

Analisis Tingkat Keberhasilan Rehabilitasi *Rhizophora apiculata* di Kawasan Mangrove Manawa, Kabupaten Pohuwato, Gorontalo

Falerins Labuga, Novri Youla Kandowanko*, Dewi Wahyuni Kyai Baderan

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo
Kabila Bone, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo Indonesia

*Corresponding author, e-mail: novrikandowanko@ung.ac.id

ABSTRAK: Manawa merupakan salah satu kawasan di wilayah Kabupaten Pohuwato yang mengalami kerusakan hutan mangrove akibat alih fungsi hutan menjadi lahan tambak dan perkebunan. Rusaknya hutan mangrove berdampak pada berkurangnya berbagai biota laut diantaranya udang, kepiting, dan berbagai jenis ikan. Salah satu upaya perbaikan adalah dengan melakukan rehabilitasi hutan mangrove. Rehabilitasi merupakan salah satu upaya pemulihan ekosistem mangrove pada kondisi semula. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan rehabilitasi *Rhizophora apiculata*, mengukur tingkat pertumbuhan *Rhizophora apiculata*, dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan *Rhizophora apiculata* yang di rehabilitasi di kawasan mangrove Manawa, Kecamatan Patilanggio, Kabupaten Pohuwato, Gorontalo. Analisis keberhasilan mangrove menggunakan analisis deskriptif kuantitatif, dan faktor lingkungannya menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian menemukan bahwa tingkat keberhasilan rehabilitasi dinilai berhasil. Hal ini dibuktikan dengan persentase keberhasilan hidup *Rhizophora apiculata* mencapai 79.51%. Tingkat pertumbuhan *Rhizophora apiculata* baik dari segi tinggi tanaman maupun jumlah daun mengalami penambahan namun tidak merata pada seluruh plot. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan rehabilitasi mangrove yaitu salinitas dan suhu masih dalam kisaran yang sesuai untuk *Rhizophora apiculata*. Substrat pada lokasi penelitian didominasi oleh substrat pasir debu. Hama yang ditemukan pada lokasi penelitian tergolong sedang dan didominasi hama dari kelas Gastropoda.

Kata kunci: Rehabilitasi; Keberhasilan Pertumbuhan; Mangrove

Rehabilitation of Rhizophora apiculata in Manawa Mangrove Area, Pohuwato Regency, Gorontalo: A Success Rate Analysis

ABSTRACT: Manawa, a village in Pohuwato Regency, has suffered damage to its mangrove forest because it was converted into ponds and plantations. A variety of marine biota is reduced when mangrove forests are destroyed, including shrimp, crabs, and a variety of fish species. In the process of improving the ecosystem, one of the improvements is the rehabilitation of mangrove forests. In order to restore the mangrove ecosystem to its original state, rehabilitation is one of the methods. The purpose of this study is to evaluate the success rate of *Rhizophora apiculata* rehabilitation, measure its growth rate, and determine the factors influencing *Rhizophora apiculata* rehabilitation in the Manawa Mangrove area, Patilanggio District, Pohuwato Regency, Gorontalo. The success of mangroves was analyzed using quantitative descriptive analysis, and environmental factors were analyzed using descriptive analysis. Results of the study showed that rehabilitation success rates were higher than expected. This is evidenced by *Rhizophora apiculata*'s survival rate, which reached 79.51%. A higher growth rate in plant height and leaves has been observed in *Rhizophora apiculata*, but not uniformly across the plots. Salinity and temperature, two factors that affect mangrove rehabilitation, remain within the appropriate range for *Rhizophora apiculata*. The study site substrate is dominated by sand and dust. The pests at the study site were classified as moderate and the most dominant were found in the Gastropod class because the substrate content was suitable for this type of habitat.

Keywords: Rehabilitation; successful growth; Mangrove

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia, mencapai 3,63 Ha atau 20,37 persen dari total dunia (BPS, 2021). Hutan mangrove di dunia mencapai luas sekitar \pm 16.530.000 hektar, yang tersebar di Asia 7.441.000 hektar, Afrika 3.258.000 hektar dan Amerika 5.831.000 hektar (Husuna *et al.*, 2019; Rawena *et al.*, 2020). Luas hutan mangrove di Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan oleh pembukaan lahan atau konversi hutan mangrove menjadi kawasan tambak dan pemukiman (Baderan, 2019). Selain konversi, kerusakan hutan mangrove sebagai makanan ternak, serta penambangan pasir laut di sepanjang pantai bagian depan kawasan hutan mangrove (Rangkuti, 2017 ; Paune *et al.*, 2021) dan adanya penebangan tanpa penanaman kembali.

