

PENGARUH FAKTOR BIOTIK DAN ABIOTIK PADA KEANEKARAGAMAN MAKROBENTOS DI KAWASAN MANGROVE

EFFECT OF BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS ON DIVERSITY MACROBENTHOS IN MANGROVE AREAS

Fatina Azhar¹⁾, Tugiyono

¹⁾ Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Lampung

ABSTRACT:

Human activities that often occur in coastal areas affect biota such as mangrove ecosystems and macrobenthos. Benthic biodiversity reflects the slow-growing and sensitive nature of mangrove ecosystems. This study aims to determine the influence of the biotic and abiotic environment on macrobenthos in Cendi Manik Village, Sekotong District, West Lombok Regency, West Nusa Tenggara. Data on macrobenthos, biotic and abiotic environments in natural and restored mangrove forests were collected, and multiple regression was used to analyze macrobenthic species diversity and biotic and abiotic environmental variables. The main plants are Rhizophora mucronata Lam and Avicennia marina Forssk. The native and restored mangroves have a higher macrobenthic biodiversity index (H' 1.207). The macrobenthos similarity between the two places reached 84.6%. The results of the multiple regression test showed that mud thickness and brightness had the greatest effect on macrobenthos.

Keywords: beach, macrobenthos, mud thickness, brightness

INTISARI

Aktivitas manusia yang sering terjadi di wilayah pesisir mempengaruhi biota seperti ekosistem mangrove dan makrobentos. Keanekaragaman hayati bentos mencerminkan sifat ekosistem mangrove yang tumbuh lambat dan sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lingkungan biotik dan abiotik terhadap makrobentos di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat Nusa Tenggara Barat. Data makrobentos, lingkungan biotik dan abiotik di mangrove alami dan restorasi dikumpulkan, dan regresi berganda digunakan untuk menganalisis keanekaragaman spesies makrobentos dan variabel lingkungan biotik dan abiotik. Vegetasi utamanya yaitu *Rhizophora mucronata* Lam dan *Avicennia marina* Forssk. Mangrove alami dan yang direstorasi memiliki indeks keanekaragaman hayati makrobentos yang lebih (H' 1,207). Kemiripan makrobentos antara kedua tempat tersebut mencapai 84,6%. Hasil uji regresi berganda menunjukkan bahwa ketebalan dan kecerahan lumpur memiliki dampak terbesar pada makrobentos.

Kata kunci: pesisir, makrobentos, ketebalan lumpur, kecerahan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan pusat keanekaragaman hayati laut dunia. Kementerian Kelautan dan Perikanan menyatakan pada tahun 2014 luas daratan Indonesia adalah 1.922.570 km², dan luas laut Indonesia yaitu 7,9 juta km². Indonesia memiliki perairan cukup luas memiliki dan mempesona, termasuk flora dan fauna (BPS, 2017). Perairan merupakan akumulasi air pada permukaan bumi, baik diam maupun mengalir, baik air tawar, air payau, maupun air laut. Badan air tawar meliputi sungai, danau, waduk, rawa dan genangan air lainnya. Kurang lebih 75% permukaan bumi ditutupi oleh air laut 25% sisanya merupakan air tawar dan air payau. Ekosistem Mangrove Indonesia merupakan yang terbesar di dunia, dengan 268 spesies dari 83

famili, 197 marga, 243 spesies tercatat di Asia Tenggara dan garis pesisir 99.093 km (Darajati et al., 2016). Tahun 2017 luas mangrove 3.361.216 Ha (Rahadian et al., 2019). Ekosistem mangrove terletak pada zona peralihan antara darat dan laut. Diperkirakan hanya 49,7% Kawasan mangrove Lombok yang masih kondisinya baik (Mujiono, 2016). Kerusakan disebabkan karena manusia dan kerusakan akibat kegiatan komersial tambak. Aktivitas manusia akan mengakibatkan menurunnya taraf lingkungan biotik dan abiotik pada kawasan mangrove alami dengan restorasi.

