

KARAKTERISTIK SPASIAL EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN PESISIR KABUPATEN GORONTALO UTARA

Rikardinal Lagarusu¹, Sri Sutarni Arifin²

¹Mahasiswa Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. B.J. Habibie Desa Mautong Kec. Tilongkabila Kab. Bone Bolango

²Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. B.J. Habibie Desa Mautong Kec. Tilongkabila Kab. Bone Bolango.

E-mail: rikardinallagarusu@gmail.com; srisutarni@ung.ac.id

Abstrak

Ekosistem Mangrove adalah ekosistem pesisir yang penting dalam menjaga keseimbangan ekologi dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat. Penelitian ini bertujuan mengkaji karakteristik spasial ekosistem mangrove di kawasan pesisir Gorontalo Utara. Metode yang digunakan kajian literatur dimana peneliti melakukan serangkaian penelitian yang melibatkan berbagai macam informasi yang berasal dari keputusan seperti buku, jurnal, dokumen, dan sebagainya. Hasil penelitian Karakteristik spasial ekosistem mangrove di wilayah pesisir Gorontalo Utara dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor penting adalah interaksi antara air tawar dan air laut yang terjadi di aliran sungai. Kehadiran sungai di daerah ini memberikan pasokan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan mangrove. Selain itu, kondisi topografi dan substrat juga mempengaruhi distribusi spasial mangrove.

Kata Kunci: Ekosistem Mangrove, Karakteristik Spasial, Pola Distribusi

Abstract

Mangrove ecosystem is an important coastal ecosystem in maintaining ecological balance and providing economic benefits for local communities. This study aims to assess the spatial characteristics of mangrove ecosystems in North Gorontalo coastal areas. The method used is a literature review where researchers conduct a series of studies involving various kinds of information derived from decisions such as books, journals, documents, and so on. The spatial characteristics of mangrove ecosystems in North Gorontalo coastal areas are influenced by several factors. One important factor is the interaction between freshwater and sea water that occurs in the river. The presence of rivers in this area provides sufficient nutrient supply for mangrove growth. In addition, topography and substrate conditions also affect the spatial distribution of mangroves.

Keywords: Mangrove Ecosystem, Spatial Characteristics, Distribution Patterns

A. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang paling produktif dan ekosistem biologis yang sangat penting di dunia karena *mangrove* menyediakan barang dan jasa ekosistem penting untuk manusia, wilayah pesisir, dan laut. Ekosistem *mangrove* adalah salah satu tumbuhan yang mendominasi pada lahan basah pesisir tropis dan subtropis di seluruh dunia (Rahmadi et al., 2021). *Mangrove* dapat mengurangi dampak bencana alam, kerusakan wilayah pesisir, menyediakan tempat berkembang biak dan makanan untuk spesies dan laut, bahan bakar, sebagai obat-obatan, dan bahan bangunan untuk masyarakat wilayah pesisir lokal (Rahmadi et al., 2021). *Mangrove* memiliki karakteristik sebagai barang publik yaitu memberikan keuntungan atau manfaat bagi yang

menerimanya seperti tempat pembibitan ikan, penyedia habitat, perlindungan pantai, dan penyangga badai. (Rahmadi et al., 2021)

Saat ini mangrove mengalami sejumlah ancaman, seperti polusi, penebangan *mangrove* fragmentas, dan meningkatnya suhu permukaan laut (Rahmadi et al., 2021). Ancaman lain kerusakan *mangrove* adalah perubahan iklim, meningkatnya jumlah penduduk, pembangun wilayah pesisir, konversi penggunaan lahan, *mangrove* menjadi tambak, perkembangan wilayah kota, pembangunan infrastruktur, dan kenaikan permukaan laut (Rahmadi et al., 2021). Hutan *mangrove* harus terus dilakukan pelestarian karena memiliki manfaat yang sangat besar untuk kehidupan manusia dan ekosistem sekitar. Pelestarian hutan *mangrove* merupakan strategi yang menjanjikan untuk mengurangi gangguan atmosfer dan membantu menghadapi perubahan iklim terutama untuk masyarakat pesisir. (Rahmadi et al., 2021)