Ekosistem mangrove merupakan suatu komunitas yang hidup di daerah intertidal dan beradaptasi terhadap perairan bersalinitas (Tefarani *et al.*, 2019 ; Laksono *et al.*, 2023). Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis dan ekonomis bagi mahluk hidup didalamnya dan disekitarnya (Nguyen *et al.*, 2017 ; Baderan, 2019). Vegetasi mangrove memiliki kemampuan untuk meredam gelombang pasang dan resiko tsunami (Hilmi *et al.*, 2019; Chang *et al.*, 2019), mengurangi resiko abrasi (Hilmi, 2014), habitat berbagai mikroorganisme (Calabon *et al.*, 2019), dan sebagai sumber pangan (Baderan *et al.*, 2014).

Salah satu wilayah pesisir di Indonesia yang memiliki hutan mangrove adalah Provinsi Gorontalo, yang merupakan daerah pemekaran dari Provinsi Sulawesi Utara. Penyebaran mangrove di Gorontalo meliputi pesisir bagian utara dan selatan. Mangrove di pesisir utara tersebar sepanjang garis pantai Kabupaten Gorontalo Utara dengan luas 3.109,56 Ha (pesisir pantai Kecamatan Tolinggula, Sumalata, Anggrek, Kwandang, Atinggola, dan Gentuma Raya). Adapun Ekosistem mangrove bagian selatan tersebar pada seluruh kecamatan-kecamatan pesisir di Kabupaten Pohuwato dan Kabupaten Boalemo yakni seluas 13.494,17 Ha. Vegetasi hutan mangrove Provinsi Gorontalo seluas 16.603,73 Ha dengan presentase penutupan pada setiap kawasan yang sangat bervariasi yakni kategori rapat (14,62%), Jarang (48,17%), dan kategori sedang (37,21%) (RZWP, 2022)). Berdasarkan kerapatan kanopi tersebut, maka kondisi hutan mangrove di Provinsi Gorontalo didominasi tingkat kerusakan sedang.

Menurut data Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Bone-Bolango (2021), desa Manawa merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Pohuwato yang mengalami kerusakan hutan mangrove, dengan kategori mangrove jarang (221,03 Ha), mangrove lebat (23,78 Ha), dan mangrove sedang (209,91 Ha). Rusaknya hutan mangrove pada kawasan tersebut, berdampak pada hilangnya berbagai biota perairan salah satunya ikan yang merupakan sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat nelayan di desa Manawa. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan fungsi dan manfaat hutan mangrove yang rusak yakni melalui kegiatan rehabilitasi hutan mangrove. Rehabilitasi mangrove merupakan salah satu upaya konservasi dalam pemulihan ekosistem mangrove pada kondisi semula (Fikriyani & Mussadun, 2014).

BPDAS Bone-Bolango merupakan instansi yang memiliki program utamanya adalah rehabilitasi hutan dan lahan termasuk melakukan rehabilitasi di ekosistem mangrove desa Manawa Kecamatan Patilanggio Kabupaten Pohuwato. Rehabilitasi dilakukan pada tahun 2019 dengan luas kawasan rehabilitasi 19,5 ha. Upaya rehabilitasi yang dilakukan adalah dengan penanaman kembali tumbuhan mangrove, jenis mangrove yang digunakan adalah *Rhizophora apiculata* dengan jumlah bibit 54.450 batang. *Rhizophora apiculata* adalah salah satu spesies mangrove dari famili Rhizophoraceae yang merupakan salah satu spesies terpenting di hutan mangrove. *R. apiculata* memiliki kayu yang sangat keras, cepat tumbuh (*fast-growing mangrove*), mempunyai akar nafas, jenis daun oposit, dan tinggi mencapai 15 meter. *R. apiculata* mempunyai jenis bibit vivipar dimana permukaan bawah daunnya berwarna hijau kekuningan (Mustika *et al.*, 2014). Berdasarkan data yang di peroleh dari BPDAS Bone-Bolango (2019), *R. apiculata* yang sudah memiliki 3 helai daun, umur tanaman 3-5 bulan, dan tinggi rata-rata 30-40 cm yang merupakan spesies yang siap di tanam pada kawasan rehabilitasi desa Manawa.

