JIPSI: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Sains Islam Interdisipiner
Vol. 5, No. 4, November2026, pp. 3367-3389
http://journal.amorfati.id/index.php/jipsi || ISSN 2962-9187

Interdisciplinary Scope of Science and Education, Islamic Education and Science, Integration of Science and Islam, Islamic Thought and Philosophy, Integration of Social Sciences, Humanities, and Islamic Studies, Islamic Economics and Business Studies, and Islamic Ethics in Science and Technology

Model Pengelolaan Mangrove Terintegrasi Berbasis Sistem informasi Geografis (SIG) untuk Mitigasi Bencana Pesisir Abrasi di Provinsi Sulawesi Barat

Binayanti a,1,*, Femiliani Novita Sari b,2, Kamaruddin c,3

**a Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Mamuju;
b Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Muhammadiyah Mamuju;
*Correspondent Author; binayanti6@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history
Received:
12-08-2026
Revised:
11-09-2026
Accepted:
04-10-2026

Keywords
Mangrove, SIG, Bencana, Sulawesi Barat.

ABSTRACT

The objectives of this study are as follows: To analyze the condition of mangrove ecosystems in the coastal areas of West Sulawesi. To identify the role of mangroves in coastal disaster mitigation and environmental resilience enhancement. To develop a GIS-based mangrove management zoning model. The method used a geographic information system to map conservation zones, rehabilitation zones, utilization zones, and buffer zones in four districts in West Sulawesi Province. The results of the study showed that the mangrove ecosystems on the coast of West Sulawesi were generally in the vulnerable to degraded category. This is reflected in the large area of buffer zones and rehabilitation zones compared to the relatively small conservation zones in each district, which only range from 25.31 to 378.23 hectares. West Sulawesi Province is an area with a high level of disaster vulnerability, characterized by a high risk of coastal abrasion, tidal flooding, and tsunamis. The existence of mangrove ecosystems has been proven to play an important role in reducing the impact of disasters through their physical, ecological, and hydrological functions. The condition of mangroves in several districts in West Sulawesi shows varying levels of damage and utilization. Geographic Information System (GIS)-based zoning divides the area into four categories: conservation, rehabilitation, buffer, and utilization. Polman is relatively better because its conservation area is quite extensive, Majene is the most vulnerable due to its very narrow area, while Mamuju and Central Mamuju are vulnerable to degradation.

This is an open-access article under the CC–BY-SA license.

Introduction

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memberikan jasa lingkungan besar, baik secara ekologis maupun ekonomis. Ekosistem ini berperan sebagai pelindung alami pantai dari abrasi, intrusi air laut, banjir, hingga risiko tsunami, sekaligus menjadi penyerap karbon biru yang penting dalam mitigasi perubahan iklim [Alongi, 2015;

Basyuni, 2018]. Selain itu, mangrove berfungsi sebagai nursery ground (tempat pembesaran) dan spawning ground (lokasi pemijahan) bagi berbagai organisme akuatik, serta menyediakan habitat penting bagi beragam satwa liar, termasuk burung, mamalia, reptilia, dan amfibi [Othman, 1994]. Provinsi Sulawesi Barat, yang terletak di wilayah pesisir Indonesia, sangat rentan terhadap bencana alam. Peristiwa gempa bumi dan tsunami yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan perlunya upaya mitigasi berbasis lingkungan yang kuat untuk meminimalkan dampak bencana [BNPB,2023]. Ekosistem mangrove memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mengurangi risiko bencana di wilayah pesisir. Mangrove berfungsi sebagai benteng alami yang melindungi pantai dari abrasi, meredam gelombang tinggi, serta mengurangi dampak tsunami [FAO, 2007;hASRI ET AL., 2013]. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, terjadi penurunan luas dan kualitas ekosistem mangrove akibat konversi lahan, eksploitasi sumber daya, serta perubahan iklim. Hal ini mengakibatkan meningkatnya risiko bencana pesisir, seperti abrasi, banjir rob, dan dampak dari badai tropis [Rizaldy, 2019; Imburi et al., 2024]. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengelolaan mangrove secara terintegrasi dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) [Sari, 2023]. Dengan Sistem informasi geografis, pemetaan dan pemantauan kondisi mangrove dapat dilakukan secara akurat dan real-time [Hidayat 2024]. Teknologi ini juga membantu dalam mengidentifikasi area yang mengalami degradasi serta menentukan lokasi prioritas untuk rehabilitasi dan konservasi. Selain itu, SIG memungkinkan integrasi berbagai data, seperti topografi, pasang surut air laut, serta tingkat erosi pantai, yang sangat berguna dalam perencanaan mitigasi bencana pesisir [DKP, 2023]. Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya upaya mitigasi bencana pesisir di Provinsi Sulawesi Barat, yang rawan terhadap ancaman banjir, abrasi, dan tsunami. Kerusakan ekosistem mangrove yang semakin meningkat akibat eksploitasi lahan dan perubahan iklim memperparah dampak bencana, sehingga diperlukan strategi pengelolaan yang lebih efektif.

Ekosistem mangrove menghadapi berbagai permasalahan serius akibat aktivitas manusia dan perubahan lingkungan. Konversi lahan mangrove menjadi permukiman, tambak, serta industri telah menyebabkan degradasi yang signifikan, mengurangi luas dan fungsi ekologisnya. Selain itu, pencemaran dari limbah domestik dan industri turut memperburuk kondisi mangrove, mengganggu pertumbuhan dan keseimbangan ekosistemnya [Duke, 2007]. Perubahan iklim juga menjadi ancaman utama, dengan kenaikan muka air laut dan meningkatnya intensitas badai yang dapat merusak ekosistem mangrove secara alami [Gilma, et al, 2008]. Akibat degradasi ini, fungsi mangrove dalam mitigasi bencana seperti perlindungan terhadap abrasi pantai, tsunami, dan badai tropis menjadi berkurang. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan konservasi dan rehabilitasi berbasis ilmiah, termasuk pemanfaatan teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemantauan dan pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan [Gir et al, 2008]. Dengan berbasis SIG pengelolaan mangrove dapat dilakukan dengan pembagian zonasi sehingga memudahkan untuk proses rehabilitasi dan konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi ekosistem mangrove di wilayah pesisir Sulawesi Barat, mengidentifikasi peran mangrove dalam mitigasi bencana pesisir dan peningkatan ketahanan lingkungan, serta menyusun model zonasi pengelolaan mangrove berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini difokuskan pada kawasan pesisir di Provinsi Sulawesi Barat yang meliputi lima kabupaten, yaitu Mamuju, Majene, Polewali Mandar, Pasangkayu, dan Mamuju Tengah, sehingga hasil kajian tidak dimaksudkan untuk mewakili kondisi di luar wilayah tersebut. Analisis dilakukan dengan pendekatan data spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), yang mencakup pemetaan dan pengklasifikasian kawasan mangrove.

Method

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Provinsi Sulawesi barat dengan 6 Kabupaten yaitu Kabupaten Majene, Kabupaten Mamasa, Kabupaten Mamuju, Kabupaten Mamuju Tengah, Kabupaten Pasangkayu dan Kabupaten Polewali Mandar. Penelitian dilakukan bulan juni – Agustus 2025

2. Alat dan bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian di sajikan pada table berikut:

No Kategori Alat dan Bahan Keterangan

1 Peralatan Lapangan Kamera Digunakan untuk mendokumentasikan kondisi ekosistem mangrove secara visual di lapangan

GPS (Global Positioning System) Digunakan untuk merekam koordinat titik sampel dan lokasi pengamatan sebagai data ground truth dalam analisis SIG

2 Peralatan Laboratorium Personal Komputer Digunakan sebagai perangkat utama untuk pengolahan data spasial dan analisis citra satelit

Software Desktop GIS and Mapping Digunakan untuk klasifikasi tutupan lahan, pemetaan zonasi mangrove, serta visualisasi hasil analisis berbasis SIG

3. Metode pengumpulan data

Penelitian ini dilakukan di 6 (Enam) Kabupaten di Provinsi Sulawesi Barat dengan 6 titik pengamatan. Data yang diambil pada penelitian ini yaitu kerapatan jenis dan relative, frekuensi jenis, tutupan jenis, indeks nilai penting, indeks keragaman, indeks dominansi, Mitigasi dan pengelolaannya dari vegetasi mangrove. Pengumpulan data dalam penelitian ini dengan melakukan kegiatan pengamatan dan penelitian langsung dilapangan dan metode observasi dengan mengidentifikasi vegetasi mangrove dengan acuan buku identifikasi mangrove [Sidik et al, 2019]. Penentuan stasiun pengamatan ditentukan secara purposive sampling berdasarkan karakteristik atau kondisi lingkungan di sekitar ekosistem mangrove dan di tetapkan sebanyak 3 transek pengamatan. Kemudian koordinat dari titik tersebut ditentukan dengan menggunakan GPS [Velati, 2024].

4. Metode Pengambilan data menggunakan SIG (Tahap I)

a) Distribusi Mangrove

1. Komposit Band

Komposit band diperlukan untuk mengidentifikasi batas antara vegetasi mangrove dan non-mangrove. Penentuan batas didasarkan pada kisaran spektrum tampak dan inframerah-dekat [Suwargana, 2008]. Identifikasi mangrove pada penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 9 karena ketersediaan datanya yang konsisten, resolusi spasial yang memadai (30 meter), serta cakupan wilayah yang luas sehingga sesuai untuk pemetaan ekosistem pesisir skala regional. Kombinasi band yang digunakan untuk mengidentifikasi mangrove pada citra satelit Landsat 9 TM adalah kombinasi saluran 4-5-3, sedangkan untuk citra satelit Landsat 7 TM digunakan kombinasi saluran 4-5-3 dan kombinasi saluran 5-7-3 untuk citra satelit Landsat 8 OLI [Ppilaya, 2013]. Kombinasi band tersebut dipilih karena mampu menonjolkan karakteristik vegetasi mangrove melalui respons spektral pada saluran inframerah dekat dan inframerah tengah, sehingga memudahkan pemisahan antara mangrove dengan tutupan lahan lainnya [Marini, 2015].

