

***Rhizophoraceae* Flower and Fruit Morphology as Evidence of Resilience of Mangrove Revegetation in Lembar West Lombok**

Anak Agung Ayu Diah Kusumadewi^{1*}, Agil Al Idrus^{1,2}

¹ Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Indonesia

Article History

Received : December 02th, 2022

Revised : December 28th, 2022

Accepted : January 07th, 2023

*Corresponding Author:

**Anak Agung Ayu Diah
Kusumadewi,**

Program Studi Magister
Pendidikan IPA, Pascasarjana,
Universitas Mataram, Indonesia;
Email:

ayudiahkusumadewi@gmail.com

Abstract: The stability of the mangrove ecosystem is influenced by climate change. One indicator of the resilience of mangrove species is the emergence of reproductive organs (flowers and fruit). The purpose of this study was to describe the morphological characteristics of fruit and flowers as evidence of the resilience of mangrove revegetation in West Lombok. This research was conducted in a mangrove area on the coast of West Lombok. The samples of this study were all species of the *Rhizophoraceae* family from revegetation. Mangrove data which includes the names of revegetation mangrove species from the *Rhizophoraceae* family using the transect method. Furthermore, data analysis was carried out qualitatively and quantitatively. Qualitative analysis was conducted to describe the types of mangroves. Quantitative analysis was conducted to explain the diversity of mangrove species. Mangrove diversity can be determined using the diversity theory by Shannon-Wiener (H'). Based on the results of mangrove data which includes the names of revegetated mangrove species from the *Rhizophoraceae* family, three mangrove species were found, namely *Rhizophora mucronate*, *Rhizophora stylosa*, and *Rhizophora apiculata* which identified the morphological characteristics of the fruit and flowers. The results of this study indicate the results of the diversity index value $H'1 < H' < 3$, then the diversity index is categorized as medium. So it can be concluded that the morphological characteristics of fruit and flowers in the *Rhizophoraceae* family can be used as evidence of the resilience of mangrove revegetation results.

Keywords: ecosystems; climate change; mangroves; revegetation; resilience

Pendahuluan

Stabilitas ekosistem mangrove dipengaruhi oleh perubahan iklim (climate change) (Cinco & Herrera, 2020). Selain itu, bisa dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang menyebabkan kerusakan (Paddiyatu, 2018). Ekosistem mangrove salah satu ekosistem yang paling produktif (Eddy *et al.*, 2017). Mangrove berada di zona pertemuan laut dengan terrestrial sehingga mendapat tekanan dari kedua lingkungan, termasuk dari aktivitas manusia (Nursagita & Titah, 2021). Mangrove merupakan ekosistem dengan fungsi serta jasa lingkungan. Salah satunya dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Barakalla & Megawanto, 2017).

Keberadaan mangrove di kawasan pesisir dapat meningkatkan resiliensi masyarakat pesisir terhadap perubahan iklim dan meminimalisir dampak bencana alam. Hal ini seperti tsunami, badai dan gelombang pasang (Niagara *et al.*, 2021). Mangrove juga ikut serta dalam mengendalikan perubahan iklim yang berperan sebagai paru-paru dunia melalui absorpsi dan penyimpanan karbon (Sutanto *et al.*, 2022). Selain berfungsi sebagai pelindung pantai, mangrove adalah daerah asuhan (nursery ground) bagi organisme yang masih kecil sebelum menjadi dewasa. Kemudian, sebagai habitat biota yang bernilai ekonomis seperti ikan, kepiting, dan udang (Mbihgo, 2019).

Perubahan iklim dan perkembangan global telah memberikan dampak terhadap kelestarian mangrove (Niagara *et al.*, 2021). Sebagai negara dengan hutan mangrove terluas di dunia, upaya pelestarian mangrove di Indonesia menjadi fokus utama program perubahan iklim dunia (Siburian & Haba, 2016). Perubahan iklim secara global akan berpengaruh pada hilangnya hutan mangrove, penyempitan luas hutan mangrove dan hilangnya pulau-pulau. Perubahan iklim global yang terjadi saat ini akan berdampak pada wilayah pesisir dan masyarakat sekitar (Wacano *et al.*, 2013). Dampak kenaikan permukaan air laut dapat mengurangi lahan pertanian dan perikanan, sehingga hal tersebut akan menurunkan rata-rata potensi pendapatan masyarakat pesisir (Bradley *et al.*, 2017).