Beberapa organisme hidup sensitif seperti sungai, digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran yaitu bioindikator. Plankton, bentos, atau alga termasuk kedalam bioindikator. Kehidupan bentos dibagi dalam dua bagian yaitu

¹ Correspondence author: fatinaazhar08@gmail.com

fitobentos dan zoobentos. Fitobentos adalah organisme bentos dengan ciri mirip tumbuhan, dan zoobentos adalah organisme bentos dengan ciri mirip hewan (Barus, 2004). Pada ukuran kehidupan bentos dibagi menjadi makrobentos, mesobentos atau meiobentos, dan mikrobentos.

Makrozoobentos merupakan organisme yang ada di dasar air. Lingkungan biotik dan abiotik menjadi faktor pengaruh keberadaan makrozoobentos di perairan. Pengaruh Faktor biotik yaitu seperti produsen menjadi salah satu sumber pakan hewan makrozoobentos. Faktor abiotik seperti parameter kualitas air meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, pH, DO (*dissolved oxygen*), tipe substrat dan BOT (bahan organik total) (Zulfiandi, 2012).

Makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas perairan yang dinyatakan dalam bentuk indeks biologi. Lumpur pada sedimen di wilayah mangrove menjadi rumah untuk epibenthic, ifauna, dan meiofaunal dan masuk dalam komunitas fitoplankton, zooplankton dan ikan. Suhu, salinitas, pH, dan kedalaman lumpur mempengaruhi keanekaragaman biota 77,20%, serta faktor lain yang mempengaruhi sebesar 20,80%.

Bentos adalah kelompok organisme di ekosistem mangrove. Kehidupan bentos berada di dasar perairan atau menempel di substrat yang keras dan tersedia dalam berbagai ukuran yaitu, makrobentos dan mikrobentos (Poedjirahajoe, 2019). Bentos masuk kedalam komunitas yang berperan sebagai pemecah bahan organik menjadi bahan anorganik yang digunakan untuk tanaman dan menjadi indikator pemulihan wilayah mangrove (Poedjirahajoe, 2019; Sujatmiko & Aunurohim, 2013). Keanekaragaman spesies bentik dapat mencerminkan keadaan ekosistem mangrove yang relatif menetap, bergerak pelan dan sensitif pada perubahan lingkungan (Veiga *et al.*, 2016). Ekosistem mangrove, terutama organisme dapat rusak karena ulah manusia yang berada disekitar wilayah mangrove. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan biotik dan abiotik pada keanekaragaman macrobenthos di kawasan mangrove.

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data menggunakan purpose sampling. Setiap lokasi ditempatkan dalam nested plot pada jalur darat ke laut. Data lingkungan biotik dan abiotik dikumpulkan dari setiap plot. Individu vegetasi dan makrobentos

dalam jenis dan jumlah dicatat sebagai data biotik. Luas bagian dalam 10x10 m untuk pohon, 5x5m untuk pancang, dan 2x2m untuk pembibitan (Wiyanto & Faiqoh, 2015). Pohon mangrove memiliki tingkat beragam dengan diameter batang lebih dari 20 cm jarang ditemukan kecuali di hutan alam Papua dengan tingkat 10-20 cm dan ukuran terbesar 10x10 m (Poedjirahajoe, 2019). Data makrobentos dikumpulkan dengan alat jaring di setiap petak di sekeliling luas petak 10x10, dan pengambilan makrobentos dilakukan dengan tangan. Selanjutnya dilakukan identifikasi dan dihitung individu macam bentos yang terjaring di setiap petak. Data lingkungan abiotik diperoleh dari mengukur pH, salinitas (0/00), suhu (0°C), ketebalan lumpur (cm), dan kedalaman kejernihan air (cm) di setiap petak.

