



Pertumbuhan Mangrove *Rhizophora apiculata* pada Pembibitan Mangrove di Kelompok Segara Ayu, Kedonganan, Bali

Hamdan^{1*}, Ni Made Ernawati², Ayu Putu Wiweka Krisna Dewi³

¹⁻³Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Udayana, Indonesia

*Penulis korespondensi: hamdan.021@student.unud.ac.id

Abstract. This research aims to determine the growth of *Rhizophora apiculata* mangroves based on height, number of leaves and stem diameter in mangrove nurseries in the Segara Ayu Group, Kedonganan, Bali. The research was conducted for six months, from March to August 2025, using quantitative descriptive methods. Observations were made on 40 plants spread across four demonstration plots, with data collected every two weeks. The environmental parameters measured include temperature and salinity. The results showed that the absolute growth in plant height ranged between 27–31 cm, with relative growth of 27.4–33.7%. The average number of leaves reaches 11 to 18 pieces, while the stem diameter ranges from 1.7–2.7 cm. Environmental conditions at the research location are classified as supporting optimal growth, with salinity of 24–28 ppt and temperature of 28–31°C. In general, *Rhizophora apiculata* plants show good growth during the nursery period, which indicates that the Segara Ayu location has ecological conditions that are suitable for mangrove rehabilitation activities.

Keywords: Demplot; Mangrove Rehabilitation; Mangrove Seedlings; *Rhizophora Apiculata*; Water Conditions.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata* berdasarkan tinggi, jumlah daun, dan diameter batang pada pembibitan mangrove di Kelompok Segara Ayu, Kedonganan, Bali. Penelitian dilakukan selama enam bulan, dari bulan Maret hingga bulan Agustus 2025, menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengamatan dilakukan terhadap 40 tanaman yang tersebar di empat demplot, dengan pengambilan data setiap dua minggu sekali. Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu dan salinitas. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan mutlak tinggi tanaman berkisar antara 27–31 cm, dengan pertumbuhan relatif 27,4–33,7%. Jumlah daun rata-rata mencapai 11 hingga 18 helai, sedangkan diameter batang berkisar antara 1,7–2,7 cm. Kondisi lingkungan di lokasi penelitian tergolong mendukung pertumbuhan optimal, dengan salinitas 24–28 ppt dan suhu 28–31°C. Secara umum, tanaman *Rhizophora apiculata* menunjukkan pertumbuhan yang baik selama masa pembibitan, yang mengindikasikan bahwa lokasi Segara Ayu memiliki kondisi ekologis yang sesuai untuk kegiatan rehabilitasi mangrove.

Kata kunci: Demplot; Kondisi Perairan; Rehabilitasi Mangrove; *Rhizophora Apiculata*; Tanaman Mangrove.

1. PENDAHULUAN

Mangrove adalah tumbuhan yang tumbuh di pesisir pantai, khususnya di daerah pasang surut tepian lumpur dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Yan *et al.*, 2017). Mangrove mampu beradaptasi dengan kondisi air laut yang asin A, dan biasanya ditemukan di teluk dangkal, muara, serta daerah pantai yang terlindung dari gelombang arus pasang surut yang besar dan kuat (Kawaroe, 2001; Alwidakdo *et al.*, 2014). Mangrove memiliki peranan penting dalam melindungi wilayah pesisir dengan menghilangkan energi gelombang, mencegah erosi, meredam angin dan badai, mengurangi kerusakan akibat erosi, mengatasi intrusi air asin ke daerah pedalaman, dan membantu mengatur perubahan iklim serta pemanasan global (Wijayasinghe *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2021).