Hutan mangrove merupakan ekosistem yang lebih spesifik jika dibandingkan dengan ekosistem lainnya karena mempunyai vegetasi yang lebih beragam (Majid *et al.*, 2016). Revegetasi mangrove adalah usaha untuk memperbaiki dan memulihkan vegetasi mangrove yang rusak melalui kegiatan penanaman dan pemeliharaan pada lahan bekas penggunaan kawasan hutan (Angrianto, 2018). Revegetasi mangrove di Indonesia selama ini baru dilakukan menggunakan satu jenis mangrove saja yaitu dari genus *Rhizophora* sp. (Anwar & Mertha, 2017). Secara alami, mangrove memiliki zonasi tertentu berdasarkan jenis tanaman yang cocok untuk hidup di ekosistem mangrove (Martiningsih *et al.*, 2015).

Zonasi mangrove sangat berpengaruh baik secara fisik maupun ekologis terutama terhadap kelangsungan hidup biota asosiasi mangrove (Sani *et al.*, 2019). Hal ini dapat ditunjukkan dengan mengevaluasi struktur vegetasi mangrove di kawasan yang telah direhabilitasi (Wijaya & Huda, 2018). Resiliensi spesies mangrove salah satu indikatornya adalah munculnya alat reproduksi (bunga dan buah). Selanjutnya, siklus reproduksi (reproductive cycle) dari *R. stylosa*, *R. apiculata* dan *R. mucronata* rata-rata selama 11-12 bulan (Kamruzzaman *et al.*, 2013). Sementara itu, umumnya spesies mangrove dari famili *Rhizophoraceae*, saat mencapai umur 3-4 tahun (de Lima *et al.*, 2012; Dangremond & Feller, 2016). Resiliensi

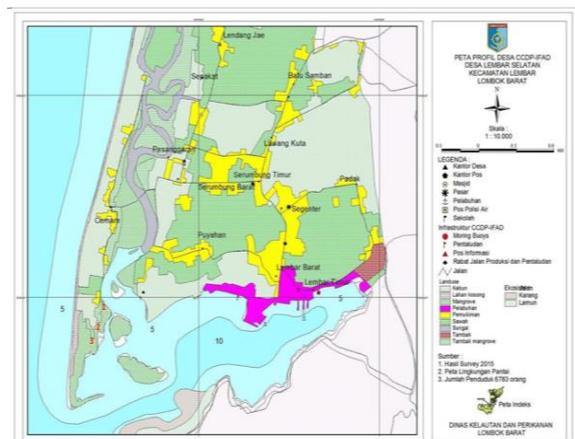
spesies mangrove dapat dilihat dari munculnya buah dan bunga (Numbere & Camilo, 2018).

Resiliensi spesies mangrove dapat dilihat dari parameter lainnya yaitu penaikan permukaan laut, salinitas, jenis fauna akuatik, pemanfaatan ekosistem mangrove, dan lain-lain (Yulianti *et al.*, 2013). Oleh karena itu, informasi detail secara ilmiah tentang resiliensi spesies mangrove dari hasil revegetasi sangat penting, khususnya untuk menilai keberhasilan atau kegagalan kegiatan revegetasi mangrove di Lombok Barat. Namun demikian, belum ada penelitian terkait bukti morfologi bunga dan buah sebagai indikator resiliensi revegetasi mangrove di Lombok Barat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan karakteristik morfologi buah dan bunga sebagai bukti resiliensi hasil revegetasi mangrove di Lombok Barat.