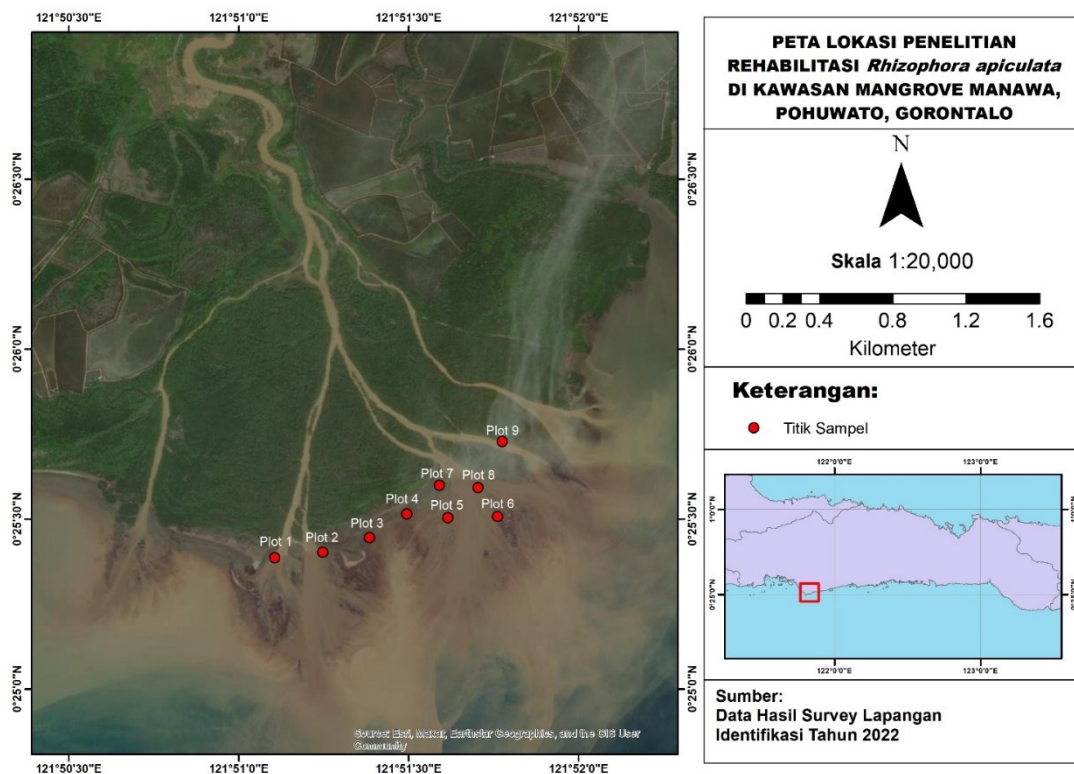
Berdasarkan Permen LHK 105 Tahun 2019, upaya rehabilitasi mangrove dapat dikatakan berhasil jika memenuhi standar keberhasilan pertumbuhan tanaman mangrove yaitu 75%. Perlu upaya strategi rehabilitasi yang efektif untuk memulihkan fungsi ekologis dan ekonomi kawasan ini. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada pemerintah daerah dalam rangka pemulihan ekosistem mangrove di kawasan rehabilitasi hutan mangrove desa Manawa, Kecamatan Patilonggio Kabupaten Pohuwato.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2022 di kawasan rehabilitasi mangrove desa Manawa Kecamatan Patilonggio Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo (Gambar 1). Pengamatan pertumbuhan *Rhizophora apiculata* merupakan lokasi rehabilitasi yang dilakukan oleh BPDAS Bone-Bolango. Analisis keberhasilan hidup dan pertumbuhan *R. apiculata* menggunakan analisis deskriptif kuantitatif, dan untuk faktor lingkungan yang mempengaruhi keberhasilan rehabilitasi mangrove menggunakan analisis deskriptif.

Sampel penelitian adalah semua pohon mangrove yang termasuk dalam plot pengukuran. Pengumpulan data primer meliputi tanaman hidup, tinggi anakan, jumlah daun, kondisi tumbuh tanaman sehat, salinitas, suhu, dan substrat. Setiap jalur ditempatkan plot pengamatan dengan ukuran 5m×5m (Makaruku & Aliman, 2019).

Penilaian faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove dilakukan dengan tahapan pengamatan dan pengambilan sampel di lapangan. Data Suhu diambil langsung di lapangan dengan menggunakan *thermometer*. Pengambilan sampel substrat dilakukan dengan menggunakan pipa *Paralon Polyvinyl Chloride (PVC)*, dan disimpan di dalam kantong plastik untuk di analisis. Analisis substrat dilakukan di Laboratorium Pabrik Gula Tolangohula. Tujuan substrat dianalisis yaitu untuk menentukan persentase pasir, debu, dan liat sehingga dapat diketahui tipe substrat yang terdapat pada lokasi penelitian dan juga untuk menentukan nilai salinitas tanah.