Data vegetasi laju pertumbuhan pohon dilakukan dengan menentukan jenis yang dominan menggunakan Indeks Nilai Penting (INP) dan menghitung kerapatannya (individu/Ha). Kemudian dilakukan analisis makrobentos untuk menentukan indeks keanekaragaman spesies dengan Indeks Shannon (H') dan indeks kesamaan (IS) (Magurran and McGill, 2011) di mangrove alami dan yang direstorasi. Indeks kesamaan dipakai dalam mengetahui tingkat kesamaan makrobentos pada wilayah mangrove alami dalam konteks restorasi. Barbour et al. (1987) dan Krebs (1978) menjelaskan nilai indeks keanekaragaman Shannon dibagi menjadi banyak kategori jika nilai H' 0-2 tergolong rendah, H' 2-tergolong sedang dan $H' > 3$ tergolong tinggi. Indeks kemiripan memperlihatkan tingkat kemiripan komposisi dan struktur dalam komunitas sebesar $IS > 50\%$ kelas kemiripan tinggi dan $IS < 50\%$ pada kelas kemiripan rendah (Cahyaningrum, 2020). Variabel biotik dan abiotik seperti kerapatan pertumbuhan pohon terhadap biodiversitas ditentukan dengan analisis regresi berganda (Usman & Akbar, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lingkungan Biotik dan Abiotik Kawasan Mangrove Habitat Makrobentos

Dari keseluruhan spesies tumbuhan yang terdapat di wilayah mangrove yaitu Jenis Rhizophoraceae yang ditanam pada upaya restorasi untuk mendominasi kawasan mangrove di Desa Cendi Manik. Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP), wilayah hutan alam dan restorasi ditemukan stadia pertumbuhan spesies mangrove.

Tabel 1. INP Pada Tiap Tingkat Pertumbuhan Pohon Hutan Mangrove Alami di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat

Tingkat Semai					
No	Jenis Mangrove	KR%	FR%	INP	
1	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	99,23	73,53	173	
2	<i>Avicennia marina</i> Forssk	0,77	26,47	27	
Jumlah		100	100	200	
Tingkat Pancang					
No	Jenis Mangrove	KR%	FR%	DR%	INP
1	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	98,98	71,43	99,21	270
2	<i>Avicennia marina</i> Forssk	1,02	28,57	0,79	30
Jumlah		100	100	100	300
Tingkat Pohon					
No	Jenis Mangrove	KR%	DR%	FR%	INP
1	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	40,28	40,99	32,73	114
2	<i>Avicennia marina</i> Forssk	20,83	18,66	23,64	63
3	<i>Rhizophora stylosa</i> Griff	13,19	14,46	12,72	40
4	<i>Rhizophora apiculate</i> Blume	6,25	9,05	7,27	23
5	<i>Sonneratia caseolaris</i> Engl	12,5	10,28	12,72	36
6	<i>Excoecaria agallocha</i> L	6,94	6,56	10,91	24
Jumlah		100	100	100	300

Rhizophora mucronata Lam. Memiliki nilai INP tertinggi. *Rhizophora mucronata* Lam adalah jenis yang mudah beradaptasi (Hidayatullah & Pujiono, 2014). Menurut Mujiono (2016), jenis *Rhizophoraceae* dan *Sonneratiaceae* mendominasi keadaan hutan mangrove di Lombok Tengah. *Avicennia marina* Forssk memiliki nilai INP kedua yang relatif tinggi, karena *Acanthaceae* menyukai genangan air dan dapat hidup di dekat laut. Penelitian Descari *et al.*, 2016 didominasi oleh *Rhizophora mucronata* Lam. karena dapat bertahan di dasar lumpur dan pasir. Kapasitas regeneratif sangat baik untuk *Rhizophora mucronata* Lam., dan luas suhu serta salinitas tinggi bagi *Avicennia marina* forssk bisa mengendalikan keduanya.

Substrat lumpur dan ketebalan lumpur dapat diikat oleh perakaran mangrove sehingga menjadikan vegetasi ekosistem kawasan mangrove penting. (Poedjirahajoe *et al.*, 2017). Pertumbuhan pohon yang meningkat dijadikan indukan dan proses regenerasi vegetasi di wilayah mangrove terjamin. Hal ini yang menyebabkan potensi pakan bentos terjamin. Biota dasar perairan seperti kepiting pemakan seresah perlu adanya pohon disekitar mangrove pada substrat (Poedjirahajoe, 2019).