Bahan dan Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan mangrove di pesisir Lombok Barat, seperti pada gambar 1. Selanjutnya, waktu penelitian adalah pada Agustus-Oktober 2022. Kawasan mangrove di pesisir Lembar, Lombok barat merupakan kawasan mangrove yang terdapat aliran sungai yang menyatu dengan laut. Kawasan mangrove di wilayah ini tidak luput dari aktivitas penduduk yang berada di sekitar kawasan mangrove Lembar, Lombok Barat yakni aktivitas budidaya tambak, budidaya garam, aktivitas penyebrangan Pelabuhan Lembar, dan aktivitas nelayan. Selanjutnya, titik koordinat lokasi penelitian seperti yang terlihat pada tabel 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 1. Titik koordinat penelitian

Stasiun	Titik koordinat
1	8°43'46.7"S 116°03'31.3"E
2	8°43'50.7"S 116°03'31.2"E
3	8°43'54.0"S 116°03'29.4"E

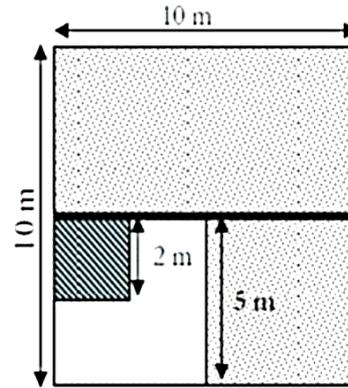
Populasi dan sampel

Populasi dari penelitian ini adalah semua spesies mangrove yang ada di kawasan mangrove Lembar Selatan. Sementara itu, sampel dari penelitian ini adalah semua spesies dari famili Rhizophoraceae dari hasil revegetasi. Selanjutnya variabel penelitian yang diamati meliputi aspek biologi (nama spesies, morfologi bunga dan buah, jumlah individu), dan aspek lingkungan (suhu, salinitas, dan derajat keasaman).

Pengambilan dan Analisis Data

Data penelitian yang bersumber dari aspek biologi tahapan pengambilannya adalah sebagai berikut. Data mangrove yang meliputi nama spesies mangrove hasil revegetasi dari famili *Rhizophoraceae* dengan menggunakan metode transek pada tiga stasiun dengan ukuran plot 10 x 10 meter untuk pohon atau tiang (poles), ukuran sub plot 5 x 5 meter untuk pancang (sapling), dan

ukuran sub plot 2 x 2 meter untuk semai (seedling) (Susanto et al., 2013), sketsa transek penelitian seperti terlihat pada gambar 2. Selanjutnya, nama spesies serta morfologi bunga dan buah diamati menggunakan panduan buku pengenalan mangrove di Indonesia.



Gambar 2. Sketsa Transek Penelitian

Data aspek lingkungan diambil dengan metode in-situ yaitu pengukuran suhu, salinitas, dan derajat keasaman (pH). Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alat dan bahan penelitian

Alat	Fungsi
GPS atau <i>Global Positioning System</i>	Alat yang berguna untuk menentukan koordinat lokasi penelitian.
Tali	Untuk memberi tanda pada plot transek dan pohon
Meteran	Untuk mengukur panjang dan lebar lokasi transek mangrove.
Refraktometer	Alat yang digunakan untuk mengukur salinitas perairan.
Termometer	Alat yang digunakan untuk mengukur suhu (<i>temperatur</i>)
Kamera	Untuk dokumentasi penelitian.
Alat Tulis	Untuk mencatat hasil penelitian di lapangan.

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan analisis melalui Microsoft Excel 2013. Analisis kualitatif dilakukan untuk mendeskripsikan jenis-jenis mangrove serta morfologi buah dan bunga. Analisis kuantitatif dilakukan untuk menjelaskan keanekaragaman spesies mangrove. Keanekaragaman mangrove dapat ditentukan dengan menggunakan teori keanekaragaman oleh Shannon-Wiener (\hat{H}). Tujuan teori ini adalah untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidakaturan dalam suatu sistem. Indeks keanekaragaman tersebut ditentukan dengan menggunakan rumus persamaan 1.

$$\hat{H} = -\sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

Hasil yang diperoleh kemudian dapat dikategorikan kedalam 3 kategori, yaitu jika $\hat{H} < 1$ maka indeks keanekaragaman dikategorikan Rendah. Jika $1 < \hat{H} < 3$ maka indeks keanekaragaman dikategorikan Sedang. Jika hasil $\hat{H} > 3$ maka indeks keanekaragaman dikategorikan Tinggi.