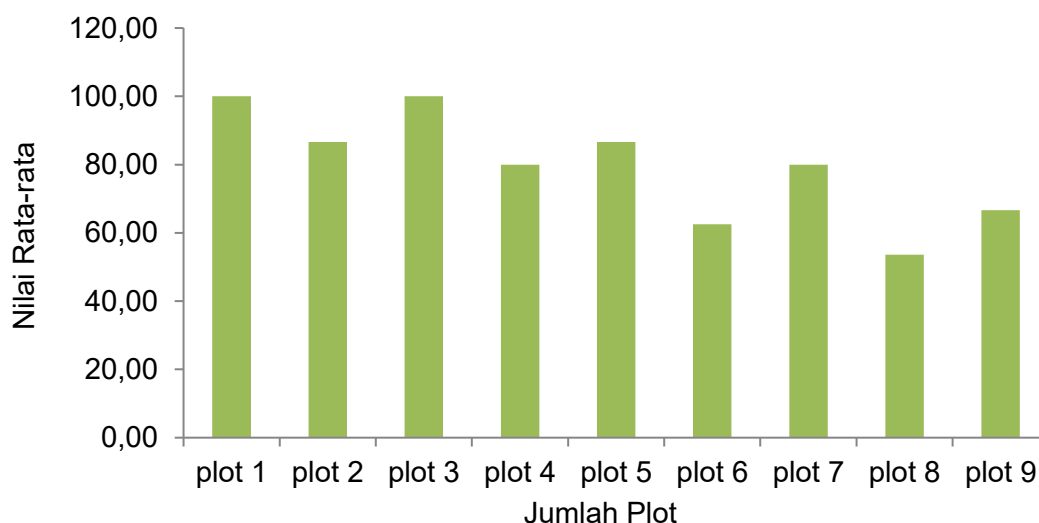
Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Penempatan Plot Pengamatan

Keberhasilan hidup tanaman mangrove dapat diketahui dengan mengukur persentase tumbuh yang dihitung dengan cara membandingkan banyaknya jumlah tanaman yang ada pada suatu petak ukur dengan jumlah tanaman yang seharusnya ada di dalam petak ukur, ini sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.105/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Nilai tinggi tanaman diperoleh dengan cara merata-ratakan tinggi tanaman dibandingkan dengan jumlah tanamannya (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Klasifikasi jumlah daun rata-rata per ukur dihitung dengan menggunakan rumus rerata (mean) yang paling umum digunakan (Makaruku & Aliman, 2019). Untuk melihat serangan hama dilakukan dengan mengamati langsung hama yang ada pada tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan pertumbuhan tanaman *Rhizophora apiculata* di kawasan rehabilitasi hutan mangrove yang dilaksanakan BPDAS Bone-Bolango di desa Manawa Tahun 2019 telah berhasil dengan nilai rata-rata mencapai 79,51 % (9 plot pengamatan). Keberhasilan rehabilitasi mangrove berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.105/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 yaitu dinyatakan berhasil jika persentase tumbuh $\geq 70\%$, dan dinyatakan kurang berhasil jika persentase tumbuhnya $< 70\%$. Persentase hidup anakan *Rhizophora apiculata* pada seluruh plot pengamatan memenuhi standar keberhasilan pertumbuhan tanaman mangrove yaitu 75%. Jika dibandingkan dengan data tahun 2021 (75% pertumbuhan) maka terjadi peningkatan pertumbuhan *Rhizophora apiculata* sebesar $\pm 4\%$. Faktor lingkungan dan penyulaman 1 tahun sekali merupakan penentu tingkat keberhasilan pertumbuhan *Rhizophora apiculata* di wilayah tersebut.

Hasil pengukuran tinggi masing-masing plot adalah plot 1 rata-rata tinggi 117 cm, plot 2 rata-rata 111cm, plot 3 rata-rata 106cm, plot 4 rata-rata 99cm, plot 5 rata-rata 117cm, plot 6 rata-rata 92 cm, plot 7 rata-rata 99 cm, plot 8 rata-rata 74 cm, dan plot 9 rata-rata 73 cm. Dari hasil pengamatan tanaman *Rhizophora apiculata* terlihat perbedaan tinggi tanaman dari sejak ditanam dengan tinggi tanaman 30-40 cm, sampai pada tahap pengamatan terlihat bahwa tanaman mengalami pertumbuhan tinggi. Rata-rata tinggi pertumbuhan sesuai data yang di peroleh dari lokasi penelitian memperlihatkan bahwa mangrove yang direhabilitasi memiliki pertumbuhan yang baik yaitu rata-rata pertumbuhannya adalah 99 cm dihitung sejak penanaman tahun 2019 sampai pengamatan tahun 2022. Maka dapat diasumsikan penambahan tinggi mangrove setiap tahun adalah ± 33 cm, dimana dalam penelitian yang dilakukan oleh Makaruku & Aliman, 2019 yaitu 15 cm/tahun.