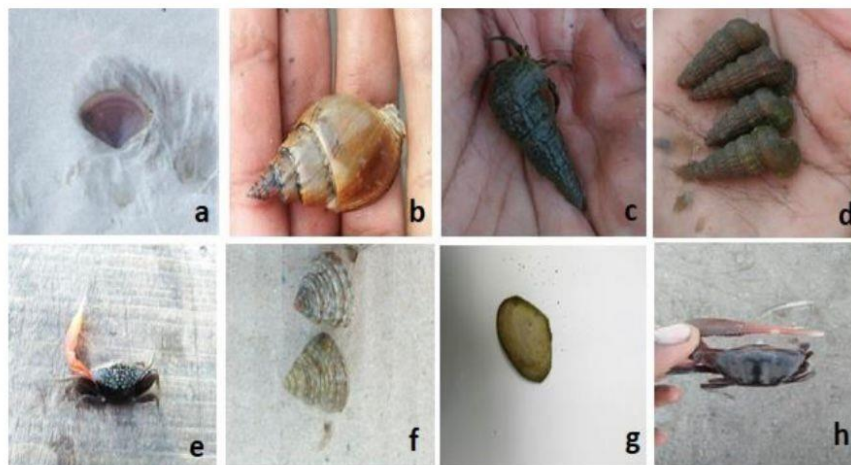
Di wilayah mangrove alami dan restorasi terdapat kepiting famili Portunidae (*Scylla paramamosain* (Estampador, 1950)) dan *Portunus trituberculatus* (Rathbun, 1902). makrobentos berjumlah 17 berda di wilayah mangrove Desa Cendi Manik.

Tabel 2. INP Pada Tiap Tingkat Pertumbuhan Pohon Hutan Mangrove Rehabilitasi di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat

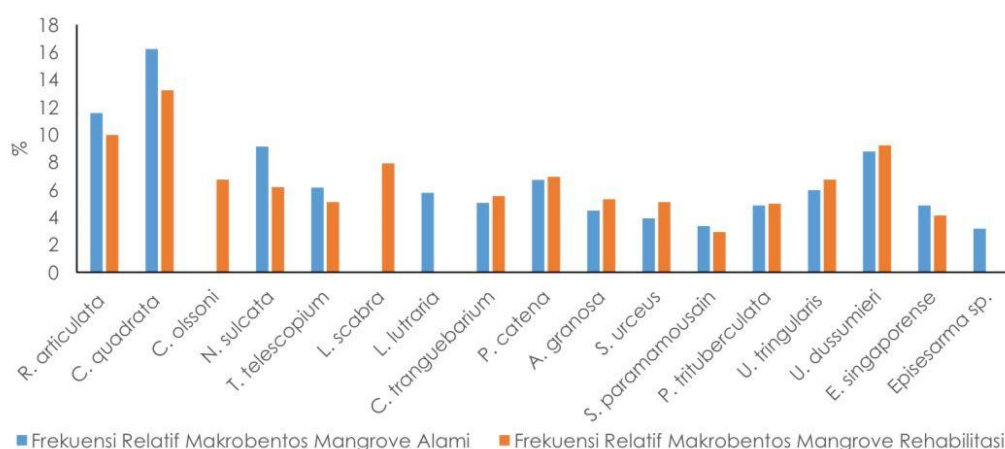
Tingkat Pancang					
No	Jenis Mangrove	KR%	FR%	DR%	INP
1	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	29,44	24,56	36,32	90
2	<i>Avicennia marina</i> Forssk	22,18	21,05	17,93	61
3	<i>Rhizophora stylosa</i> Griff	8,87	8,77	6,37	24
4	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	16,13	14,05	11,09	41
5	<i>Sonneratia caseolaris</i> Engl	8,87	12,28	13,99	35
6	<i>Ceriops decandra</i> Griff	6,05	8,77	5,90	21
7	<i>Excoecaria agallocha</i> L	8,47	10,53	8,40	27
Jumlah		100	100	100	300
Tingkat Semai					
No	Jenis Mangrove	KR%	FR%	INP	
1	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	34,81	28,81	64	
2	<i>Avicennia marina</i> Forssk	19,26	20,34	40	
3	<i>Rhizophora stylosa</i> Griff	5,93	8,47	14	
4	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	10,37	13,56	24	
5	<i>Sonneratia caseolaris</i> Engl	14,32	11,86	26	
6	<i>Ceriops decandra</i> Griff	6,42	6,78	13	
7	<i>Excoecaria agallocha</i> L	8,89	10,17	19,06	
Jumlah		100	100	200	

