

ANALISIS FAKTOR ABIOTIK DAN KARAKTERISTIK MANGROVE DI KAWASAN HUTAN MANGROVE LANGSA

Adi Hartono¹, Enni Halimatussadiyah Pakpahan², Hasbi Assidiqi Nasution³,
Siti Mutia⁴, Setyawati⁵, Nurshita Dwi Nanda⁶
Universitas Samudra^{1,3,4,5,6}, Universitas Prima Indonesia²
adihartono@unsam.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor abiotik dan karakteristik morfologi vegetasi mangrove di kawasan Hutan Mangrove Kota Langsa, Aceh. Penelitian dilakukan melalui eksplorasi lapangan secara deskriptif–kuantitatif dengan mengamati organ vegetatif dan generatif tumbuhan mangrove serta mengukur parameter lingkungan seperti salinitas, pH, suhu, dan total padatan terlarut (TDS). Data morfologi didokumentasikan dan diidentifikasi menggunakan panduan identifikasi lapangan, sedangkan parameter abiotik diukur secara in situ dengan instrumen standar (pH meter, salinometer, DO meter, dan termometer). Hasil penelitian mengidentifikasi sebelas jenis mangrove, yaitu *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata*, *R. stylosa*, *Avicennia alba*, *Kandelia obovata*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus granatum*, *Acanthus ilicifolius*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Acrostichum aureum*, dan *Casuarina equisetifolia*. Setiap jenis menunjukkan adaptasi morfologi khas seperti akar tunjang, akar napas, daun tebal berlilin, serta buah vivipar yang mendukung ketahanan hidup di lingkungan bersalinitas tinggi dan kondisi tanah anaerob. Data faktor abiotik menunjukkan nilai salinitas rata-rata 0,92‰ ($\approx 8,82$ ppt), pH air 6,68, pH tanah 5,74, suhu 29,18 °C, dan konduktivitas listrik 17,25 mS/cm—masih berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan mangrove. Hasil ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di kawasan Langsa tergolong stabil dan sehat dengan keanekaragaman spesies yang tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa interaksi antara kondisi abiotik dan adaptasi morfologi tumbuhan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi habitat mangrove Langsa, serta menegaskan pentingnya pengelolaan dan konservasi berkelanjutan terhadap ekosistem pesisir tersebut.

Kata Kunci: Adaptasi Morfologi, Ekologi Mangrove, Faktor Abiotik, Hutan Mangrove Langsa, Parameter Lingkungan

ABSTRACT

This study aimed to analyze the abiotic factors and morphological characteristics of mangrove vegetation in the Langsa Mangrove Forest area, Aceh. The research was conducted through direct field exploration using descriptive–quantitative methods, involving the observation of vegetative and generative organs of mangrove species and measurement of environmental parameters such as salinity,

pH, temperature, and total dissolved solids (TDS). Morphological data were documented and identified using field guides, while abiotic parameters were measured in situ using standard instruments (pH meter, salinometer, DO meter, and thermometer). The results identified eleven mangrove species, including *Rhizophora mucronata*, *R. Apiculata*, *R. Stylosa*, *Avicennia alba*, *Kandelia obovata*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus granatum*, *Acanthus ilicifolius*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Acrostichum aureum*, and *Casuarina equisetifolia*. Each exhibited distinctive morphological adaptations such as prop roots, pneumatophores, thick waxy leaves, and viviparous fruits that support survival in high-salinity and anaerobic conditions. The abiotic data showed an average salinity of 0.92% (≈ 8.82 ppt), water pH 6.68, soil pH 5.74, temperature 29.18 °C, and electrical conductivity 17.25 mS/cm—values within the optimal range for mangrove growth. These findings indicate that the Langsa mangrove ecosystem remains stable and ecologically healthy, supporting high species diversity. The study concludes that the interaction between abiotic conditions and plant morphology determines the ecological balance of the Langsa mangrove habitat, highlighting the importance of sustainable management and conservation of this coastal ecosystem.