2. Cropping Data

Data citra satelit yang telah diketahui batas antara mangrove dan non mangrove kemudian dilakukan proses deliniasi dengan metode digitasi. Hasil dari digitasi berupa

vector digunakan untuk cropping data citra satelit agar diperoleh data konsentrasi area mangrove. Fungsi dari dilakukannya cropping data agar lebih memudahkan dalam tahapan analisis selanjutnya.

3. Klasifikasi Supervised

Konsentrasi area mangrove yang diperoleh dari hasil cropping data selanjutnya dilakukan proses klasifikasi. Dalam proses klasifikasi supervised, diperlukan data yang berasal dari sampling lapangan berupa titik-titik koordinat hasil pengukuran GPS yang merepresentasikan jenis tutupan lahan mangrove di lapangan. Data sampling tersebut kemudian divalidasikan dengan training area yang telah dibuat sebelumnya pada citra satelit, guna memastikan kesesuaian antara kondisi aktual di lapangan dengan hasil interpretasi citra [Dwiputra, 2019]. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu metode Maximum Likelihood Classification yang menetapkan nilai piksel dalam satu kelas berdasarkan jarak yang dibobotkan pada matriks kovarian dan peluang suatu piksel masuk dalam kelas tersebut [Putra, 2011].

4. Transformasi NDVI

Transformasi NDVI merupakan bentuk model transformasi yang paling baik dan sering digunakan untuk menilai kondisi ekosistem mangrove, hal ini disebabkan oleh indeks NDVI berfokus pada kanopi maka akan memberi nilai digital yang semakin besar [Faizal and Amran, 2005]. Metode penentuan nilai kerapatan vegetasi mangrove menggunakan rasio kanal inframerah dekat dan kanal merah [Green, 2000]. Validasi nilai NDVI dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan indeks vegetasi dari citra satelit dengan data kondisi tutupan kanopi mangrove yang diperoleh secara langsung di lapangan menggunakan GPS. Titik-titik sampel lapangan yang telah direkam kemudian dioverlay dengan peta sebaran nilai NDVI, sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian antara nilai NDVI hasil pengolahan citra dengan kondisi kerapatan mangrove aktual di lapangan. Kelas kerapatan mangrove selanjutnya dikategorikan berdasarkan nilai ambang batas NDVI, yaitu kerapatan rendah, sedang, dan tinggi, yang mengacu pada standar klasifikasi yang telah ditetapkan dalam pedoman pemantauan mangrove.

b) Pemetaan dan Visualisasi (Tahap 2)

Membuat peta kerentanan yang menggambarkan sebaran tingkat kerentanan spasial di seluruh Kawasan mangrove.

1. Analisis Skenario

Analisis skenario dilakukan dengan mengeksplorasi berbagai kondisi perubahan lingkungan yang berpotensi memengaruhi kerentanan ekosistem mangrove di wilayah pesisir Sulawesi Barat. Proyeksi kenaikan permukaan laut dilakukan dengan mengacu pada data historis pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) serta skenario proyeksi yang diterbitkan oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [PCC, 2022], yang kemudian diintegrasikan ke dalam model elevasi digital (Digital Elevation Model/DEM) untuk mengidentifikasi zona pesisir yang rentan tergenang [Kuleli, 2010]. Sementara itu, analisis perubahan tata guna lahan dilakukan dengan membandingkan citra satelit multitemporal pada periode yang berbeda guna mendeteksi perubahan tutupan lahan secara spasial dan temporal [Pujiono, 2013]. Seluruh data tersebut selanjutnya diolah menggunakan SIG untuk membuat model dan membandingkan berbagai skenario, sehingga dapat dipahami potensi dampak masa depan terhadap keberlangsungan ekosistem mangrove [Chang, 2016].

2. Rencana Pengelolaan Pembentukan Zona dalam Bentuk Peta

Berdasarkan analisis data spasial, wilayah mangrove diklasifikasikan ke dalam empat zona utama pengelolaan yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup

dan Kehutanan Nomor P.23/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2021 tentang Pelestarian dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove [KKP, 2021], serta pedoman zonasi kawasan pesisir dari Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP, 2019]:

(i.) Zona Konservasi: Area dengan ekosistem mangrove yang masih dalam kondisi baik dan memiliki keanekaragaman hayati tinggi, sehingga perlu dilindungi sepenuhnya dari aktivitas eksploitasi dan gangguan manusia guna mempertahankan fungsi ekologisnya sebagai habitat satwa, penyerap karbon, dan pelindung pantai [Alongi, 2014].

(ii.) Zona Rehabilitasi: Area yang mengalami degradasi akibat deforestasi, abrasi, atau pencemaran, sehingga memerlukan upaya pemulihan melalui penanaman kembali (replanting) jenis mangrove yang sesuai dengan kondisi substrat dan hidrologis setempat [Bosire,2008].

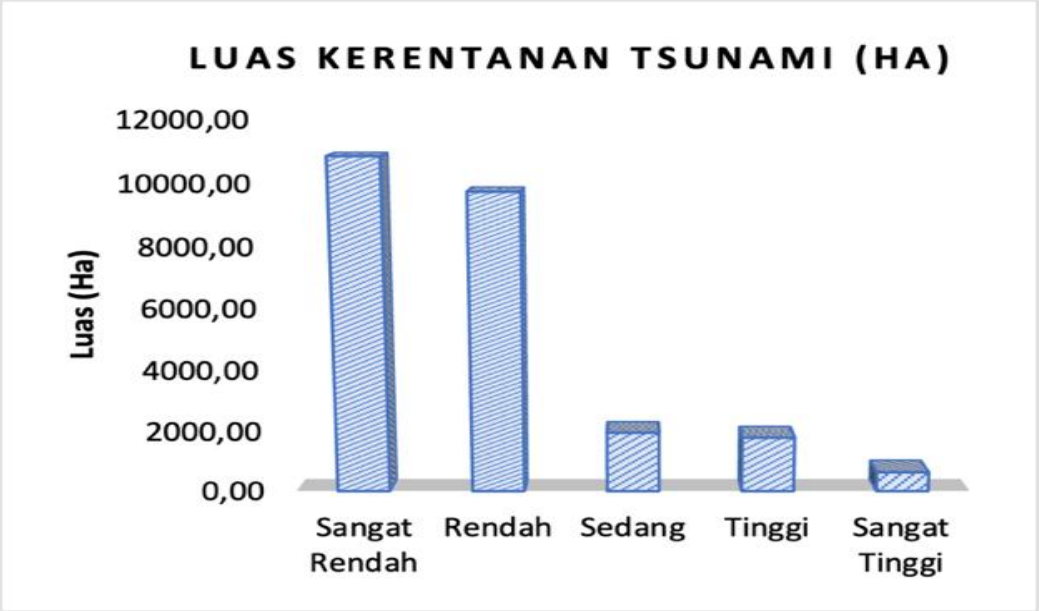
(iii.) Zona Pemanfaatan Berkelanjutan: Wilayah yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan ekonomi berbasis ekowisata, perikanan berkelanjutan, atau tambak ramah lingkungan, dengan tetap memperhatikan daya dukung ekosistem agar tidak melampaui ambang batas kelestarian [Barbier,2011].

(iv.) Zona Penyangga: Area transisi antara kawasan mangrove inti dengan pemukiman atau kawasan industri yang berfungsi sebagai peredam dampak negatif aktivitas manusia terhadap ekosistem mangrove, sekaligus sebagai wilayah pengawasan dan pemantauan kondisi ekosistem secara berkala [Primavera, 2008]

Results and Discussion

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 594 Tahun 2025 tentang Peta Mangrove Nasional Tahun 2024, tercatat bahwa di Provinsi Sulawesi Barat luas ekosistem mangrove eksisting mencapai 3.491 hektar, sementara luas area yang berpotensi menjadi habitat mangrove diperkirakan sekitar 2.457 hektar [KKP,2025]. Data ini menunjukkan bahwa selain kawasan mangrove yang masih bertahan, terdapat peluang besar untuk mengembangkan upaya rehabilitasi dan restorasi pada lahan potensial tersebut yang dapat diarahkan untuk memperkuat fungsi ekologis sekaligus meningkatkan peran mangrove sebagai benteng alami terhadap abrasi, banjir rob, dan tsunami. Provinsi Sulawesi Barat merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi. Berdasarkan data dari Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI), Sulbar memiliki skor 160,08, yang menempatkannya sebagai provinsi dengan risiko bencana tertinggi di Indonesia. Selama dua dekade terakhir, Sulawesi Barat telah mengalami 145 kejadian bencana, termasuk banjir, longsor, dan gempa bumi [BNPB ,2024]. Salah satu dampak yang paling dirasakan adalah abrasi pantai yang mengikis daratan pesisir, mengancam lahan pertanian, pemukiman, dan sumber air tawar. Fenomena ini terjadi di berbagai daerah pesisir, seperti Kambunong (Mamuju Tengah), Tapandullu (Mamuju), Pelattoang dan Pesuloang (Majene), serta Tangnga-tangnga dan Mampie (Polewali Mandar). Bahaya sangat tinggi ditemukan di sepanjang pesisir Kecamatan Mamuju, tetapi bahaya sangat rendah hanya ditemukan di beberapa tempat, terutama di daerah pegunungan di bagian selatan Kecamatan Mamuju [36]. Berikut dapat dilihat pada Gambar 1. Kerentanan Tsunami di Kab. Mamuju Sulawesi Barat