Tabel 3. Karakteristik lingkungan biotik hutan mangrove di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat

Variabel	Hutan Alam		Hutan Rehabilitasi	
	Jumlah	Rata-rata	Jumlah	Rata-rata
Kepadatan pohon (ind/Ha)	4 – 36	23	0	0
Kepadatan pancang (ind/Ha)	64 – 272	159	0-920	318
Kepadatan semai (ind/Ha)	600-4400	1620	0-5625	3237,5
Jumlah individu bentos	11-37	25	14-36	25
Jumlah jenis bentos	2-6	4	3-4	4
H' benthos	0,59 – 1,59	-	0,96 – 1,38	-



Gambar 2. Jenis makrobentos yang mendominasi pada hutan mangrove Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat (Keterangan: a). *Lutraria lutraria* (Linnaeus, 1758); b). *Strombus urceus* (Linnaeus, 1758); c). *Rhinoclavis articulata* (A.Adams & Reeve, 1850); d). *Cerithidae quadrata* (Sowerby, 1866); e). *Uca triangularis* (Milne-Edwards A, 1873); f). *Calliostroma olssoni* (Linnaeus, 1758); g). *Nucula sulcata* (Bronn, 1831); h). *Uca dusumeiri* (H. Milne Edwards, 1852)



Gambar 3. Frekuensi Relatif Jenis Makrobentos di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat

Hubungan Faktor Lingkungan Biotik Dan Abiotik Makrobenthos

Keanekaragaman makrobentos memiliki nilai yang rendah pada penelitian ini baik di hutan alam maupun restorasi mangrove didapatkan 4 jenis makrobentos dan terdapat satu yang dominan. Salim *et al.*, (2019) juga mempelajari mangrove alami pada wilayah Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan yang jenis makrobentosnya hanya 7 jenis. Diketahui juga

keberadaan makrobentos ini tidak dipengaruhi kepadatan vegetasi tetapi oleh faktor lain yaitu sedimen, sinar matahari, dan bahan organik. Kesamaan komposisi makrobentos hutan alam dan restorasi mendapatkan indeks similaritas sebesar 84,6 % menunjukkan komposisi komunitas relatif sama. Indeks kemiripan menjelaskan kemiripan komposisi dan struktur $IS > 50\%$ pada kelas kemiripan tinggi dan $IS < 50\%$ pada kelas kemiripan rendah (Cahyaningrum,

2020). Penjelasan ini dilihat dari letak hutan alam dan restorasi mangrove dekat satu sama lain. Vegetasi yang dominan Rizhophora di hutan mangrove alam dan restorasi berfungsi sebagai makanan bagi Sebagian besar spesies makrobentos dan kerapatan vegetasi bukanlah variabel yang mempengaruhi adanya makrobentos. Kondisi lingkungan mikro relatif sama pada wilayah mangrove alami dan direstorasi, menyediakan habitat bagi individu

dari spesies sama. Akhirnya makrobentos ini dengan alami dapat menguraikan mekanisme dan toleransi+ dengan habitatnya (Setiadi, 2005).

Hubungan Faktor Lingkungan Biotik dan Abiotik Terhadap Keanekaragaman Makrobentos

Data tata kelola kondisi lingkungan dengan keanekaragaman bentos di Desa Cendi Manik.

Tabel 4. Karakteristik lingkungan abiotik hutan Mangrove di Desa Cendi Manik Kecamatan Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat

Variabel	Hutan Alam		Hutan Rehabilitasi	
	Jumlah	Rata-rata	Jumlah	Rata-rata
Suhu (°C)	25-28	26,44	25-30	27,65
pH	5-7	6,16	5-7	6,2
Salinitas (‰)	30-40	35,2	30-40	36,82
Ketebalan lumpur (cm)	15-54	34	15-47	33,45
Kedalaman kecerahan air(cm)	20-35	25,04	15-36	25,15

Tabel 5. Ringkasan Hasil Analisis Regresi Linier Berganda Hutan Alam Mangrove

Variabel independen	Sig. (1-tailed)
Ketebalan lumpur (X1)	0,041
Kedalaman kecerahan air (X2)	0,027
Suhu (X3)	0,468
pH (X4)	0,259
Salinitas (X5)	0,07
Kepadatan Pancang (X6)	0,305
Kepadatan Semai (X7)	0,170

Keterangan : R = 0,693, R² = 0,48; F = 3,297, Sig. = 0,001

Spesies makrobentos ditentukan oleh koefisien determinasi atau R-squared sebesar 0,48 atau 48%. Hal ini berpengaruh pada perubahan variabel keanekaragaman spesies.

Beberapa variabel lain mempengaruhi organisme bentos sebesar 48% dan 52%. Nilai F hitung yaitu 3,297 dan signifikansi 0,001 menjelaskan bahwa kedua variabel ini dapat mempengaruhi keanekaragaman spesies bentos dengan bersamaan. mengkonfirmasi persamaan regresi yaitu :

$$Y = 0,387 - 0,004 X1 - 0,002 X2$$

Persamaan diatas menjelaskan keanekaragaman makrobentos dengan tebal lumpur dan dalamnya kejernihan air. Banyak penelitian menunjukkan bahwa struktur komunitas makrobentos berbasis makro tidak dipengaruhi kerapatan vegetasi tetapi karena kondisi lingkungan seperti pasang surut, bahan

organik, karakteristik sedimen, dan ketersediaan sinar matahari (Lee, 2008; Salim *et al.*, 2019).

Kawasan mangrove alam di Desa Cendi Manik, Nusa Tenggara Barat dijadikan tambak dan di sekitar ekosistem pantai lahan tersebut selanjutnya diubah menjadi kawasan terbina. Kualitas lingkungan di ekosistem mangrove dapat terpengaruh secara tidak langsung. Perkembangan tanah karena aktivitas manusia dari lahan menjadi kawasan pertanian dan industri secara langsung mempengaruhi tanah melalui berubahnya hara, irigasi, berubahnya tanah mikro, dan meningkatnya erosi (Chapin *et al.*, 2011). Perubahan lingkungan dengan cepat melalui erosi menyebabkan ketidakseimbangan dalam rezim sedimen. Hubungan biofisik hulu dan hilir, erosi terjadi di hulu sungai menaikkan pengendapan sedimen saat mengalir dan mendarat di wilayah pesisir (Astjario dan Astawa, 2007). Kondisi ini

mengakibatkan delta terbentuk di wilayah pesisir karena penumpukan sedimen. Vegetasi mangrove diganti dengan daratan seiring menipisnya genangan air laut. Kematian vegetasi mangrove ketika akar ditutup sedimen menyebabkan berkurangnya aerasi pada sistem akar lentisel, menunjukkan kemampuan mangrove untuk menyerap sedimen terbatas (Ewel *et al.*, 1998). Eksistensi lahan basah mangrove diperlukan baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai sumber makanan untuk kehidupan bentos dan tertimbun dalam tanah sebagai makanan untuk ekosistem mangrove (Poedjirahajoe, 2019). Nekton, benthos, dan biota lainnya, dipengaruhi oleh matinya mangrove karena eksistensi organisme ditentukan dengan kondisi fisik kimia dan komunitas mangrove (Ernawati *et al.*, 2013). Kejernihan air yang dalam berbanding terbalik dengan keragaman spesies makrobentos, menunjukkan bahwa semakin dalam perairan, semakin sedikit sinar matahari yang mencapai dasar perairan. Spesies meiofauna bentos berkurang menjadi megabentos saat sinar matahari berkurang dan kedalaman perairan meningkat (Alongi, 1992). Penyerapan matahari di ekosistem dangkal melemahkan produktivitas ekosistem perairan. Oksigen yang terlarut didapatkan karena adanya fotosintesis fitoplankton, yang menghasilkan oksigen dan berpengaruh pada keanekaragaman spesies kehidupan akuatik lainnya (Cheung *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Rhizophora mucronata Lam. Makrobentos mendominasi seluruh vegetasi mangrove di wilayah mangrove alam dan retorasi di Desa Cendi Manik mempunyai kemiripan tertinggi ($IS = 84,6 \%$) dan keanekaragaman terendah ($H' = 0,59 - 1,59$). Keanekaragaman makrobentos ini ada karena ketebalan lumpur dan kedalaman kejernihan air. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ekosistem dan organisme mangrove tidak hanya pada makrobenthos tetapi juga mikrobenthos secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

