

Indicator Species and Diversity in Mangroves at Darunu Mangrove Park

(Spesies Indikator dan Keanekaragaman Mangrove di Darunu Mangrove Park)

Maudy R. Mahmud¹, Antonius Rumengan^{2*}, Carolus Paruntu², Joshian Schadu²,
Natalie Rumampuk², Veibe Warouw²

¹Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

²Lecturer of Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado, Indonesia

*Corresponding author: andreasroeroe@unsrat.ac.id

Manuscript received: 19 Oct. 2024. Revision accepted: 29 Jan. 2025

Abstract

Mangrove ecosystems play a crucial role in maintaining the ecological balance of coastal areas, including protection against abrasion, providing habitat for marine species, and acting as a carbon sink. This study aims to identify indicator species and analyze biodiversity in Darunu Mangrove Park, Darunu Village, Wori Subdistrict, North Minahasa Regency. The research was conducted over three months (May–July 2024) using a line transect method for vegetation data collection. The results show that three dominant mangrove species were identified: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, and *Sonneratia alba*. *R. mucronata* exhibited significant dominance, both in terms of mature trees and saplings, and had the highest Important Value Index (IVI). The mangrove species diversity in this area is classified as low, with the Diversity Index (H') indicates an imbalance in the ecosystem's species composition. The Dominance Index (C) and Evenness Index (E) analyses indicate strong dominance by certain species, particularly *R. mucronata*. This study recommends the importance of enhanced monitoring and more intensive conservation efforts, including the replanting of threatened mangrove species and raising community awareness of mangrove ecosystem conservation.

Keywords: Darunu Mangrove Park, Diversity, Indicator Species, Important Value Index.

Abstrak

Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir, meliputi perlindungan terhadap abrasi, penyedia habitat bagi spesies laut, dan sebagai penyerap karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies indikator dan menganalisis keanekaragaman hayati di *Darunu Mangrove Park*, Desa Darunu, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan (Mei-Juli 2024) dengan menggunakan metode transek garis untuk pengambilan data vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis mangrove dominan, yaitu *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba*. Jenis *R. mucronata* menunjukkan dominasi yang signifikan, baik pada tingkat pohon maupun pancang, serta memiliki nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi. Keanekaragaman jenis mangrove di kawasan ini tergolong rendah dengan Indeks Keanekaragaman (H') menunjukkan ketidakseimbangan spesies dalam ekosistem. Analisis Indeks Dominansi (C) dan Indeks Kemerataan (E) mengindikasikan adanya dominasi yang kuat dari beberapa spesies tertentu, terutama *R. mucronata*. Penelitian ini merekomendasikan pentingnya pemantauan dan upaya konservasi yang lebih intensif, termasuk penanaman kembali spesies mangrove yang terancam dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pelestarian ekosistem mangrove.

Kata kunci: *Darunu Mangrove Park*, Indeks Nilai Penting, Keanekaragaman, Spesies indikator

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi dan kelestarian lingkungan pesisir. Mangrove berperan sebagai pelindung

abrasi, habitat berbagai spesies laut, dan penyerap karbon yang efektif. Salah satu kawasan mangrove yang berperan penting adalah *Darunu Mangrove Park*, Desa Darunu Kecamatan Wori, Kabupaten

Minahasa Utara. Kawasan ini dikenal dengan kekayaan dan keanekaragaman flora dan fauna, khususnya ekosistem mangrove (Hidayat dkk. 2021; Naibaho dkk. 2022; Tidore dkk. 2018). Keanekaragaman spesies yang ditemukan di ekosistem mangrove *Darunu Mangrove Park* dapat menjadi indikator yang sangat baik untuk mengetahui kondisi ekosistem ini. Spesies indikator adalah spesies yang sangat peka terhadap perubahan faktor biotik dan abiotik di lingkungan sekitarnya. Keberadaan spesies indikator ini akan memberitahu kita tentang kondisi ekosistem tersebut. Penelitian mengkaji mengenai spesies indikator dan keanekaragaman spesies sangat penting untuk mendukung upaya pelestarian dan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan (Akhmadi, 2023; Kalor dkk. 2018; Bulan, 2023; Karlina dkk. 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies indikator serta menganalisis keanekaragaman hayati yang terdapat pada ekosistem mangrove di *Darunu Mangrove Park*. Informasi mengenai spesies indikator dan keanekaragaman spesies mangrove di kawasan hutan mangrove ini diharapkan bisa menjadi dasar untuk pengembangan kebijakan pengelolaan yang lebih baik dan berbasis ilmiah.

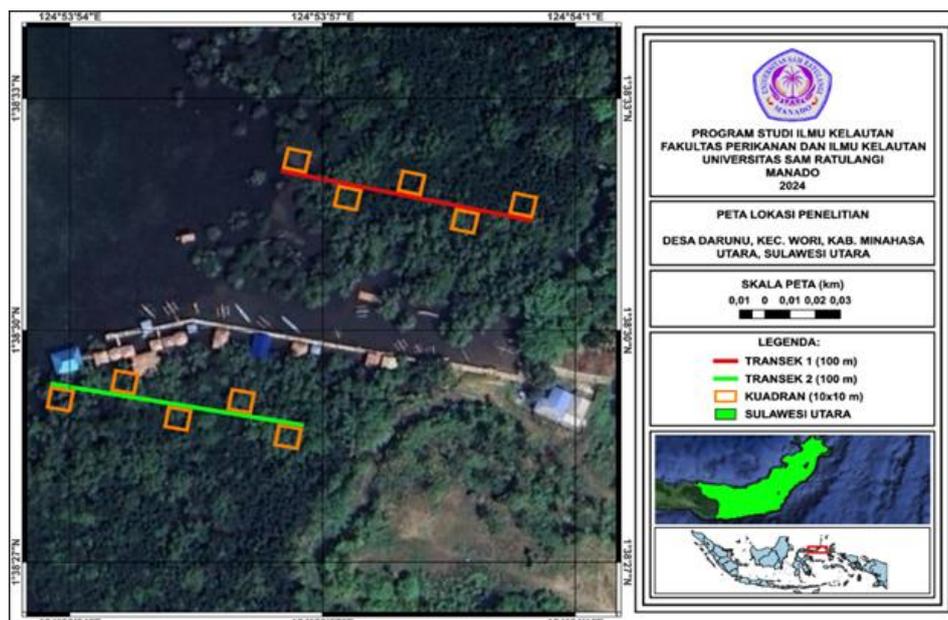
METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di *Darunu Mangrove Park*, yang terletak di Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara, dan berlangsung selama 3 bulan, yaitu bulan Mei – Juli 2024. Lokasi penelitian terdiri dari 2 bagian yaitu, Transek 1 dengan titik koordinat $1^{\circ}38'32.200''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}53'57.402''$ Bujur Timur, dan Transek 2 dengan titik koordinat $1^{\circ}38'29.220''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}53'54.415''$ Bujur Timur (Gambar 1).

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*global position system*) untuk menentukan titik koordinat lokasi penelitian, meteran digunakan untuk mengukur lingkaran pohon mangrove, meteran untuk transek garis, tali rafia untuk membuat kuadrat, termometer untuk mengukur suhu air laut, pH meter untuk mengukur derajat keasaman air laut, refraktometer untuk mengukur salinitas air laut, aquades untuk membas alat pH dan refraktometer, kamera untuk dokumentasi kegiatan, alat tulis menulis, buku panduan identifikasi mangrove. Selanjutnya bahan yang digunakan adalah sampel pohon mangrove.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan di lokasi penelitian ini adalah metode transek garis. Metode ini dirancang untuk mengumpulkan data vegetasi dengan menempatkan kuadrat di sepanjang garis transek yang ditarik secara tegak lurus sepanjang 100 meter dari arah pantai ke arah darat. Setiap transek, kuadrat berukuran 10 m x 10 m ditempatkan dengan jarak antar kuadrat sebesar 10 meter. Dalam setiap kuadrat, dilakukan pengukuran diameter batang pohon mangrove (lingkar batang pohon >16 cm), yaitu dengan cara mengukur lingkar batang pohon pada tinggi pohon 1,3 meter atau diameter setinggi dada (*diameter at breast height*) yang disebut DBH. Pengukuran dilakukan pada pohon yang berada di dalam setiap kuadrat. Identifikasi jenis dilakukan berdasarkan buku panduan dari Noor dkk. (2006). Jika terjadi keraguan dalam identifikasi jenis, maka dilakukan pengambilan foto dan sampel mangrove, seperti daun, buah dan bunga untuk diidentifikasi lebih lanjut di laboratorium. Analisis data vegetasi mangrove dilakukan untuk mendapatkan Indeks Nilai Penting (INP), Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi (D) dan Indeks Kemerataan (E) berdasarkan pada rumus (Paruntu dkk., 2017; Odum, 1993 dalam Wulan dkk., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Mangrove

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik pada Transek 1 maupun Transek 2, masing-masing memiliki tiga jenis mangrove, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba*. Gultom et al. (2024) melaporkan bahwa terdapatnya 7 jenis mangrove di kawasan mangrove Darunu mangrove Park, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, *Bruguiera cylindrica*, *Nypa fruticans*, dan *Sonneratia caseolaris*. Perbedaan hasil penelitian ini disebabkan oleh perbedaan metode yang digunakan antara penelitian sebelumnya dan penelitian sekarang. Penelitian

sebelumnya menggunakan metode survei jelajah untuk mengidentifikasi jenis-jenis mangrove, sementara penelitian saat ini menggunakan metode kuadrat dan transek garis (line transect).

Kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis

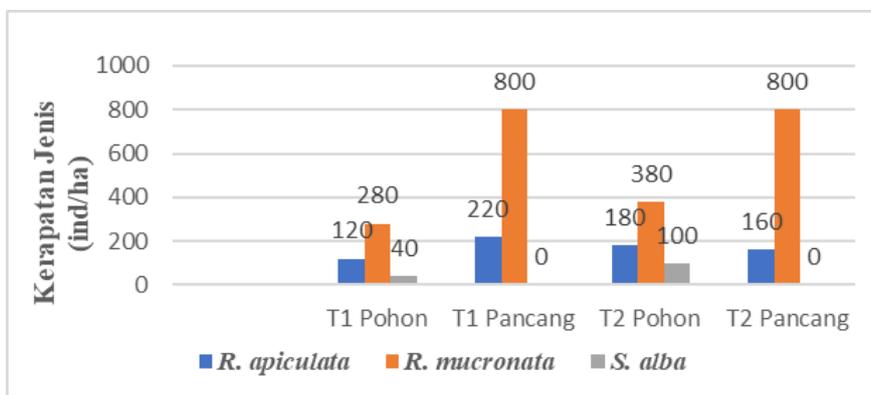
Kerapatan jenis mangrove pada transek 1 dengan nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* baik kategori pohon mencapai 280 pohon maupun kategori pancang dengan jumlah 800 pancang, kemudian diikuti oleh jenis *R. apiculata* dan *S. alba*. Kerapatan jenis mangrove pada transek 2 dengan nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* baik kategori pohon mencapai 380 pohon maupun kategori pancang dengan jumlah 800 pancang, kemudian diikuti oleh jenis *R. apiculata* dan *S. alba*. Kerapatan relatif jenis tertinggi pada Transek 1 dimiliki *R. mucronata* dengan persentase kerapatan relatif yaitu 63,64%, kemudian diikuti oleh jenis *R. apiculata* dan *S. alba*. Kerapatan relatif jenis tertinggi pada Transek 2 juga dimiliki *R. mucronata* dengan persentase kerapatan relatif yaitu 57,58%, kemudian diikuti oleh jenis *R. apiculata* dan *S. alba*. Data kerapatan dan kerapatan relatif jenis di kawasan Darunu Mangrove Park dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 di atas, *R. mucronata* mendominasi baik pohon dewasa maupun pancang pada kedua titik pengamatan. Dominasi spesies sangat indikatif bahwa *R. mucronata* adalah spesies yang memiliki kemampuan adaptasi dan regenerasi lebih baik daripada dua spesies lainnya. Hal ini dikarenakan kemampuan adaptasi dari spesies *R. mucronata* terhadap kondisi wilayah Darunu Mangrove Park, seperti salinitas, substrat dan pasang surut.

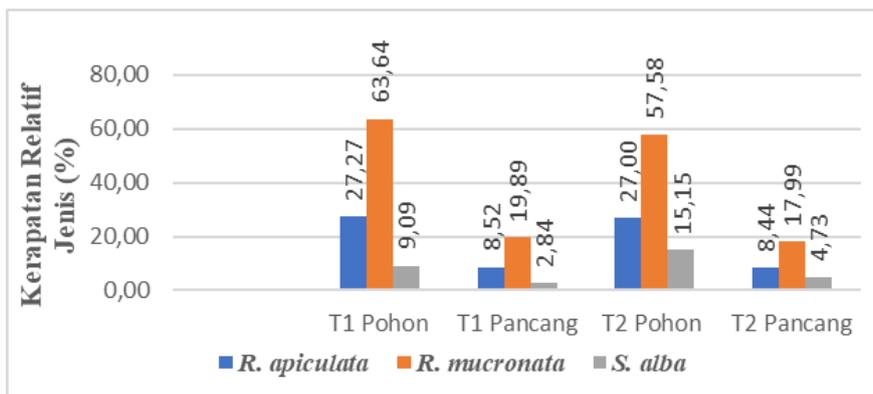
Keberadaan spesies *R. apiculata* relatif konsisten di kedua titik pengamatan, tetapi jumlahnya lebih rendah dibandingkan *R. mucronata*. Jenis *S. alba* menunjukkan kerapatan paling rendah dan bahkan tidak ditemukan dalam kategori pancang. Hal ini juga bisa dijadikan prediksi bahwa *S. alba* mungkin mengalami hambatan terhadap regenerasi

yang alami atau kondisi wilayah *Darunu Mangrove Park* kurang mendukung untuk pertumbuhannya. Dari data kerapatan mangrove ini memberikan informasi mengenai spesies indikator dimana *R.*

mucronata dapat dianggap sebagai spesies indikator yang kuat karena dominasi dan keberhasilannya dalam regenerasi (Akhmadi, 2023; Gultom, 2024).



Gambar 2. Kerapatan jenis



Gambar 3. Kerapatan relatif jenis

Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif Jenis

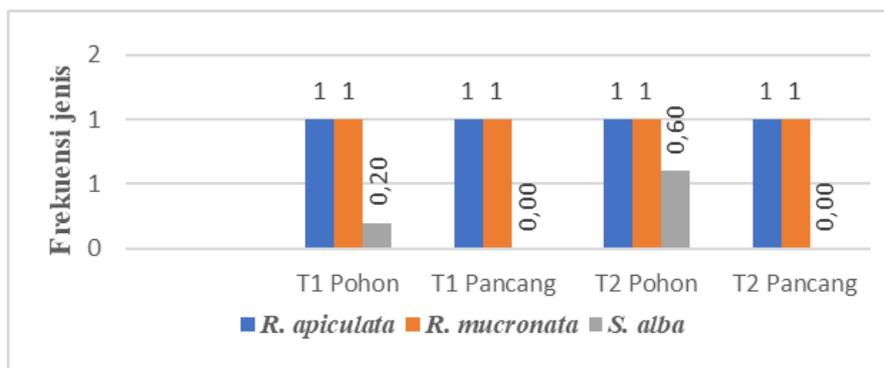
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi jenis pada tingkat pohon dan pancang baik di Transek 1 dan 2, nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* dan *R. apiculata* dan yang terendah dimiliki oleh *S. alba*. Selanjutnya, nilai frekuensi relatif jenis pada tingkat pohon baik di Transek 1 dan 2, nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* dan *R. apiculata*, dan yang terendah dimiliki oleh *S. alba*. Kemudian pada tingkat pancang, nilai frekuensi relatif jenis baik pada Transek 1 dan 2, nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* dan *R. apiculata*, sedangkan *S. alba* tidak ditemukan pada tingkatan ini.

Gambar 4 dan 5 di atas memperlihatkan bahwa *R. apiculata* dan *R.*

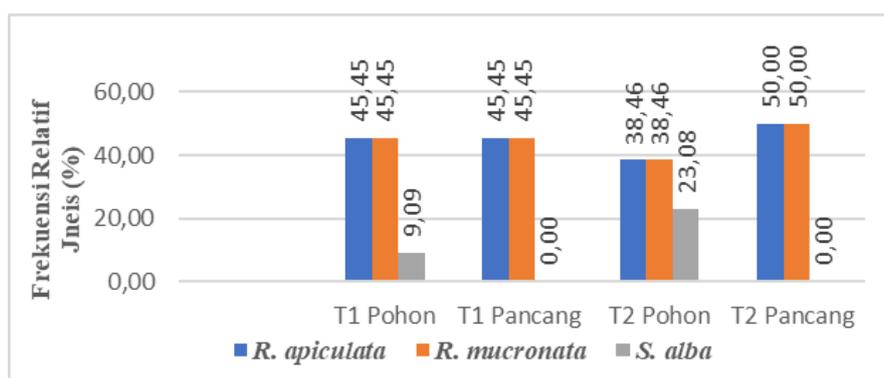
mucronata menunjukkan nilai frekuensi jenis dan frekuensi relatif jenis adalah 1, pada setiap transek penelitian untuk kategori pohon dan pancang. Dengan kata lain, kedua spesies ini sepenuhnya hadir di seluruh area studi. Ini menunjukkan bahwa *R. apiculata* dan *R. mucronata* adalah spesies dominan dan dapat berfungsi sebagai spesies indikator yang menunjukkan stabilitas dan kemampuan beradaptasi kondisi lingkungan di *Darunu Mangrove Park*. Mangrove jenis *Rhizophora* dikenal memiliki adaptabilitas yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi, termasuk salinitas dan jenis substrat, yang memungkinkan mereka untuk tumbuh dan berkembang dengan baik di habitat mangrove (Hidayatullah & Pujiono, 2014; Babo dkk.

2020; Pandeirot *dkk*, 2020). Di sisi lain, *S. alba* menunjukkan frekuensi jenis yang rendah atau tidak ada di sebagian besar kategori. Nilai frekuensi jenis tertinggi pada tingkat pohon yang dimiliki oleh *S. alba* di Transek 2 hanya sebesar 0,60, ini dapat diartikan bahwa spesies ini kurang melimpah dibandingkan dengan kedua

spesies lainnya. Tidak adanya *S. alba* dalam kategori pancang menunjukkan adanya kendala dalam regenerasi spesies ini, yang dapat dikaitkan dengan faktor lingkungan, persaingan dengan spesies lain, atau karakteristik biologis spesies itu sendiri.



Gambar 4. Frekuensi jenis

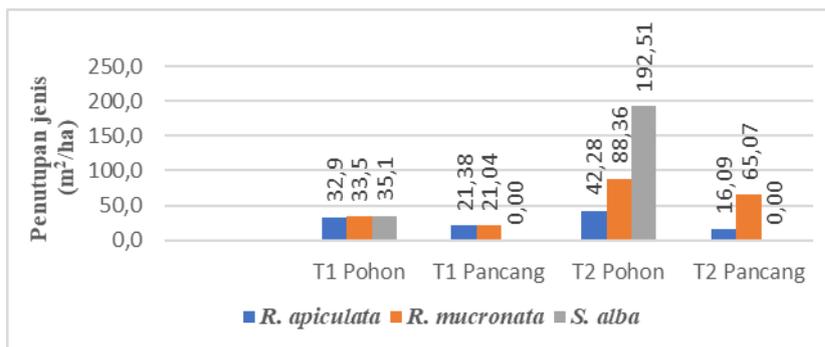


Gambar 5. Frekuensi relatif jenis

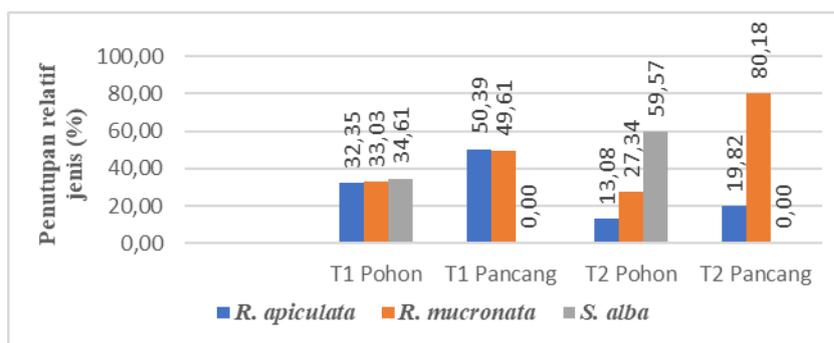
Penutupan Jenis dan Penutupan Relatif Jenis

Gambar 6 dan 7 memperlihatkan hasil penutupan jenis mangrove, yaitu *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *S. alba* di Transek 1 dan 2 dalam tingkat pohon dan pancang di *Darunu Mangrove Park*. Pada tingkat pohon di Transek 2, *S. alba* menunjukkan nilai penutupan jenis tertinggi, nilai ini mengindikasikan bahwa jenis ini dapat mendominasi tutupan pada tahap dewasa. Namun demikian, ketidakhadirannya pada tingkat pancang di kedua transek menunjukkan bahwa regenerasi *S. alba* terhambat di lokasi ini. Sebaliknya, *R. apiculata* dan *R. mucronata* menunjukkan penutupan jenis yang lebih konsisten di semua tingkatan baik pohon dan pancang. *R. mucronata* menunjukkan

nilai penutupan jenis relatif tinggi, khususnya pada tingkat pohon dan pancang di Transek 2. Hal ini menunjukkan bahwa *R. mucronata* memiliki kemampuan adaptasi yang luar biasa dan mungkin lebih unggul dalam mendominasi areal penelitian tersebut pada berbagai tingkatan pertumbuhan (Rumengan et al., 2018). Faktor penting yang mempengaruhi nilai penutupan jenis adalah lingkaran batang pohon dan basal area dalam suatu lokasi pengambilan data (Jacobs *dkk.*, 2019). Raymond et al. (2019) menyatakan bahwa untuk *R. mucronata* dan *R. apiculata*, faktor penentu yang mempengaruhi rendahnya nilai penutupan jenis karena adanya kondisi mangrove yang heterogen.



Gambar 6. Penutupan jenis



Gambar 7. Penutupan relatif jenis

Indeks Nilai Penting

Gambar 8 menunjukkan bahwa INP dari tiga jenis mangrove pada tingkatan pohon dan pancang di Transek 1 dan 2, yaitu nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata*, diikuti oleh *R. apiculata*, dan yang terendah dimiliki *S. alba*. Hasil ini menunjukkan bahwa *R. mucronata* merupakan spesies indikator kunci yang dominan dan potensial dalam kaitannya dengan ekosistem mangrove di *Darunu Mangrove Park*. Jenis *R. apiculata* juga memegang peranan penting walaupun kurang dominan dibandingkan dengan *R. mucronata*. Selanjutnya, *S. alba* memperlihatkan peranan yang lebih lemah dari kedua spesies sebelumnya, terutama pada tahap regeneratif, yaitu kemampuan spesies ini untuk berkembang biak dari fase semai sampai ke dalam fase yang lebih dewasa. Keberhasilan spesies untuk berkembang dan tumbuh dengan baik sangat bergantung pada kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan, daya saing terhadap spesies lain, serta ketahanan terhadap gangguan eksternal (misalnya, air pasang, salinitas tinggi, atau predator) (Marunung et al. 2019). Pandeirott dkk. (2020) menyatakan bahwa

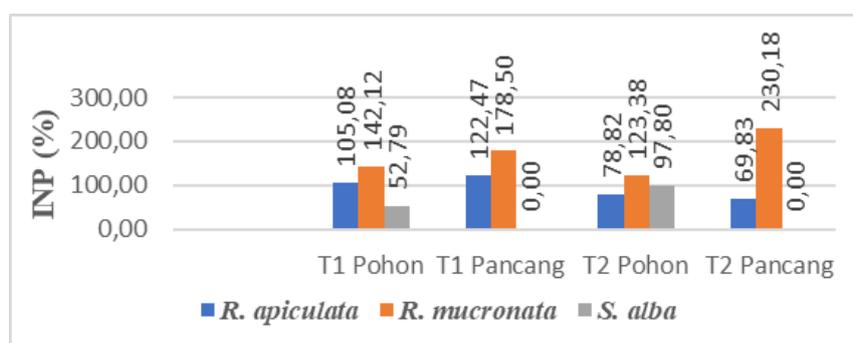
semakin tinggi nilai INP mengindikasikan bahwa adanya suatu jenis tertentu lebih dapat berhasil menempati areal tertentu dibandingkan dengan jenis yang lain.

Indeks Keanekaragaman, Kemerataan dan Dominansi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai Indeks keanekaragaman (H') di Transek 1 dan Transek 2 yaitu berkisar antara 0,56 – 0,58 dan berdasarkan kriteria, nilai indeks tersebut termasuk dalam kategori rendah ($H' < 1$). Nilai indeks kemerataan (E) di Transek 1 dan Transek 2 yaitu berkisar antara 0,51 – 0,53 dan berdasarkan kriteria, nilai indeks tersebut termasuk dalam kategori sedang ($0,50 < E \leq 0,75$). Selanjutnya, nilai indeks dominansi (C) di Transek 1 dan 2 yaitu berkisar antara 0,70 – 0,77 dan berdasarkan kriteria (Odum, 1993), nilai indeks tersebut termasuk dalam kategori tinggi ($0,75 < C \leq 1,0$) (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya spesies yang mendominasi dalam ekosistem mangrove pada lokasi penelitian ini. Jika banyak jenis dan tidak ada spesies yang mendominasi, keanekaragaman jenis komunitas akan tinggi, sebaliknya jika

sedikit jenis dan ada spesies yang mendominasi, keanekaragaman jenis komunitas akan rendah (Akbar et al., 2017; Mantra, 2023). Secara keseluruhan, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman spesies tergolong rendah, dengan tingkat dominasi yang tinggi dan pemerataan yang sedang.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa ekosistem mangrove di lokasi penelitian ini kurang stabil. Oleh karena itu, ekosistem ini memerlukan perhatian khusus dalam upaya konservasi dan pengelolaan kawasan untuk menjaga kelestarian ekosistem mangrove (Abiyoga, 2018).



Gambar 8. Indeks Nilai Penting

Tabel 1. Nilai indeks Keanekaragaman, Kemerataan dan Dominasi (Odum, 1993)

Indeks	Transek 1		Transek 2	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
H'	0,56	Rendah	0,58	Rendah
E	0,51	Sedang	0,53	Sedang
C	0,76	Tinggi	0,77	Tinggi

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa indeks nilai penting dari tiga jenis mangrove pada tingkatan pohon dan pancang di lokasi penelitian, yaitu nilai tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata*, diikuti oleh *R. apiculata*, dan yang terendah dimiliki *S. alba*. Hasil ini menunjukkan bahwa *R. mucronata* merupakan spesies indikator kunci yang dominan dan potensial dalam kaitannya dengan ekosistem mangrove di *Darunu Mangrove Park*. Nilai indeks keanekaragaman termasuk dalam kategori rendah, nilai indeks kemerataan termasuk dalam kategori sedang, dan selanjutnya nilai indeks dominansi termasuk dalam kategori tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pimpinan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT yang telah memberikan fasilitas dalam melaksanakan

penelitian ini, pihak pengelola *Darunu Mangrove Park* yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian di kawasan ekowisata *Darunu Mangrove Park*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiyoga, R., Suryanti, S., & Muskananfolo, M. (2018). Strategi pengembangan kegiatan konservasi mangrove di desa bedono kabupaten demak. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 6(3), 293-301. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i3.20589>
- Akhmadi, A. (2023). Keanekaragaman dan Spesies Indikator pada Hutan Mangrove di Teluk Sampit, Kotawaringin Timur: The Diversity and Indicator Species in the Mangrove Forest at Sampit Bay, East Kotawaringin. *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 4(1), 1-11. <https://doi.org/10.37304/bed.v4i1.102>

- [27](#)
 Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & Zallesa, S. (2021). Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2), 227-238.
- Bulan, D. (2023). Optimalisasi pengelolaan ekowisata hutan mangrove "lati tuo" untuk meningkatkan perekonomian warga desa klempang sari. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2994-3004. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i4.1248>
- Gultom, F. (2024). Suitability index and supporting capacity of mangrove ecotourism in darunu mangrove park wori district north minahasa regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 261-272. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.54566>
- Harshad, S., Vanmali, M., & Jadhav, R. N. (2022). Diversity of mangrove ecosystem from vaitarna estuary (palghar), maharashtra, india. *Ecology, Environment and Conservation*, 143-146.
- Hidayat, A. and Dessy, D. (2021). Deforestasi ekosistem mangrove di pulau tanakeke, sulawesi selatan, indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(3), 441-456. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i3.38502>
- Jamil, M., Putriningtias, A., Anzhita, S., Akbar, H., Syahril, S., Hanisah, H., & Sinaga, S. (2023). Kepiting genera *Scylla* di pesisir kota langsa: distribusi, dimensi tangkapan alami dan analisis bioekonominya. *Jurnal kelautan Tropis*, 26(2), 357-368.
- Kalor, J. D., Dimara, L., Swabra, O. G., & Paiki, K. (2018). Status kesehatan dan uji spesies indikator biologi ekosistem mangrove Teluk Yotefa Jayapura. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(1), 1-9.
- Karlina, E., Kusmana, C., Marimin, M., & Bismark, M. (2016). Analisis keberlanjutan pengelolaan hutan lindung mangrove di batu ampar, kabupaten kubu raya, provinsi kalimantan barat. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 13(3), 201-219. <https://doi.org/10.20886/jakk.2016.13.3.201-219>
- Khusnul, K. (2024). Analisis kualitas perairan laut di sekitar pembangkit listrik tenaga uap punagaya jeneponto. *FISHIANA*, 3(1), 5-12.
- Mantra, S. (2023). mangrove community structure in west madapolo village, north obi district, south halmahera regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 11(2), 720-730. <https://doi.org/10.35800/jip.v11i2.49712>
- Naibaho, A., Harefa, M., Nainggolan, R., & Alfiaturahmah, V. (2022). Investigasi pemanfaatan hutan mangrove dan dampaknya terhadap daerah pesisir di pantai mangrove paluh getah, tanjung rejo. *J-Cose Journal of Community Service & Empowerment*, 1(1), 22-33. <https://doi.org/10.58536/j-cose.v1i1.3>
- Paruntu C., A. Windarto, A. Rumengan. 2017. Karakteristik komunitas mangrove desa Motandoi kecamatan Pinolosian Timur kabupaten Bolaang Mongondow Selatan provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Vol. 1 No. 1: 53- 65
- Pratama, F. (2023). Relationship between sediment type, total organic matter, and water quality on mangrove density on tunda island, serang banten. *Acta Aquatica Aquatic Sciences Journal*, 10(1), 15.
- Rodiana, L., Yulianda, F., & Sulistiono. (2019). Kesesuaian dan daya dukung ekowisata berbasis ekologi mangrove di teluk pangpang, Banyuwangi. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(2), 77-88.
- Romadhony, M. (2023). Kesuburan perairan berdasarkan kandungan nutrisi pada ekosistem mangrove di kawasan hutan mangrove pasar banggi, rembang - jawa tengah. *Jurnal Pasir Laut*, 7(1), 32-41.

- Sahalessy, A., Siahainenina, L., & Tupan, C. (2023). Struktur komunitas lamun dan bentuk-bentuk pemanfaatan ekosistem lamun di negeri amahai kabupaten maluku tengah. *Triton Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 64-77. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol19issue1page64-77>
- Syahrial, S., Saleky, D., Samad, A., & Tasabaramo, I. (2020). Ekologi perairan pulau tunda serang banten: keadaan umum hutan mangrove. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 53. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.1.103>
- Tidore, F., Rumengan, A., Sondak, C. F., Mangindaan, R. E., Runtuwene, H. C., & Pratasik, S. B. (2018). Estimasi Kandungan Karbon (C) Pada Serasah Daun Mangrove Di Desa Lansa, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1). <https://doi.org/10.35800/jplt.6.2.2018.21529>
- Upara, U., Kusen, J. D., Sondak, C. F. A., Schadu, J. N. W., Tilaar, S. O., Lasabuda R. (2021). Struktur Komunitas Dan Zonasi Vegetasi Mangrove Desa Darunu Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 9(1), 65-73. <https://doi.org/10.35800/jplt.9.1.2021.33957>
- Wulan T. G, Shinta R, Adi F (2020) Keanekaragaman Hayati di Kawasan Mangrove Pantai Mekar Sebagai Modal Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat. *Jurnal CARE*. Vol. 5 (1): 43-51. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalcare/article/view/32678>