Rhizophora apiculata merupakan jenis mangrove dari famili *Rhizophoraceae* yang tumbuh di daerah berlumpur dan tergenang air saat pasang. Secara fisik, batang *Rhizophora apiculata* dapat tumbuh dengan ukuran berbeda-beda tergantung lingkungan, seperti iklim dan kondisi tanah. Akar *Rhizophora apiculata* terdiri dari akar tunjang dan akar penyangga udara, yang berperan penting dalam adaptasi lingkungan. Akar-akar ini membantu tanaman tetap kokoh di tanah berlumpur, menahan arus pasang surut, serta mendukung penyerapan air dan nutrisi agar dapat tumbuh dengan baik (Chakraborty *et al.*, 2019; Barreto *et al.*, 2016). Upaya konservasi yang melibatkan penanaman kembali, pendirian kawasan lindung, keterlibatan masyarakat, penelitian ilmiah, dan kampanye kesadaran sering menemui keberhasilan terbatas karena berbagai faktor seperti kurangnya ketelitian ilmiah, kerentanan terhadap kematian, serta tantangan sosio-ekonomi (Chamberland-Fontaine *et al.*, 2022; Zimmer *et al.*, 2022; Lassalle *et al.*, 2023).

Pelestarian mangrove terus diperhatikan karena mangrove merupakan salah satu tumbuhan yang banyak memiliki fungsi ekologis. Penanaman kembali mangrove di kawasan yang rusak akan mengembalikan kejayaan hutan hijau pelindung pantai. Langkah awal yang dilakukan sebelum penanaman kembali adalah pembibitan. Salah satu lokasi pembibitan mangrove di Bali adalah di kawasan mangrove Segara Ayu, Kedonganan. Untuk melihat keberhasilan proses pertumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata*, perlu dilakukan penelitian tentang pertumbuhan dengan melihat parameter pertumbuhan mangrove itu sendiri serta parameter lingkungan yang berpengaruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang mangrove *Rhizophora apiculata* di petak pembibitan mangrove Segara Ayu Kedonganan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, terhitung dari bulan Maret hingga Agustus 2025. Lokasi penelitian adalah di area pembibitan mangrove yang dikelola oleh Kelompok Segara Ayu, berlokasi di Desa Kedonganan, Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali dengan titik lokasi pada peta Gambar 1. berikut:



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif bertujuan untuk menjelaskan fenomena atau gejala secara aktual, sedangkan kuantitatif berarti data yang dikumpulkan dari fenomena yang diteliti dapat diukur dengan menggunakan matematika, statistik, atau komputasi (Mukhid, 2021).

Prosedur Penelitian

Prosedur Pengukuran dan Pengamatan Pertumbuhan Mangrove

Pengambilan data dilakukan sebanyak 12 kali dengan frekuensi waktu pengambilan data adalah 2 minggu sekali. Penelitian dilaksanakan untuk mengamati dan mengukur parameter pertumbuhan dengan mengukur tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Pengambilan data tanaman mangrove dilakukan pada 4 demplot, dengan jumlah tanaman mangrove yang diamati adalah sebanyak 40 tanaman.

Tinggi tanaman diukur menggunakan meteran pita, dengan cara ujung meteran diletakkan pada pangkal batang, kemudian meteran ditarik ke arah atas hingga mencapai titik tertinggi pada pucuk bibit. Selama pengukuran, meteran dijaga tetap lurus agar diperoleh hasil yang lebih akurat. Nilai tinggi tanaman selanjutnya dibaca dan dicatat dalam satuan sentimeter. Pengukuran diameter batang dilakukan dengan melingkarkan meteran pita pada batang bibit mangrove (Sahami, 2018). Diameter batang bibit mangrove diukur pada ketinggian 20 cm dari permukaan substrat dan dilakukan secara konsisten pada ketinggian yang sama pada setiap pengambilan data. Pengamatan jumlah daun dilakukan secara visual dengan mengamati jumlah daun yang tumbuh pada setiap waktu pengambilan data, serta tetap memperhitungkan daun yang telah gugur di sekitar bibit.