Gambar 1. Grafik Kerentanan Tsunami di Kab. Mamuju Sulawesi Barat

Grafik pada Gambar 1, kerentanan tsunami memperlihatkan bahwa sebagian besar wilayah pesisir masuk kategori "Sangat Rendah" (sekitar 11.500 ha) dan "Rendah" (sekitar 10.300 ha). Sementara itu, luas kawasan dengan tingkat kerentanan "Sedang" dan "Tinggi" jauh lebih kecil, masing-masing hanya sekitar 2.500 ha, dan kategori "Sangat Tinggi" bahkan kurang dari 1.000 ha. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar pesisir relatif aman dari ancaman tsunami. Meski demikian, kawasan dengan kerentanan sedang hingga sangat tinggi tetap perlu mendapat perhatian, karena jika bencana terjadi dapat menimbulkan dampak serius bagi permukiman, lahan pertanian, maupun infrastruktur di pesisir. Kondisi kerentanan pesisir Sulawesi Barat semakin relevan jika dikaitkan dengan keberadaan ekosistem mangrove. Vegetasi mangrove berfungsi sebagai benteng alami yang mampu meredam energi gelombang laut, termasuk tsunami. Jalur mangrove yang rapat dapat mengurangi kekuatan gelombang hingga 30–90% tergantung pada kerapatan dan lebar vegetasinya [Mazda et al, 2022]. Namun, sebagian kawasan mangrove di Sulawesi Barat telah mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan, sehingga perannya dalam melindungi pesisir dari ancaman bencana semakin berkurang. Oleh karena itu, wilayah dengan tingkat kerentanan "Sedang" hingga "Sangat Tinggi" perlu diprioritaskan dalam program rehabilitasi dan konservasi mangrove. Dengan karakter morfologi yang khas, mangrove tidak hanya berfungsi meredam gelombang dan badai, tetapi juga melindungi pantai dari abrasi serta menahan sedimen di wilayah pasang surut [Santoso et al, 2019].

Selain itu, mangrove memiliki kemampuan ekologis luar biasa dalam menjaga stabilitas garis pantai. Sistem perakarannya mampu menahan sedimen sekaligus memperkuat substrat tanah, sehingga mengurangi abrasi dan mencegah intrusi air laut ke daratan. Fungsi ini juga mendukung keberlanjutan pertanian dan ketersediaan air bersih bagi masyarakat pesisir [Alongi, 2025]. Sebaliknya, kerusakan mangrove dapat mempercepat abrasi dan menyebabkan mundurnya garis pantai. Contohnya di pesisir utara Jawa, abrasi yang mencapai lebih dari 1 km ke arah daratan dalam dua dekade terakhir sebagian besar disebabkan oleh deforestasi mangrove untuk tambak dan permukiman [Rahmawati, 2018]. Dengan demikian, terjadinya bencana gelombang ekstrem dan abrasi erat kaitannya dengan kondisi tata ruang dan lingkungan. Penebangan mangrove menghilangkan fungsi alaminya sebagai pemecah gelombang, sehingga

gelombang laut berpotensi semakin besar dan langsung menghantam wilayah pesisir.

2. Peran Strategis Mangrove dalam Mitigasi Bencana

Mitigasi merupakan langkah awal dalam penanggulangan bencana yang bertujuan untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh bencana alam [Niode, 2016]. Dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, mitigasi dijelaskan sebagai rangkaian tindakan yang dilakukan untuk menurunkan tingkat risiko bencana, baik melalui pembangunan infrastruktur maupun melalui edukasi dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana. Kegiatan yang dilakukan dalam Mitigasi bencana yang dilakukan dalam mengurangi dampak bencana yakni Pengenalan dan pemantauan risiko bencana, Memberikan kesadaran bencana pada masyarakat, Mengawasi pelaksanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan hidup dan Memantau penggunaan teknologi tinggi [DKP, 2015].

Sejumlah wilayah di Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana alam yang tinggi, sehingga diperlukan langkah mitigasi untuk menekan dampak yang ditimbulkan, khususnya dari gempa bumi dan tsunami. Pada kasus tsunami, kerugian dapat diminimalisir melalui perlindungan pantai menggunakan sabuk hijau (greenbelt) dengan vegetasi mangrove. Kehadiran mangrove sebagai benteng alami sangat dianjurkan karena terbukti mampu mengurangi risiko tsunami secara efektif. Hal ini sejalan dengan kondisi wilayah pesisir yang pada dasarnya sangat rentan terhadap berbagai bencana alam, seperti tsunami, badai, abrasi, dan banjir rob [Reza, 2024]. Di tengah perubahan iklim dan meningkatnya intensitas bencana hidrometeorologis, kebutuhan akan sistem mitigasi bencana yang efektif dan berkelanjutan menjadi semakin mendesak. Salah satu solusi berbasis ekosistem yang terbukti dapat meredam dampak bencana tersebut adalah keberadaan hutan mangrove [Sunkur et al, 2023]. Mangrove memiliki **peran strategis dalam mitigasi bencana,** baik dari aspek fisik, ekologis, maupun hidrologis. Dari segi **fungsi fisik**, vegetasi mangrove dengan akar yang rapat dan tajuk yang lebat mampu meredam energi gelombang laut, termasuk tsunami dan badai, sebelum mencapai daratan. Struktur alami ini bekerja seperti tembok pelindung hidup yang mengurangi kekuatan gelombang dan melindungi infrastruktur serta pemukiman di pesisir. Hutan mangrove berfungsi sebagai pelindung alami yang mampu meredam energi gelombang tsunami melalui sistem perakaran yang kuat dan tajuk pohon yang rapat . Efektivitas mangrove dalam mengurangi dampak tsunami dipengaruhi oleh lebar kawasan, kepadatan dan tinggi pohon, diameter batang, jenis vegetasi, serta kondisi tanah dan lokasi tumbuhnya. Upaya penanaman dan pemeliharaan mangrove di pesisir dapat meningkatkan kepadatan vegetasi, sehingga perannya dalam menahan arus tsunami semakin optimal.

Dari sisi **fungsi ekologis**, hutan mangrove berperan penting dalam mencegah abrasi pantai dan intrusi air laut ke daratan. Akar-akar mangrove menahan tanah agar tidak mudah tererosi, serta membantu menjaga kestabilan garis pantai. Selain itu, vegetasi mangrove juga menciptakan habitat bagi berbagai spesies laut dan darat, menjaga keseimbangan ekosistem pesisir yang pada akhirnya memperkuat ketahanan lingkungan terhadap tekanan bencana [Handayani, 2017]. Secara **hidrologis,** mangrove berkontribusi dalam menyerap dan menahan limpasan air hujan, sehingga mampu mengurangi risiko banjir, khususnya banjir rob yang sering melanda daerah pesisir. Kemampuannya dalam menyerap air dan memperlambat aliran permukaan menjadikannya elemen penting dalam pengelolaan siklus air pesisir. Mangrove pada dasarnya adalah kelompok tanaman yang memiliki adaptasi morfologi dan fisiologi untuk menghadapi kondisi ekstrim tersebut karena mereka hidup di zona pasang surut dengan habitat lumpur dan genangan air laut dengan kadar garam yang tinggi. Mangrove memliki fungsi dari segi fisik, biologis dan ekonomi. Dari segi fisik, mangrove berperan melindungi pantai dari abrasi dan system

perakaran yang berperan dalam sebagai perangkap sedimen dan sampah yang berasal dari daratan. Dari segi biologi, mangrove menjadi habitat bagi jenis organisme seperti ikan, udang, kepiting. Sedangkan dari segi eknomi, kayu dari mangrove dapat digunakan sebagai bahan bakar dan buahnya sebagai obat-obatan. Selain itu, mangrove juga bisa menjadi daya tarik wisata yang dapat membuka peluang pekerjaan dan sebagai tempat edukasi [Santoso, 2019].



Gambar 2. Mangrove di Sulawesi Barat

3. Model Pengelolaan Mangrove berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

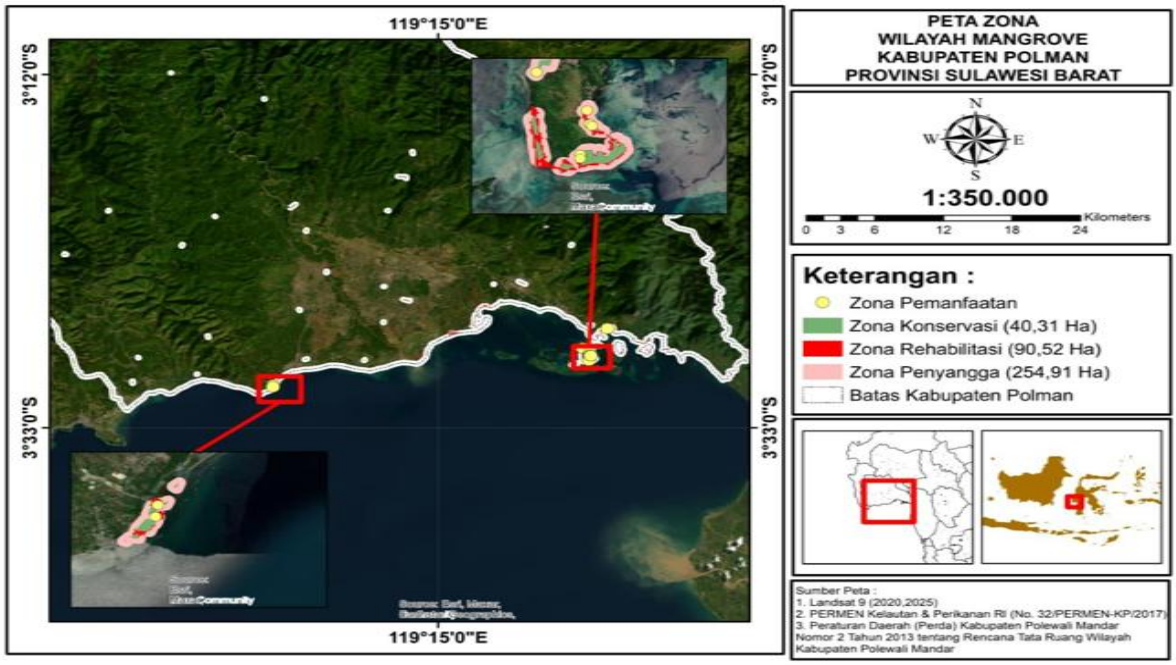
Pengelolaan mangrove yang efektif membutuhkan data spasial yang akurat untuk pemetaan kondisi ekosistem, zonasi penggunaan lahan, serta identifikasi area rawan bencana dan kerusakan. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah alat penting yang memungkinkan pengumpulan, pengolahan, analisis, dan visualisasi data spasial yang terintegrasi. Berdasarkan hasil penelitian, peta zonasi mangrove dibagi menjadi 5 kabupaten di Provinsi Sulawesi Barat.

a. Peta Zona Mangrove di Kabupaten Polewali Mandar

Peta menunjukkan hasil delineasi kawasan mangrove di Kabupaten Polewali Mandar berdasarkan zonasi pengelolaan, dengan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Zonasi ini meliputi empat kategori seperti pada table 2.

