

Development of Mangrove Revegetation in Increasing the Availability of Food Materials from the Existence of Association Biota in Central Lombok

M. Akhyar Rosyidi^{1*}, Agil Al Idrus^{1,2}

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : December 02th, 2022

Revised : December 28th, 2022

Accepted : January 07th, 2023

*Corresponding Author:

M. Akhyar Rosyidi

Program Studi Magister Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia;

Email: akharrosyidi@gmail.com

Abstract: Mangrove forest is an ecosystem that functions as a habitat for various animals and biota, but mangrove damage has a negative impact on the diversity of associated biota and the availability of food materials. This study aims to determine the development of mangrove revegetation in increasing the availability of food materials from the presence of associated biota in Central Lombok. Primary data collected from quadratic sampling along the line transects were further analyzed to determine mangrove diversity and dispersion indices as well as macrofauna diversity, uniformity, dominance and abundance indices. The results of the analysis of mangroves, the highest diversity index was in Dondon Beach at 1.52, Tanjung Batutiang at 1.49 and Gili Perigi at 1.42, while the highest dispersion index at Gili Perigi at 0.61, Tanjung Batutiang at 0.55 and Dondon Beach at 0.51. Furthermore, the results of macrofauna analysis showed that the highest diversity index was in Tanjung Batutiang at 2.59, Dondon Beach at 2.51 and Gili Perigi at 2.49, the highest uniformity index at Tanjung Batutiang at 0.82, Dondon Beach at 0.80 and Gili Perigi at 0.79, the highest dominance index at Tanjung Batutiang at 0.91, on Gili Perigi and Dondon Beach of 0.89, the highest abundance index on Dondon Beach of 3.05, on Gili Perigi and Dondon Beach of 2.71. The conclusion of this study is that mangrove revegetation has succeeded in increasing the availability of food material in terms of the presence of macrofauna in Central Lombok.

Keywords: association; biota; mangroves; food materials; revegetation.

Pendahuluan

Ekosistem Mangrove merupakan satu kesatuan yang utuh dan menyeluruh dari komponen penyusun (biotik dan abiotik) yang berada di daerah pasang surut air laut (Sarkar, 2018). Ekosistem mangrove dipengaruhi beberapa faktor yang saling berinteraksi sehingga membentuk keseimbangan dan kestabilan (Moffett *et al.*, 2015). Secara ekologis, terbentuknya komunitas mangrove dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi jenis terhadap habitat (Lee *et al.*, 2014). Kemampuan adaptasi sendiri dipengaruhi oleh kualitas zona atau habitat yang menunjukkan apakah zona atau lahan telah mengalami

perubahan (degradasi) atau masih baik (Parlee *et al.*, 2012). Pelestarian hutan mangrove termasuk rehabilitasinya harus memperhatikan kondisi lahan atau kawasan termasuk pendekatan sosial ekonomi (Al Amin *et al.*, 2021). Hal ini mengingat fungsi mangrove yang sangat kompleks baik dari aspek fisik, biologi, ekonomi, maupun aspek sosial budaya (Queiroz *et al.*, 2017).

Fungsi fisik sebagai penahan angin, penyaring bahan pencemar, penahan ombak, pencegah intrusi air laut ke daratan, menjaga garis pantai agar tetap stabil, serta sebagai perangkap zat-zat pencemar dan limbah (*antopogenik*) (Jaya & Pi, 2020). Fungsi biologis sebagai daerah pemijahan (*spawning*

ground), daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*) dan habitat bagi biota dan asosiasinya (Mayalanda *et al.*, 2014).

Fungsi ekonomi sebagai penghasil kayu dan penyedia materi pangan dari keberadaan biota asosiasi (Wood *et al.*, 2015). Aspek sosial-budaya seperti pengumpulan biota (*Madak*), pengambilan kulit pohon sebagai bahan pengawet dan daun sebagai pakan ternak serta keindahan hutan mangrove sebagai ekowisata alam (Reyes-Arroyo *et al.*, 2015). Jasa lingkungan lainnya sebagai regulasi gas (*gas regulation*) untuk keseimbangan CO₂ dan O₂ di atmosfer, regulasi iklim (*climate regulation*), sumber genetik (*genetic resources*), pengatur dinamika trofik spesies dan populasi (*biological control*) serta meningkatkan nilai biodiversitas (Patech *et al.*, 2021).