Prosedur Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *in situ* (langsung di lokasi). Pengukuran in-situ meliputi beberapa parameter utama. Salinitas diukur menggunakan refraktometer, di mana sampel air diteteskan ke prisma alat dan hasil pengukuran dibaca dalam satuan ppt (*parts per thousand*). Suhu diukur menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam air atau diletakkan di permukaan tanah hingga mencapai kondisi stabil, kemudian nilainya dibaca dalam derajat *Celsius* (°C).

Analisis Data

Analisis data tinggi, diameter batang, dan jumlah daun pada tanaman mangrove menggunakan microsoft excel dan di sajikan dalam bentuk grafik, sedangkan nilai suhu, salinitas, pH di sajikan dalam bentuk tabel dan dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021 yaitu mengenai baku mutu perairan yang sesuai bagi pertumbuhan mangrove.

Perhitungan Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan mutlak mangrove merupakan pertambahan ukuran nyata individu mangrove, baik pada tinggi maupun diameter batang, yang dihitung berdasarkan selisih antara ukuran akhir dan ukuran awal dalam periode pengamatan tertentu (Hoffman dan poorter, 2002). Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan mutlak mangrove yaitu:

$$P = X_t - X_0$$

Dimana:

P : Pertumbuhan Mutlak

X_t : ukuran akhir

X_0 : ukuran awal

Perhitungan Pertumbuhan Relatif

Pertumbuhan relatif merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa besar peningkatan suatu variabel dibandingkan dengan nilai awalnya dalam bentuk persentase. Pertumbuhan ini dihitung dengan membandingkan selisih antara nilai akhir dan nilai awal terhadap nilai awal, kemudian dikalikan 100 persen. Rumus tersebut digunakan untuk menggambarkan kecepatan atau proporsi perubahan yang terjadi dalam suatu periode waktu tertentu. Dengan demikian, pertumbuhan relatif dapat menunjukkan seberapa besar perkembangan yang terjadi secara proporsional terhadap kondisi awal individu atau objek yang diukur (Hoffmann dan Poorter, 2002). Rumus yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan relatif mangrove yaitu:

$$PR = \frac{X_t - X_0}{X_0} \times 100\%$$

Dimana:

PR : Pertumbuhan Relatif

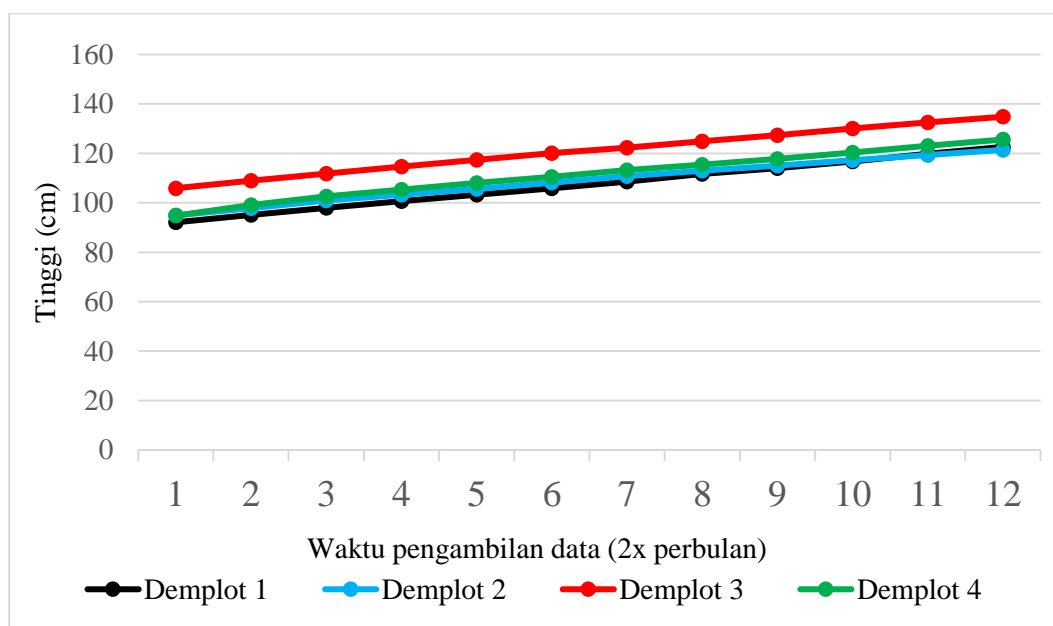
X_t : ukuran akhir tanaman

X_0 : ukuran awal tanaman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil tinggi tanaman mangrove *Rhizophora apiculata* menunjukkan variasi pada keempat demplot selama enam bulan pengamatan. Berdasarkan Gambar 4.1, pertumbuhan tinggi tanaman pada masing-masing demplot menunjukkan adanya peningkatan dari awal hingga akhir pengamatan. Pada demplot 1, rata-rata tinggi tanaman pada awal pengamatan sebesar 92 cm dan meningkat menjadi 123 cm pada akhir pengamatan. Demplot 2 memiliki rata-rata tinggi awal 95 cm dan tinggi akhir 122 cm. Selanjutnya, pada demplot 3 rata-rata tinggi tanaman meningkat dari 106 cm menjadi 135 cm, dan demplot 4 menunjukkan pertumbuhan dari tinggi awal 95 cm menjadi 126 cm pada akhir pengamatan.



Gambar 2. Grafik Tinggi Tanaman.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa tinggi tanaman pada keempat demplot menunjukkan tren peningkatan yang relatif stabil dari bulan ke bulan. Demplot 1 dan 4 memiliki pertambahan tinggi paling tinggi, diikuti oleh demplot 3 dan 2. Untuk memperjelas hasil tersebut, nilai pertumbuhan mutlak dan relatif tinggi tanaman disajikan pada Tabel 3.1.

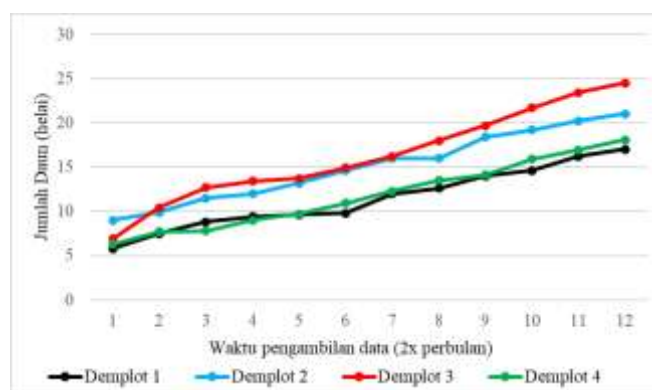
Tabel 1. Pertumbuhan Mutlak dan Relatif Tanaman.

Demplot	Pertumbuhan Mutlak (cm)	Pertumbuhan Relatif (%)
1	31	33,7
2	27	28,5
3	29	27,4
4	31	32,7

Berdasarkan hasil pengukuran tanaman mangrove yang dilakukan di kelompok mangrove Segara Ayu, Kedonganan di dapatkan pertumbuhan mutlak tinggi tanaman mangrove yang berkisar 27–31 cm dan pertumbuhan relatif 27–34%. Menurut Alongi (2015), suhu ideal pertumbuhan mangrove berkisar antara 25–32 °C. Selain itu, salinitas rata-rata 25 ppt juga mendukung pertumbuhan, sebab *Rhizophora apiculata* diduga toleran terhadap salinitas 15–30 ppt. Menurut Duke dan Ellison (1998) meskipun kondisi lingkungan ekstrem dapat membatasi pertumbuhan, mangrove memiliki mekanisme toleransi tertentu. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Auni *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa tanaman *Rhizophora apiculata* pada media lumpur dan air payau mengalami pertambahan tinggi sekitar 28–33 cm selama enam bulan masa pemeliharaan. Faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman meliputi suhu dan salinitas. Selama pengamatan, suhu rata-rata tercatat 29,5°C dan salinitas 25 ppt, yang masih termasuk dalam batas toleransi *Rhizophora apiculata*, meskipun pH sedikit lebih basa dibanding optimalnya, yang dapat memengaruhi laju pertumbuhan tanaman (Darwati, 2021). Berdasarkan hasil pengamatan, pertambahan tinggi tanaman *Rhizophora apiculata* selama enam bulan menunjukkan perkembangan yang baik, terutama pada demplot 1 dan 4, yang menunjukkan bahwa kombinasi kondisi lingkungan yang mendukung serta pengelolaan teritip yang tepat dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman mangrove di lahan restorasi (Sidik, 2023).

