

Variasi Pertumbuhan Mangrove Lintas Gradien Jenis dan Benih di Kawasan Mangrove Restorasi Marga Sungsang, Sumatera Selatan

Variation in Mangrove Growth Across Gradients of Species and Seeds in the Mangrove Restoration Area of Marga Sungsang, South Sumatra

Apriyanto¹⁾, Rujito Agus Suwignyo²⁾, Tengku Zia Ulqodry^{3)*}, Sarno⁴⁾, Riris Aryawati³⁾, Muhtadi¹⁾, Herry Purnomo⁵⁾, Beni Okarda⁵⁾

¹⁾Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

²⁾Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

³⁾Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

⁴⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

⁵⁾Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia

*Penulis korespondensi: zia_uul@unsri.ac.id

Received June 2025, Accepted July 2025, Published July 2025

ABSTRAK

Marga Sungsang memiliki hutan mangrove yang terdegradasi menjadi perkebunan kelapa dan diperlukan kegiatan restorasi. Salah satu metode restorasi yang dapat digunakan yaitu *eksperimental planting multispecies*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi pertumbuhan mangrove lintas gradien jenis dan benih. Data yang diukur meliputi parameter lingkungan, pertumbuhan tinggi per 3 bulan, dan jumlah cabang serta daun. Hasilnya menunjukkan suhu perairan berkisar 25,2 - 26,6°C dan pH tanah berkisar 7,0 - 7,3 dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan mangrove. Nilai pH air berkisar 12,1 - 14,3 dan DO berkisar 3,5 - 4,1 mg/L keduanya berada diluar kisaran optimum tetapi mangrove dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada kondisi yang kurang ideal. Salinitas berkisar 4,8 - 8,8 ppt tergolong rendah tetapi masih dalam ambang toleransi. Kandungan total N sebesar 0,2% dan total P sebesar 13,3 - 41,8 ppm dalam kategori rendah-sedang dan masih mencukupi kebutuhan nutrisi awal. Benih bibit *Rhizophora apiculata* (RA) memiliki laju pertumbuhan tinggi dan signifikan, sedangkan propagul *Rhizophora apiculata* (RA) dan *Bruguiera gymnorrhiza* (BG) menunjukkan pertumbuhan tinggi yang lebih cepat pada fase awal dibandingkan benih bibit. Benih bibit dan propagul *Rhizophora apiculata* (RA) menghasilkan jumlah daun dan cabang yang hampir sama diakhir. Temuan ini menunjukkan bahwa benih bibit dan propagul *Rhizophora apiculata* (RA) sangat cocok ditanam di area restorasi mangrove Desa Marga Sungsang.

Kata kunci: Bibit dan Propagul; Mangrove Restorasi; Marga Sungsang; Sumatera Selatan.

ABSTRACT

Marga Sungsang has mangrove forests that have been degraded into plantations and require restoration activities. One restoration method that can be used is *experimental multispecies planting*. This study aims to determine the variation in mangrove growth across species and seed gradients. The data measured include environmental parameters, height growth per 3 months, and the number of branches and leaves. The results show that the water temperature ranges from 25.2 - 26.6 ° C and the soil pH ranges from 7.0 - 7.3 within the range that supports mangrove growth. The water pH value ranges from 12.1 - 14.3 and DO ranges from 3.5 - 4.1 mg / L both are outside the optimum range but mangroves can grow and adapt well to less than ideal conditions. Salinity ranges from 4.8 - 8.8 ppt is classified as low but still within the tolerance threshold. The total N content of 0.2% and total P of 13.3 - 41.8 ppm is in the low-moderate category and still meets initial nutritional needs. *Rhizophora apiculata* (RA) seedling has a high and significant growth rate, while *Rhizophora apiculata* (RA) and *Bruguiera gymnorrhiza* (BG) propagules show faster height growth in the early phase compared to seedling seeds. *Rhizophora apiculata* (RA) seedling and propagules produce almost the same number of leaves and branches at the end. These findings indicate that *Rhizophora apiculata* (RA) seedling and propagules are very suitable for planting in the mangrove restoration area of Marga Sungsang Village.