Fungsi ekosistem mangrove di daerah pantai yang terlindung menjadi pendukung berbagai jasa ekologi mangrove (Barbier, 2016). Jasa ekologi mangrove adalah habitat bagi keanekaragaman hayati (*biodiversity*) biota asosiasi seperti *mollusca*, *gastropoda*, *bivalvia*, *kepiting*, dan *reptil* (Chakraborty, 2017). Keberadaan biota asosiasi memiliki hubungan erat dengan kondisi vegetasi mangrove (Whitfield, 2017). Kondisi mangrove yang baik akan memiliki pengaruh terhadap keanekaragaman hayati (Safe'I *et al.*, 2021).

Lokasi penelitian merupakan wilayah administrasi yang melaksanakan revegetasi mangrove karena terjadi kerusakan mangrove. Kerusakan mangrove berdampak negatif terhadap keanekaragaman fauna dan asosiasi (Parorrongan *et al.*, 2018). Diperlukan upaya perbaikan ekosistem mangrove melalui kegiatan revegetasi. Revegetasi hutan mangrove merupakan kegiatan pemulihan kondisi akibat degradasi guna mengembalikan fungsi ekologis sebagai habitat berbagai komponen (Gorman & Turra, 2016).

Optimalisasi keberhasilan revegetasi hutan mangrove dapat dilihat dari vegetasi mangrove meliputi spesies (pohon, pancang

dan anakan), dominansi, kondisi lingkungan serta habitat berbagai biota laut sebagai penyedia materi pangan (Mohan *et al.*, 2021). Penelitian ini dilakukan karena belum ada penelitian di lokasi tersebut sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan revegetasi mangrove dalam peningkatan ketersediaan materi pangan dari keberadaan biota asosiasi. Selain itu, untuk mengetahui nilai manfaat langsung dari ketersediaan makrofauna yang dapat diperoleh dan dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat local. Kemudian, untuk sumber informasi ilmiah untuk pengetahuan ekosistem mangrove dan pengembangannya, serta sebagai sumber acuan pengambil kebijakan dalam pengelolaan keberlanjutan ekosistem mangrove untuk perlindungan lingkungan dan ekonomi masyarakat sekitar.

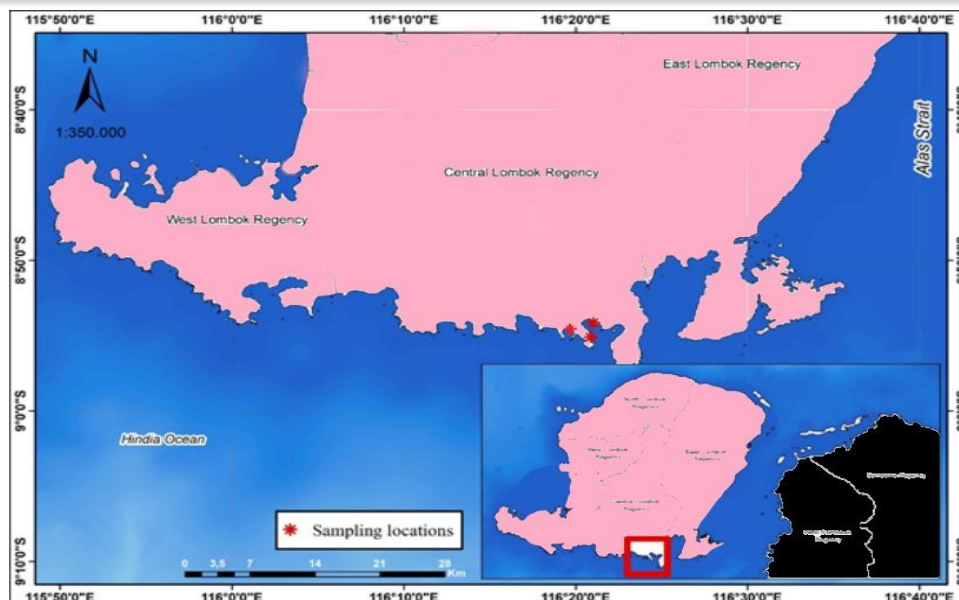
Bahan dan Metode

Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2022 di Kawasan Lombok Tengah yaitu Gili Perigi, Tanjung Batutiang dan Pantai Dondon (Gambar 1). Penelitian ini terfokus pada daerah hutan mangrove hasil revegetasi masyarakat yang bermukim di sekitar hutan mangrove yang memperoleh manfaat langsung dari hutan mangrove tersebut. Secara geografis titik lokasi penelitian di Gili Perigi Lat -8,905869 Long 116,370116, Tanjung Batutiang Lat -8,907051 Long 116,358749 dan Pantai Dondon Lat -8,902981 Long 116,351349.

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan seperti meteran, paralon diameter 0,5 inci, alat tulis menulis, kamera digital, thermometer air raksa, refraktometer salinity, pH meter digital, GPS. Bahan yang digunakan seperti plastik bening, kertas label. Populasi dan sampel penelitian adalah komposisi mangrove, dan biota asosiasinya yang meliputi gastropoda, bivalvia, dan malacostracea (kepiting), dan echinodermata.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengumpulan dan analisis data

Data penelitian adalah data primer yang meliputi keragaman spesies mangrove, keragaman makro-fauna dan kondisi lingkungan (fisika dan kimia). Metode pengambilan data menggunakan metode kuadrat dan transek. Selanjutnya, transek diletakkan tegak lurus ke arah laut, dan titik awal transek adalah mulai ditemukan spesies mangrove. Jumlah transek pada tiap lokasi adalah 3, atau ulangan sebanyak tiga kali dengan jarak antar transek 50 m.

Pengamatan terhadap variabel penelitian dilakukan pada kuadran yang berukuran 20 x 20 m, dan tiap kuadran jaraknya 25 m (Lahabu *et al.*, 2015). Variabel penelitian yang diamati adalah spesies mangrove (nama spesies dan jumlah individu/spesies), makrofauna (nama spesies dan

jumlah individu/spesies). Selanjutnya, dilakukan pengambilan data lingkungan ekosistem mangrove (suhu, pH air, *Dissolve Oxygen* (DO), kedalaman substrat dan tipe substrat).

Hasil dan Pembahasan

Komposisi jenis mangrove

Hasil penelitian komposisi jenis mangrove ditemukan satu spesies dari famili *Avicenniaceae* (*Avicennia marina*), empat spesies dari famili *Rhizophoraceae* (*Xylocarpus granatum*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora stylosa*) serta satu spesies dari famili *Sonneratiaceae* (*Sonneratia alba*). Komposisi jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi jenis mangrove berdasarkan jumlah individu dari berbagai tahap kehidupan (pohon, pancang dan anakan) di setiap lokasi pengambilan sampel

Spesies	Lokasi									Jumlah
	Gili Perigi			Tanjung Batutiang			Pantai Dondon			
	Pohon	Pancang	Anakan	Pohon	Pancang	Anakan	Pohon	Pancang	Anakan	
<i>A. marina</i>	36	12	27	27	4	10	24	14	14	168
<i>X. granatum</i>	0	0	0	32	14	0	0	0	0	46
<i>R. apiculata</i>	0	0	14	0	0	7	20	6	33	80
<i>R. mucronate</i>	12	4	16	4	0	12	21	0	14	83
<i>R. stylosa</i>	4	12	0	4	7	0	6	14	0	47
<i>S. alba</i>	31	5	14	5	0	0	22	7	43	127
Jumlah Jenis	83	33	71	72	25	29	93	41	104	551

Keanekaragaman dan sebaran jenis mangrove pada masing-masing lokasi pengambilan sampel (Gambar 2). Indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan di Pantai Dondon sebesar 1.52 dan terendah di Gili Perigi sebesar 1.42, sedangkan indeks sebaran jenis mangrove tertinggi ditemukan di Gili Perigi dan terendah di Pantai Dondon. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman dan indeks distribusi atau sebaran mangrove disebabkan oleh

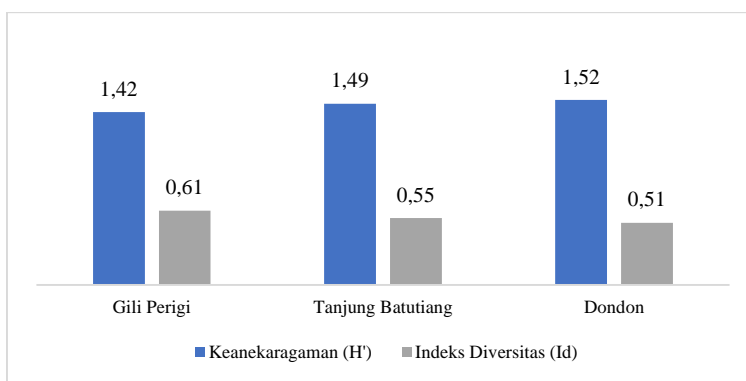
kondisi habitat dimana idealnya habitat mangrove berada pada pesisir pantai dengan gerakan gelombang yang minim dan terhindar dari arus yang kuat, salinitas payau (10-25%), lumpur yang tebal, bahan organik yang cukup, zona intertidal (pasang surut) yang lebar, oksigen terlarut (PO) yang cukup, melimpahnya plankton sebagai produktivitas primer, dan zona mangrove berhubungan dengan kesesuaian jenis (Poedjirahajoe *et al.*, 2017).

Tabel 2. Karakteristik lingkungan mangrove di lokasi penelitian

Parameter Lingkungan	Lokasi		
	Gili Perigi	Tanjung Batutiang	Pantai Dondon
Suhu (°C)	30	31	31
pH Air	7.5-7.7	7.4-7.6	7.4-7.6
Dissolved Oxygen (ppm)	5-6	4-5	4-5
Salinitas (%)	20	24	24
Kedalaman Substrat (cm)	20-23	0-5	10-15
Tipe Substrat	Lumpur Berpasir	Pasir Berlumpur	Lumpur Berpasir

Tingginya indeks keanekaragaman spesies mangrove di Pantai dondon disebabkan kondisi lingkungan yang baik dan masih alami sehingga menjadi habitat tumbuh yang stabil bagi aneka jenis mangrove, sejalan dengan itu seperti (Gambar 2) indeks sebaran spesies mangrove tertinggi di Gili Perigi dibandingkan dengan daerah lainnya. Peran sistem zona tempat tumbuh mangrove berpengaruh terhadap pertumbuhan dan persebaran mangrove. Zona terbuka merupakan zona yang telah tergenang air, cahaya matahari maksimal, lumpur sedikit

bercampur pasir, dan didominasi *Avicennia sp* dan *Sonneratia sp*. Zona tengah merupakan zona yang agak terlindung dari hampasan ombak, berlumpur tebal, frekuensi tergenang lebih banyak dibandingkan yang tidak tergenang dan didominasi *Rhizophora sp*. Zona payau berada disepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar, sedimen berupa tanah liat berlumpur. Zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa* atau *Sonneratia* serta *Bruguiera sp* (Noor *et al.*, 2012).



Gambar 2. Nilai indeks keanekaragaman dan distribusi mangrove di setiap lokasi penelitian

Perbedaan indeks keanekaragaman dan indeks distribusi disebabkan oleh berbagai faktor termasuk perbedaan karakteristik habitat masing-masing lokasi. Setiap spesies juga mempunyai perbedaan tingkat keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan. Selain itu, memiliki batas toleransinya sehingga distribusi tiap spesies akan

berbeda tergantung dari bagaimana spesies menanggapi kondisi lingkungan (Kuncahyo *et al.*, 2020).

Revegetasi dalam suatu ekosistem selalu mendapat pengaruh dari lingkungan. Karakteristik fisik dan kimia lingkungan ketiga lokasi dalam kondisi baik dan normal (Tabel 2). Secara

keseluruhan, ketiga lokasi ekosistem ini tidak memiliki perbedaan yang terlalu signifikan pada faktor lingkungan tersebut, kecuali pada parameter kedalaman substrat. Perbedaan kedalaman substrat menyebabkan vegetasi dominan yang tumbuh pada berbagai tingkat pertumbuhan di kawasan tersebut menjadi berbeda pula. *Rhizophora* sp. sangat cocok hidup di kawasan dengan substrat berlumpur hingga lumpur berpasir, begitu pula dengan anggota famili *Rhizophoraceae* lainnya (Sani *et al.*, 2019). Oleh karena itu kondisi substrat di ekosistem mangrove rehabilitasi pada lokasi penelitian cocok ditumbuhi oleh jenis ini.

Jenis *Rhizophora* memiliki kemampuan adaptasi dan tingkat survival dalam terhadap kondisi lingkungan sangat tinggi sehingga jenis ini mudah hidup di setiap kawasan. Sistem perakaran tunggang membuat jenis ini mampu mengendapkan lumpur pada substrat. Selain itu, kondisi tersebut cocok untuk pertumbuhan *Sonneratia* dan *Avicennia* yang memiliki perakaran longitudinal. Kawasan ini juga terdapat titik dengan kondisi substrat berpasir dan berbatu yang ditumbuhi oleh *Sonneratia*. *Sonneratia* juga dapat tumbuh di kawasan yang berpasir hingga berbatu sehingga kondisi tersebut masih memungkinkan untuk tumbuh dengan baik (Sani *et al.*, 2019).

Perkembangan revegetasi mangrove masih belum maksimal dimana pertumbuhan dan perkembangan spesies masih rendah disebabkan kurangnya frekuensi monitoring dan evaluasi, terutama 1-5 tahun saat proses penanaman. Selama ini sebagian besar monitoring dan evaluasi hanya dilakukan pada tahun awal penanaman namun setelah 3 tahun berikutnya tidak dilakukan lagi. Pertumbuhan mangrove saat mencapai tahun ke 3 biasanya mulai mengalami penurunan jumlah maupun luas areal. Ada ketidaksinkronan atau kurang terpadu antar stakeholder dalam melakukan kegiatan rehabilitasi sehingga diperlukan pemahaman yang sama terkait metode yang akan digunakan.

Komposisi fauna yang berasosiasi dengan mangrove di wilayah studi

Kelompok fauna yang ditemukan berasosiasi dengan mangrove yang ditanam pada tiga lokasi penelitian (Tabel 3). Keberadaan fauna di ekosistem mangrove merupakan bentuk jasa ekologi mangrove. Keanekaragaman fauna yang berasosiasi dengan mangrove yang ditemukan meliputi Kelas Bivalvia, Gastropoda, Malacostraca, dan Holothuroidea.

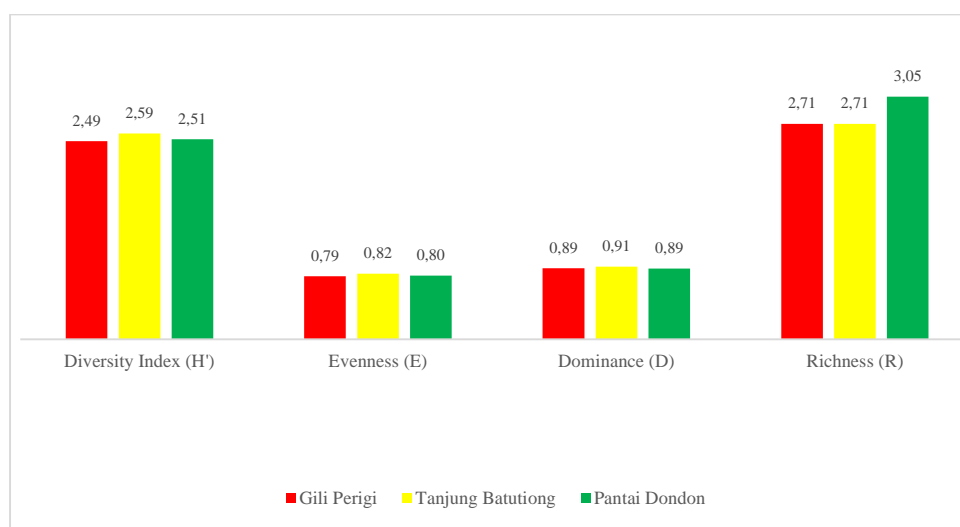
Tabel 3. Komposisi fauna pada setiap lokasi tempat penelitian

Kelas	Famili	Spesies	Lokasi			Jumlah	
			Gili Perigi	Tanjung Batutiang	Pantai Dondon		
Bivalvia	Arcidae	<i>Anadara granosa</i>	30	21	82	133	
		<i>Anadara antiquata</i>	14	21	51	86	
	Pteriidae	<i>Isognomon ephippium</i>	6	18	22	46	
	Corbiculidae	<i>Polumesoda erosa</i>	0	0	6	6	
	Ostreidae	<i>Saccostrea cucullata</i>	14	21	25	60	
Gastropoda	Ellobiidae	<i>Cassidula aurisfelis</i>	4	6	8	18	
		<i>Ellobium scheepmakeri</i>	23	30	32	85	
		<i>Cassidula nucleus</i>	19	20	35	74	
	Potamididae		<i>Melampus monile</i>	0	0	4	4
			<i>Cerithideopsis alata</i>	31	22	133	186
			<i>Telescopium</i>	0	7	4	11
			<i>Terebralia sulcate</i>	15	3	0	18
			<i>Cerithidea cingulata</i>	74	44	121	239
			<i>Cerithidea quadrata</i>	23	7	12	42
			<i>Cerithidea obtuse</i>	4	0	0	4
			<i>Terebralia palustris</i>	15	3	0	18
		Littorinidae	<i>Litoria scabra</i>	0	0	14	14
		Muricidae	<i>Chicoreus capucinus</i>	3	4	26	33
Neritidae	<i>Nerita undata</i>	0	0	21	21		

Kelas	Famili	Spesies	Lokasi			Jumlah
			Gili Perigi	Tanjung Batutiang	Pantai Dondon	
Malacostraca	Ocypodidae	<i>Nerita articulata</i>	24	10	11	45
		<i>Uca sp</i>	65	40	23	128
	Portunidae	<i>Scylla serrata</i>	0	0	40	40
Holothuroidea	Echinodermata	<i>Holothuria atra</i>	5	34	0	39
Jumlah			369	311	670	1350

Asosiasi fauna dengan mangrove pada tiga lokasi penelitian ditemukan terdiri dari 4 kelas, yaitu Bivalvia 4 famili 5 spesies, Gastropoda 5 famili 15 spesies, Malacostraca 2 famili 2 spesies, dan Holothuroidea 1 famili 2 spesies. Selanjutnya

indeks keanekaragaman jenis tertinggi ditemukan Tanjung Batutiang dan terendah di Gili Perigi, sedangkan indeks keseragaman tertinggi ditemukan di Tanjung Batutiang. Sementara itu indeks keseragaman terendah ditemukan di Gili Perigi.



Gambar 3. Nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dominansi dan kelimpahan makrofauna di lokasi penelitian

Nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan di Tanjung Batutiang sedangkan di Gili Perigi dan Pantai Dondon nilai indeks dominansinya sama. Selanjutnya nilai indeks kelimpahan tertinggi ditemukan di Pantai Dondon sedangkan di Gili Perigi dan Tanjung Batutiang nilai indeks kelimpahannya sama (Gambar 3). Keberadaan makrofauna atau biota dan asosiasinya menunjukkan kondisi lingkungan ekosistem mangrove.

Kondisi lingkungan yang baik menjadi tempat yang aman dan bagi keberlangsungan siklus hidup berbagai jenis biota dan asosinya. Selain itu lingkungan mangrove yang baik menjadi sumber penyedia dan pemasok bahan pangan organik yang masuk kedalam rantai makanan. Hal ini akan berdampak pada sumber makanan untuk organisme yang hidup disekitarnya. Keanekaragaman fauna yang ditemukan pada penelitian ini dengan jumlah yang bervariasi dalam

penelitian ini menunjukkan kondisi lingkungan dalam keadaan baik atau normal. Selain itu tersedianya materi pangan bagi biota asosiasi pada ekosistem mangrove.

Kesimpulan

Indikator keberhasilan revegetasi mangrove di lokasi penelitian, pertama dapat dilihat dari strata vegetasi mangrove yang dapat diklasifikasikan (kategori pohon, pancang dan anakan). Kedua keanekaragaman, keseragaman, dominansi dan kelimpahan fauna yang berasosiasi dengan mangrove di semua lokasi. Ketiga parameter lingkungan dalam kategori normal atau baik. Selanjutnya perlunya pengelolaan vegetasi mangrove secara terpadu dari proses perencanaan, pemanfaatan dan pengawasan serta pengendalian sumberdaya mangrove antar sektor, antara pemerintah pusat

dan pemerintah daerah, antara ekosistem darat dan laut, serta antara ilmu pengetahuan dan manajemen untuk memenuhi kebutuhan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Magister Pendidikan IPA, Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering Pascasarjana Universitas Mataram yang telah melaksanakan Seminar Nasional “Inovasi Teknologi dan Rekayasa Sosial Ekonomi untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian Lahan Kering dan pihak-pihak yang telah terlibat serta turut membantu dalam penelitian yang telah dilakukan.

Referensi

- Al Amin, M. A., Mulyana, D., Damar, A., & Budiman, M. A. K. (2021). Effectiveness and impact studies of mangrove rehabilitation in the northern coast of West Java: A case study in Karawang Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 744(1), p. 012002. IOP Publishing.
- Barbier, E. B. (2016). The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods. *Marine pollution bulletin*, 109(2), 676-681.
- Chakraborty, S. K. (2017). Ecological services of intertidal benthic fauna and the sustenance of Coastal Wetlands along the Midnapore (East) Coast, West Bengal, India. In *Coastal wetlands: Alteration and remediation* (pp. 777-866). Springer, Cham.
- de Queiroz, S., Luciana, Rossi, S., Mir, L., Mallén, I. R., Betorz, S. G., Prat, J. S., & Meireles, A. J. A. (2017). "Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes." *Ecosystem Services* 26, 137-145.
- Gorman, D., & Turra, A. (2016). The role of mangrove revegetation as a means of restoring macrofaunal communities along degraded coasts. *Science of the Total Environment*, 566, 223-229.
- Jaya, E. E., SH, S., & Pi, S. (2020). *Skenario berkelanjutan pengelolaan hutan mangrove: Studi kajian di Mangrove Center Graha Indah Balikpapan*. Nas Media Pustaka.
- Kuncahyo, I., Pribadi, R., & Pratikto, I. (2020). Komposisi danutupan kanopi vegetasi mangrove di Perairan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Marine Research*, 9(4), 444-452.
- Lahabu, Y., Schaduw, J. N., & Windarto, A. B. (2015). Kondisi Ekologi Mangrove di Pulau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(2), 41-52.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh- Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., & Record, S. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global ecology and biogeography*, 23(7), 726-743.
- Mayalanda, Y., Yulianda, F., & Setyobudiandi, I. (2014). Strategy for mangrove ecosystem rehabilitation throughout damaged level analysis at Muara Angke Wildlife Sanctuary, Jakarta. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 4(1), 12-36.
- Moffett, K. B., Nardin, W., Silvestri, S., Wang, C., & Temmerman, S. (2015). Multiple stable states and catastrophic shifts in coastal wetlands: Progress, challenges, and opportunities in validating theory using remote sensing and other methods. *Remote Sensing*, 7(8), 10184-10226.
- Mohan, M., Richardson, G., Gopan, G., Aghai, M. M., Bajaj, S., Galgamuwa, G. P., & Cardil, A. (2021). UAV-supported forest regeneration: Current trends, challenges and implications. *Remote Sensing*, 13(13), 2596.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2012). *Buku Pengenalan Mangrove di Indonesia*. WIP. Bogor
- Parlee, B. L., Geertsema, K., & Willier, A. (2012). Social-ecological thresholds in a changing boreal landscape: insights from Cree knowledge of the Lesser Slave Lake region of Alberta, Canada. *Ecology and Society*, 17(2).
- Parorrongan, J. R., Zahida, F., & Yuda, I. (2018). *Keanekaragaman dan Kelimpahan*

- Gastropoda di Pantai Seger, Lombok Tengah. *Jurnal Biota*, 3(2), 79-86.
- Patech, L. R., Dewi, K. R., Zulhalifah, Z., Syukur, A., & Jamaluddin, J. (2021). The Perceptions of Local Community's About Diversity of Mangrove Ecological Potential for Ecotourism Development in the South Coast of Lombok Island, Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 480-495.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F. K. (2017). Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pemalang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), 29-42.
- Reyes-Arroyo, N., Camacho-Valdez, V., Saenz-Arroyo, A., & Infante-Mata, D. (2021). Socio-cultural analysis of ecosystem services provided by mangroves in La Encrucijada Biosphere Reserve, southeastern Mexico. *Local Environment*, 26(1), 86-109.
- Safe'i, R., Sari, R. N., Iswandaru, D., Latumahina, F. S., Taskirawati, I., & Kaskoyo, H. (2021). Biodiversity and site quality as indicators of mangrove forest health pasir sakti, Indonesia. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 4400-4410.
- 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.
- Sarkar, S. K. (2018). Trace metals in a tropical mangrove wetland. *Springer Singapore*. doi, 10, 978-981.
- Whitfield, A. K. (2017). The role of seagrass meadows, mangrove forests, salt marshes and reed beds as nursery areas and food sources for fishes in estuaries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(1), 75-110.
- Wood, S. A., Karp, D. S., DeClerck, F., Kremen, C., Naeem, S., & Palm, C. A. (2015). Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. *Trends in ecology & evolution*, 30(9), 531-539.