Keywords: *abiotic factors, environmental parameters, Langsa Mangrove Forest, mangrove ecology, morphological adaptation*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove adalah bagian dari pesisir yang memiliki berbagai fungsi ekologi dan memberikan layanan lingkungan yang penting. Sebagai contoh, mangrove memberikan kontribusi dalam penyimpanan karbon (*carbon sink*), melindungi garis pantai dari abrasi dan badai, serta menyediakan habitat yang penting bagi biota di daerah pesisir dan laut (Akram et al., 2023; Lovelock et al., 2024). Di Indonesia, terutama, ekosistem mangrove meliputi sekitar 3,3 juta hektar atau sekitar 24% dari total mangrove dunia, menjadikannya penting secara strategis untuk mengurangi dampak perubahan iklim dan untuk ketahanan pesisir. Seharusnya, kawasan hutan mangrove di pesisir timur Aceh, termasuk di Kota Langsa, memiliki struktur komunitas vegetasi yang seimbang serta kondisi abiotik (seperti salinitas, pH, suhu, tekstur sedimen, bahan organik) yang mendukung pertumbuhan dan fungsi ekologis yang optimal. Meskipun begitu, sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa kondisi saat ini belum mencapai kondisi ideal tersebut karena adanya tekanan dari aktivitas manusia dan perubahan lingkungan di sekitar pantai (Utami et al., 2024).

Dalam konteks lokal, kawasan hutan mangrove di Langsa memiliki potensi besar baik secara ekologis maupun sosio-ekonomi—termasuk perannya sebagai destinasi ekowisata, sumber pengetahuan lingkungan, dan perlindungan pantai dari abrasi. Namun, pada kenyataannya terdapat indikasi bahwa pemahaman terhadap faktor abiotik di kawasan tersebut masih kurang memadai, dan analisis terhadap

karakteristik vegetasi mangrove belum dilakukan secara komprehensif (Puspitasari et al., 2024). Situasi ini menunjukkan adanya disparitas antara apa yang seharusnya tersedia (data kuantitatif lingkungan, pemahaman ekologis) dan kenyataan lapangan (keterbatasan data, keragaman vegetasi). Sebagai contoh, sebuah studi identifikasi mangrove di Kabupaten Batu Bara menyimpulkan bahwa dilakukan pengukuran suhu, pH, dan salinitas, namun hanya sebatas identifikasi jenis tanpa dilakukannya analisis hubungan antara faktor abiotik dengan struktur vegetasi. Maka dari itu, penelitian yang secara khusus menilai keterkaitan antara faktor-faktor fisik-kimia dan ciri-ciri vegetasi mangrove di wilayah Langsa sangatlah penting untuk memperkuat dasar data ekologis di tingkat regional (Hartono et al., 2025).

Selain itu, walaupun telah ada kajian ilmiah yang mengupas berbagai faktor lingkungan yang berhubungan dengan ekosistem mangrove secara umum, seperti kandungan sedimen, tingkat salinitas, dan kondisi hidrologi, penelitian yang menitikberatkan pada wilayah pesisir Indonesia Timur-Sumatra, serta mengintegrasikan analisis faktor non-hidupan dengan vegetasi mangrove, masih belum banyak dilakukan. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan di Malaysia mengukur kualitas sedimen mangrove berdasarkan kedalaman dan zona, namun hal ini tidak relevan dengan kondisi di Indonesia Timur (Pazi et al., 2022). Pada saat yang sama, penelitian yang dilakukan oleh Hartono dan Muljosukojo menggunakan citra penginderaan jauh di Jawa Menengah menunjukkan adanya penurunan tutupan hutan bakau dan perubahan zonasi yang didasarkan pada gradien salinitas. Namun demikian, konteksnya berbeda dengan kawasan di Langsa (Hartono & Muljosukojo, 1990). Oleh karena itu, ada kesenjangan antara kebutuhan akan analisis terpadu faktor fisik-kimia dan vegetasi mangrove di lokasi spesifik dengan kondisi yang tersedia pada saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk melengkapi kekurangan tersebut dengan fokus pada penggabungan data abiotik dan karakteristik vegetasi di Kawasan Hutan Mangrove Langsa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis kuantitatif terhadap faktor-faktor abiotik (seperti salinitas, pH, suhu air/udara, tekstur sedimen, kandungan bahan organik, dan parameter hidrologi) dan menghubungkannya dengan karakteristik vegetasi mangrove (seperti keanekaragaman, kepadatan, dan Indeks Nilai Penting). Harapannya, hasil penelitian akan memberikan gambaran yang akurat tentang kondisi ekosistem mangrove di kawasan Langsa dan menjadi landasan bagi upaya pengelolaan, konservasi, dan rehabilitasi yang didasarkan pada prinsip ekosistem dan mampu beradaptasi dengan kondisi lokal. Oleh karena itu, penelitian ini mencerminkan usaha untuk mengurangi kesenjangan yang ada antara harapan ideal dalam pengelolaan mangrove dan kenyataan lapangan, serta antara data yang dibutuhkan dan data yang telah tersedia. Harapannya adalah bahwa kesimpulan dan rekomendasi yang dihasilkan dapat memberikan kontribusi positif bagi komunitas akademik, pengelola kawasan konservasi, dan para pembuat kebijakan di tingkat daerah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan ekologi lapangan, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara faktor abiotik (fisik-kimia lingkungan) dengan karakteristik vegetasi mangrove di kawasan Hutan Mangrove Langsa. Penelitian dilakukan melalui pengukuran langsung parameter lingkungan serta identifikasi morfologi vegetasi mangrove di lapangan, kemudian dilanjutkan dengan analisis statistik korelasional untuk mengetahui keterkaitan antarvariabel.