Keywords: Mangrove Restoration; Seedlings and Propagule; Marga Sungsang; South Sumatra.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia (Hidayah et al., 2024), yang bermanfaat secara lokal dan global (Quevedo et al., 2023). Mangrove berperan penting sebagai tempat pemijahan, mencari makan dan pemijahan bagi berbagai biota laut (Arceo-Carranza et al., 2021), serta mitigasi perubahan iklim (Qiao et al., 2025; Agustriani et al., 2024). Salah satu kawasan mangrove terbesar di Indonesia berada di Pesisir Timur Sumatera Selatan, dengan luas 171.269 hektar atau sekitar 27,98 % dari total luas mangrove di Sumatera (KLHK., 2021). Hutan mangrove di pesisir ini diperkirakan mengalami alih fungsi tutupan lahan mangrove cukup besar khususnya di wilayah Pesisir Banyuasin. Diperkirakan sekitar 1.500 hektar hutan mangrove yang terdapat di sepanjang pantai Pesisir Banyuasin ditebang dan diubah menjadi lahan perkebunan dan kawasan industri (Ilman et al., 2011) serta area budidaya yang memusnahkan 18 % mangrove dari tahun 1995-2000 (Yunardy et al., 2017).

Marga Sungsang menjadi salah satu desa yang berada di Pesisir Banyuasin yang memiliki hutan mangrove terdegradasi menjadi perkebunan kelapa dan kelapa sawit. Air pasang dan salinitas tinggi menyebabkan kegagalan dalam keberlanjutan perkebunan kelapa dan kelapa sawit. Kondisi ini telah menyadarkan masyarakat bahwa alih fungsi tutupan lahan mangrove menjadi perkebunan telah merusak ekosistem mangrove dan fungsinya secara ekologis maupun ekonomis. Kerusakan secara ekologi berakibat pada kerusakan habitat (Aransiola et al., 2024), hilangnya keanekaragaman hayati dan hilangnya penyerapan karbon global (Gomes et al., 2021). Sedangkan kerusakan secara ekonomi berakibat pada kurangnya hasil tangkapan produk perikanan dari nelayan setempat (Yamamoto 2023), berkurangnya pendapatan dari pariwisata mangrove (Blanton et al., 2024). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan ekosistem mangrove yang telah rusak yaitu dengan melakukan kegiatan restorasi (Febriana and Utary 2024). Kegiatan restorasi didorong secara global untuk mengkompensasi hilangnya hutan mangrove (Su et al. 2022). Walaupun kegiatan restorasi mangrove telah dilakukan secara luas, tetapi keberhasilannya masih sangat rendah (Mulloy et al. 2025).

Salah satu kesalahan umum selama restorasi mangrove yaitu pemilihan spesies yang tidak tepat dan sesuai dengan area lokal (Worthington and Spalding 2018). Vegetasi mangrove memiliki toleransi yang berbeda terhadap faktor lingkungan, seperti suhu dan salinitas (Silva and Amarasinghe 2021), pasang surut dan tipe substrat (Ellison 2021). Kegiatan restorasi mangrove dengan metode monospesies biasanya kurang efektif, karena lebih mungkin rentan terserang hama dan mati (Hai et al. 2020). Restorasi mangrove yang efektif dapat dilakukan dengan menggunakan metode multispesies, karena dapat memperkaya spesies

mangrove dan memenuhi fungsi fisik dan ekologis ekosistem mangrove yang dipulihkan.

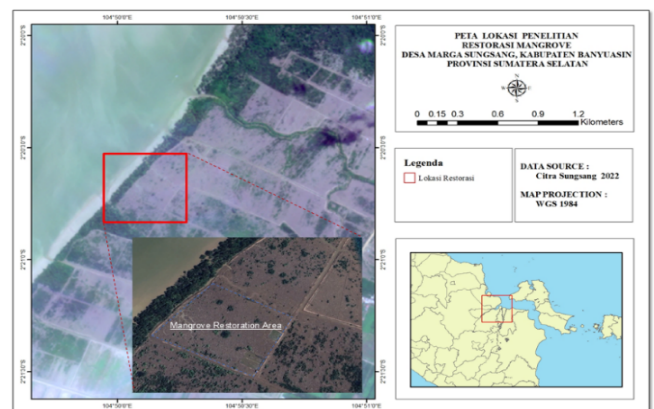
Salah satu metode restorasi mangrove yang diterapkan di Pesisir Marga Sungsang adalah *eksperimental planting multispesies*. Beberapa jenis mangrove yang ada (eksisting) di wilayah Pesisir Sungsang umumnya berupa *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops tagal*, *Hibiscus tiliaceus*, *Kandelia candel*, *Nypa fruticans*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia aureum*, *Agiceras sp*, *Excoecaria agallocha* dan *Xylocarpus granatum* (Hermialingga et al. 2020; Sutasoit et al. 2017). Metode *Eksperimental planting multispesies* merupakan cara yang dilakukan dengan menanam beberapa jenis mangrove dengan tipe benih berbeda untuk menentukan jenis dan tipe benih yang cocok dengan area lokal. Selain itu juga metode ini menjadi salah satu cara yang tepat untuk memperkaya spesies mangrove di area restorasi.