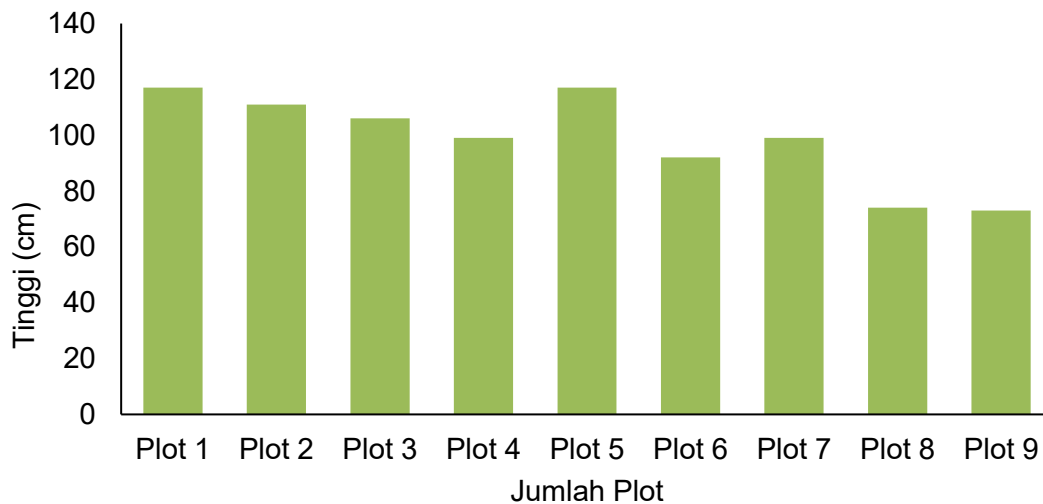


Gambar 2. Presentasi Hidup Tanaman *Rhizophora Apiculata*

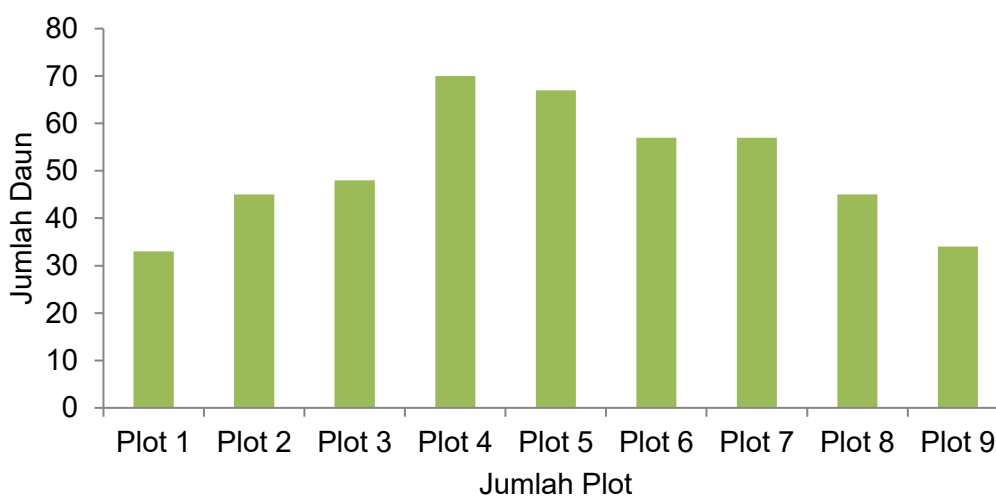
Jumlah daun yang dihitung adalah jumlah daun yang telah berkembang (membuka), tidak termasuk kuncup daun. Berdasarkan hasil yang di peroleh pada penelitian ini Jumlah daun pada tanaman yang direhabilitasi tahun 2019 ini perkembangannya sangat baik dimana jumlah daun rata-rata pada setiap plot mengalami pertumbuhan. Rata-rata jumlah daun yang terbanyak berada pada plot 4 yaitu 70 helai sedangkan jumlah daun yang paling sedikit terdapat pada plot 1 yaitu 33 helai, Secara keseluruhan, rata-rata jumlah daun setiap plot adalah 50 helai per pohon.