Jumlah Daun

Hasil jumlah daun mangrove pada keempat demplot selama enam bulan menunjukkan pertambahan yang bervariasi, sebagaimana disajikan pada Gambar 3.

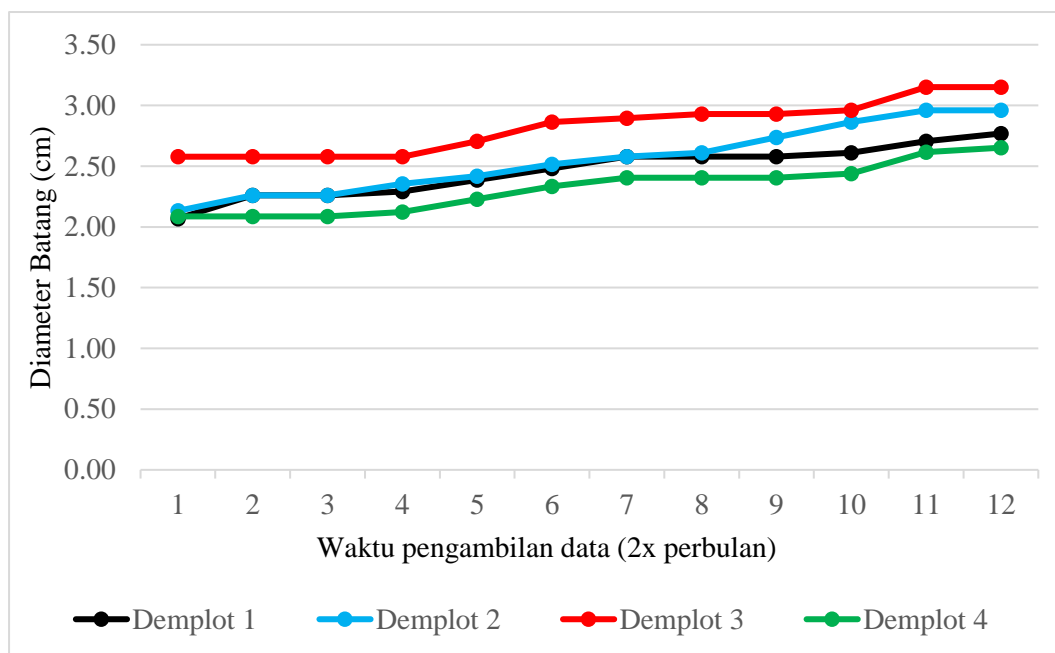


Gambar 3. Grafik Jumlah Daun.