Ekosistem mangrove memberikan nilai ekologi, social, dan ekonomi, yang signifikan untuk kehidupan manusia. Sebagai ekosistem dengan produktivitas yang tinggi dan memberikan manfaat yang beragam, mangrove haruslah dikelola dengan baik dan diprlukan pemantauan dengan jangka tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan melakukan pemetaan distribusi *mangrove*. Pemetaan mangrove memiliki oeran penting untiik memahami karakteristik, distribusi, dan spesies *mangrove* sehingga dapat memberikan informasi terkait dengan perubahan lingkungan (Rahmadi et al., 2021). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021) luas *mangrove* Indonesia saat ini mencapai 3.49 juta ha (100%) dengan komposisi 2.17 juta ha (62.18%) terletak pada wilayah hutan dan 1.32 juta ha (37.82%) terletak pada wilayah non hutan. Onrizal (2010) mengemukakan luas mangrove Indonesia hamper 50% dari luas *mangrove* asia dan hampir 25% dari luas hutan *mangrove* dunia.

Kawasan pesisir Gorontalo Utara, Indonesia, merupakan salah satu daerah yang memiliki ekosistem mangrove yang penting. Ekosistem mangrove di kawasan tersebut memiliki karakteristik spasial yang unik, yang perlu dipelajari lebih lanjut untuk memahami kompleksitas dan keberagaman ekosistem tersebut. Penelitian tentang karakteristik spasial ekosistem mangrove di Gorontalo Utara dapat memberikan informasi penting tentang struktur komunitas, keanekaragaman hayati, dan dinamika ekologi yang terjadi di dalamnya.

Sesuai dengan kondisi yang telah di uraikan sebelumnya, maka di perlukan kajian untuk menganalisis Karakteristik Spasial Ekosistem Mangrove di Kawasan Pesisir Daerah Kabupaten Gorontalo Utara.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur dimana peneliti melakukan serangkaian penelitian yang melibatkan berbagai macam informasi yang berasal dari keputusan seperti buku, jurnal, dokumen, dan sebagainya dengan tujuan untuk menemukan berbagai macam teori dan gagasan yang kemudian dapat di rumuskan hasil sesuai dengan tujuaan penelitian. Kajian literatur dalam penelitian ini di lakukan guna mendapatkan kesimpulan mengenai bagaimana Karakteristik Spasial Ekosistem Mangrove di Kawasan Pesisir Daerah Kabupaten Gorontalo Utara

C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Karakteristik spasial ekosistem mangrove di wilayah pesisir Gorontalo Utara dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor penting adalah interaksi antara air tawar dan air laut yang terjadi di aliran sungai. Kehadiran sungai di daerah ini memberikan pasokan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan mangrove. Selain itu, kondisi topografi dan substrat juga mempengaruhi distribusi spasial mangrove. Daerah-daerah yang meleleh dengan salinitas rendah cenderung menjadi habitat ideal untuk pertumbuhan mangrove. Selain itu, aktivitas manusia juga memiliki dampak yang signifikan pada karakteristik spasial ekosistem mangrove. Pemusnahan mangrove untuk penggunaan lahan lainnya, seperti tambak, sumur atau pemukiman, dapat mengurangi ukuran dan keragaman ekosistem mangrove. Oleh karena itu, konservasi dan pengelolaan yang baik sangat penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove di wilayah pesisir Gorontalo Utara.

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Spasial Ekosistem Mangrove Pada Kawasan Pesisir Kabupaten Gorontalo Utara

Lokasi	Pola Distribusi Spasial Ekosistem Mangrove	Referensi
Pesisir Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara	-Bentuk lahan lereng kaki perbukitan terkikis dan rataaan lumpur pasang surut -berubah peruntukannya menjadi tambak, permukiman, tegalan, dan pelabuhan -kriteria baik-sangat padat adalah seluas 341,8 hpektar atau 31% dari total luas hutan mangrove tahun 2010, kriteria baik-sedang seluas 64,6 hektar atau 6 % dari total luasan mangrove -menemukan 16 spesies mangrove, terdapat 11 spesies mangrove sejati atau mangrove mayor, empat spesies mangrove minor dan satu spesies mangrove asosiasi. -terdapat 9 spesies yakni <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Bluguiera gymnorrhiza</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Bluguiera cylindrical</i> dan untuk desa Moluo masih ditemukan 9 spesies yakni <i>Rhizophora mucronata</i> , <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Bruguera gymnorrhiza</i> , <i>Avicennia marina</i> , <i>Avicennia alba</i> , <i>Sonneratia alba</i> , <i>Ceriops tagal</i> , <i>Avicennia lanata</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> .	(Baderan, 2017)
Pulau Karampuang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.	-luas mangrove tahun 2016 sebesar 1668.80 ha dan tahun 2018 sebesar 1338.03 ha - terdiri atas dua kelompok yaitu kelompok sejati dan kelompok ikutan.	(Rahmadi et al., 2021)