Tabel 2. Zonasi pengelolaan di Kabupaten Polewali Mandar

Zona	Warna	Luas
Zona Konservasi	Hijau	40,31 Ha
Zona Rehabilitasi	Merah Tua	90,52 Ha
Zona Penyangga	Pink	254,91 Ha
Zona Pemanfaatan	Kuning	Tidak disebut (dihitung berdasarkan area di luar zona konservasi dan rehabilitasi, dengan kerapatan sedang dan aksesibilitas baik



Gambar 3. Peta Zona Mangrove Kab. Polman

1) Zona Konservasi (40,31 Ha)
   Merupakan kawasan dengan kondisi mangrove yang masih baik dan memiliki fungsi ekologis yang penting. Area ini berfungsi menjaga ekosistem penting seperti habitat ikan, udang, kepiting, dan burung pesisir. Konservasi mutlak diperlukan karena kawasan dengan kerapatan tinggi memiliki peran besar dalam melindungi garis pantai dari abrasi dan tsunami. Penetapan zona ini merujuk pada Permen KKP No. 32/2017 dan Perda Kabupaten Polewali Mandar Tahun 2013 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Ditetapkan untuk perlindungan mutlak, tanpa aktivitas ekstraktif.
2) Zona Rehabilitasi (90,52 Ha)
   Merupakan area yang mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan menjadi tambak atau pemukiman. Rehabilitasi dengan penanaman kembali mangrove dapat meningkatkan kapasitas penyerapan karbon biru dan memperbaiki ekosistem yang rusak.
3) Zona Penyangga (254,91 Ha)
   Ditentukan berdasarkan buffer 100meter dari zona konservasi, mengacu pada Permen KKP No. 32/2017. Berfungsi sebagai buffer zone antara kawasan konservasi dengan wilayah pemanfaatan. Keberadaannya sangat penting untuk menahan tekanan eksternal, baik dari aktivitas masyarakat maupun perubahan lingkungan. Konsep zona penyangga terbukti efektif dalam menjaga keberlanjutan kawasan inti ekosistem di berbagai wilayah pesisir [40].
4) Zona Pemanfaatan (luas tidak disebut)
   Ditetapkan di luar zona konservasi dan rehabilitasi, yang diarahkan untuk kegiatan ekonomi produktif berbasis masyarakat, seperti ekowisata mangrove dan budidaya perikanan ramah lingkungan (silvofishery). Pengelolaan zona pemanfaatan harus tetap berlandaskan prinsip keberlanjutan agar dapat memberikan manfaat ekonomi tanpa merusak ekosistem. Kondisi kerapatan mangrove sedang, artinya vegetasi masih ada namun tidak terlalu rapat. Tersedianya akses yang memungkinkan pemanfaatan oleh masyarakat.

Secara keseluruhan, Kabupaten Polewali Mandar lebih menekankan pengelolaan pada

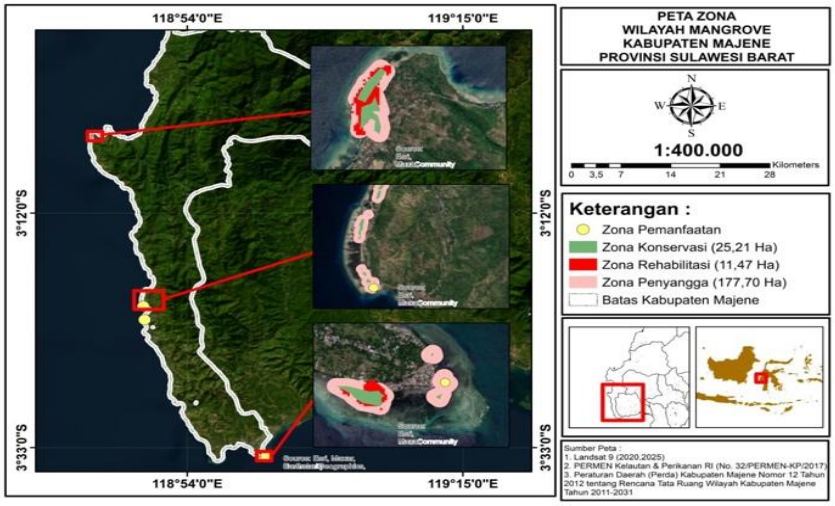
zona penyangga dibandingkan zona lainnya. Hal ini menunjukkan strategi perlindungan berbasis ekosistem, di mana kawasan inti tetap terjaga, namun tetap membuka peluang pemanfaatan secara terbatas. Pendekatan ini sejalan dengan konsep nature-based solutions yang saat ini banyak direkomendasikan dalam mitigasi bencana pesisir.

b. Peta Zona Mangrove di Kabupaten Majene

Peta menunjukkan hasil delineasi kawasan mangrove di Kabupaten Majene berdasarkan zonasi pengelolaan, dengan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Zonasi ini meliputi empat kategori seperti pada table 3.

Tabel 3. Zonasi pengelolaan di Kabupaten Majene

Zona	Warna	Luas
Zona Konservasi	Hijau	25,21 Ha
Zona Rehabilitasi	Merah Tua	11,47 Ha
Zona Penyangga	Pink	177,70 Ha
Zona Pemanfaatan	Kuning	Tidak disebut (dihitung berdasarkan area di luar zona konservasi dan rehabilitasi, dengan kerapatan sedang dan aksesibilitas baik



Gambar 4. Peta Zona Mangrove Kab. Majene

1) Zona Konservasi (25,21 Ha)
Zona konservasi merupakan kawasan dengan kondisi mangrove yang relatif masih baik dan memiliki fungsi ekologis penting, seperti penyedia habitat biota, penahan abrasi, serta penyerap karbon biru. Kawasan ini ditetapkan untuk perlindungan mutlak, sehingga aktivitas ekstraktif seperti penebangan kayu atau alih fungsi lahan dilarang. Di Kabupaten Majene, luasan zona konservasi mangrove relatif kecil (25,21 Ha), lebih sempit dibandingkan dengan Kabupaten Polewali Mandar yang memiliki kawasan konservasi lebih luas. Kondisi ini menunjukkan keterbatasan ruang perlindungan mutlak mangrove di Majene, sehingga fungsi ekologisnya sangat rentan terhadap gangguan eksternal [Munandar, 2017].
2) Zona Rehabilitasi (11,47 Ha)
Zona rehabilitasi ditetapkan berdasarkan hasil analisis perbandingan tutupan

mangrove tahun 2020 dengan data terkini. Area yang mengalami degradasi, baik karena penebangan maupun alih fungsi lahan, diarahkan menjadi zona pemulihan. Fokus utama pengelolaan kawasan ini adalah penanaman kembali (replanting), restorasi habitat, dan pengendalian aktivitas masyarakat yang merusak. Luasan zona rehabilitasi di Kabupaten Majene (11,47 Ha) lebih kecil dibandingkan zona konservasi. Hal ini menunjukkan bahwa degradasi mangrove ada, tetapi tidak meluas. Meski demikian, kondisi ini tetap perlu ditangani segera agar kerusakan tidak bertambah luas.

3) Zona Penyangga (177,70 Ha)
Zona penyangga berfungsi sebagai lapisan pelindung tambahan bagi kawasan konservasi. Secara ekologis, zona ini berperan menahan tekanan eksternal, seperti pencemaran, aktivitas perikanan, maupun pembangunan pesisir. Luasannya di Kabupaten Majene mencapai 177,70 Ha, menjadikannya zona terluas dibandingkan zona lain. Namun, dominasi zona penyangga menunjukkan bahwa sebagian besar mangrove berada pada kawasan transisi yang rentan terhadap aktivitas manusia. Jika tidak dikelola dengan baik, zona ini berpotensi mengalami degradasi lebih cepat [Karminarsih, 2007].

4) Zona Pemanfaatan (luas tidak disebut)
Zona pemanfaatan ditetapkan di luar kawasan konservasi dan rehabilitasi, serta diperuntukkan bagi aktivitas masyarakat secara terbatas. Pemanfaatan yang diizinkan meliputi ekowisata berbasis mangrove, pemanfaatan hasil non-kayu (seperti madu atau buah mangrove), edukasi lingkungan, serta budidaya perikanan ramah lingkungan [Basyuni et al, 2018]. Namun, luas zona pemanfaatan di Kabupaten Majene tidak dapat dipetakan secara pasti karena sebagian besar lokasinya bersinggungan langsung dengan permukiman penduduk.