Pengambilan sampel tanah diambil pada tiga zonasi yaitu pada zonasi depan (1), tengah (2) dan belakang (3). Hasil analisis substrat tanah pada zonasi 1 lebih dominan berpasir dengan jumlah 44.4%, debu 29.9% dan Liat 40.5%, zonasi 2 lebih dominan berdebu yaitu 46.7%, pasir 40.6% dan liat 44.6%, sedangkan untuk zonasi 3 lebih dominan berdebu 23.4%, pasir 15.0% dan Liat 14.9%.

Hasil analisis tekstur pada zonasi 1 memiliki tekstur tanah berpasir, hal ini dikarenakan stasiun 1 merupakan lokasi yang sangat dekat dengan daratan. Menurut (Rizki & Leilani, 2020) menyatakan bahwa sebaran tumbuhan terbanyak ditemukan pada tanah lempung berpasir dan bagian depan (arah pantai), ketika terjadi pasang surut, partikel-partikel pasir akan terbawa ke kawasan mangrove. Partikel pasir memiliki bobot yang berat pada saat pasang surut partikel tersebut terhalang oleh perakaran mangrove yang mengakibatkan partikel-partikel pasir tidak dapat masuk ke dalam mangrove sehingga tertinggal di bibir pantai.



Gambar 3. Pertumbuhan Tinggi *Rhizophora apiculata*



Gambar 4. Grafik Jumlah rata-rata daun

Pada zonasi 2 dan 3 yang merupakan lokasi yang dekat dengan laut memiliki tekstur tanah lempung berdebu. Tekstur tanah yang berdebu di kawasan mangrove sangat sesuai untuk kehidupan dan pertumbuhan mangrove. Dalam kaitannya dengan kemampuan menyerap maupun menahan unsur hara, tanah bertekstur lempung berdebu seperti pada zonasi 2 dan 3 memiliki kemampuan yang tinggi dalam penyerapan dan menahan unsur hara serta berperan dalam reaksi kimia tanah. Menurut (Bintoro *et al.*, 2017) bahwa tanah-tanah dengan tekstur berpasir memiliki luas permukaan kecil sehingga sukar untuk menyerap maupun menahan unsur hara. Tanah-tanah bertekstur liat mempunyai luas permukaan yang besar sehingga mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menyerap maupun menahan air dan unsur hara, sedangkan tanah yang bertekstur halus lebih aktif dalam reaksi kimia dari pada tanah yang bertekstur kasar.

Hasil di atas dapat dilihat bahwa suhu yang ditunjukkan pada kawasan rehabilitasi yaitu 29-30 sehingga rata-rata suhu yang di peroleh adalah 29,5°. Pengukuran salinitas di lakukan di di Laboratorium Pabrik Gula Tolangohula, berdasarkan tabel 4.2 salinitas pada zonasi 1 adalah 3.16, zonasi 2 adalah 3.34, dan zonasi 3 adalah 2.85 dengan nilai rata-rata keseluruhan 2.85.

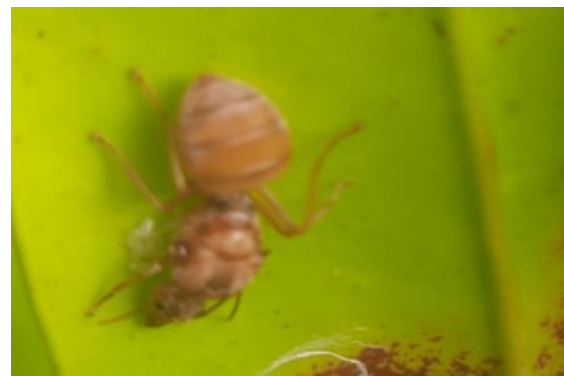
Pengambilan sampel tanah diambil pada tiga zonasi. Hasil analisis substrat tanah pada zona 1 lebih dominan berpasir dengan jumlah 44.4%, debu 29.9% dan Liat 40.5%, zona 2 lebih dominan berdebu yaitu 46.7%, pasir 40.6% dan liat 44.6%, sedangkan untuk zona 3 lebih dominan berdebu 23.4%, pasir 15,0% dan Liat 14.9%. Hasil identifikasi terhadap hama pada lokasi penelitian terdapat 2 jenis hama yang menempel pada tanaman mangrove yaitu hama Teritip jenis *Amphibalanus amphitrite* dan Hama *Prorhinotermes* sp.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter Lingkungan