Hasil dan Pembahasan

Aspek lingkungan

Perairan kawasan Mangrove Lembar termasuk perairan semi tertutup yang

berhubungan langsung dengan laut. Perairan di kawasan Mangrove Lembar oleh masyarakat sekitar yang berprofesi sebagai nelayan memanfaatkan nya sebagai area penangkapan ikan. Nelayan-nelayan ini rata-rata menangkap secara tradisional seperti mencari undang, kepiting, dan kerang hanya menggunakan jala dan jaring.

Aspek lingkungan meliputi suhu, salinitas, dan derajat keasaman (pH) yang diukur langsung di lokasi penelitian pada tiga stasiun. Suhu perairan pada stasiun 1 yaitu sebesar 30°C, sedangkan pada stasiun 2 sebesar 32°C dan pada stasiun 3 sebesar 31°C. Kadar garam (salinitas) pada ketiga stasiun tersebut yaitu sebesar 20 ppt. Dan derajat keasaman (pH) pada stasiun 1 dan 3 sebesar 7.2, sedangkan pada stasiun 2 sebesar 7.1 (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai aspek lingkungan perairan mangrove

Parameter	Satuan	Stasiun		
		1	2	3
Suhu	°C	30	32	31
Salinitas	ppt	20	20	20
pH	-	7.2	7.1	7.2

Suhu pada air dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu, komposisi substrat, kekeruhan, suhu air tanah, serta pertukaran panas antara udara atau permukaan air. Suhu juga menjadi faktor pembatas bagi beberapa fungsi biologis hewan air seperti migrasi, pemijahan (spawning), efisiensi makanan, kecepatan renang, perkembangan embrio, dan juga kecepatan. Suhu optimal untuk ikan hidup di daerah tropis berkisar 25°C- 30°C. Hasil dari pengukuran suhu pada setiap stasiun berkisar antara 30°C – 32°C.

Tabel 4. Jumlah masing-masing spesies di setiap stasiun

No	Jenis	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Total
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	5	7	6	3	8	4	11	6	7	57
2	<i>Rhizophora stylosa</i>	9	11	7	7	9	13	15	7	11	89
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	7	8	5	8	5	11	9	7	5	65
Total		21	26	18	18	22	28	35	20	23	211

Hasil penelitian menunjukkan bahwa revegetasi mangrove pada famili *Rhizophoraceae* di lokasi penelitian terdiri dari spesies mangrove yang dominan ditemukan pada pesisir Pulau Lombok khususnya pada kawasan mangrove Lembar, yaitu spesies *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata*.

Salinitas dalam suatu perairan dapat berubah dari waktu ke waktu yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti curah hujan, penguapan, banyak sungai yang bermuara kelaut dan juga pengaruh musim. Hasil pengukuran salinitas perairan di kawasan mangrove Lembar memiliki hasil yang sama yaitu sebesar 20 ppt, hal ini dikarenakan ketiga stasiun tersebut hampir memiliki karakteristik yang sama yaitu dekat dengan daratan.

Derajat keasaman (pH) pada perairan ekosistem mangrove pada lokasi penelitian berkisar antara 7,1-7,2, kondisi ini masih dalam kisaran baku mutu air laut untuk biota di daerah mangrove. Perbedaan nilai pH pada masing-masing daerah perairan sangat dipengaruhi oleh karakteristik oseanografi dan geomorfologi daerah tersebut. Perairan terbuka cenderung memiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan tertutup. Mangrove akan tumbuh dan berkembang dengan baik pada kisaran pH 6,2 – 8 (Delta & Hendri, 2021).