Secara keseluruhan, kondisi mangrove di Kabupaten Majene dapat dikategorikan rentan, karena luasannya terbatas dan sebagian mengalami degradasi. Berdasarkan peta zonasi, hanya sebagian kecil yang masuk dalam zona konservasi (25,21 ha), sementara lebih dari 177,70 ha berada pada zona penyangga yang berisiko terdampak aktivitas manusia. Adanya zona rehabilitasi juga mengindikasikan telah terjadi kerusakan yang perlu ditangani. Kondisi ini sejalan dengan temuan beberapa penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa mangrove di Sulawesi Barat, termasuk Majene, mengalami tekanan akibat alih fungsi lahan, pembangunan pesisir, dan pencemaran [Howard, 2022].

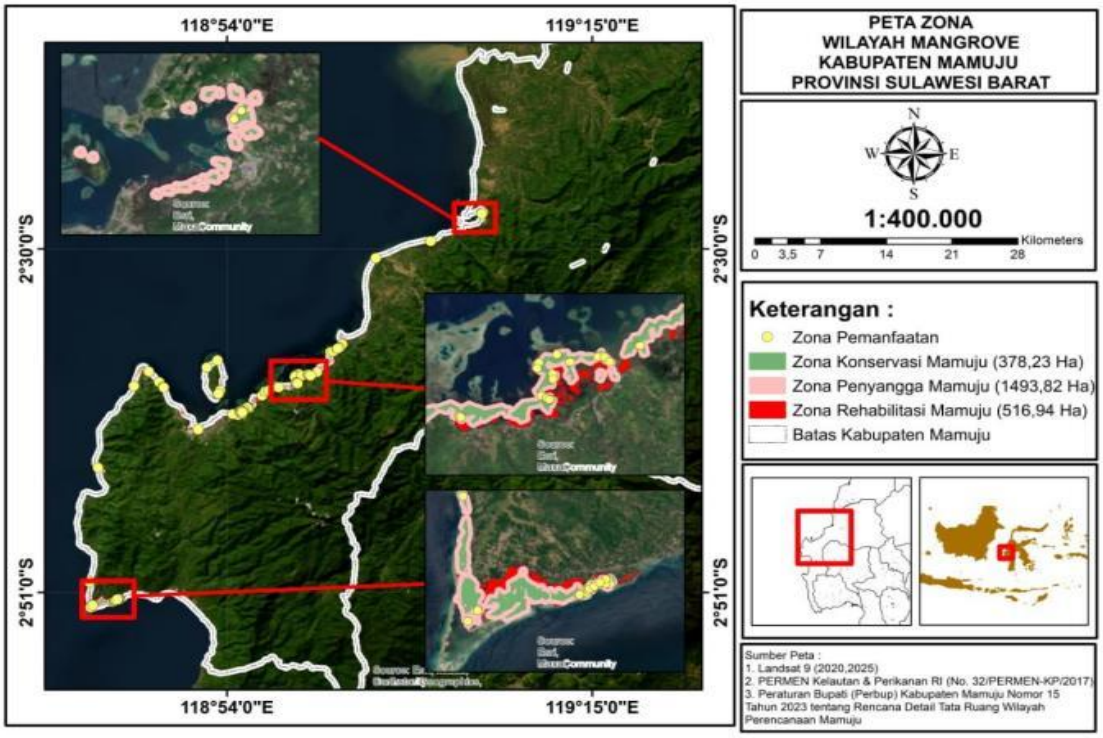
a. Peta Zona Mangrove di Kabupaten Mamuju

Peta menunjukkan hasil delineasi kawasan mangrove di Kabupaten Mamuju berdasarkan zonasi pengelolaan, dengan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Zonasi ini meliputi empat kategori seperti pada table 4.

Tabel 4. Zonasi pengelolaan di Kabupaten Mamuju

Zona	Warna	Luas
Zona Konservasi	Hijau	378,23 Ha
Zona Rehabilitasi	Merah Tua	1493,82 Ha
Zona Penyangga	Pink	516,94 Ha

Zona Pemanfaatan	Kuning	Tidak disebut (dihitung berdasarkan area di luar zona konservasi dan rehabilitasi, dengan kerapatan sedang dan aksesibilitas baik



Gambar 5. Peta Zona Mangrove Kab. Mamuju

1) Zona Konservasi (378,23 Ha)
Zona konservasi di Kabupaten Mamuju relatif terbatas, dengan luasan 378,23 Ha. Kawasan ini merepresentasikan area mangrove yang masih utuh dan memiliki fungsi ekologis penting, seperti penyedia habitat biota, penahan abrasi, dan penyerap karbon. Keterbatasan luasan ini menunjukkan bahwa sebagian besar ekosistem mangrove sudah tertekan, sehingga perlindungan kawasan konservasi mutlak diperlukan [Fries, 2020]
2) Zona Penyangga (1.493,82 Ha)
Zona penyangga merupakan kawasan transisi yang cukup luas, yaitu 1.493,82 Ha, berfungsi melindungi zona konservasi dari tekanan eksternal seperti pemukiman, tambak, aktivitas penebangan, maupun pembangunan pesisir. Meskipun luas, kondisi zona penyangga tergolong rentan, sebab berbatasan langsung dengan area terbangun dan aktivitas manusia. Hal ini meningkatkan risiko degradasi jika tidak dikelola dengan prinsip keberlanjutan [KKP, 2023].
3) Zona Rehabilitasi (516,94 Ha)
Zona rehabilitasi di Kabupaten Mamuju mencakup area cukup luas, yakni 516,94 Ha, menandakan adanya kerusakan ekosistem yang signifikan. Kerusakan ini umumnya diakibatkan oleh konversi lahan mangrove menjadi tambak, permukiman, maupun infrastruktur pesisir. Zona ini menjadi prioritas restorasi, dengan fokus pada penanaman kembali (replanting), pengendalian alih fungsi lahan, dan pemulihan kualitas habitat mangrove agar dapat kembali optimal dalam menjalankan fungsi ekologisnya [pURWANTO , 2014].
4) Zona Pemanfaatan
Zona pemanfaatan berada di sekitar permukiman dan akses masyarakat, sehingga

umumnya digunakan untuk kegiatan ekonomi skala terbatas, seperti ekowisata berbasis mangrove, pemanfaatan hasil kayu/non-kayu, dan budidaya perikanan ramah lingkungan. Meski tidak dapat dipetakan luasannya secara spesifik, zona ini penting bagi keberlanjutan ekonomi masyarakat pesisir, asalkan dikelola dengan prinsip pemanfaatan lestari.

Secara keseluruhan, kondisi mangrove di Kabupaten Mamuju dapat dikategorikan rentan, karena sebagian besar ekosistem berada pada zona penyangga (1.493,82 Ha) yang rawan terdampak aktivitas manusia. Kawasan ini sejatinya berfungsi sebagai benteng alami pesisir, tetapi tetap berpotensi mengalami degradasi akibat tekanan eksternal. Meskipun demikian, ekosistem mangrove di Mamuju masih memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pesisir sekaligus menopang ekonomi masyarakat. Untuk mencegah penurunan fungsi ekologis dan ekonominya, diperlukan perlindungan yang lebih ketat, rehabilitasi berkelanjutan, serta pengawasan aktivitas pemanfaatan. Selain itu, pola sebaran mangrove di Mamuju tidak terkonsentrasi pada satu kawasan besar, melainkan terfragmentasi dalam petak-petak kecil. Fragmentasi ini menyebabkan fungsi ekologis mangrove, khususnya sebagai pelindung pantai dari abrasi dan tsunami, menjadi kurang optimal dibandingkan hamparan mangrove yang luas dan utuh.

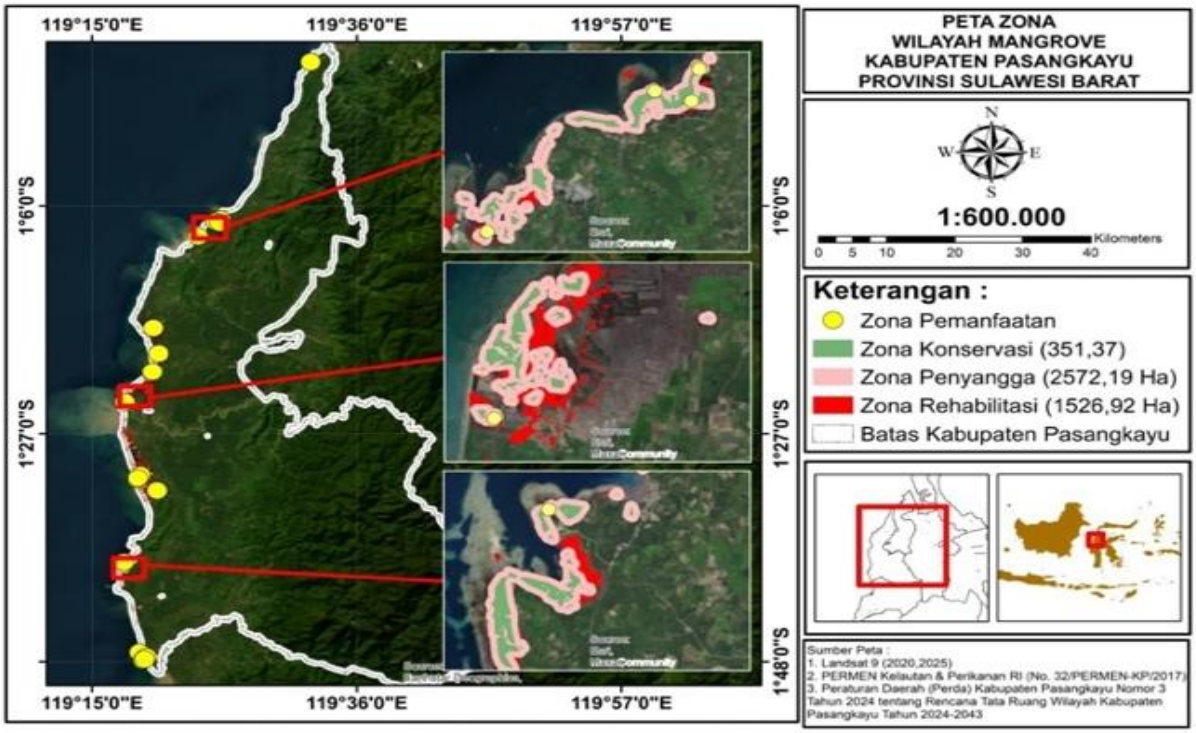
b. Peta Zona Mangrove di Kabupaten Pasangkayu

Peta menunjukkan hasil delineasi kawasan mangrove di Kabupaten Pasangkayu berdasarkan zonasi pengelolaan, dengan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Zonasi ini meliputi empat kategori seperti pada table 5.