| Lokasi/Plot | Suhu (°) | Salinitas | Tesktur (%) | | | |
|-----------------|----------|-----------|-------------|------|-------|------|
| | | | Liat | Debu | Pasir | |
| Dekat Darat (1) | Plot 1 | 30 | | | | |
| | Plot 2 | 30 | 3,16 | 40.6 | 29.9 | 44.4 |
| | Plot 3 | 30 | | | | |
| | plot 4 | 30 | | | | |
| Dekat Laut (2) | plot 5 | 30 | 3,34 | 44.6 | 46.7 | 40.6 |
| | plot 6 | 30 | | | | |
| | plot 7 | 29 | | | | |
| Dekat Laut (3) | plot 8 | 29 | 2,05 | 14.9 | 23.4 | 15.0 |
| | plot 9 | 29 | | | | |



Amphibalanus amphitrite



Prorhinotermes sp.

Gambar 5. Hama yang menempel pada tanaman mangrove

Hama Teritip merupakan hama yang menempel pada batang *Rhizophora apiculata*. Hama Teritip merupakan salah satu hewan yang berasosiasi dengan tanaman mangrove. Teritip merupakan invertebrata yang hidup di laut dan kehidupannya melalui dua stadium, yaitu stadium larva yang bersifat planktonic, sedangkan stadium dewasa bersifat menempel. Teritip dapat menembus tumbuhan mangrove sehingga menghambat terjadinya proses fotosintesis yang seharusnya dapat menjadi sumber makanan bagi semua makhluk hidup yang berada di ekosistem mangrove (Mirza *et al.*, 2017). Teritip juga sering berasosiasi menempel dengan cara membenamkan tubuhnya pada organisme lain, seperti pada paus, kepiting, dan kura-kura. Menurut (Wijayanti *et al.*, 2020) keberadaan teritip menjadi masalah yang sangat serius, habitatnya sering terjadi menempel pada substrat keras sehingga hewan ini mempunyai karakteristik yang dapat merusak dari berbagai tempat hidupnya.

Selain teritip di temukan juga *Prorhinotermes* sp. Jenis rayap dari genus *Prorhinotermes* sp. memiliki habitat di areal rawa sehingga sudah beradaptasi dengan areal air asin maupun air payau. *Prorhinotermes* adalah genus dari sebagian rayap tanah di wilayah tropis. Keanekaragaman terbesar ada di wilayah pesisir Asia Tenggara, sering di rawa-rawa bakau. *Prorhinotermes flavus* adalah salah satu dari beberapa spesies rayap yang dapat bertahan hidup di rawa-rawa bakau tergenang air, meskipun bersarang di tempat yang lembab, dapat membusukkan kayu, aktivitasnya terbatas pada tanah kering, dan lebih banyak ditemukan di rawa. Gejala lubang gerek disebabkan oleh serangan hama rayap (*Prorhinotermes* sp.) dan semut. Hama rayap membuat rumah di sepanjang batang sampai ke cabang, memakan habis jaringan batang sehingga membentuk lubang gerek. Serangan semut berupa sarang di bagian batang sehingga menyebabkan keadaan terparah yakni batang tersebut berlubang

KESIMPULAN

Tingkat keberhasilan dan tingkat pertumbuhan tanaman mangrove spesies *Rhizophora apiculata* di kawasan rehabilitasi Desa Manawa Kecamatan Patilanggio Kabupaten Pohuwato dapat dikatakan berhasil karena persentase keberhasilan hidup *Rhizophora apiculata* yang direhabilitasi >75% yaitu 79,51%. Tanaman *Rhizophora apiculata* mengalami penambahan tinggi dan penambahan jumlah daun. Faktor lingkungan pada lokasi penelitian yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mangrove yaitu suhu 29.5° sudah memenuhi baku mutu yang sesuai. Untuk substrat didominasi oleh substrat berdebu, namun untuk salinitas hanya kisaran 2-3% dan ini belum sesuai dengan standar kebutuhan salinitas mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Baderan, D.W.K., Hamidun, M.S., Lamangandjo, C., & Retnowati, Y. 2014. Diversifikasi Produk Olahan Buah Mangrove sebagai Sumber Pangan Alternatif Masyarakat Pesisir Toroseaje, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2):347-351. DOI: 10.13057/psnmbi/m010230
- Baderan, D.K. 2019. Struktur Vegetasi dan Zonasi Mangrove di Wilayah Pesisir Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. *Jurnal Biologi Makassar*, 4(1):20-30.
- Bintoro, A., Widjanto, D., & Isrun. 2017. Karakteristik Fisik Tanah Pada Beberapa. *E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(4):423–430.
- BPDAS Bone-Bolango., 2021. Rencana Kegiatan Penanaman RHL Mangrove Tahun 2019.
- BPS., 2021. Katalog Publikasi. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Calabon M.S., Sadaba, R.B., & Campos, W.L. 2019. Fungal Diversity of Mangrove-associated Sponges from New Washington, Aklan, Philippines. *Mycology*, 10(1):6-21. DOI: 10.1080/21501203.2018.1518934
- Fikriyani, M., & Mussadun. 2014. Evaluasi Program Rehabilitasi Mangrove Di Pesisir Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupten Demak. *Jurnal Ruang*, 2(1):381-390.
- Hilmi, E. 2014. Pengurangan abrasi pantai melalui peningkatan peran ekosistem mangrove sebagai jalur hijau. *Pertemuan Ilmiah Tahunan (Pit) Riset Kebencanaan*.