Penelitian tentang variasi pertumbuhan mangrove lintas gradien jenis dan benih di kawasan mangrove restorasi Desa Marga Sungsang, Sumatera Selatan hingga saat ini belum pernah dilakukan. Informasi ini sangat penting untuk merumuskan strategi restorasi yang adaptif, efektif, dan berkelanjutan di wilayah Pesisir Sumatera Selatan dan khususnya di Pesisir Kabupaten Banyuasin.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di kawasan restorasi mangrove Desa Marga Sungsang, Kecamatan Banyuasin 2, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1). Luas lahan restorasi $\geq 5,8$ hektar. Restorasi mangrove ini juga diselaraskan dengan budidaya kepiting bakau dan dikenal dengan *Silvo-Crab*.



Gambar 1. Lokasi Restorasi Mangrove

Penanaman Vegetasi Mangrove

Mangrove yang ditanam 4 jenis mangrove yaitu *Bruguiera gymnorhiza*, *Kandelia candel*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora mucronata*. Semua sampel ditanam dengan metode bibit, dan untuk penanaman benih propagul hanya pada jenis *Bruguiera gymnorhiza* dan *Rhizophora apiculata*. Pohon mangrove yang baru ditanam rentan mati

karena dimakan oleh hama kepiting di area restorasi. Untuk menghalang kepiting memakan pohon mangrove digunakan selongsong bambu sebagai pelindung, setelah berakar dan cukup kuat selongsong bambu di cabut (Gambar 2). Penanaman mangrove dilakukan dalam transek grid berukuran 20 x 20 meter dan berisi 117 tanaman. Total grid yang ditanam sebanyak 122 grid (Gambar 3).



Gambar 2. Penanaman dengan Pelindung Selongsong Bambu



Gambar 3. Desain Grid Penanaman dan Mangrove di Desa Marga Sungsang (Sumber: CIFOR, 2024)

Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran dilakukan untuk memahami karakteristik parameter lingkungan yang mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove di area restorasi. Hal ini penting karena parameter lingkungan memengaruhi variasi pertumbuhan mangrove. Misalnya suhu tinggi dan nutrisi memiliki pengaruh yang sinergis terhadap pertumbuhan batang bibit mangrove (Cobacho et al. 2024). pH tanah dan pH air sangat berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara penting. pH sangat penting bagi tanaman dalam

proses penyerapan unsur-unsur hara (Putra et al. 2017). Oksigen dalam air digunakan oleh mikroorganisme untuk proses penguraian bahan organik. Ekosistem mangrove memproduksi bahan organik yang penting bagi lingkungan melalui proses dekomposisi serasah yang jatuh (Sa'diyah et al. 2018). Salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu keseimbangan nutrisi pada tanaman mangrove (Hailu and Mehari 2021). Nitrogen dan Fosfat menjadi salah satu faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman mangrove (Chrisyariati and Hendarto 2014).

Pengukuran dan pengambilan parameter lingkungan di area mangrove restorasi ini dilakukan pada periode akhir pengamatan pertumbuhan mangrove di Bulan Januari 2025. Pengukuran dilakukan pada setiap grid pengamatan pertumbuhan. Parameter yang diukur berupa suhu, pH air dan *dissolved oxygen* (DO) yang diukur menggunakan alat multiparameter *Lovibond Water Testing Senso Direct150*, pH tanah yang diukur menggunakan alat soil analyzer tanah, salinitas diukur menggunakan handrefraktometer. Sampel nutrisi (total N dan total P) diambil dengan menggunakan pipa grab pada kedalaman 30 cm di setiap lokasi jenis mangrove yang ditanam sebanyak 1 kg. Analisis total N dan P dilakukan di PT. Binasawit Makmur-Integrated Laboratory (PT. Sampoerna Agro, Tbk.).

Penanaman dan Pengukuran Pertumbuhan Vegetasi Mangrove

Pengukuran pertumbuhan tinggi pohon mangrove yang ditanam meliputi pertambahan tinggi pohon, jumlah cabang dan jumlah daun. Pertumbuhan tinggi pohon mangrove dilakukan menggunakan metode sampling, yakni melakukan pengukuran terhadap 14 sampel tegakan mangrove dalam transek grid berukuran 20 x 20 meter yang berisi 117 tanaman mangrove. Pada penelitian ini pengukuran tidak dilakukan pada semua grid hanya mengambil masing-masing 3 grid perwakilan dari setiap jenis bibit dan benih. Pengambilan data sensus dilakukan pada jenis KC bibit grid 1, 10 dan 11; RM bibit grid 2, 9, dan 12; BG bibit grid 6, 7 dan 16; RA bibit grid 72, 83 dan 92; BG propagul grid 40, 41 dan 42; RA propagul grid 110, 120 dan 121 (Gambar 4).