Alongi, D.M. 1992. Bathymetric patterns of deep-sea benthic communities from bathyal to abyssal depths in the western South Pacific (Solomon and Coral Seas). *Deep-Sea Research*, 39(3/4):549–565.

Astjario, P., & Astawa, N. 2007. Proses Pertumbuhan Delta Baru Sungai Cimanuk

Hingga Tahun 2002, Di Pantai Timur Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Kelautan*, 5(3):109–121. doi: 10.32693/jgk.5.3.2007.139

Cahyaningrum, D.C. 2020. The Influence of Paddy Fields toward The Seasonal Herbaceous Wetland Ecosystem in Rawa Pening Lake. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2):256–262.

Cheung, W.W., Bruggeman, J., & Butenschön, M. 2018. Projected changes in global and national potential marine fisheries catch under climate change scenarios in the twenty-first century. In M. Barange, T.

Bahri, M. Beveridge, Malcolm C, K. L. Cochrane, S. Funge-Smith, & F. Poulain (Eds.), *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, 627:63–86

Darajati, W., Pratiwi, S., Herwinda, E Rahardiansyah, A.D Nalang, V., Nooryanto, B., Rahajoe, J., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Kurniawan, R., Prasetyo, T., Rahim, A., Jefferson, J., & Hakim, F. 2016. Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2015-2020. BAPPENAS.

Descasari, R., Setyobudiandi, I., & Affandi, R. 2016. Keterkaitan ekosistem mangrove dengan keanekaragaman ikan di Pabean Ilir dan Pagirikan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. *Bonorowo Wetlands*, 6(1):43–58. doi : 10.13057/bonorowo/w060104

Eid, E. M., Arshad, M., Shaltout, K. H., El-sheikh, M. A., Alfarhan, A. H., Picó, Y., & Barcelo, D. 2019. Effect of the conversion of mangroves into shrimp farms on carbon stock in the sediment along the southern Red Sea coast, Saudi Arabia. *Environmental Research*, 176:p108536.

Ernawati, S., Niartiningsih, A., Nessa, M. N., & Omar, S.B.A. 2013. Suksesi Makrozoobentos di Hutan Mangrove Alami dan Rehabilitasi di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Bionature*, 14(1):49–60.

Hidayatullah, M., & Pujiono, E. 2014. Struktur Dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang – Kecamatan Boleng Kabupaten Manggarai Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(2):151–162.

Kandasamy, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances In Marine Biology*, 40:81–251. doi : 10.1016/S0065-2881(01)40003-4

Latupapua, M.J.J. 2011. Keanekaragaman Jenis Nekton di Mangrove Kawasan Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Agroforestri*, 6(2):81–91.

Lee, S.Y. 2008. Mangrove macrobenthos: Assemblages, services, and linkages. *Journal of Sea Research*, 59:16–29. doi :10.1016/j.seares.2007.05.002

Magurran, A.E., & McGill, B.J. 2011. *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment* (USA (ed.)). Oxford University Press.

Mujiono, N. 2016. Gastropoda Mangrove dari Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 1(3):39.