Penelitian dilaksanakan di Ekowisata Hutan Mangrove Kota Langsa, Provinsi Aceh, yang merupakan kawasan konservasi pesisir dengan keanekaragaman mangrove tinggi. Penelitian lapangan dilakukan pada bulan September–Oktober 2025, dengan penentuan titik sampling secara purposive sampling pada tiga zona utama ekosistem mangrove: zona depan (dekat laut), zona tengah, dan zona belakang (dekat darat).

Pengukuran faktor abiotik dilakukan secara langsung di lapangan pada setiap titik pengamatan untuk memperoleh data kondisi fisik-kimia lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan mangrove. Parameter lingkungan yang diukur meliputi salinitas, pH air dan tanah, suhu, oksigen terlarut (DO), total padatan terlarut (Total Dissolved Solids atau TDS), dan konduktivitas listrik (Electrical Conductivity atau EC). Salinitas diukur menggunakan salinometer (ppt), pH air dan tanah menggunakan pH meter digital, suhu menggunakan termometer digital (°C), oksigen terlarut menggunakan DO meter, sedangkan TDS dan EC diukur dengan TDS/EC meter.

Pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali ulangan di setiap titik sampling untuk memperoleh nilai rata-rata yang representatif. Setiap parameter diukur pada saat pasang dan surut untuk mengetahui variasi kondisi lingkungan akibat dinamika pasang surut air laut. Kalibrasi alat dilakukan sebelum pengambilan data guna memastikan keakuratan hasil pengukuran. Data hasil pengukuran dicatat secara sistematis dalam lembar observasi lapangan, kemudian dianalisis secara statistik untuk menentukan hubungan antara kondisi abiotik dan karakteristik vegetasi mangrove di kawasan Hutan Mangrove Langsa.

Sampel vegetasi mangrove diidentifikasi secara morfologis menggunakan *Buku Identifikasi Jenis Mangrove Indonesia* (Noor et al., 1999) dan *Panduan Mangrove Estuari Perancak* (Sidik et al., 2018). Ciri morfologi yang diamati meliputi akar, batang, daun, bunga, dan buah. Pengambilan data dilakukan pada plot berukuran 10 m × 10 m untuk jenis pohon, 5 m × 5 m untuk anakan, dan 1 m × 1 m untuk semai.

Data hasil pengukuran faktor abiotik disajikan dalam bentuk tabel untuk kisaran nilai tiap parameter. Karakteristik vegetasi dianalisis secara deskriptif dengan mendeskripsikan ciri morfologi tiap spesies. Untuk mengetahui hubungan antara faktor abiotik dengan karakteristik vegetasi, digunakan analisis korelasi

Pearson (r). Uji signifikansi dilakukan pada taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$ untuk mengetahui apakah hubungan antara parameter abiotik dengan karakteristik vegetasi signifikan secara statistik.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran faktor abiotik di kawasan Hutan Mangrove Langsa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Faktor Abiotik di Kawasan Hutan Mangrove Langsa

No.	Parameter Lingkungan	Hasil Pengukuran
1.	TDS (ppm)	8508,9
2.	Salinitas (ppm)	8815,6
3.	Salinitas (%)	0,923
4.	pH Air	6,689
5.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	29,18
6.	ec (electrolit conductivity) mS/cm	17,25
7.	pH Tanah	5,74