Gambar 4. Desain Grid Monitoring Pertumbuhan Mangrove di Desa Marga Sungsang (Sumber: CIFOR, 2024)

Pengukuran tinggi mangrove yang ditanam dimulai dari akar bawah paling atas hingga batas tertinggi titik tumbuh mangrove menggunakan *Measuring Tape* meteran tukang 5 Meter (Gambar 5). Pengukuran pertambahan tinggi dilakukan setiap 3 bulan sekali (pada periode April 2024, Juli 2024, Oktober 2024 dan Januari 2025). Jumlah daun dan cabang dihitung sekali pada periode Januari 2025.



Gambar 5. Pengukuran tinggi mangrove

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lingkungan Habitat Mangrove

Hasil pengukuran parameter lingkungan di kawasan restorasi mangrove Desa Marga Sungsang disajikan pada Tabel 1. Secara umum beberapa parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, dan pH tanah dalam kondisi yang mendukung bagi pertumbuhan mangrove di area restorasi. Namun untuk parameter pH air dalam kondisi sangat basa dan oksigen terlarut (DO) dalam kondisi yang relatif rendah serta ketersediaan unsur hara (N dan P) yang terbatas menjadi faktor pembatas yang dapat memengaruhi kecepatan pertumbuhan mangrove di area restorasi ini.

Suhu perairan berkisar antara 25,2-26,6 °C, dan masih dalam kondisi yang cukup bagi pertumbuhan mangrove di area restorasi. Mangrove tumbuh dengan baik pada kisaran suhu yang berada diatas 20°C (Aminuddin et al., 2019). Nilai pH air berkisar antara 12,1-14,3, nilai pH berada dalam kondisi yang basa dan kurang optimum bagi pertumbuhan mangrove, menurut Keputusan Menti Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 51 TH. 2004 pH air yang optimum bagi pertumbuhan mangrove berkisar antara 7-8,5. Nilai pH tanah berkisar 7,0-7,3, nilai pH ini juga dalam kondisi yang netral di angka 7, umumnya nilai pH tanah yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove berkisar antara 6-7 (Fajar et al., 2013).

Kemudian nilai salinitas perairan berkisar 4,8-8,8 ppt, salinitas perairan masih dalam kondisi yang ideal bagi pertumbuhan mangrove, salinitas yang optimum bagi pertumbuhan mangrove berkisar antara 10-30 ppt (Dien et al., 2016), dan menurut Keputusan

Mentri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 51 TH. 2004, kondisi salinitas yang tidak melebihi 34 ppt. Nilai DO berkisar 3,5-4,1 mg/L, nilai DO perairan mendukung pertumbuhan mangrove di area restorasi, menurut Keputusan Menti Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 51 TH. 2004 nilai DO optimum untuk pertumbuhan mangrove >5 mg/L. Nilai total N sebesar 0,2 % dan total P berkisar 13,3-41,8 ppm. Nilai total N yang ditemukan di lokasi restorasi ini tergolong rendah dan total P tergolong rendah-sedang. Studi Darmendra, (2025), mengungkapkan bahwa pada sedimen mangrove di Taman Hutan Raya Bali berkisar 0,03%-0,39 dalam kategori sangat rendah-sedang dan total P berkisar 4,51 ppm-81,08 ppm) dalam kategory rendah-sedang.

Tabel 1. Nilai parameter lingkungan pada setiap jenis mangrove

Jenis	Suhu °C	Ph Air	pH Tanah	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	N (%)	P (ppm)
KC Bibit	25,2	12,6	7,3	8,5	3,9	0,2	41,8
RM Bibit	26,6	12,1	7,0	6,2	3,9	0,2	37,4
BG Bibit	26,0	13,8	7,3	8,8	4,1	0,2	20,0
RA Bibit	25,6	14,3	7,0	4,8	3,6	0,2	27,9
BG Propagul	25,5	14,0	7,1	5,8	3,5	0,2	13,3
RA Propagul	25,9	13,9	7,1	5,0	3,5	0,2	19,4

Ket: KC= *Kandelia candel*; RM= *Rhizophora mucronata*; BG= *Bruguiera gymnorhiza*; dan RA= *Rhizophora apiculata*