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun, seluruh demplot menunjukkan peningkatan dari awal hingga akhir pengamatan. Pada demplot 1, jumlah daun meningkat dari 6 helai pada awal pengamatan menjadi 17 helai pada akhir pengamatan. Demplot 2 menunjukkan peningkatan jumlah daun dari 9 helai menjadi 21 helai. Selanjutnya, pada demplot 3 jumlah daun bertambah dari 7 helai pada awal pengamatan menjadi 25 helai pada akhir pengamatan. Sementara itu, demplot 4 mengalami peningkatan dari 6 helai menjadi 18 helai pada akhir pengamatan. Jumlah daun tanaman mangrove pada seluruh demplot mengalami peningkatan selama periode penelitian dan ada juga kondisi stagnan. Kondisi stagnan juga bisa terjadi karena adanya keseimbangan antara daun yang gugur dan daun baru yang tumbuh, sehingga jumlah total daun tampak tetap (Alongi *et al.*, 2011). Pada demplot 1 jumlah daun adalah 11 helai selama pengamatan, demplot 2 sebanyak 12 helai, demplot 3 sebanyak 18 helai, dan demplot 4 sebanyak 12 helai. Hasil ini memperlihatkan bahwa meskipun terdapat variasi kecil antar demplot, tanaman tetap mampu menambah jumlah daun secara konsisten. Grafik jumlah daun bisa di lihat pada gambar 4.2. Hasil ini menunjukkan bahwa demplot 3 memiliki pertumbuhan daun paling tinggi dibandingkan demplot lainnya, yang menunjukkan adanya kondisi lingkungan atau faktor internal tanaman yang lebih mendukung pembentukan daun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa fase pertumbuhan vegetatif tanaman berlangsung aktif pada lingkungan yang relatif stabil. Nilai ini sesuai dengan penelitian Auni *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa tanaman *Rhizophora apiculata* pada media lumpur dan air payau mengalami penambahan 10–15 helai daun dalam periode enam bulan. Faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan jumlah daun meliputi suhu dan salinitas, di mana selama pengamatan suhu rata-rata tercatat 29,5°C dan salinitas 25 ppt, kondisi yang masih termasuk dalam batas toleransi tanaman *Rhizophora apiculata* (Darwati, 2021). Kondisi lingkungan yang sesuai dapat merangsang aktivitas fotosintesis, sehingga produksi daun baru lebih baik (Alongi, 2011). Selain faktor lingkungan, penempelan teritip pada batang dan akar tanaman juga dapat memengaruhi pembentukan daun, karena teritip menempel kuat pada permukaan batang dan akar yang dapat mengurangi penyerapan nutrisi dan energi tanaman, sehingga jumlah daun yang terbentuk bisa berkurang pada beberapa tanaman (Wang, 2006). Berdasarkan hasil pengamatan, penambahan daun tertinggi terdapat pada demplot 3, sementara demplot 1, 2, dan 4 menunjukkan pertumbuhan daun yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa selain faktor lingkungan, faktor internal tanaman dan kondisi persaingan antar tanaman dapat memengaruhi pembentukan daun baru pada tanaman *Rhizophora apiculata* (Syah, 2019; Alongi, 2011).

Diameter Batang

Hasil pengukuran diameter batang tanaman mangrove di Segara Ayu, Kedonganan pada empat demplot selama enam bulan pengamatan menunjukkan adanya peningkatan diameter batang pada seluruh demplot. Berdasarkan Gambar 4.3, hasil pengukuran pada demplot 1, diameter batang meningkat dari 2,07 cm pada awal pengamatan menjadi 2,77 cm pada akhir pengamatan. Demplot 2 menunjukkan peningkatan diameter dari 2,13 cm menjadi 2,96 cm. Selanjutnya, pada demplot 3 diameter batang bertambah dari 2,58 cm pada awal pengamatan menjadi 3,15 cm pada akhir pengamatan. Sementara itu, demplot 4 mengalami peningkatan dari 2,09 cm menjadi 2,65 cm pada akhir pengamatan.



Gambar 4. Grafik Diameter Batang.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa diameter batang meningkat secara bertahap pada seluruh demplot. Demplot 2 menunjukkan pertambahan paling tinggi dibandingkan demplot lainnya. Untuk memperjelas hasil tersebut, nilai pertumbuhan mutlak dan relatif diameter batang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan mutlak dan relatif diameter batang.