Desa Pantai Mekar, Kecamatan Muara Gembong	<p>-terbagi menjadi empat penutup lahan yaitu badan air, tambak, ekosistem mangrove dan lahan terbangun</p> <p>-badan air sebesar 834.74 ha (9.85%), lahan terbangun sebesar 148.13 ha (1.75%), mangrove sebesar 4727.35 ha (55.8%), dan tambak sebesar 2762.92 ha (32.60%). tersebar di bagian utara dan timur</p> <p>-didominasi oleh beberapa spesies yaitu <i>Avicennia alba</i>, <i>Bruguiera gimnorhiza</i>, <i>Ceriops decandra</i>, <i>Rhizophora mucronata</i>, dan <i>Xylocarpus molucensis</i>.</p> <p>-Kerusakan diakibatkan adanya perubahan iklim dan aktivitas pesisir diantaranya reklamasi dan penebangan hutan</p> <p>-vegetasi mangrove berada pada pesisir laut. bersubstrat lumpur dan kondisi morfologi habitat lainnya, serta kekuatan arus yang tidak terlalu kuat</p> <p>-Sebaran mangrove yang ada di perairan Pulau Mapur berada antara bagian timur perairan Pulau Mapur hingga bagian barat laut perairan Pulau Mapur.</p> <p>-Jenis mangrove ada family Rhizophora yang <i>Bruguiera</i>, <i>Ceriops</i>, <i>Lumnitzera</i> dan <i>Xylocarpus</i>.</p> <p>-sebaran luasan wilayah hutan mangrove sebesar 159,713 ha</p> <p>- peluang piksel mangrove terklasifikasi dengan benar sebesar 92,30%. seluruh piksel yang terkelaskan sebesar 88 % dengan ketepatan akurasi klasifikasi terhadap data lapangan sebesar 0.8.</p>	(Putra et al., 2022)
Kawasan Taman Nasional Sembilang, pesisir timur Provinsi Sumatera Selatan.	<p>-Luasan mangrove pada tahun 2014 sebesar 92.731 ha, pada tahun 2019 menurun menjadi 88.586 ha,</p> <p>-penurunan luasan mangrove seluas 4.145 ha. faktor alam seperti abrasi pantai dan aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk area tambak. Menurut</p> <p>-Penurunan luasan mangrove pada TN Sembilang dalam kurun waktu 5 tahun yaitu tahun 2014 hingga 2019 sebesar 4.145 ha</p> <p>-2014 NDVI jarang memiliki luasan sebesar 3.611 ha, NDVI sedang memiliki luasan sebesar 31.247 ha NDVI padat memiliki luasan sebesar 57.873 ha.</p>	(Febrianto et al., 2022)

	<p>tahun 2019, NDVI jarang memiliki luasan sebesar 2.019 ha. NDVI sedang memiliki luasan sebesar 24.360 ha dan NDVI padat memiliki luasan sebesar 62.207 ha</p> <p>-Penambahan luasan kerapatan mangrove selain karena adanya kegiatan restorasi dan rehabilitasi yang dilakukan sejak tahun 2011 silam,</p> <p>-tahun 2014 adalah 92.731 ha dan pada tahun 2019 adalah 88.586 ha.</p>	
<p>Di Kawasan Teluk Jailolo Kabupaten Halmahera, Barat, Maluku Utara</p>	<p>-Luas mangrove 393.77 ha</p> <p>kategori tingkat kerapatan sangat jarang hingga lebat.</p> <p>Berdasarkan analisis NDVI diketahui bahwa luas mangrove untuk kategori sangat jarang 20.18 ha, jarang 91.97 ha, sedang 157.83 ha, dan lebat 123.79 ha.</p>	<p>(Tahir et al., 2017)</p>
<p>Desa Pantai Bahagia, Muara Gembong</p>	<p>- NDVI mangrove adalah 0,114 dan nilai maksimum adalah 0,549</p> <p>- mangrove rapat (dense) memiliki luas mencapai 179,02 ha atau 59,31%</p> <p>-kerapatan sedang (moderate) memiliki luas 56,59 ha atau 18,75%</p> <p>mangrove jarang (sparse) mencapai 66,22 ha atau 21,94%</p> <p>-Nilai Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,1295</p> <p>- 16,33% (atau 33,23 ha) pada tahun 2007 dan 17,92% (atau 34,89 ha) Pada tahun 2018 luas memiliki luas sekitar 70 ha</p> <p>-Mangrove menyebar di sekitar areal tambak hingga sepanjang garis pantai.</p> <p>- Kepadatan mangrove tertinggi ada di sepanjang garis pantai, sedangkan mangrove jarang (sparse) di areal tambak dan pinggir sungai.</p>	<p>(Pamungkas et al., 2020)</p>
<p>Pohuwato Provinsi Gorontalo</p>	<p>-Luas keseluruhan hutan mangrove di kabupaten Pohuwato pada tahun 2000- 2001 adalah 7.007,67 hektar, sedangkan pada tahun 2009-2010 berkurang menjadi 3.034,53 hektar</p> <p>-Luas hutan mangrove Kabupaten Pohuwato Propinsi Gorontalo yang teridentifikasi lewat citra pada tahun 2000-2001 seluas 7.007,67 hektar dan pada tahun 2009-2010 seluas 3.034,53 hektar. Terjadi</p>	<p>(Opa, 2010)</p>