- Hilmi, E., Sari, L.K., Cahyo, T., Kusmana, C., & Suhendang, E. 2019. Carbon sequestration of mangrove ecosystem in Segara Anakan Lagoon, Indonesia. *Biotropia*, 26(3):181–190. DOI: 10.11598/btb.2019.26.3.1099
- Husuna, R., Wantasen, A.S., & Rondonuwu, A.B., 2019. Structure Community of Mangrove at Tabulo Selatan Beach, Boalemo Regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1):309-319. DOI: 10.35800/jip.7.1.2019.23406
- Laksono, B.J., Soenardjo, N., & Ario, R. 2023. Pemangsaan Herbivori Daun Mangrove di Kawasan Tracking Mangrove Kemujan, Kepulauan Karimunjawa. *Journal of Marine Research*, 12(2): 305-314.
- Makaruku, A., & Aliman, R. 2019. Analisis Tingkat Keberhasilan Rehabilitasi Mangrove Di Desa Piru Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(2): 1-17. DOI: 10.37412/jrl.v2i2.2
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.105/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018.
- Mirza, N., Dewiyanti, I., & Octavina, C. 2017. Kepadatan Teritip (*Balanus* Sp.) di Kawasan Rehabilitasi Mangrove Pemukiman Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 2(4):534–540.
- Mustika, D, I., Rusdiana, O.M.O., & Sukendro, A. 2014. Pertumbuhan Baku Minyak (*Rhizophora apiculata*) Dipersemaian Mangrove Desa Muara Teluk Naga, Tangerang, Banten. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 4(2):108-116.
- Nguyen, H.T., Meir, P., Sack, L., Evans, J.R., Oliveira, R.S., & Ball, M.C. 2017. Leaf Water Storage Increases With Salinity And Aridity In The Mangrove *Avicennia Marina*: Integration Of Leaf Structure, Osmotic Adjustment And Access To Multiple Water Sources. *Plant, Cell & Environment*, 40(8):1576-1591. DOI: 10.1111/pce.12962
- Paune, H., Baderan, D.W.K., & Katili, A.S. 2021. Tingkat Degradasi Kawasan Hutan Mangrove (Studi Kasus Di Desa Bajo Kecamatan Tilamuta Kabupaten Boalemo) Degradation Rate of Mangrove Forest Area (Case Study in Bajo Village, Tilamuta District, Boalemo Regency). *Jambura Edu Biosfer Journal (Year)*, 3(2):82-87. DOI: 10.34312/jebj.v3i2.9727.
- Rawena, G.O., Wuisang, C.E., & Siregar, F.O. 2020. Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Ekosistem Mangrove di Kecamatan Manunggu. *Spasial*, 7(3):343-351.
- Rangkuti, A.M., 2017. Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia. Bumi Aksara, Jakarta.
- Rizki, R., & Leilani, I., 2020. Sebaran Jenis Tumbuhan Mangrove Di Teluk Buo Bungus Padang Indonesia. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 8(1):1-7. DOI: 10.21776/ub.biotropika.2020.008.01.01
- RZWP. 2022. Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Gorontalo. Laporan KLHS RTRW Provinsi Gorontalo Tahun 2023.
- Tefarani, R., Martuti, N.K.T., & Ngabekti, S. 2019. Keanekaragaman Spesies Mangrove dan Zonasi di Wilayah Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Life Science*, 8(1):41-53. DOI:10.15294/lifesci.v8i1.29989
- Wijayanti, H., Herbowo, D.G., & Darmawan, A. 2020. Keberadaan Hewan Pengotor Teritip di Infrastruktur Teluk Kunit, Pantai Sariringgung dan Pantai Mutun, Lampung. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1):54-58. DOI: 10.29303/jbt.v20i1.1540