Keanekaragaman Spesies Mangrove

Mangrove yang terdapat di Lembar, Lombok Barat hidup pada substrat campuran lumpur berpasir. Beberapa spesies mangrove dari famili *Rhizophoraceae* (Gambar 3) yang ditemukan pada ketiga stasiun, yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata* (tabel 4). Indeks keanekaragaman pada spesies mangrove tersebut senilai 1.080 yang berarti nilai $H' 1 < H' < 3$ maka bisa dikatakan bahwa indeks keanekaragaman dikategorikan Sedang.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Rahman & Damayanti (2021) mangrove jenis *Rhizophora* sp. selalu ditemukan di setiap stasiun penelitian. Hal ini diduga karena dulunya kawasan mangrove Lembar merupakan

area tambak yang kemudian digalakkan program penanaman (revegetasi) mangrove khususnya jenis *Rhizophora* sp. yang memiliki akar tunjang yang cocok dengan karakteritik perairan sekitar muara sungai di kawasan mangrove Lembar.



Gambar 3. Mangrove dari famili *Rhizophoraceae*

Morfologi buah dan bunga

Rhizophora mucronata

Mangrove spesies *Rhizophora mucronata* ini memiliki pohon dengan ketinggian hingga mencapai 27 m. Batang pohonnya memiliki diameter hingga 70 cm dengan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam. Memiliki akar tunjang dan akar udara yang tumbuh dari percabangan bagian bawah. Morfologi buah dari *Rhizophora mucronata* yaitu bentuk buahnya lonjong/panjang, warnanya hijau-kecoklatan, seringkali kasar di bagian pangkal, hipokotilnya kasar dan berbintil, ukuran panjangnya 36-70 cm dan diameter 2-3 cm.

Morfologi bunga *Rhizophora mucronata* yaitu gagang kepala bunganya seperti cagak, letak bunganya di ketiak daun, membentuk formasi kelompok bunga (4-8 bunga per kelompok), memiliki daun mahkota sebanyak 4; berwarna putih; memiliki rambut, memiliki kelopak bunga sebanyak 4; berwarna kuning pucat, benang sari sebanyak 8; tak bertangkai.

Rhizophora stylosa

Mangrove spesies *Rhizophora stylosa* ini memiliki pohon dengan satu atau banyak batang, tingginya dapat mencapai 10 m. Batangnya kulit kayu halus, berwarna abu-abu hingga hitam. Memiliki akar tunjang dengan panjang hingga 3 m, dan juga akar udara yang tumbuh dari cabang bawah. Morfologi buah dari *Rhizophora stylosa* yaitu panjangnya sebesar 2,5-4 cm; berbentuk buah pir; berwarna coklat, bentuk hipokotil silindris; berbintil agak halus, ukuran dari hipokotilnya yaitu memiliki panjang 20-35 cm

(terkadang sampai 50 cm) dan diameter 1,5-2,0 cm.

Morfologi bunga dari *Rhizophora stylosa* yaitu gagang kepala bunganya seperti cagak, letak bunganya di ketiak daun, membentuk formasi kelompok bunga (8-16 bunga per kelompok), memiliki daun mahkota sebanyak 4; berwarna putih; memiliki rambut, memiliki kelopak bunga sebanyak 4; berwarna kuning kehijauan, benang sari sebanyak 8, dan sebuah tangkai putik.

Rhizophora apiculata

Mangrove spesies *Rhizophora apiculata* memiliki pohon dengan ketinggian mencapai 30 m dengan diameter batang mencapai 50 cm. Memiliki perakaran yang khas hingga mencapai ketinggian 5 meter, dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang. Batang kulit kayu berwarna abu-abu tua dan berubah-ubah. Morfologi buah dari *Rhizophora apiculata* yaitu bentuk buahnya kasar berbentuk bulat memanjang hingga seperti buah pir; berwarna coklat; panjangnya berkisar antara 2-3,5 cm, hipokotilnya berbentuk silindris, berbintil, berwarna hijau ke jingga, ukuran hipokotil panjangnya berkisar antara 18-38 cm dan diameter 1-2 cm.

Morfologi bunga dari *Rhizophora apiculata* yaitu kepala bunganya berwarna kekuningan pada gagang, letak bunganya di ketiak daun, membentuk formasi kelompok bunga (2 bunga per kelompok), memiliki daun mahkota sebanyak 4; berwarna putih kekuningan; tidak memiliki rambut, memiliki kelopak bunga sebanyak 4; berwarna kuning kecoklatan dan melengkung, benang sari sebanyak 11-12, dan tidak bertangkai.