	<p>pengurangan luas hutan mangrove sebesar 3.973,14 hektar</p>	
Wilayah Probolinggo	<p>-Dari sekitar 0,52 km² berubah menjadi lahan lain, sekitar 70% atau 0,39 km² berubah menjadi tambak</p> <p>-Sekitar 0,16 km² terkonversi mejadi lahan terbuka, dan 0,08 km² berubah menjadi semak</p> <p>-lahan hutan yang tidak mengalami konversi sekitar 0,72 km².</p> <p>sekitar 0,01 km² lahan terbuka dan 0,09 km² lahan tambak yang terkonversi menjadi lahan hutan mangrove</p> <p>-Lahan semak mengalami peningkatan luas terbesar sekitar 0,39 km².</p> <p>-mengalami penurunan luasan cukup signifikan, seluas 0,52 km²</p> <p>-Area yang dikonversi menjadi hutan mangrove terdapat di pematang lahan tambak dan di tengah-tengah tambak.</p> <p>- RMSe koreksi geometrik sebesar 6,35 m dan agregasi poligon sejauh 20 m</p>	(Province, 2017)
Bama, Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.	<p>-Pengkelasan kerapatan berdasarkan nilai NDVI, dimana pada tahun 2007 nilai NDVI yang didapatkan adalah -0,4674–0,9047, sedangkan pada tahun 2017 nilai NDVI yang didapatkan adalah -0,6419–0,8106</p> <p>-Nilai NDVI mempunyai rentang dari -1 sampai 1. Nilai di bawah nol menunjukkan nilai non-vegetasi (awan, air, dan tanah) dan nilai yang mewakili vegetasi berada di atas nol</p> <p>-Luas sebaran tahun 2007 sebesar 109 ha, sedangkan pada tahun 2017 sebesar 100,1 ha.</p> <p>-mengalami penurunan sebesar 8,9 ha selama rentang waktu 10 tahun</p> <p>-Ditemukan beberapa spesies mangrove, yaitu: <i>Rhizophora apiculata</i>, <i>R. stylosa</i>, <i>R. mucronata</i>, <i>Lumnitzera racemosa</i>, <i>Excoecaria agallocha</i>, <i>Sonneratia alba</i>, <i>Ceriops tagal</i>, <i>Bruguiera gymnorrhiza</i>, dan <i>Aegiceras corniculatum</i>.</p> <p>-Didominasi oleh spesies <i>R. apiculata</i> dan <i>R. Stylosa</i>. Spesies tertinggi yang ditemukan adalah <i>R. apiculata</i></p>	(Bama et al., 2022)