Pertumbuhan Tinggi Mangrove

Tinggi pohon mangrove selama periode pengamatan menunjukkan pola pertumbuhan baik dan konsisten (Tabel 2). Benih bibit KC, RM, dan BG memiliki pertumbuhan yang signifikan stabil dari April 2024 hingga Januari 2025. Mangrove yang ditanam kurang lebih berumur 1 tahun telah menunjukkan pertumbuhan tinggi yang cukup baik disemua jenis dan tipe benih. Studi lain mengungkapkan bahwa vegetasi mangrove memiliki pertumbuhan yang signifikan setiap tahunnya. Misalnya *Rhizophora spp.* dengan usia 2 tahun dapat mencapai tinggi 92,22 cm, usia 3 tahun 146,01 cm, usia 4 tahun 239,35 cm, dan 5 tahun 255,53 cm (Darwati and Astiani 2021). *Rhizophora apiculata* yang ditanam di hutan mangrove Vietnam dengan usia 3 tahun dapat mencapai tinggi 187,7 cm (Van Do et al. 2015).

Pertambahan tinggi pohon mangrove selama periode pengamatan disajikan pada Gambar 6. Semua jenis bibit dan benih menunjukkan pertumbuhan yang baik dengan laju yang bervariasi setiap periodenya. KC dengan benih bibit mengalami pertambahan tinggi sebesar 3,3 cm pada periode April-Juli 2024, 3,2 cm pada periode Juli-Oktober 2024 dan meningkat secara signifikan sebesar 7,0 cm pada

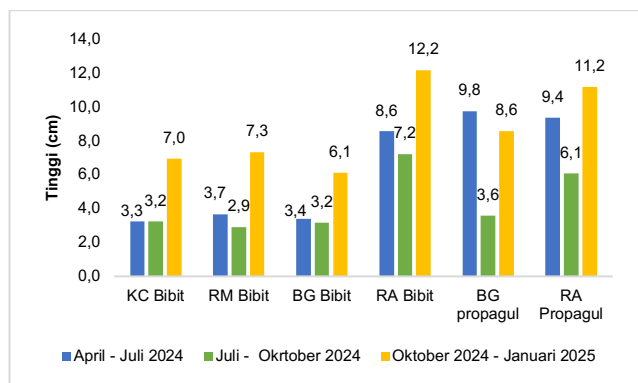
periode Oktober 2024-Januari 2025. Pada periode yang terlihat pola yang sama pada RM benih bibit dengan pertambahan tinggi sebesar 3,7 cm, 2,9 cm dan 7,3 cm. BG benih bibit pada periode yang sama menunjukkan pertumbuhan yang lebih stabil dengan nilai tinggi sebesar 3,4 cm, 3,2 cm dan 6,1 cm. RA benih bibit memperlihatkan pertambahan tinggi pohon tertinggi diantara seluruh jenis pada periode yang sama sebesar 8,6 cm, 7,2 cm, dan 12,2 cm.

Tabel 2. Rata-rata tinggi mangrove

No	Jenis	2024-04	2024-07	2024-10	2025-01
1	KC Bibit	85,9	89,1	92,4	99,3
2	RM Bibit	85,8	89,5	92,4	99,7
3	BG Bibit	87,7	91,1	94,2	100,3
4	RA Bibit	30,6	39,2	46,4	58,6
5	BG propagul	28,0	37,8	41,4	50,0
6	RA Propagul	36,3	45,7	51,8	63,0

Ket= KC: *Kandelia candel*; RM: *Rhizophora mucronata*; BG: *Bruguiera gymnorhiza*; RA: *Rhizophora apiculata*

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa benih propagul memiliki pertambahan tinggi pohon lebih tinggi dibandingkan benih bibit. Propagul BG pada periode April-Juli 2024 bertambah tinggi sebesar 9,8 cm, tetapi periode Juli-Oktober 2024 menurun menjadi 3,6 cm, dan kembali meningkat pada periode Oktober 2024-Januari 2025 menjadi 8,6 cm. Propagul RA memiliki pola pertambahan tinggi yang serupa pada periode yang sama dengan tinggi sebesar 9,4 cm, 6,1 cm, dan 11,2 cm.