Gambar 4. (a) Buah dan (b) Bunga Mangrove famili *Rhizophoraceae*

Hasil identifikasi bunga dan buah pada famili *Rhizophoraceae* yang ditemukan pada Kawasan mangrove Lembar disajikan pada

gambar 4. Bunga dan buah yang ditemukan di Kawasan mangrove tersebut cukup merepresentasikan bahwa nutrisi yang didapatkan mangrove tersebut tercukupi dan siklus reproduksinya berkembang sesuai dengan usia dari mangrove tersebut. Secara umum, pembungaan pada spesies mangrove di mulai pada umur 3 tahun seperti yang di jelaskan Tomlinson, (1971) menyatakan bahwa masa berbunga tumbuhan mangrove family *Rhizophoraceae* dimulai pada umur 3 hingga 4 tahun. Lama siklus reproduksi pada *R. stylosa*, *R. apiculata* dan *R. mucronata* adalah 18 dan 17 bulan (Kongsangcai & Havanond, 1985).

Waktu *Rhizophora apiculata* berbunga di Bali dan Lombok adalah sepanjang tahun, dan lama bunga berkembang menjadi buah matang (propagul) adalah selama 5 – 6 bulan (Kitamura *et al.*, 1983). Hasil Observasi dan perhitungan langsung dilapangan yaitu di Kawasan mangrove Lembar, kondisi ekosistem mangrove di daerah tersebut saat ini diperkirakan masih cukup berpotensi. Rata – rata jumlah pohon yang dihasilkan dari seluruh stasiun ialah sekitar 23,44 pohon. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat resiliensi mangrove di Kawasan mangrove Lembar cukup berpotensi dalam satu siklus hidupnya.

Kesimpulan

Kondisi umum perairan di kawasan mangrove Lembar, Lombok Barat dapat dilihat dari parameter perairan yaitu meliputi pengukuran Suhu, Salinitas, dan derajat keasaman (pH). Kondisi perairan mangrove kawasan Lembar saat ini dapat dikatakan masih cukup baik. Hasil Observasi dan pengukuran langsung di kawasan mangrove Lembar, kondisi spesies mangrove dari famili *Rhizophoraceae* di daerah tersebut saat ini diperkirakan masih cukup berpotensi dengan nilai H' Indeks Sedang. Melihat dari morfologi buah dan bunga dari famili *Rhizophoraceae*, hal ini menunjukkan bahwa tingkat resiliensi mangrove di kawasan mangrove Lembar cukup berpotensi dalam satu siklus hidupnya.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih peneliti ucapkan kepada Program studi Magister Pendidikan IPA

Pascasarjana Universitas Mataram yang telah memberikan motivasi kepada peneliti sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Referensi

- Angrianto, R. (2018). *Revegetasi Areal Mangrove Pasca Eksplorasi Berbasis Masyarakat Adat*. Deepublish.
- Anwar, H., & Mertha, I. G. (2017). Komposisi Jenis Mangrove Di Teluk Gerupuk Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 3(2), 25-30.
- Barakalla & Megawanto, R. (2017). *Sains dan kebijakan karbon biru: referensi khusus untuk Kabupaten Kaimana Papua Barat*. Conservation International Indonesia.
- Bradley, M., Baker, R., & Sheaves, M. (2017). Hidden components in tropical seascapes: deep-estuary habitats support unique fish assemblages. *Estuaries and Coasts*, 40(4), 1195-1206.
- Cinco-Castro, S., & Herrera-Silveira, J. (2020). Vulnerability of mangrove ecosystems to climate change effects: The case of the Yucatan Peninsula. *Ocean & coastal management*, 192, 105196.
- Dangremond, E. M., & Feller, I. C. (2016). Precocious reproduction increases at the leading edge of a mangrove range expansion. *Ecology and Evolution*, 6(14), 5087-5092.
- de Lima Nadia, T., Morellato, L. P. C., & Machado, I. C. (2012). Reproductive phenology of a northeast Brazilian mangrove community: Environmental and biotic constraints. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 207(9), 682-692.
- Delta, M., & Hendri, M. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak daun dan kulit batang mangrove *Sonneratia alba* di Tanjung Carat, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal: Marine Science Research*, 13(2), 129-144.
- Eddy, S., Iskandar, I., Ridho, M. R., & Mulyana, A. (2017). *Dampak aktivitas antropogenik terhadap degradasi hutan mangrove di Indonesia*.
- Kamruzzaman, M., Sharma, S., Kamara, M., & Hagihara, A. (2013). Phenological traits of the mangrove *Rhizophora stylosa* Griff. at

- the northern limit of its biogeographical distribution. *Wetlands Ecology and Management*, 21(4), 277-288.
- Majid, I., Al Muhdar, M. H. I., Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Konservasi hutan mangrove di pesisir pantai Kota Ternate terintegrasi dengan kurikulum sekolah. *Jurnal Bioedukasi*, 4(2).
- Martiningsih, N. G. A. G. E., Suryana, I. M., & Sutiadipraja, N. (2015). Analisa Vegetasi Hutan Mangrove Di Taman Hutan Raya (Tahura) Bali. *Agrimeta*, 5(09), 90187.
- Mbihgo, S. (2019). Biodiversitas identifikasi dan jenis kepiting bakau (*scylla spp*) pada ekosistem mangrove di Pulau Lombok (Doctoral dissertation, UIN Mataram).
- Niagara, N., Yusuf, M., & Fuad, M. (2021). Pengelolaan Ekosistem Mangrove Sebagai Bentuk Upaya Mengatasi Perubahan Iklim Dengan Meningkatkan Pengatahuan Masyarakat Di Taman Nasional Karimunjawa. Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1(1).
- Numbere, A. O., & Camilo, G. R. (2018). Structural characteristics, above-ground biomass and productivity of mangrove forest situated in areas with different levels of pollution in the Niger Delta, Nigeria. *African journal of ecology*, 56(4), 917-927.
- Nursagita, Y. S., & Titah, H. S. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), G22-G28.
- Paddiyatu, N. (2018). Analisis tingkat kerusakan wilayah pesisir di Kabupaten Mamuju Tengah. *Jurnal Linears*, 1(2), 91-102.
- Rahman, I., Larasati, C. E., & Damayanti, A. A. (2021). Keanekaragaman Jenis Plankton pada Akar dan Perairan Sekitar Mangrove Desa Lembar Selatan, Kabupaten Lombok Barat.
- Sani, L. H., Candri, D. A., Ahyadi, H., & Farista, B. (2019). Struktur vegetasi mangrove alami dan rehabilitasi pesisir selatan Pulau Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 268-276.
- Sibirian, R., & Haba, J. (Eds.). (2016). *Konservasi mangrove dan kesejahteraan masyarakat*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Susanto, A. H., Soedarti, T., & Purnobasuki, H. (2013). Struktur komunitas mangrove di sekitar Jembatan Suramadu sisi Surabaya. Skripsi (Tidak dipublikasikan): Universitas Airlangga, Surabaya.
- Sutanto, H. A., Susilowati, I., & Iskandar, D. D. (2022, July). Mitigation and adaptation to climate change through sustainable mangrove management on the coast of Rembang Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1036, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Wacano, D., Rif'an, A. A., Yuniastuti, E., Daulay, R. W., & Marfai, M. A. (2013). Adaptasi masyarakat pesisir Kabupaten Demak dalam menghadapi perubahan iklim dan bencana wilayah kepesisiran. *Seri Bunga Rampai Pengelolaan Lingkungan Zamrud Khatulistiwa*, 20-33.
- Wijaya, N. I., & Huda, M. (2018). Monitoring sebaran vegetasi mangrove yang direhabilitasi di kawasan ekowisata mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 747-755.
- Yulianti, P., Wardiatno, Y., & Samosir, A. M. (2013). Mangrove ecosystem resilience to sea level rise: a case study of Blanakan Bay, Subang Regency, West Java, Indonesia. *Aquatic Science & Management*, 1(1), 63-71.