Tabel 5. Zonasi pengelolaan di Kabupaten Pasangkayu

Zona	Warna	Luas
Zona Konservasi	Hijau	351,37 Ha
Zona Rehabilitasi	Merah Tua	2572,19 Ha
Zona Penyangga	Pink	1526,92 Ha
Zona Pemanfaatan	Kuning	Tidak disebut (dihitung berdasarkan area di luar zona konservasi dan rehabilitasi, dengan kerapatan sedang dan aksesibilitas baik

Gambar 6. Peta Zona Mangrove Kab. Pasangkayu



1) Zona Pemanfaatan (titik kuning)
Zona ini menunjukkan lokasi-lokasi mangrove yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai kegiatan ekonomi produktif, misalnya ekowisata berbasis mangrove, silvofishery, budidaya perikanan ramah lingkungan, serta pemanfaatan hasil non-kayu. Pemanfaatan ini pada prinsipnya tetap dibatasi agar tidak merusak fungsi ekologis mangrove. Pengelolaan berbasis masyarakat dapat menjadi instrumen penting untuk memastikan keberlanjutan pemanfaatan[KKP, 2023].
2) Zona Konservasi (luas 351,37 ha):
Zona konservasi di Pasangkayu sangat kecil, hanya 351,37 Ha, yang menunjukkan bahwa upaya perlindungan ekosistem mangrove masih belum optimal. Proporsi ini tidak sebanding dengan total luasan mangrove yang ada, sehingga potensi degradasi tetap tinggi. Zona konservasi merupakan kawasan inti yang harus dijaga untuk melindungi fungsi ekologis utama, seperti penahan abrasi, penyerap karbon biru, dan habitat penting bagi biota perairan. Perlindungan zona ini menjadi kunci agar fragmentasi dan tekanan dari luar tidak memperparah kerusakan mangrove [Purwanto, 2014].
3) Zona Penyangga (luas 1526,92 ha)
Zona penyangga di Pasangkayu mendominasi dengan luasan 1526,92 Ha, namun posisinya yang berbatasan langsung dengan tambak, perkebunan kelapa sawit, serta aktivitas pesisir menjadikannya sangat rentan terhadap degradasi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa ekosistem mangrove berada dalam tekanan tinggi, karena zona penyangga sejatinya adalah kawasan transisi yang seharusnya berfungsi sebagai pelindung konservasi, namun justru menjadi wilayah yang paling terancam oleh aktivitas ekstraktif [FAO, 2020].

4) Zona Rehabilitasi (luas 2572,19 ha)

Zona rehabilitasi dengan luas 2572,19 Ha mencerminkan adanya kerusakan ekosistem mangrove yang signifikan. Alih fungsi lahan menjadi tambak, perkebunan sawit, dan permukiman menjadi penyebab utama kerusakan. Luasan rehabilitasi yang besar ini menandakan bahwa pemulihan ekosistem mangrove merupakan prioritas penting di Pasangkayu. Upaya yang dibutuhkan meliputi penanaman kembali (replanting), restorasi hidrologi, serta pengendalian konversi lahan agar mangrove dapat pulih dan kembali berfungsi optimal [Rahman, 2023].

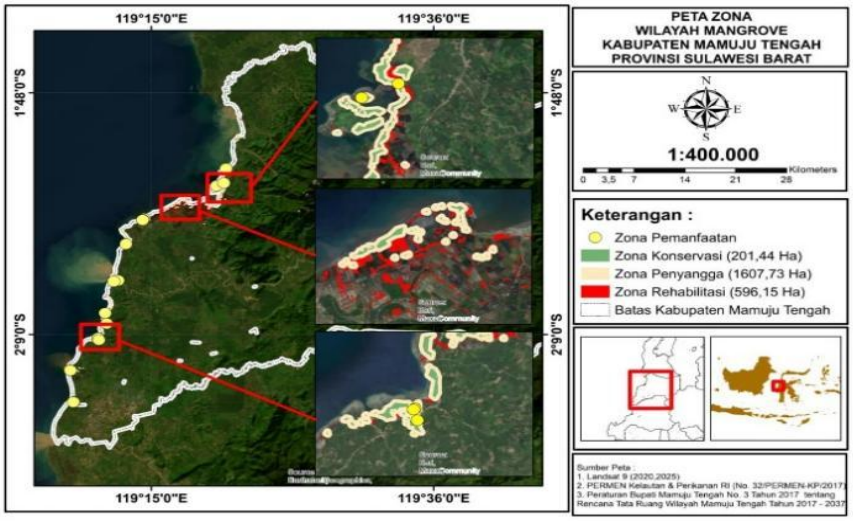
Secara umum, kondisi mangrove di Kabupaten Pasangkayu dapat dikategorikan sebagai rentan hingga tertekan. Meskipun terdapat zona konservasi, luasannya masih sangat terbatas sehingga tidak mampu sepenuhnya melindungi ekosistem. Dominasi zona penyangga yang rentan terhadap aktivitas manusia serta keberadaan zona rehabilitasi yang cukup besar menunjukkan bahwa kerusakan mangrove sudah terjadi secara signifikan. Namun demikian, Pasangkayu masih memiliki peluang besar untuk dipulihkan melalui kebijakan konservasi yang lebih kuat, rehabilitasi ekosistem yang berkelanjutan, serta pengelolaan pesisir berbasis masyarakat. Intervensi rehabilitasi yang masif, penguatan kapasitas masyarakat pesisir, serta perlindungan ketat terhadap kawasan konservasi menjadi langkah mendesak untuk mencegah degradasi berlanjut. Dengan demikian, ekosistem mangrove Pasangkayu dapat tetap menjalankan perannya sebagai benteng alami pesisir, penyerap karbon biru, dan penopang ekonomi masyarakat lokal.

c. Peta Zona Mangrove di Kabupaten Mamuju Tengah

Peta menunjukkan hasil delineasi kawasan mangrove di Kabupaten Mamuju Tengah berdasarkan zonasi pengelolaan, dengan pendekatan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Zonasi ini meliputi empat kategori seperti pada table 6.

Tabel 6. Zonasi pengelolaan di Kabupaten Mamuju Tengah

Zona	Warna	Luas
Zona Konservasi	Hijau	201,44 Ha
Zona Rehabilitasi	Merah Tua	1607,73 Ha
Zona Penyangga	Pink	596,15 Ha
Zona Pemanfaatan	Kuning	Tidak disebut (dihitung berdasarkan area di luar zona konservasi dan rehabilitasi, dengan kerapatan sedang dan aksesibilitas baik



Gambar 7. Peta Zona Mangrove Kab. Mamuju Tengah

1) Zona Pemanfaatan (titik kuning)
   Zona pemanfaatan merupakan lokasi-lokasi mangrove yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk kegiatan ekonomi produktif, seperti ekowisata berbasis mangrove, silvofishery, budidaya perikanan ramah lingkungan, serta pemanfaatan hasil non-kayu. Pemanfaatan ini perlu dikelola dengan prinsip keberlanjutan agar tidak menurunkan fungsi ekologis mangrove. Penerapan konsep ekonomi biru dapat menjadi pendekatan yang tepat, yakni menjaga keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan pelestarian ekosistem.
2) Zona Konservasi (luas 201,44 ha):
   Zona konservasi di Kabupaten Mamuju Tengah relatif kecil, hanya 201,44 Ha, menunjukkan rendahnya tingkat perlindungan jangka panjang terhadap ekosistem mangrove. Zona ini merupakan kawasan inti yang harus dilindungi secara ketat, karena berfungsi sebagai penahan abrasi, penyerap karbon biru, serta habitat penting bagi berbagai biota perairan dan daratan. Luasan konservasi yang terbatas berpotensi menurunkan efektivitas perlindungan, terutama terhadap fragmentasi habitat. Oleh karena itu, perluasan kawasan konservasi dan peningkatan efektivitas pengelolaannya menjadi strategi mendesak.
3) Zona Penyangga (luas 1607,73 ha)
   Zona penyangga mendominasi ekosistem mangrove di Mamuju Tengah dengan luas 1.607,73 Ha. Sebagai kawasan transisi, seharusnya zona ini berfungsi melindungi kawasan konservasi dari tekanan eksternal. Namun, posisinya yang berdekatan dengan permukiman, tambak, dan perkebunan membuatnya sangat rentan terhadap konversi lahan dan eksploitasi berlebihan. Tekanan terhadap zona penyangga inilah yang memperbesar risiko degradasi mangrove secara keseluruhan, mengingat lebih dari separuh ekosistem bergantung pada keberlanjutan fungsi kawasan ini.
4) Zona Rehabilitasi (luas 596,19 ha)
   Zona rehabilitasi yang mencakup 596,19 Ha atau hampir seperempat dari total kawasan mangrove mencerminkan adanya kerusakan ekosistem yang signifikan. Alih fungsi lahan untuk tambak, perkebunan, dan infrastruktur pesisir menjadi penyebab utama degradasi. Zona ini menjadi prioritas utama untuk dilakukan penanaman kembali, restorasi hidrologi, serta pengendalian aktivitas ekstraktif [Kurniawan et al, 2021]. Keberhasilan rehabilitasi di kawasan ini sangat menentukan masa depan keberlanjutan mangrove Mamuju Tengah.