	<p>sebanyak 54 pohon dan terendah adalah <i>R. mucronata</i> sebanyak 7 pohon</p> <p>-Rata-rata diameter terbesar terdapat pada Plot 1 di Stasiun 7 sebesar 73,57 cm dan terkecil pada Plot 1 di Stasiun 4 sebesar 9,96 cm.</p> <p>-Rata-rata diameter terbesar pada tingkat stasiun terdapat pada Stasiun 7 sebesar 59,24 cm dan terkecil pada Stasiun 4 sebesar 10,23 cm</p> <p>-Kerapatan mangrove yang didapat, yaitu: sangat jarang, jarang, sedang, rapat, dan Sangat Rapat sebesar kerapatan setiap plotnya berkisar antara 0,01–0,22 ind/m²</p> <p>-Distribusi sebaran hutan mangrove di lokasi tersebut pada periode 2007–2017 mengalami penurunan sebesar 8,9 ha</p> <p>-kondisi tingkat kerapatan mangrove mengalami peningkatan yang cukup signifikan</p> <p>-Perhitungan matriks kesalahan (confusion matrix) didapatkan akurasi keseluruhan sebesar 88%, sedangkan akurasi kappa adalah 87,76%.</p> <p>.</p>	
Kota Bandar Lampung	<p>-Memiliki 8 ha hutan mangrove, dengan 5 ha dalam kondisi baik, 1 ha dalam kondisi sedang, dan 2 ha dalam kondisi rusak</p> <p>-mengalami konversi lahan menjadi lahan tambak, pelelangan ikan, dan permukiman</p> <p>-kehilangan hutan mangrove sebesar 53,3 ha atau 90,14% dari kondisi awalnya</p> <p>-<i>Avicennia alba</i>, <i>Avicennia marina</i>, <i>Avicennia germinans</i> dan <i>Bruguria parviflora</i>. Jenis yang paling banyak ditemukan adalah jenis <i>Avicennia germinans</i> atau tumbuhan Api-api</p>	(Kurnia & Hasanah, 2019)
Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo	<p>-Memiliki luas 177.703 hektar, atau sekitar 14,29% dari total luas Provinsi Gorontalo</p> <p>-didominasi oleh petambak dan nelayan</p> <p>-80% masyarakat bermatapencaharian pada sektor kelautan dan perikanan, sedangkan 20% lainnya</p>	(Province, 2017)

bekerja di sektor pariwisata (BPS Kabupaten Gorontalo Utara, 2015)

-Luas ekosistem mangrove 2.587,50 hektar

-Panjang mangrove yang berfungsi sebagai green belt diketahui sebesar 85.206 meter

-ekonomi total areal budidaya tambak sebagai penyedia udang windu per tahun sebesar Rp32.940.223 per hektar

-nilai manfaat langsung sumber daya kepiting sebesar Rp1.417.351/ hektar/tahun

-Jenis satwa yang ditangkap yaitu bia paku, bia bor, burung, madu dari lebah, dan kelelawar

Sumber :Hasil Analisis 2023

Daerah Gorontalo Utara dan Sumatra Selatan memiliki perbedaan dalam distribusi spasial ekosistem mangrove. Di utara Gorontalo, mangrove cenderung terkonsentrasi di sepanjang aliran sungai dan daerah kabut di pantai. Spesies mangrove yang dominan termasuk *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Kepadatan mangrove bervariasi antara lokasi, dengan nilai tertinggi ditemukan di daerah yang lebih dilindungi dari campur tangan manusia. Di Sumatra Selatan, ekosistem mangrove tersebar terutama di sepanjang pantai selatan. Distribusi ruang mangrove dipengaruhi oleh kondisi topografi dan interaksi air tawar dan air laut. Spesies mangrove yang paling umum di Sumatra Selatan adalah *Rhizophora sp.* dan *Avicennia sp.* Mangrove di kedua daerah memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir dan menyediakan habitat vital untuk berbagai spesies hewan dan tumbuhan.

Selain itu, daerah seperti Maluku Utara, Jawa Timur (Probolinggo), Lampung, dan Sulawesi Barat juga memiliki distribusi spasial yang unik dari ekosistem mangrove. Di Maluku Utara, mangrove menyebar di sepanjang pantai, termasuk di pulau-pulau kecil dan sungai. Spesies mangrove yang dominan termasuk *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Probolinggo, Jawa Timur, memiliki mangrove terkonsentrasi di sepanjang sungai dan daerah rusa dengan spesies umum seperti *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Sementara itu, Lampung memiliki mangrove yang dapat ditemukan di sepanjang pantai, sungai, dan laguna dengan spesies umum seperti *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Sulawesi Barat juga memiliki mangrove tersebar di sepanjang pantai dengan spesies dominan seperti *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Perbedaan dalam karakteristik spasial ekosistem mangrove di daerah-daerah ini mencerminkan variasi kondisi geografis dan hidrologi yang ada di setiap wilayah pesisir, serta interaksi manusia dengan lingkungan.