Demplot	Pertumbuhan Mutlak (cm)	Perumbuhan Relatif (%)
1	2,2	33,8
2	2,7	42,2
3	1,9	22,4
4	1,7	26,2

Berdasarkan hasil pengukuran tanaman mangrove yang dilakukan di kelompok mangrove Segara Ayu, Kedonganan di dapatkan pertambahan mutlak dan relatif diameter batang yang seragam pada keempat demplot dengan kisaran rata-rata 1,7–2,7 cm pertumbuhan mutlak dan pertumbuhan relatif antara 22,4 hingga 42,2%. Diameter batang yang

meningkat menunjukkan adanya akumulasi biomassa yang dialokasikan untuk menopang pertumbuhan tinggi dan daun. Kathiresan dan Bingham (2001) menyatakan bahwa pH perairan memengaruhi penyerapan unsur hara yang dibutuhkan untuk pembentukan jaringan struktural. Diameter batang *Rhizophora apiculata* selama enam bulan pengamatan berkisar antara 2–3 cm. Nilai tersebut tergolong normal dan mencerminkan pertumbuhan sekunder yang baik pada fase pembibitan. Pengukuran diameter batang tanaman *Rhizophora apiculata* di empat demplot menunjukkan pertambahan diameter batang yang berbeda-beda. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan lateral batang tanaman. Faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas berperan penting dalam pertumbuhan diameter batang tanaman (Darwati, 2021). Selama pengamatan, suhu rata-rata tercatat 29,5°C dan salinitas 25 ppt, yang masih termasuk dalam batas toleransi tanaman *Rhizophora apiculata*, sehingga pertumbuhan diameter batang dapat berlangsung optimal (Alongi, 2002).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai pertumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata* pada kegiatan pembibitan Kelompok Segara Ayu di Kedonganan, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan bibit selama enam bulan pengamatan menunjukkan hasil yang baik. Pertambahan tinggi bibit mangrove *Rhizophora apiculata* mengalami peningkatan dengan pertumbuhan mutlak berkisar antara 27–31 cm dan pertumbuhan relatif sebesar 27,4–33,7%, yang mengindikasikan berlangsungnya pertumbuhan vegetatif secara optimal. Selain itu, jumlah daun bibit mengalami pertambahan rata-rata sebanyak 11 hingga 18 helai selama masa pengamatan, yang mencerminkan perkembangan struktur tajuk tanaman yang baik di seluruh demplot. Pertambahan diameter batang juga menunjukkan peningkatan dengan pertumbuhan mutlak berkisar antara 1,7–2,7 cm dan pertumbuhan relatif sebesar 22,4–42,2%, yang menandakan bahwa kondisi lingkungan di lokasi pembibitan mendukung pertumbuhan optimal bibit mangrove.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kegiatan pembibitan mangrove di Kelompok Segara Ayu, Kedonganan sebaiknya perlu dilakukan penataan jarak dan posisi tanaman agar pertumbuhan dapat berlangsung lebih seimbang. Dilakukan perawatan tanaman dengan cara pengendalian organisme penempel seperti teritip, yang dilakukan secara berkala. Dilakukan penelitian selanjutnya menambah variabel pengamatan, seperti pertumbuhan akar dan pemantauan bibit di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1), 30–39. <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x>
- Alwidakdo, A., Azham, Z., & Kamarubayana, L. (2014). Studi pertumbuhan mangrove pada kegiatan rehabilitasi hutan mangrove di Desa Tanjung Limau, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 13(1), 11–18.
- Auni, A. H., Bachtiar, B., Paembonan, S. A., & Larekeng, S. H. (2020). Growth analysis of mangrove (*Rhizophora apiculata* Bl.) propagule toward differences in types of water and planting media at Makassar Mangrove Center. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1), Article 012137. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012137>
- Barreto, M. B., Mónaco, S. L., Díaz, R., Barreto-Pittol, E., López, L., & Peralba, M. D. C. R. (2016). Soil organic carbon of mangrove forests (*Rhizophora* and *Avicennia*) of the Venezuelan Caribbean coast. *Organic Geochemistry*, 100, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2016.07.004>
- Chakraborty, S. K. (2011). Mangrove ecosystem of Sundarbans, India: Biodiversity, ecology, threats and conservation. In J. N. Metras (Ed.), *Mangroves: Ecology, biology and taxonomy* (pp. 83–112). Nova Science Publishers.
- Chamberland-Fontaine, S., Estrada, G. T., Heckadon-Moreno, S., & Hickey, G. M. (2022). Enhancing the sustainable management of mangrove forests: The case of Punta Galeta, Panama. *Trees, Forests and People*, 8, Article 100274. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100274>
- Darwati, H., & Astiani, D. (2021). Pertumbuhan tanaman bakau (*Rhizophora* spp.) di kawasan mangrove Kelurahan Setapak Besar Kota Singkawang. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(4), 686–694.
- Duke, N. C., Ball, M. C., & Ellison, J. C. (1998). Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1), 27–47. <https://doi.org/10.2307/2997695>
- Hoffmann, W. A., & Poorter, H. (2002). Avoiding bias in calculations of relative growth rate. *Annals of Botany*, 90(1), 37–42. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf140>
- Kawaroe, M., Bengen, D. G., Eidman, M., & Boer, M. (2001). Kontribusi ekosistem mangrove terhadap struktur komunitas ikan di pantai utara Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Pesisir dan Lautan*, 3(3), 12–25.
- Kristensen, E. (2008). Mangrove crabs as ecosystem engineers, with emphasis on sediment processes. *Journal of Sea Research*, 59(1–2), 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2007.05.004>