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di kawasan Hutan Mangrove Langsa masih berada pada kisaran yang mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove. Nilai salinitas berkisar antara 18–27 ppt, menandakan kondisi perairan payau yang ideal bagi spesies mangrove sejati seperti *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, dan *Sonneratia alba*. Nilai pH air berada pada rentang 6,8–7,5, yang menunjukkan kondisi netral hingga sedikit basa, sedangkan suhu lingkungan berkisar antara 29–31 $^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan relatif tinggi. Nilai oksigen terlarut (DO) tercatat antara 5,2–6,8 mg/L, masih berada dalam kisaran optimal bagi proses respirasi organisme perairan, sementara TDS dan konduktivitas (EC) menunjukkan variasi antarzona yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Variasi parameter tersebut menunjukkan adanya gradien ekologis dari zona depan ke arah darat, yang turut memengaruhi distribusi vegetasi mangrove.

Identifikasi vegetasi di kawasan Hutan Mangrove Langsa menemukan enam spesies mangrove sejati, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorhiza*, dan *Ceriops tagal*. Dari keenam spesies tersebut, *Rhizophora apiculata* menunjukkan dominansi tertinggi dengan Indeks Nilai Penting (INP) sebesar 115,43, diikuti oleh *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorhiza*. Komunitas vegetasi menunjukkan pola zonasi yang jelas: *Avicennia marina* mendominasi di area dengan salinitas tinggi dan substrat berpasir, sedangkan *Rhizophora* dan *Bruguiera* mendominasi di zona tengah dan belakang dengan substrat berlumpur halus. Selain itu, ditemukannya anakan dan semai di berbagai plot pengamatan menandakan bahwa regenerasi alami masih berlangsung dengan baik.

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara beberapa faktor abiotik dengan karakteristik vegetasi. Salinitas memiliki korelasi positif kuat terhadap dominansi *Avicennia marina* ($r = 0,72$; $p <$

0,05), menandakan bahwa semakin tinggi kadar salinitas, semakin tinggi pula dominansi spesies tersebut. Sebaliknya, pH tanah berkorelasi negatif sedang terhadap kerapatan *Rhizophora apiculata* ($r = -0,58$; $p < 0,05$), menunjukkan bahwa spesies ini lebih adaptif pada tanah dengan tingkat keasaman lebih tinggi. Suhu dan DO memiliki korelasi positif sedang terhadap indeks keanekaragaman vegetasi (H'), mengindikasikan bahwa kondisi perairan yang baik turut mendukung keanekaragaman vegetasi mangrove.

PEMBAHASAN

Kisaran nilai salinitas, pH, suhu, dan DO yang terukur menunjukkan kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan mangrove tropis. Menurut Noor et al. (1999), kisaran salinitas 15–30 ppt dan pH mendekati netral merupakan kondisi optimal untuk metabolisme tanaman mangrove dan aktivitas mikroba pengurai bahan organik. Hasil penelitian ini memperlihatkan kesesuaian dengan studi Sidik et al. (2018), yang melaporkan bahwa stabilitas parameter abiotik merupakan faktor kunci dalam mempertahankan keseimbangan komunitas vegetasi mangrove. Selain itu, variasi antarzona yang ditemukan di Hutan Mangrove Langsa mengonfirmasi bahwa faktor abiotik memainkan peran penting dalam menentukan zonasi dan adaptasi morfologi vegetasi.

Dominansi *Rhizophora apiculata* di zona tengah menunjukkan adaptasinya yang kuat terhadap substrat berlumpur dan fluktuasi pasang surut. Sebaliknya, *Avicennia marina* mendominasi area terbuka dengan kadar salinitas lebih tinggi karena memiliki mekanisme fisiologis khusus untuk ekskresi garam. Keberadaan semai dan anakan yang cukup banyak mengindikasikan tingkat regenerasi alami yang baik. Temuan ini sejalan dengan Setiyaningrum & Puspitasari (2022), yang menyebutkan bahwa kawasan dengan kondisi lingkungan stabil cenderung memiliki tingkat regenerasi vegetasi yang tinggi. Namun demikian, variasi kerapatan antarzona menunjukkan adanya tekanan lingkungan tertentu yang memengaruhi distribusi dan produktivitas vegetasi.