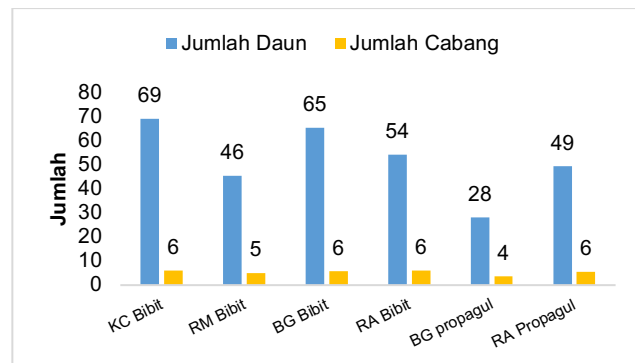
Gambar 6. Pertambahan tinggi mangrove

Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa RA baik benih bibit maupun benih propagul memiliki pertumbuhan yang lebih signifikan diantara yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan di area lokasi sangat mendukung bagi pertumbuhan RA. Suhu, salinitas, dan pH tanah (Tabel 1) mendukung bagi pertumbuhan RA, Mangrove dapat tumbuh optimal pada suhu diatas 20°C dan tidak lebih dari 35 °C (Noor et al. 2015), pada kisaran salinitas 12,0-30,0

ppt (Usman et al. 2022), dan pH tanah berkisar 6-7, tanah di area mangrove yang bersifat asam biasanya mengandung bahan organik yang tinggi (Usman and Hamzah 2013). RA memiliki adaptasi yang baik terhadap kondisi parameter lingkungan kurang optimal seperti pH air dan oksigen terlarut (DO) dan unsur N serta P (Tabel 1). Nitrogen dan foror termasuk unsur penting dalam penyusun protein dan berpengaruh terhadap perkembangan tinggi dan diameter pohon mangrove (Dewiyanti et al. 2023).

Pertambahan Jumlah Daun dan Cabang Mangrove

Pertambahan jumlah daun dan cabang setiap jenis mangrove dan jenis benih menunjukkan variatif yang signifikan (Gambar 7). Benih bibit secara umum menunjukkan jumlah daun dan cabang yang lebih banyak di banding propagul. KC bibit memiliki daun terbanyak, yaitu sebanyak 69 helai daun dengan 6 cabang, diikuti BG bibit memiliki 65 helai daun dengan 6 cabang. RA dan RM benih bibit masing-masing memiliki 54 dan 45 helai daun dengan cabang 6 dan 5. Selanjutnya pada benih propagul jumlah daun dan cabang cenderung lebih rendah. BG memiliki 28 helai daun dengan 4 cabang, sedangkan RA memiliki jumlah daun lebih banyak 49 helai daun dengan 6 cabang. Produksi daun pada tanaman biasanya dipengaruhi oleh parameter lingkungan salah satunya suhu (Genaro et al. 2024). Suhu optimum bagi produksi daun berkisar antara 18-20 °C, pertumbuhan akan berkurang apabila suhu lebih tinggi (Cahyanto dan Kuraesin 2013).



Gambar 7. Jumlah daun dan cabang mangrove

KESIMPULAN

Pertumbuhan mangrove di kawasan restorasi Marga Sungsang menunjukkan hasil baik pada semua jenis dan tipe benih. Suhu air berkisar 25,2 hingga 26,6°C dan pH tanah berkisar 7,0 hingga 7,3 dalam kisaran optimum, sementara pH air berkisar 12,1 hingga 14,3 dan DO berkisar 3,5 hingga 4,1 mg/L di luar batas ideal tapi masih dapat ditoleransi. Salinitas cukup rendah berkisar 4,8 hingga 8,8 ppt dan total N sebesar 0,2% dan total P sebesar 13,3 hingga 41,8 ppm masih cukup bagi pertumbuhan awal mangrove. Benih bibit *Rhizophora apiculata* (RA) menunjukkan laju pertumbuhan tinggi yang paling signifikan, sedangkan propagul *Rhizophora apiculata* (RA) dan *Bruguiera gymnorhiza* (BG) menunjukkan pertumbuhan tinggi yang lebih cepat pada fase awal