Secara keseluruhan, kondisi mangrove di Kabupaten Mamuju Tengah tergolong rentan dan sedang mengalami degradasi. Meskipun masih terdapat luasan mangrove yang cukup signifikan, dominasi zona penyangga dan adanya zona rehabilitasi yang besar menunjukkan tekanan yang serius terhadap keberlanjutan ekosistem. Meski demikian, peluang pemulihan masih terbuka luas jika dilakukan rehabilitasi berkelanjutan, penguatan kawasan konservasi, serta pengendalian alih fungsi lahan. Intervensi ini akan mencegah kawasan masuk kategori kritis dalam beberapa dekade mendatang. Jika dikelola dengan baik, ekosistem mangrove Mamuju Tengah dapat tetap berfungsi optimal sebagai benteng alami pesisir, penyerap karbon biru, habitat penting bagi biota, serta sumber ekonomi masyarakat pesisir.

4. Perbandingan Zonasi Mangrove di Pesisir Sulawesi Barat

Tabel 7. Perbandingan zonasi Mangrove

Kabupaten	Zona Konservasi	Zona Penyangga	Zona Rehabilitasi	Zona Pemanfaatan	Kondisi Umum

Polewali Mandar (Polman)	40,31 Ha (Relatif kecill)	354,91 Ha (mendominasi)	90,52 Ha (kecil)	Ada (pemanfaatan masyarakat)	Relatif terjaga, tapi tetap rentan
Majene	25,21 Ha (sangat kecil)	177,70 Ha (mendominasi)	11,47 Ha (kecil)	Ada, dekat permukiman	Paling rentan (luasan terbatas & fragmentasi tinggi)
Mamuju	378,23 Ha	1.493,82 Ha (mendominasi)	516,94 Ha (cukup luas)	Ada, tersebar	Rentan hingga terdegradasi (fragmentasi tinggi)
Pasangkayu	351,37 Ha (sangat kecil dibanding total)	2.572,19 Ha (terluas)	1.526,92 Ha (sangat besar)	Ada, dekat permukiman & tambak	Rentan hingga tertekan (luas besar tapi kerusakan signifikan)
Mamuju Tengah	201,44 Ha (kecil)	1.607,73 Ha (sangat dominan)	596,19 Ha (cukup besar)	Ada, dekat permukiman	Rentan hingga terdegradasi (butuh rehabilitasi besar)

Secara keseluruhan ekosistem mangrove di lima kabupaten pesisir Sulawesi Barat tergolong rentan, meskipun dengan variasi kerentanan yang berbeda. Kabupaten Polewali Mandar (Polman) berada pada kondisi relatif lebih baik karena masih memiliki zona Kabupaten Majene merupakan wilayah dengan luasan mangrove paling sempit dan zona konservasi yang sangat terbatas, sehingga tergolong paling rentan. Untuk itu, prioritas kebijakan di Majene adalah perluasan kawasan konservasi, rehabilitasi pada area rusak kecil, serta pengendalian ketat aktivitas konversi lahan agar ekosistem yang tersisa tidak hilang.

Kabupaten Mamuju dan Mamuju Tengah menghadapi kondisi rentan hingga terdegradasi, dengan dominasi zona penyangga dan rehabilitasi yang luas serta fragmentasi ekosistem yang tinggi. Kebijakan utama yang diperlukan adalah rehabilitasi ekosistem secara masif, restorasi hidrologi, serta pengelolaan adaptif berbasis masyarakat, agar potensi besar mangrove dapat pulih dan tidak jatuh ke dalam kategori kritis [Kurniawan et al, 2021]. Sementara itu, Pasangkayu memiliki luasan mangrove terbesar, tetapi justru mengalami tekanan paling tinggi akibat konversi tambak, perkebunan sawit, dan permukiman, sehingga tergolong rentan hingga tertekan. Implikasi kebijakan di Pasangkayu adalah pengendalian alih fungsi lahan secara ketat, penguatan zonasi konservasi, serta pemulihan ekosistem pada zona rehabilitasi yang sangat luas.

Dengan demikian, strategi pengelolaan mangrove di Sulawesi Barat harus disesuaikan dengan karakteristik masing-masing kabupaten. Pendekatan yang terintegrasi antara perlindungan, rehabilitasi, dan pemanfaatan berkelanjutan akan menjadi kunci agar mangrove tetap berfungsi sebagai benteng alami pesisir, penyerap karbon biru, serta

sumber penghidupan masyarakat pesisir.Secara keseluruhan, rencana aksi pengelolaan mangrove di lima kabupaten pesisir Sulawesi Barat menekankan strategi yang berbeda sesuai kondisi masing-masing wilayah. Polewali Mandar difokuskan pada penguatan perlindungan konservasi karena relatif lebih terjaga, sementara Majene perlu memperluas kawasan konservasi dan mencegah hilangnya ekosistem yang sangat terbatas. Mamuju dan Mamuju Tengah membutuhkan rehabilitasi masif serta pengurangan fragmentasi ekosistem agar tidak jatuh ke kategori kritis, sedangkan Pasangkayu harus diprioritaskan pada pengendalian tekanan akibat konversi lahan dan restorasi skala besar. Dengan demikian, pendekatan yang terintegrasi antara perlindungan, rehabilitasi, dan pemanfaatan

Conclusion

Ekosistem mangrove di pesisir Sulawesi Barat secara umum berada dalam kategori rentan hingga terdegradasi. Hal ini tercermin dari luasnya zona penyangga dan zona rehabilitasi dibandingkan dengan zona konservasi yang relatif kecil pada setiap kabupaten yaitu hanya berkisar 25,31 - 378,23 Ha. Tekanan utama terhadap ekosistem berasal dari alih fungsi lahan menjadi tambak, perkebunan kelapa sawit, permukiman, serta pembangunan pesisir. Kondisi ini menandakan perlunya langkah serius dalam perlindungan dan rehabilitasi agar fungsi ekologis mangrove tetap terjaga. Kondisi mangrove di beberapa kabupaten di Sulawesi Barat menunjukkan variasi tingkat kerusakan dan pemanfaatan. Zonasi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) membagi kawasan menjadi empat kategori: konservasi, rehabilitasi, penyangga, dan pemanfaatan. Polman relatif lebih baik karena konservasinya cukup luas, Majene paling rentan akibat luasan sangat sempit, Mamuju dan Mamuju Tengah rentan hingga terdegradasi dengan dominasi zona penyangga dan rehabilitasi serta fragmentasi tinggi, sedangkan Pasangkayu memiliki luasan terbesar namun paling tertekan oleh konversi tambak, perkebunan, dan permukiman. Model pengelolaan berbasis SIG terbukti efektif dalam mengidentifikasi area prioritas rehabilitasi, perlindungan, serta pemanfaatan berkelanjutan, sehingga dapat dijadikan dasar penyusunan strategi pengelolaan mangrove terpadu di Sulawesi Barat. Zonasi ini penting untuk menjaga keseimbangan antara perlindungan ekosistem dan kebutuhan ekonomi Masyarakat.

Penguatan Kebijakan: Pemerintah daerah perlu memperkuat regulasi terkait perlindungan mangrove, termasuk implementasi zonasi sesuai hasil pemetaan SIG, serta mengintegrasikannya ke dalam rencana tata ruang wilayah (RTRW). Rehabilitasi Ekosistem: Perlu dilakukan upaya rehabilitasi pada kawasan yang mengalami degradasi, dengan melibatkan masyarakat lokal melalui pendekatan community-based management. Pengembangan Ekonomi Berkelanjutan: Kawasan pemanfaatan mangrove dapat diarahkan pada kegiatan ekonomi ramah lingkungan, seperti ekowisata, silvofishery, dan budidaya perikanan berkelanjutan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat

References

Alongi, D. M. (2015). *The impact of climate change on mangrove forests*. Current Climate Change Reports, 1(1), 30–39.

Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. Current Climate Change Reports, 1(1), 30–39.

Alongi, D.M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. Annual Review of Marine Science, 6, 195–219. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020

Asri, & Yusuf. (2024). Analisis Risiko Bencana di Sulawesi Barat. Jurnal Kebencanaan, 9(1), 55–68.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2024). Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) 2024. BNPB: Jakarta.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Mamuju. 2017. Mamuju Dalam Angka. Mamuju

Barbier, E.B., et al. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs, 81(2), 169–193. https://doi.org/10.1890/10-1510.1

Basyuni, M., Sulistiyono, N., & Putri, W. (2018). Diversity and ecosystem services of mangroves in Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 126(1), 012034.

Basyuni, M., Sulistiyono, N., & Putri, W. (2018). Diversity and ecosystem services of mangroves in Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 126(1), 012034.

BNPB. (2023). "Upaya Mitigasi Berbasis Lingkungan di Pesisir Sulawesi Barat." Diakses dari www.bnpb.go.id

Bosire, J.O., et al. (2008). Functionality of restored mangroves: A review. Aquatic Botany, 89(2), 251–259. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.03.010

Chang, C.W., et al. (2019). GIS-based vulnerability assessment of mangrove ecosystems. Ocean & Coastal Management, 182, 104–116.

Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., & Sitepu, M.J. (2020). Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Jakarta: Pradnya Paramita.

Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur. (2023). Pemanis (Pemantauan Mangrove dengan Sistem Informasi Geospasial).