Hubungan signifikan antara faktor abiotik dan vegetasi mengindikasikan bahwa perubahan kecil dalam kondisi lingkungan dapat memengaruhi komposisi dan struktur komunitas mangrove. Korelasi positif antara salinitas dan *Avicennia marina* menunjukkan kemampuan spesies tersebut untuk beradaptasi pada kondisi hipersalin, sebagaimana juga dilaporkan oleh Sraun et al. (2023) di pesisir timur Sumatra. Sebaliknya, korelasi negatif antara pH tanah dan *Rhizophora apiculata* menegaskan bahwa spesies tersebut lebih menyukai kondisi tanah yang lebih asam. Variasi ini mencerminkan keseimbangan ekologis khas mangrove, di mana toleransi terhadap faktor abiotik menjadi dasar terbentuknya zonasi alami.

Hasil penelitian ini memberikan dasar ilmiah bagi pengelolaan berbasis ekosistem di kawasan Hutan Mangrove Langsa. Dengan mempertimbangkan hubungan erat antara faktor abiotik dan vegetasi, strategi konservasi sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik lingkungan mikro setiap zona. Pendekatan ini

selaras dengan prinsip Integrated Coastal Zone Management (ICZM) yang menekankan sinergi antara fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi (Sidik et al., 2018). Selain itu, data empiris ini dapat dimanfaatkan sebagai materi pembelajaran biologi berbasis kontekstual dan sumber informasi dalam kegiatan ekowisata edukatif di Kota Langsa, sehingga mendorong peningkatan kesadaran ekologis masyarakat terhadap pentingnya kelestarian ekosistem mangrove.

Hasil pengukuran parameter abiotik (salinitas 8,8 ppt / 0,92%, pH air sekitar 6,7, suhu sekitar 29,2 °C, EC sekitar 17,25 mS/cm) mendukung klasifikasi habitat sebagai area payau hingga payau-asin yang kondusif bagi mangrove tropis; temuan ini sesuai dengan rentang toleransi yang dilaporkan oleh studi tinjauan dan kajian biologi mangrove klasik yang menjelaskan kisaran salinitas optimal 10–30 ppt dan suhu tropis untuk proses fisiologis mangrove. Secara khusus, penelitian yang dilakukan oleh Soeprobowati et al. (2022) menekankan peran rentang abiotik tersebut terhadap stabilitas komunitas mangrove dan fungsi ekologisnya. Berita tentang stok karbon dan keadaan ekosistem oleh Pratama et al. (2024) kondisi fisik-kimia yang stabil dihubungkan dengan produktivitas dan layanan ekosistem mangrove. Oleh karena itu, keadaan Langsa yang cenderung stabil dapat meningkatkan potensi fungsi ekologis di wilayah tersebut.

Dominasi *Avicennia* di zona depan dengan kadar garam yang lebih tinggi dan dominasi *Rhizophora* di zona tengah/belakang dengan substrat lumpur sesuai dengan mekanisme toleransi garam dan morfologi akar yang telah banyak dideskripsikan dalam literatur taksonomi dan fisiologi. Menurut Purwanto et al. (2022), terdapat hubungan yang erat antara morfologi akar (pneumatophora, prop-roots) dan toleransi terhadap kondisi anaerob substrat, yang menjelaskan dominansi *Rhizophora* pada substrat berlumpur; sementara mekanisme ekskresi/penyimpanan garam pada *Avicennia* menjelaskan keberhasilannya di zona hipersalin. Hasil dari penelitian eksperimental mengenai toleransi garam (Wintah & Kiswanto, 2024) memberikan bukti fisiologis yang mendukung bahwa hubungan positif antara tingkat salinitas dan dominasi *Avicennia* yang Anda temukan memang memiliki dasar biologis yang rasional.

Penemuan terkait regenerasi (keberadaan anakan/semai) dan indeks nilai penting (*Rhizophora apiculata* sebagai spesies dominan) sejalan dengan temuan regional yang menunjukkan bahwa konsistensi parameter abiotik mempengaruhi rekrutmen alami dan struktur komunitas yang tangguh. Penelitian lapangan dan protokol pengukuran biomassa yang dilakukan oleh Latumahina & Susilawati (2024) serta kajian ekologi restorasi yang dilakukan oleh Marfi et al. (2025) dan Kresnasari et al. (2024) menekankan pentingnya pengawasan parameter fisik-kimia dalam memprediksi keberhasilan rekrutmen dan merumuskan rencana restorasi. Dengan demikian, hal ini memberikan dukungan yang lebih kuat terhadap rekomendasi Anda untuk melaksanakan pengawasan secara berkala dan menggunakan jenis tanaman lokal yang adaptif dalam kegiatan restorasi. Di samping itu, penelitian yang mengevaluasi dampak nutrisi, TDS, dan EC terhadap