dibandingkan benih bibit. Benih bibit dan propagul *Rhizophora apiculata* (RA) menghasilkan jumlah daun dan cabang yang hampir sama diakhir. Hasil ini menunjukkan bahwa baik benih bibit maupun propagul *Rhizophora apiculata* (RA) sangat cocok untuk digunakan dalam kegiatan penanaman di area restorasi mangrove Desa Marga Sungsang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Center for International Forestry Research (CIFOR) melalui kegiatan Sungsang Mangrove Restoration and Ecotourism (SMART Project) atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian di kawasan mangrove restorasi Desa Marga Sungsang, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriani, F., Iskandar, I., Yazid, M., Ulqodry, T. Z. I. A., And Fauziyah, F. 2024. Soil organic carbon across varying habitat conditions in the mangrove ecosystem in Sembilang National Park, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(11): 4603-4612. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d251159>.
- Aminuddin, M., Sunarto, S., and Purnomo, D. 2019. Mangrove forest community structure in Ekas Buana Village, East Lombok Regency, West Nusa Tenggara. AIP Conf. Proc. 2120, 040019-1–040019-7; <https://doi.org/10.1063/1.5115657>.
- Aransiola, S. A., Zobeashia, S. S. L.-T., Ikhumetse, A. A., Musa, O. I., Abioye, O. P., Ijah, U. J. J., and Maddela, N. R. 2024. Niger Delta mangrove ecosystem: Biodiversity, past and present pollution, threat and mitigation. *Regional Studies in Marin*, 75:103568. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103568>.
- Arceo-Carranza, D., Chiappa-Carrara, X., Chávez López, R., and Yáñez Arenas, C. 2021. Mangroves as feeding and breeding grounds. *Mangroves: Ecology, biodiversity and management* Springer, 63–95. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2494-0_3.
- Blanton, A., Ewane, E. B., McTavish, F., Watt, M. S., Rogers, K., Daneil, R., Vizcaino, I., Gomez, A. N., Arachchige, P. S. P., and King, S. A. L. 2024. Ecotourism and mangrove conservation in Southeast Asia: Current trends and perspectives. *Journal of Environmental Management*, 365: 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121529>.
- Cahyanto, T., and Kuraesin, R. 2013. Struktur Vegetasi Mangrove Di Pantai Muara Marunda Kota Administrasi Jakarta Utara Provonsi Dki Jakarta. *Jurnal Istek* 7(2): 73-88.
- Chrisyariati, I., and Hendrarto, B. 2014. Kandungan nitrogen total dan fosfat sedimen mangrove pada umur yang berbeda di lingkungan pertambakan Mangunharjo, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3): 65–72. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i3.5623>.
- Cobacho, S. P., Janssen, S. A. R., Brekelmans, M. A. C. P., van de Leemput, I. A., Holmgren, M., and Christianen, M. J. A. 2024. High temperature and eutrophication alter biomass allocation of black mangrove (*Avicennia germinans* L.) seedlings. *Marine Environmental Research*, 193: 106291. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106291>.
- Darmendra, I. P. Y. 2025. Kandungan Nitrogen (N) Dan Fosfor (P) Pada Sedimen Mngrove Di Kawasan Taman Hutan Raya Bali. *ULILALBAB: JurnalIlmiah Multidisiplin*, 4(5):1358–1368.
- Darwati, H., and Astiani, D. 2021. Pertumbuhan tanaman bakau (*Rhizophora* spp.) Di kawasan mangrove kelur ahan setapak besar Kota Singkawang. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(4): 686–694.
- Dewiyanti, I., Siregar, L. Y., and El Rahimi, S. A. 2023. Growth rate of seedling (*Rhizophora* sp.) in mangrove ecosystem rehabilitation, Banda Aceh, Aceh Province. in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* IOP Publishing 12061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1221/1/012061>
- Van Do, T., Dung, P. N., Kozan, O., and Thang, N. T. 2015. Nursery techniques and primary growth of *Rhizophora apiculata* plantation in coastal area, Central Vietnam. *Annual Research & Review in Biology*, 6(6): 401-408. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/16843>
- Ekosistem, P., Di, M., Bahoi, D., and Minahasa, K. 2016. *JurnalIlmiahPlatax* ISSN: 2302-3589 *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(1): 1–8.
- Ellison, J. C. 2021. Factors influencing mangrove ecosystems. *Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management*, 97–115.
- Fajar, A., Oetama, D., and Afu, A. 2013. Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrovedi Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 3(12): 164–176.
- Febriana, A., and Utary, B. I. W. 2024. The Impact of Mangrove Forest Land Conversion on the Sustainability of Biological Resources and the Environment of Tanjung Luar Village. *Justitia Jurnal Hukum*, 8(1): 1-12. <https://doi.org/10.36501/justitia.v1i2>.
- Genaro, G., Cambaba, S., and Sohriati, E. 2024. Perbandingan Laju Pertumbuhan Bibit Mangrove Jenis *Rhizophora apiculata* di Desa Paconne dan Desa Senga Selatan. *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 6(1): 1–8.
- Gomes, L. E. de O., Sanders, C. J., Nobrega, G. N., Vescovi, L. C., Queiroz, H. M., Kauffman, J. B., Ferreira, T. O., and Bernardino, A. F. 2021. Ecosystem carbon losses following a climate-induced mangrove mortality in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 297: 113381. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113381>.
- Hai, N. T., Dell, B., Phuong, V. T., and Harper, R. J.

