Kering Semai Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dengan Prediktor Tinggi (X3)

Model Regresi	Persamaan	R ²	Error
Linear	$Y = -44,492 + 1,674x$	0,226	>50%
Logaritmik	$y = -334,429 + 96,240 \ln(x)$	0,253	>50%
Ekspensial	$y = 3,101e^{0,040x}$	0,405	>50%
Polinomial	$y = -2258,047 + 87,726x - 0,767x^2$	1,000	>50%
Power	$y = 0,004x^{2,265}$	0,436	>50%

Model alometrik untuk penduga biomassa berat kering *Bruguiera gymnorrhiza* dengan prediktor diameter ujung (Tabel 3) dan diameter pangkal (Tabel 4) yang paling baik adalah bentuk polinomial. Model polinomial penduga biomassa berat kering semai mangrove dengan prediktor diameter ujung

adalah $y = -68,728 + 288,145x - 99,403x^2$. Sementara model polinomial penduga biomassa berat kering semai mangrove dengan prediktor diameter pangkal adalah $y = -9,272 + 11,898x + 17,825x^2$. Sehingga pertumbuhan semai mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dapat diprediksi dengan baik

menggunakan persamaan polinomial. Kedua model yang dikembangkan memiliki nilai koefisien determinasi 1,000 (sempurna), yang menunjukkan bahwa variabel prediktor (X1 dan X2) mampu menjelaskan Sebagian besar variasi dalam data serta nilai persentase error 0%.

Dalam kajian biomassa mangrove, penggunaan persamaan polinomial sebagai model alometrik telah terbukti efektif dalam memperkirakan biomassa di berbagai spesies mangrove. Model alometrik ini umumnya menggunakan variabel diameter pada tinggi dada (DBH) dan tinggi total (TH) sebagai parameter utama untuk estimasi biomassa di ekosistem mangrove. Hartoko et al. (2022) menyebutkan bahwa pendekatan regresi polinomial memungkinkan integrasi berbagai variabel, sehingga meningkatkan akurasi prediksi estimasi biomassa. Model polinomial dengan prediktor diameter ujung dapat menunjukkan keunggulan karena kemampuannya memanfaatkan hubungan antara ukuran meristem dan pola pertumbuhan akar, seperti yang dijelaskan oleh Pagès et al. (2020). Hubungan ini memungkinkan model beradaptasi dengan variasi pasokan asimilasi, sehingga meningkatkan akurasi prediktif.

4. Kesimpulan

Model alometrik terbaik dalam pendugaan biomassa berat kering semai mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dengan rentang usia 0-2 tahun pada lokasi studi ini adalah bentuk polinomial. Model alometrik penduga biomassa berat kering semai mangrove dengan prediktor diameter ujung adalah $y = -68,728 + 288,145x - 99,403x^2$. Sementara model polinomial penduga biomassa berat kering semai mangrove dengan prediktor diameter pangkal adalah $y = -9,272 + 11,898x + 17,825x^2$.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membantu proses pengambilan data lapangan dan memfasilitasi kegiatan penelitian. Kami

juga mengucapkan terima kasih kepada reviewer yang telah memberikan telaah yang konstruktif pada artikel ini.

Daftar Pustaka

- Agustina, M. A. T., Rahmi, M. A., Aristia, A. C., Indahyati, F. D., Robani, M., Ichsan, A., Syadzali, C., Nurhayati, & Mutiara, S. 2024. Growth rate and carbon storage capacity of mangroves along the Tambakrejo Coastal Zone. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 13(1), 25–31.
<https://doi.org/10.24259/jpkwallacea.v13i1.31985>
- Amalia, D. S., R., Zaetun, S. & Anggit J., Y. 2021. Faktor Koreksi Nilai Laju Endap Darah (LED) Pada Penderita Tuberkulosis Menggunakan Metode Westergren dan Wintrobe. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 8(1), 39–44.
- Amaliah, R. 2017. Hasil Belajar Biologi Materi Sistem Gerak dengan Menerapkan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Rotating Trio Exchange (RTE) Pada Siswa Kelas XI SMAN 4 Bantimurung. 08(1), 11–17.
- Anastasiou, A., Karagrigoriou, A., & Katsileros, A. 2020. *Comparative evaluation of goodness of fit tests for normal distribution using simulation and empirical data*. *Biometrical Letters*, 57(2), 237–251. <https://doi.org/10.2478/bile-2020-0015>
- Antoniacom, L. A. M., da Luz, P. B., & Vilarinho, M. K. C. 2023. *Hydroponic Production Of Ornamental Sunflower With Cooling of The Nutrient Solution and Planting Density*. *Ornamental Horticulture*, 29(2), 143–149. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2570>
- Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Subarno, J. B., Ilman, M., Tosiani, A., & Novita, N. 2022. *Contributions of Mangrove Conservation and Restoration to Climate Change Mitigation In Indonesia*. *Global Change Biology*, 28(15), 4523–4538. <https://doi.org/10.1111/gcb.16216>

- Dou, Z., Cui, L., Li, J., Zhu, Y., Gao, C., Pan, X., Lei, Y., Zhang, M., Zhao, X., & Li, W. 2018. *Hyperspectral Estimation of The Chlorophyll Content In Short-Term and Long-Term Restorations Of Mangrove In Quanzhou Bay Estuary, China. Sustainability* (Switzerland), 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041127>
- Effendi, H., Rusmana, I., & Ali, M. 2020. Metode Pengukuran dan Model Pendugaan Biomassa *Nypa fruticans* di Sungai Tallo, Makassar-Indonesia. *Jurnal Grouper*, 11(1), 25–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.30736/grouper.v11i1.65>
- Ginting, M. C., & Silitonga, I. M. 2019. Pengaruh Pendanaan dari Luar Perusahaan dan Modal Sendiri Terhadap Tingkat Profitabilitas Pada Perusahaan Property and Real Estate yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen*, 5(2), p-ISSN. <http://ejournal.lmiimedan.net>
- Hai, N. T., Dell, B., Phuong, V. T., & Harper, R. J. 2020. *Towards a more robust approach for the restoration of mangroves in Vietnam. In Annals of Forest Science* (Vol. 77, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-0921-0>
- Hartoko, A., Rahim, A., & Latifah, N. 2022. *Algorithms Development of The Field Mangrove Chlorophyll-A Biomass, Carbon Based On Sentinel-2A Data At Cawan Island, Sumatera, Indonesia. Geographia Technica*, 17(2), 119–134. https://doi.org/10.21163/GT_2022.172.11
- Hayati, R., Armadi, Y., Yusnawati, Y., Feni, R., Asfaruddin, A., Ariyani, F., Kesumawati, N., Suzanna, E., & Sarina, S. 2024. *Testing Alternative Hydroponic Nutrition of Wick System on Vegetable Growth Planted in Limited Land. Journal La Lifesci*, 5(2), 94–108. <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v5i2.1177>
- Koh, K. L., & Ahad, N. A. 2020. *Normality for Non-normal Distributions. Journal of Science and Mathematics Letters*, 8(2), 51–60. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol8.2.7.2020>
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongparn, S. 2007. *Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forests: A Review. In Aquatic Botany* 89(2): 128–137). <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.006>
- Lumbantoruan, S. M., Paulina, M., Siaga, E., Aggraini, S., & Febrianti. 2023. *Growth Response and Nutrition Uptake of Corn Plants on Drought Stress in Peat Soil. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012020>
- Mulyana, B., Purwanto, R. H., Intan Sari, P., Atika Marpaung, A., Faqih Hidayatullah, M., Satria Raditya Putra, I., Dwika Putra, A., & Reorita, R. 2021. *Allometric Model to Estimate Biomass and Carbon of Seedling In Pangarengan Mangrove Forest, Cirebon, West Java. Jurnal Galam*, 2(1): 29–40. <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.29-40>
- Murdiyarso, D., Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., & Sasmito, S. D. 2023. *Deriving Emission Factors for Mangrove Blue Carbon Ecosystem in Indonesia. In Carbon Balance and Management* 18(1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13021-023-00233-1>
- Pagès, L., Bernert, M., & Pagès, G. 2020. *Modelling Time Variations of Root Diameter and Elongation Rate as Related To Assimilate Supply And Demand. Journal of Experimental Botany*, 71(12), 3524–3534. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa122>
- Permana, I., & Nur Salisah, F. 2022. *The Effect of Data Normalization on the Performance of the Classification Results of the Backpropagation Algorithm. 2(1)*, 67.
- Prasetyo, C. G., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. 2023. Korelasi Indeks

- Keanekaragaman dan Kerapatan Tegakan dengan Simpanan Karbon Mangrove Estuari Perancak. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 8(2), 230. <https://doi.org/10.24843/jmas.2022.v08.i02.p08>
- Pricillia, C. C., Patria, M. P., & Herdiansyah, H. 2021. *Environmental Conditions to Support Blue Carbon Storage in Mangrove Forest: A Case Study in The Mangrove Forest, Nusa Lembongan, Bali, Indonesia*. *Biodiversitas*, 22(6), 3304–3314. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220636>
- Rochmayanto, Y. 2021. *Government, The Private Sector, and Local Communities in Ecosystem Restoration Governance and Practices*. *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies*, 2(2), 65–71. <https://doi.org/10.33751/injast.v2i2.4013>
- Setiastri, C. T., Windia, I. W., & Astarini, I. A. 2019. Persepsi dan Perilaku Masyarakat Sekitar Hutan Mangrove Terhadap Pelestarian Mangrove Di Kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *ECOTROPHIC*, 13, 135–146.
- Utama, I. G. B. R., Junaedi, I. W. R., & Krismawintari, N. P. D. 2023. *The Bali Ecotourism Destination Management to Create Local Small Business*. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(11), 3439–3447. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181109>
- Wijana, I. M. S., As-Syakur, A. R., Andiani, A. A. E., Dewi, I. G. A. I. P., Sugiana, I. P., Novanda, I. G. A., Premananda, M. G., & Brasika, I. B. M. 2023. *Mangrove Biomass Sequestration in Benoa Bay*. *E3S Web of Conferences*, 442. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344201009>