SIMPULAN

Karakteristik spasial ekosistem mangrove di kawasan pesisir Gorontalo Utara. Ditemukan bahwa distribusi mangrove cenderung terkonsentrasi di sepanjang muara sungai dan daerah berlumpur di pesisir. Beberapa jenis mangrove yang dominan

meliputi *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., dan *Sonneratia* sp. Kepadatan mangrove bervariasi antara lokasi, dengan tingkat kepadatan tertinggi di daerah yang lebih terlindungi dari gangguan manusia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti interaksi antara air tawar dan air laut di muara sungai, topografi, dan kondisi substrat berperan penting dalam membentuk karakteristik spasial ekosistem mangrove di kawasan pesisir Gorontalo Utara. Selain itu, aktivitas manusia, seperti penebangan hutan mangrove untuk penggunaan lahan lainnya, juga memiliki dampak signifikan terhadap keberadaan dan luas ekosistem mangrove. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya perlindungan dan pengelolaan yang baik terhadap ekosistem mangrove di kawasan pesisir Gorontalo Utara. Upaya konservasi yang efektif harus melibatkan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik spasial ekosistem mangrove dan interaksi kompleks antara faktor fisik, biologis, dan manusia di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Baderan, D. W. K. (2017). Distribusi Spasial dan Luas Kerusakan Hutan Mangrove di Wilayah Pesisir Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. *Jurnal GeoEco*, 3(1), 1–8.
- Bama, P., Nasional, T., Perairan, J. I., Perikanan, P., Rahmatullah, A., Fudloly, L., Arif, M., Fuad, Z., & Purwanto, A. D. (2022). *DEPIK Perubahan sebaran dan kerapatan hutan mangrove di Pesisir Pantai Bama , Taman Nasional Baluran menggunakan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 Changes in distribution and density of mangrove forests in Coastal Waters of Bama , Baluran National Park using SPOT 4 and SPOT 6 satellite imagery. September*. <https://doi.org/10.13170/depik.9.2.14494>
- Febrianto, S., Syafina, H. A., Latifah, N., & Muskananfolo, M. R. (2022). Dinamika Perubahan Luasan dan Kerapatan Ekosistem Mangrove Di Kawasan Taman Nasional Sembilang Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 369–377. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14909>
- Kurnia, A. A., & Hasanah, A. (2019). *Analisis Spasial dan Temporal Perubahan Karakteristik Ekosistem Mangrove Analisis Spasial dan Temporal Perubahan Karakteristik Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir Kota Bandar Lampung Spatial and Temporal Analysis of Mangrove Ecosystem in Coastal Zone of. November 2016*, 0–7.
- Opa, E. T. (2010). Analisis Perubahan Luas Lahan Mangrove Di Kabupaten Pohuwato Propinsi Gorontalo Dengan Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 6(2), 79. <https://doi.org/10.35800/jpkt.6.2.2010.165>
- Pamungkas, B., Kurnia, R., Riani, E., & Taryono. (2020). Klasifikasi Luasan Ekosistem Mangrove Di Desa Pantai Bahagia, Muara Gembong, Kabupaten Bekasi Dengan Citra Sentinel Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3), 821–831. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i3.32241>
- Province, G. (2017). *TOTAL NILAI EKOSISTEM MANGROVE DI KABUPATEN GORONTALO UTARA , PROVINSI GORONTALO*. 14(3), 219–236.
- Putra, R. D., Napitupulu, H. S., Nugraha, A. H., Suhana, M. P., Ritonga, A. R., & Sari, T. E. Y. (2022). Pemetaan Luasan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Satelit

- Di Pulau Mapur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 20–30. <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.12294>
- Rahmadi, M. T., Yuniastuti, E., Hakim, M. A., & Suciani, A. (2021). Pemetaan Distribusi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel-2A: Studi Kasus Kota Langsa. *Jambura Geoscience Review*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i1.11380>
- Tahir, I., Paembonan, R. E., Harahap, Z. A., Akbar, N., & Wibowo, E. S. (2017). Sebaran Kondisi Ekosistem Hutan Mangrove Di Kawasan Teluk Jailolo, Kabupaten Halmahera Barat. Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Enggano*, 2(2), 143–155. <https://doi.org/10.31186/jenggano.2.2.143-155>