DKP Bangka Belitung. 2015. Mitigasi Bencana di Babel. https://dkp.babelprov.go.id/content/mitigasi-bencana-di-babel

Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U & Koedam, N. (2007). A world without mangroves. 41-42.

Dwiputra. M. A, R. Kurnia and E. Riani. 2019. "Penggunaan Data Citra Satelit Landsat Multitemporal untuk Monitoring Perubahan Kondisi Ekosistem Mangrove di Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara," Journal of Science and Applicative Technology, vol. 3, no. 1, pp. 1-8.

Faizal A and M. A. Amran. 2005. "Model Transformasi Index Vegetasi Yang Efektif Untuk Prediksi Kerapatan Mangrove Rhizophora Mucronata," in Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, Surabaya.

FAO & Wetlands International. (2020). Mangrove Ecosystem Guidebook for Southeast Asia. Bangkok.

FAO. (2007). The World's Mangroves 1980-2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fitrianto, I. (2024). Critical reasoning skills: Designing an education curriculum relevant to social and economic needs. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 245-258.

Fitrianto, I. (2024). Critical reasoning skills: Designing an education curriculum relevant to social and economic needs. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 245-258.

Fitrianto, I. (2024). Innovation and technology in Arabic language learning in Indonesia: Trends and implications. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 134-150.

Fitrianto, I., & Farisi, M. (2025). Integrating local wisdom into 21st century skills: A contextual framework for culturally relevant pedagogy in rural classrooms. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 109-121.

Fitrianto, I., & Saif, A. (2024). The role of virtual reality in enhancing Experiential Learning: a comparative study of traditional and immersive learning environments. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 97-110.

Fitrianto, I., Al-Faruqi, M. R., & Hanifah, N. A. (2025). The Contributions of Ibn Malik to Arabic Language Education: A Historical and Pedagogical Analysis. *IJAS: International Journal of Arabic Studies*, 1-11.

Friess, D. A., (2020). Mangroves give cause for conservation optimism, for now. Current Biology, 30(4), R153–R154

Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C., & Field, C. (2008). Threats to mangroves fromclimate change and adaptation options: A review. Aquatic Botany, 89(2), 237-250.

Giri, C., Long, J., & Abbas, S. (2021). Mangrove Restoration and Its Role in Climate Change Mitigation in Southeast Asia. Ocean & Coastal Management, 205, 105–119

Giri, C., Long, J., & Abbas, S. (2021). Mangrove Restoration and Its Role in Climate Change Mitigation in Southeast Asia. Ocean & Coastal Management, 205, 10

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., ... & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Global Ecology and Biogeography, 20(1), 154-159.

Green, E. P., A. J. Edwards and C. D. Clark. 2000. Remote Sensing Hand Book for Tropical Coastal Management, Paris: UNESCO Publishing.

Handayani, S. i K., & Hweindati, Y. T. (2017). Peran Hutan Mangrove Dalam Mitigasi Bencana di Wilayah Pesisir. *Peran Matematika, Sains & Teknologi Dalam Kebencanaan*, 1–27.

Hasri. K, Basri. H, Indra. 2013. Dampak alih lahan terhadap nilai ekosistem mangrove di Kecamatam Seruway Kabupatem Aceh Tamiang. Fakultas pertanian Unsyiah. Banda aceh.

Hidayat, A. (2024). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Mangrove (Studi Kasus: Badan Restorasi Gambut dan Mangrove). Skripsi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.

Howard, J. (2022). Blue carbon and ecosystem services of mangroves: Restoration as a climate solution. Nature Climate Change, 12, 505–518.

Imburi, C. S., Angrianto, R., Tanur, E. A., Widodo, I., & Sitompul, G. A. (2024). Peran Hutan Mangrove dalam Menanggulangi Dampak Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Indonesia. Jurnal Geosains West Science

Imburi, C. S., Angrianto, R., Tanur, E. A., Widodo, I., & Sitompul, G. A. (2024). Peran Hutan Mangrove dalam Menanggulangi Dampak Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir Indonesia. Jurnal Geosains West Science

Karminarsih, E. (2007). Fungsi Ekologis Mangrove dalam Perlindungan Pantai. Jurnal Pesisir dan Lautan, 2(2), 65–73.

Kementerian Kehutanan. 2025. Peta Mangrove Nasional Tahun 2024. https://www.bpdas-sjd.id/tdash/pdf/skpmn.pdf.

Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. (2023). Statistik Mangrove Nasional 2023. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut.

Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. (2023). Statistik Mangrove Nasional 2023. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut.

Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2019). Pedoman Teknis Zonasi Kawasan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Jakarta: KKP. https://kkp.go.id/djprl/artikel/pedoman-zonasi-kawasan-pesisir

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Peraturan Menteri LHK No. P.23/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2021 tentang Pelestarian dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Jakarta: KLHK. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4445

Kuleli, T. (2010). Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. Ocean & Coastal Management, 53(1), 35–43. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.11.004

Kurniawan, F., Adrianto, L., Bengen, D. G., & Prasetyo, L. B. (2021). Spatial analysis of mangrove ecosystem services for coastal protection. Ocean & Coastal Management, 205, 105-123.

Marini. Y, A. K. Mannopo and N. Anggraini. 2015. "Teknik Penentuan Citra Komposit untuk Identifikasi Mangrove Menggunakan Landsat-8 di Pulau Subi Kecil," in Mangrove Citra Penginderaan Jauh dan Identifikasinya, Bogor, IPB Press. pp. 1-19.

Mazda, Y., Magi, M., Ikeda, Y., Kurokawa, T., & Asano, T. (2022). Coastal protection role of mangroves during tsunami and storm surges. Ocean & Coastal Management, 226, 106254.

Munandar, M., & Kusumawati, I. (2017). Studi Analisis Faktor Penyebab Dan Penanganan Abrasi Pantai Di Wilayah Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, *4*(1), 47. https://doi.org/10.35308/jpt.v4i1.55

Niode, D. F., Rindengan, Y. D. Y., & Karouw, S. D. . (2016). Geographical Information System (GIS) untuk Mitigasi Bencana Alam Banjir di Kota Manado. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 5(2), 14–20.

Othman,M.A. 1994. Value of Mangrove in Coastal Protection. Hydrobiologia, 285:2

Papilaya. P. P. E. 2013. "Pemilihan Kombinasi Band Citra Komposit Landsat 5 Tm Untuk Menganalisa Tutupan Lahan Hutan Mangrove Di Teluk Dalam Pulau Ambon," Ekosains, vol. 02, no. 01, pp. 77-89.

PCC. (2022). Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/

Primavera, J.H., & Esteban, J.M.A. (2008). A review of mangrove rehabilitation in the Philippines. Hydrobiologia, 637(1), 285–295. https://doi.org/10.1007/s10750-009-9910-y

Pujiono, E., et al. (2013). Analisis perubahan tutupan lahan mangrove menggunakan citra satelit multitemporal. Jurnal Ilmu Kehutanan, 7(2), 112–123. https://doi.org/10.22146/jik.635

Purwanto. A.D. 2014 "Analisis Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap," in Prosiding Sinas Inderaja, Bogor.

Putra, E. H. 2011.Penginderaan Jauh dengan Ermapper, Yogyakarta: Graha Ilmu.

Rahman, A., dan D.P. Sari. 2023. Degradasi ekosistem mangrove dan implikasinya terhadap mitigasi bencana pesisir di Sulawesi Barat. Jurnal Ilmu Kelautan Tropis, 11(2), 45–56.

Rahmawati, A., Susilo, S., & Fadli, M. (2018). Degradasi Mangrove dan Dampaknya terhadap Abrasi Pantai di Pesisir Utara Jawa. Jurnal Oseanografi, 7(2), 101–112.

Reza, F., Putra, D., & Lestari, S. (2024). Ekosistem Mangrove sebagai Solusi Mitigasi Bencana Pesisir. Jurnal Lingkungan dan Pesisir, 12(2), 77–89.

Rizaldy, W. F. (2019). Urgensi Mangrove bagi Jawa Timur: Menimbang Regulasi dan Peran Pemerintah Provinsi dalam Melindungi Ekosistem Pesisir yang Kritis. Universitas Teknologi Surabaya.

Santoso, D. 2019. Penyuluhan tentang mitigasi bencana tsunami berbasis hutan manggrove di desa ketapang raya kecamatan keruak lombok timur . Universitas Mataram: Indonesia.

Santoso, D., Yamin, M., & Makhrus, M. (2019). Penyuluhan Tentang Mitigasi Bencana Tsunami Berbasis Hutan Mangrove Di Desa Ketapang Raya Kecamatan Keruak Lombok Timur. Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 1(2). https://doi.org/10.29303/jpmpi.v1i2.242

Sari, D. P., & Prasetyo, L. B. (2023). Pemetaan Lahan Kritis Mangrove dengan Teknologi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di Kawasan Mandeh, Sumatera Barat. Aurelia Journal, 3(1), 1-10

Sidik, F., Kusuma, D. W., Kadarisman, H. P., & Suhardjono. (2019). Panduan Mangrove: Survei Ekologi dan Pemetaan. Buku ini menyediakan panduan teknis dalam melakukan survei ekologi dan pemetaan mangrove, termasuk teknik dasar pengambilan data di lapangan.

Sunkur, M., Masselink, G., & van der Meer, J. (2023). Mangroves as nature-based solutions for disaster risk reduction. Journal of Environmental Management, 336, 117-199.

Suwargana. N, 2008. "Analisis Perubahan Hutan Mangrove Menggunakan Data penginderaan Jauh di Pantai Bahagia, Muara Gembong, Bekasi," Jurnal Penginderaan Jauh, vol. 5, pp. 64-74.

Velati, Z., Suryono, S., & Pratikto, I. (2024). Jenis Substrat dan Tingkat Kerapatan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Baros Yogyakarta. Journal of Marine Research, 13(4), 739-745.