- Lassalle, G., Ferreira, M. P., La Rosa, L. E. C., Scafutto, R. D. P. M., & de Souza Filho, C. R. (2023). Advances in multi- and hyperspectral remote sensing of mangrove species: A synthesis and study case on airborne and multisource spaceborne imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 195, 298–312. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.11.015>
- Mukhid, A. (2021). Analisis metode penelitian pada skripsi mahasiswa Prodi Pendidikan Agama Islam. *Ulumuna: Jurnal Studi Keislaman*, 7(2), 280–291.
- Sahami, F. (2018). Penilaian kondisi mangrove berdasarkan tingkat kerapatan jenis. *The NIKE Journal*, 6(2), 33–40.
- Sidik, F., Lawrence, A., Wagey, T., Zamzani, F., & Lovelock, C. E. (2023). Blue carbon: A new paradigm of mangrove conservation and management in Indonesia. *Marine Policy*, 147, Article 105388. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105388>
- Silva, W. D., & Amarasinghe, M. (2021). Response of mangrove plant species to a saline gradient: Implications for ecological restoration. *Acta Botanica Brasilica*, 35(1), 151–160. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0275>
- Syah, F., Sundawati, L., & Bahruni, B. (2019). Social and economic valuation of mangrove forest ecosystem in North Buton Regency, Southeast Sulawesi Province. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 16(2), 115–126.
- Wang, J. D., Li, Z. Y., Xiang, W. S., & Guo, Y. W. (2006). Further new secoatisane diterpenoids from the Chinese mangrove *Excoecaria agallocha* L. *Helvetica Chimica Acta*, 89(7), 1367–1372. <https://doi.org/10.1002/hlca.200690140>
- Wijayasinghe, M. M., Jayasuriya, K. G., Gunatilleke, C. V. S., Gunatilleke, I. A. U. N., & Walck, J. L. (2019). Effect of salinity on seed germination of five mangroves from Sri Lanka: Use of hydrotime modelling for mangrove germination. *Seed Science Research*, 29(1), 55–63. <https://doi.org/10.1017/S0960258519000044>
- Yan, Z. Z., Ke, L., & Tam, N. F. Y. (2010). Lead stress in seedlings of *Avicennia marina*, a common mangrove species in South China, with and without cotyledons. *Aquatic Botany*, 92(2), 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.10.005>
- Zimmer, M., Ajonina, G. N., Amir, A. A., Cragg, S. M., Crooks, S., Dahdouh-Guebas, F., & Wodehouse, D. (2022). When nature needs a helping hand: Different levels of human intervention for mangrove (re-)establishment. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, Article 784322. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.784322>