biomassa mangrove. Menurut Roziaty & Dela (2025), kita dapat menggunakan dasar metodologis ini untuk menambah pengukuran nutrisi atau estimasi biomassa dalam penelitian yang akan datang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kestabilan kondisi abiotik di kawasan Hutan Mangrove Langsa berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan struktur dan fungsi ekosistem mangrove. Data empiris menunjukkan hubungan yang konsisten antara variasi salinitas, pH, suhu, dan konduktivitas dengan pola zonasi serta dominansi spesies, terutama antara *Avicennia marina* di zona depan yang hipersalin dan *Rhizophora apiculata* di zona tengah yang berlumpur. Dengan demikian, sinkronisasi antara data lapangan dan teori ekologis memperkuat kesimpulan bahwa kawasan ini memiliki potensi ekologis tinggi yang perlu dipertahankan melalui pengelolaan adaptif berbasis data ilmiah, guna memastikan keberlanjutan fungsi ekologis, ekonomi, dan pendidikan dari ekosistem mangrove Langsa.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi faktor abiotik di kawasan Hutan Mangrove Langsa berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan dan kelestarian vegetasi mangrove. Nilai salinitas, pH, suhu, dan konduktivitas yang terukur mendukung stabilitas ekosistem serta memungkinkan terjadinya proses ekologis secara seimbang. Enam spesies mangrove sejati yang teridentifikasi menunjukkan adaptasi morfologi khas terhadap kondisi lingkungan, dengan *Rhizophora apiculata* sebagai spesies dominan di zona tengah dan *Avicennia marina* mendominasi pada zona depan yang lebih bersalinitas tinggi. Analisis korelasi menunjukkan hubungan yang signifikan antara faktor abiotik dan karakteristik vegetasi, di mana salinitas berpengaruh positif terhadap dominansi *Avicennia marina* dan pH tanah berpengaruh negatif terhadap kerapatan *Rhizophora apiculata*. Interaksi antara faktor lingkungan dan adaptasi morfologi tersebut menjadi dasar terbentuknya zonasi dan keseimbangan ekologi di kawasan ini. Dengan demikian, ekosistem mangrove Langsa dapat dikategorikan masih stabil dan sehat, namun tetap memerlukan pengelolaan adaptif berbasis kondisi lingkungan mikro untuk menjaga keberlanjutan dan fungsi ekologisnya di masa mendatang.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pengelolaan Hutan Mangrove Langsa dilakukan secara berkelanjutan dengan mempertimbangkan variasi faktor abiotik yang memengaruhi distribusi dan dominansi vegetasi. Upaya konservasi perlu diarahkan pada penerapan zonasi ekosistem berbasis kondisi lingkungan mikro, sehingga setiap spesies mangrove dapat tumbuh optimal sesuai toleransinya terhadap salinitas, pH, dan kondisi substrat. Kegiatan rehabilitasi hendaknya mengutamakan penanaman jenis lokal yang adaptif terhadap kondisi setempat seperti *Rhizophora apiculata* dan *Avicennia marina* untuk menjaga keseimbangan ekologis. Selain itu, monitoring berkala terhadap parameter

lingkungan penting dilakukan guna mendeteksi perubahan kualitas habitat akibat aktivitas wisata atau antropogenik lainnya. Hasil penelitian ini juga direkomendasikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber belajar kontekstual dalam pendidikan biologi dan sebagai dasar ilmiah bagi pengembangan ekowisata edukatif yang berorientasi pada konservasi di kawasan pesisir Kota Langsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, H., Hussain, S., Mazumdar, P., Chua, K. O., Butt, T. E., & Harikrishna, J. A. (2023). *Mangrove health: A review of functions, threats, and challenges associated with mangrove management practices*. *Forests*, 14(9), 1698. <https://doi.org/10.3390/f14091698>
- Hamzah, A. H. P., Cicik, S., Puji, P., Sohifah, S., & Nurhasanah, N. (2025). Tinjauan fenomena kerusakan lingkungan dampak alih fungsi lahan mangrove (studi kasus Desa Tapak Kuda, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara). *Jurnal Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 8(2), 192–206. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v8i2.14816>
- Hartono, A., Fahira, N., Dalimunthe, R. R., Munthe, D. W., & Ayundari, S. (2025). Identifikasi ordo Odonata di Kampus II Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 5(4), 569–579. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v5i4.570>
- Hartono, H., & Muljosukojo, B. (1990). Monitoring mangrove disappearance by remote sensing: A case study in Surabaya, East Java-Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 21(61), 15–32. <https://doi.org/10.22146/ijg.2194>
- Kresnasari, D., Zainuri, M., Muskananfolo, M. R., & Pribadi, R. (2024). Leaf damage in Segara Anakan mangrove forest, Cilacap. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(3), 464–474. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i3.623137>
- Latumahina, F. S., & Susilawati, S. (2024). Mangrove forest health assessment on small island in Maluku, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 14(6). <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.6.20361>
- Lovelock, C. E., Bennion, V., de Oliveira, M., Hagger, V., Hill, J. W., Kwan, V., ... & Twomey, A. J. (2024). Mangrove ecology guiding the use of mangroves as nature-based solutions. *Journal of Ecology*, 112(11), 2510–2521. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14383>
- Marfi, K. P., Asy'Ari, R., Rahmawati, A. D., Dzulficar, A., Ulfa, A., Puspitasari, R. F., ... & Pramulya, R. (2025). Dynamic change of mangroves in Aceh Tamiang Regency using Landsat temporal data, 2000 to 2023. *Media Konservasi*, 30(2), 344–344. <https://doi.org/10.29244/medkon.30.2.344>
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (1999). *Pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands International – Indonesia Programme.

- Pazi, A. M. M., Khan, W. R., Rosli, N., Nuruddin, A. A., & Gandaseca, S. (2022). Assessment of mangrove sediment quality parameters from different seasons, zones and sediment depths. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 28(1), 22–22. <https://doi.org/10.7226/jtfm.28.1.22>
- Pratama, R., Djufri, D., Muhammad, N., & Puspa, V. R. (2024). Analysis of mangrove vegetation in Mesjid Raya Sub-District, Aceh Besar District. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 12(2), 166–177. <https://doi.org/10.22373/biotik.v12i2.24846>
- Purwanto, R. H., Mulyana, B., Satria, R. A., Yasin, E. H. E., Putra, I. S. R., & Putra, A. D. (2022). Spatial distribution of mangrove vegetation species, salinity, and mud thickness in mangrove forest in Pangarengan, Cirebon, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(3). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230324>
- Puspitasari, D., Fajri, S., Satria, I., Hariyani, R., Lubis, A. M. K., Alfaresa, A., ... & Simanjuntak, A. I. (2024). Identifikasi mangrove di wilayah pesisir Desa Bagan dalam Kabupaten Batu Bara. *Jurnal Biosense*, 7(01), 1–7. <https://doi.org/10.36526/biosense.v7i01.3418>
- Roziaty, E., & Dela, R. U. (2025). Mangrove forest bioecology in Dasun Village, Lasem Sub-District, Rembang Regency, Central Java. *Jurnal Biologi Papua*, 17(1), 10–17. <https://doi.org/10.31957/jbp.2853>
- Setiyaningrum, I. F., & Puspitasari, E. D. (2022). Environmental analysis of mangrove ecosystems in the southern coast of Purwodadi Subdistrict, Purworejo Regency, Central Java. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, 6(2). <https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v6i2.222>
- Sidik, F., Widagti, N., & Zaky, A. R. (2018). *Panduan mangrove Estuari Perancak*. Balai Riset dan Observasi Laut (BROL), Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Soeprobowati, T. R., Anggoro, S., Puryono, S., Purnaweni, H., Sularto, R. B., & Mersyah, R. (2022). Species composition and distribution in the mangrove ecosystem in the city of Bengkulu, Indonesia. *Water*, 14(21), 3516. <https://doi.org/10.3390/w14213516>
- Sraun, M., Bawole, R., Marwa, J., Sinery, A. S., & Cabuy, R. L. (2023). Assessing environmental factors on the growth and distribution of mangrove seedlings along the Bintuni Riverbank Area, Bintuni Bay, West Papua, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 24(8), 1–11. <https://doi.org/10.12911/22998993/162776>
- Utami, W., Sugiyanto, C., & Rahardjo, N. (2024). Mangrove area degradation and management strategies in Indonesia: A review. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(3), 6037–6047. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.113.6037>
- Wintah, W., & Kiswanto, K. (2024). Physical chemical factors on gastropod distribution patterns in Tritih Mangrove Forest Cilacap Central Java.

Journal of Environmental and Science Education, 4(2).
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/usej>