2020. Towards a more robust approach for the restoration of mangroves in Vietnam. *Annals of Forest Science*, 77: 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-0921-0>.
- Hailu, B., and Mehari, H. 2021. Impacts of soil salinity/sodicity on soil-water relations and plant growth in dry land areas: A review. *J. Nat. Sci. Res* 12(3): 1–10.
- Hermialingga, S., Suwignyo, R. A., and Ulqodry, T. Z. 2020. Potensi Simpanan Karbon Pada Biomassa Tegakan Dan Akar Mangrove Di Kawasan Lindung Pantai Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Segara* 16(3): 187. <https://doi.org/10.15578/segara.v16i3.9335>
- Hidayah, Z., As-syakur, A. R., and Rachman, H. A. 2024. Sustainability assessment of mangrove management in Madura Strait, Indonesia: A combined use of the rapid appraisal for mangroves (RAPMangroves) and the remote sensing approach. *Marine Policy* 163: 106128. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106128>
- Ilman, M., Iwan T.C.W., and I N. N. Suryadiputra. 2011. State of the Art Information on Mangrove Ecosystems in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme. Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2021). Peta Mangrove Nasional 2021: Dasar Pengelolaan Rehabilitasi Mangrove Nasional. Siaran Pers 2021
- Mulloy, R., Aiken, C. M., Dwane, G., Ellis, M., and Jackson, E. L. 2025. Scalable mangrove rehabilitation: Roots of success for *Rhizophora stylosa* establishment. *Ecological Engineering* 212:107521. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2025.107521>
- Noor, T., Batool, N., Mazhar, R., and Ilyas, N. 2015. Effects of siltation, temperature and salinity on mangrove plants. *European Academic Research*, 2(11): 14172–14179.
- Putra, P., Nurrachmi, I., and Samiaji, J. 2017. Relations of Ph and Sediment Organic Matter Contains to Mangrove Vegetation Revenue in Regency of North Rupat Regency of Bengkalis District Riau Province. Riau University.
- Qiao, P., Meng, Y., Liu, C., Zhang, T., Li, M., Feng, L., Chen, Q., Zhang, J., Lin, C., and Gu, X. 2025. Blue Carbon Potential from Rehabilitating Urban Mangrove Forests in Coastal City. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109200. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2025.109200>.
- Quevedo, J. M. D., Lukman, K. M., Ulumuddin, Y. I., Uchiyama, Y., and Kohsaka, R. 2023. Applying the DPSIR framework to qualitatively assess the globally important mangrove ecosystems of Indonesia: A review towards evidence-based policymaking approaches. *Marine Policy*, 147: 105354. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105354>.
- Sa'diyah, H., Afiati, N., and Purnomo, P. W. 2018. Kandungan Bahan Organik Sedimen dan Kadar H₂S Air di Dalam dan di Luar Tegakan Mangrove Desa Bedono, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1): 78–85. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i1.22527>.
- Silva, W. de, and Amarasinghe, M. 2021. Response of mangrove plant species to a saline gradient: Implications for ecological restoration. *Acta Botanica Brasilica SciELO Brasil*, 35(1): 151–160. <https://dx.doi.org/10.1590/0102-33062020abb0170>.
- Su, J., Yin, B., Chen, L., and Gasparatos, A. 2022. Priority areas for mixed-species mangrove restoration: the suitable species in the right sites. *Environmental Research Letters* IOP Publishing 17(6): 65001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6b48>.
- Sutasoit, Y. H., . M., and . S. 2017. Struktur Vegetasi Mangrove Alami di Areal Taman Nasional Sembilang Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal : Marine Science Research* 9(1): 1–8. <https://doi.org/10.56064/MASPARI.V9I1.4141>.
- Usman, A. H. A., Hartoyo, A. P. P., and Kusmana, C. 2022. The growth performance of *Rhizophora apiculata* using the cut-propagule method for mangrove rehabilitation in Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 23(12): 6366-6378. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231234>
- Usman, L., and Hamzah, S. N. 2013. Analisis vegetasi mangrove di pulau Dudepo kecamatan Anggrek kabupaten Gorontalo Utara. *T Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 1(1): 11-17.
- Worthington, T., and Spalding, M. 2018. Mangrove Restoration Potential: A global map highlighting a critical opportunity.
- Yamamoto, Y. 2023. Living under ecosystem degradation: Evidence from the mangrove–fishery linkage in Indonesia. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118: 102788. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102788>
- Yunardy S, Kunarso A, Wibowo A, Ayat A, Pirnanda D, Yustian I, Harbi J, Kodir KA, Yuningsih L, Susilowati O, Bachri S, Gemita E, Zulkifli H, Zulfikhar, Gustini M, Prasetyo LB, Elyn K. Damayanti, Sumantri H, Prasetyo RB, H. B. 2017. 2017. *Strategi dan Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Provinsi Sumatera Selatan/Sehati Sumsel (2017/2021)*. Palembang: Dinas Kehutanan Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan.