

Association of aquatic biota with mangrove plants in the land transfer area of Lino Tolongano Village, South Banawa District, Donggala Regency and as a media for public information

Syech Zainal*, Aan Febriawan & Moh. Sabran

Departement of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Tadulako University, Indonesia

Article History

Received : August 15th, 2021

Revised : August 30th, 2021

Accepted : September 14th, 2021

Published : September 22th, 2021

*Corresponding Author:

Syech Zainal,

Departement of Biology
Education, Faculty of Teacher
Training and Education, Tadulako
University, Indonesia

Email:

syechzainal97mpd@gmail.com

Abstract: Mangrove forest is a unique natural ecosystem with high ecological value. The mangrove ecosystem is one of the areas with high productivity due to the presence of litter and litter decomposition occurs and produces detritus. This study aims to describe aquatic biota associated with the remaining stands of mangrove plants in the area of land conversion in Lino Tolongano Village, South Banawa District, Donggala Regency, so that the surrounding community can be informed about the importance of the existence of mangrove forests. This type of research is descriptive quantitative research, with survey method with purposive sampling technique. The data obtained were analyzed using the association determination formula as well as additional posters that will be used as information material to the public regarding the existence of mangroves in the area of land conversion. The results obtained in this study indicate that the types of mangroves and associated aquatic biota are *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata* and *Rhizophora apiculata* for the mangrove group and *Nerita* sp, *Telescopium telescopium* L, *Uca* sp and *Periophthalmus modestus* for the aquatic biota group. Data analysis showed that there were associations between plant species in the form of negative associations. This indicates that the aquatic biota found are not biota that use mangroves as a place to live.

Keywords: Association; aquatic biota; mangrove plants

Pendahuluan

Hutan mangrove merupakan ekosistem alamiah yang unik dengan nilai ekologis yang tinggi (Polidoro et al., 2010; Syahril et al., 2018). Ekosistem mangrove adalah salah satu daerah yang produktifitasnya tinggi karena adanya serasah dan terjadi dekomposisi serasah dan menghasilkan detritus (Barbier & Cox, 2013; Friess & Webb, 2013; Gillis et al., 2017; Thomas et al., 2017). Ekosistem mangrove memiliki banyak fungsi, baik secara ekologis maupun ekonomis (Valiela et al., 2011; Tapilatu & Daniel, 2012; Yuwono et al., 2017). Salah satu fungsi ekologisnya adalah sebagai habitat berbagai jenis biota laut, termasuk biota penempel (Vane et al., 2019). Biota penempel

yang terdapat pada berbagai bagian (daun, rizosfer dan anakan) dari vegetasi mangrove.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang dipengaruhi oleh kondisi perairan yang berubah setiap saat (Hamilton & Lovette, 2015; Yonvitner et al., 2019). Hal ini tentu memberikan pengaruh terhadap biota perairan yang hidup berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Hamilton & Casey (2016) menyatakan bahwa wilayah pesisir merupakan lingkungan bahari yang produktif yang dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak. Menurut Nagelkerken et al. (2000) hutan mangrove dikenal dengan sebutan hutan bakau atau hutan payau.

Lingkungan perairan mangrove adalah lingkungan yang kaya akan nutrien, sehingga

menjadi unsur terpenting bagi pertumbuhan biota perairan. Kesuburan dan kesehatan lingkungan mangrove terlihat dari asosiasi biota perairan yang berperan sebagai produsen primer dan sekunder (Kigpiboon, 2013; Hutchison *et al.*, 2014). Variasi biota perairan yang ada pada mangrove sangat berbeda satu sama lain dari segi jumlah dan produktifitas, sangat tergantung pada kondisi wilayah, cahaya, ketebalan mangrove dan musim (Dorenbosch *et al.*, 2014; Dorenbosch *et al.*, 2015; Descasari *et al.*, 2016). Hal ini terkait dengan faktor fisika (pola distribusi salinitas, kekuatan arus, suhu, pH, dan kekeruhan), faktor kimia (pengendapan sedimen, oksigen (DO) serta penyediaan unsur hara nitrit dan ammonia (Dorenbosch *et al.*, 2017; Feller *et al.*, 2017; Duke *et al.*, 2018). Faktor-faktor tersebut erat kaitannya dengan kondisi pasang surut air laut ketika terjadinya proses pencampuran air tawar dan laut dapat menyebabkan parameter fisika dan kimia lingkungan mengalami kondisi fluktuatif. Kondisi lingkungan yang fluktuatif, dapat mempengaruhi kelangsungan hidup organisme yang ada di dalam perairan. Kelimpahan dan keragaman mangrove dalam wilayah tertentu, sangatlah penting karena setiap jenis mangrove memiliki sistem perakaran yang berbeda sesuai fungsi mekanisnya (Dorenbosch *et al.*, 2015). Hal ini tentunya berpengaruh terhadap akumulasi sedimen, kandungan bahan organik, intensitas proses dekomposisi serta kelimpahan biota perairan (Hutchison *et al.*, 2014; Dorenbosch *et al.*, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bentuk asosiasi biota perairan dengan tumbuhan mangrove pada kawasan alih fungsi lahan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret – Juni 2021 di Desa Tolonggano Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yaitu menggambarkan kondisi sebenarnya yang ditemukan di lapangan secara faktual dan tanpa memberikan perlakuan (Fahrul, 2007). Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey dengan teknik

purposive sampling, hanya tumbuhan mangrove yang didatangi oleh kelompok biota yang diamati.

Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian yang dilaksanakan terbagi menjadi dua tahap sebagai berikut:

- a. Tahap Persiapan
 1. Menyiapkan syarat administrasi yang diperlukan selama kegiatan di lapangan.
 2. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan selama pelaksanaan penelitian.
 3. Melakukan koordinasi dengan Pihak Pemerintah Desa terkait pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan.
 4. Melakukan observasi awal pada kawasan alih fungsi lahan untuk menentukan area pengamatan selama pelaksanaan penelitian.
- b. Tahap Pelaksanaan
 1. Menentukan stasiun sebanyak 4 lokasi pengamatan.
 2. Melakukan pengamatan terhadap kehadiran biota pada tumbuhan mangrove di semua stasiun.
 3. Melakukan pendataan kehadiran biota perairan pada tumbuhan mangrove dan melakukan analisis data.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan Tabel *Contingency* menurut Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974), yaitu sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai *Contingency*

		Jenis 1		
		+	-	Total
Jenis 2	+	A	B	a + b
	-	C	D	c + d
	Total	a + c	b + d	a + b + c + d = n

Dimana :

- a : jenis 1 dan jenis 2 dijumpai dalam satu petak contoh (plot)
- b : hanya jenis 2 yang dijumpai dalam satu petak contoh (plot), jenis 1 tidak ada.

- c : hanya jenis 1 yang dijumpai dalam satu petak contoh (plot), jenis 2 tidak ada.
 d : jenis 1 dan jenis 2 tidak dijumpai dalam satu petak contoh (plot).
 n : jumlah petak contoh (plot).

Perhitungan nilai *Chi-Square* (X^2) menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974), yaitu :

- 1) Bila a, b, c dan d > 5, maka digunakan rumus :

$$x^2 = \frac{(ad - bc)^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

- 2) Bila a, b, c dan d nilainya ≤ 5 , maka digunakan rumus :

$$x^2 = \frac{\left[ad - bc - \frac{n}{2}\right]^2 n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Menghitung besarnya nilai hubungan antar dua jenis dalam suatu komunitas (asosiasi positif atau negatif), dilakukan perhitungan koefisien asosiasi (C) dengan menggunakan rumus:

- 1) Bila $ad \geq bc$, maka

$$C = \frac{ad - bc}{(a + b)(b + d)}$$

- 2) Bila $bc > ad$ dan $d \geq a$, maka

$$C = \frac{ad - bc}{(a + b)(a + c)}$$

- 3) Bila $bc > ad$ dan $a > c$, maka

$$C = \frac{ad - bc}{(b + d)(c + d)}$$

Asosiasi dari jenis-jenis yang dianalisis digambarkan dengan matriks asosiasi antar jenis seperti pada Gambar 1.

	A	B	C	D
	+			
		++		
			-	
				--

Gambar 1. Matriks Asosiasi Antar Jenis

Keterangan:

- + = asosiasi nyata positif
 ++ = asosiasi sangat nyata positif
 - = asosiasi nyata negatif
 -- = asosiasi sangat nyata negatif

Hasil dan Pembahasan

Sifat Fisik-Kimia Lingkungan

Sifat fisik-kimia lingkungan merupakan parameter yang dapat dijadikan sebagai salah satu gambaran terkait kondisi suatu organisme di lingkungan tertentu. Hasil pengukuran sifat fisik-kimia lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Fisik-Kimia Lingkungan

Parameter Lingkungan	Suhu			
	1	2	3	4
pH	6,3	6,4	5,95	6,1
Suhu Udara	29,7	31	30,2	29,2
Salinitas	6,24	37,8	36,82	15,3
O ₂	22,4	25	20,2	14,5
Suhu Perairan	28,4	27,3	27,3	30,1

Pengamatan Kehadiran Biota Mangrove

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap biota mangrove meliputi jenis

tumbuhan mangrove yang didatangi oleh biota perairan. Hasil pengamatan kehadiran biota mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan kehadiran biota mangrove

Jenis	Stasiun			
	I	II	III	IV
Mangrove				
<i>Sonneratia alba</i>	1	1	0	0
<i>Rhizophora mucronata</i>	0	0	1	0
<i>Rhizophora apiculata</i>	0	1	0	1
Biota Perairan				
<i>Nerita</i> sp	0	1	0	0
<i>Telescopium telescopium</i> L	0	0	1	1
<i>Uca</i> sp	1	0	0	0
<i>Periophthalmus modestus</i>	1	0	1	1

Perhitungan Chi Square (x) dan Koefisien Asosiasi

Perhitungan Chi Square (x) dan koefisien asosiasi berfungsi untuk melihat suatu hubungan

diantara organisme pada suatu lingkungan. Hasil perhitungan chi square dan koefisien asosiasi dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Perhitungan Chi Square dan Koefisien Asosiasi *Sonneratia alba*

<i>Sonneratia alba</i>	x ²	C	Keterangan
<i>Nerita</i> sp	1,0		tidak berasosiasi
<i>Telescopium telescopium</i> L	9,0	-1,0	nyata negative
<i>Uca</i> sp	0,0		tidak berasosiasi
<i>Periophthalmus modestus</i>	5,3	-1,0	nyata negative

Tabel 5. Perhitungan Chi Square dan Koefisien Asosiasi *Rhizophora mucronata*

<i>Rhizophora mucronata</i>	x ²	C	Keterangan
<i>Nerita</i> sp	4,0	-1,0	nyata negative
<i>Telescopium telescopium</i> L	0,0		tidak berasosiasi
<i>Uca</i> sp	4,0	-1,0	nyata negative
<i>Periophthalmus modestus</i>	0,4		tidak berasosiasi

Tabel 6. Perhitungan Chi Square dan Koefisien Asosiasi *Rhizophora apiculata*

<i>Rhizophora apiculata</i>	x ²	C	Keterangan
<i>Nerita</i> sp	0,0		tidak berasosiasi
<i>Telescopium telescopium</i> L	1,0		tidak berasosiasi
<i>Uca</i> sp	5,3	-1,0	nyata negative
<i>Periophthalmus modestus</i>	5,3	-1,0	nyata negative

Matriks Asosiasi

Hasil perhitungan koefisien asosiasi selanjutnya dijabarkan ke dalam matriks asosiasi

agar lebih mudah terbaca dan dipahami, seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Asosiasi

Jenis	<i>Sonneratia alba</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>
<i>Nerita</i> sp		--	
<i>Telescopium telescopium</i> L	--		
<i>Uca</i> sp		--	--
<i>Periophthalmus modestus</i>	--		--

Pembahasan

Hutan mangrove memegang peranan penting dalam ekosistem perairan payau. Karena ekosistem ini secara visual tampak lebih didominasi oleh tumbuhan mangrove, maka biasanya juga dikenal dengan nama ekosistem mangrove (Kigpiboon, 2013; Hutchison *et al.*, 2014). Namun, meskipun disebut demikian perlu diketahui bahwa dalam ekosistem mangrove masih banyak organisme-organisme yang juga merupakan komponen penyusun ekosistem tersebut. Komponen penyusun ekosistem mangrove berhabitat di udara, darat (jika tumbuhan mangrovenya hingga ke arah darat) juga perairan (Friess & Webb, 2013; Gillis *et al.*, 2017; Thomas *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan di Desa Tolongano, tepatnya di Dusun Lino Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala bertujuan untuk melihat asosiasi yang terjadi antara biota perairan dengan jenis tumbuhan mangrove yang masih tersisa akibat aktivitas konversi lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa biota perairan yang teramati pada tiga jenis tegakan mangrove tampak berasosiasi. Hal ini ditunjukkan pada tabel matriks asosiasi yang memuat data hasil perhitungan dan penentuan nilai asosiasi yang terjadi.

Asosiasi yang terjadi antara biota perairan dengan tiga jenis tumbuhan mangrove yang teramati cukup bervariasi. Jenis *Sonneratia alba* berasosiasi nyata negatif dengan jenis *Telescopium telescopium* L dan *Periophthalmus modestus*, namun tidak berasosiasi dengan jenis lain. Selanjutnya, jenis *Rhizophora mucronata* berasosiasi nyata negatif dengan jenis *Nerita* sp dan *Uca* sp serta tidak berasosiasi dengan jenis lain, sementara jenis *Rhizophora apiculata* negatif dengan *Uca* sp dan *Periophthalmus modestus*, namun tidak berasosiasi dengan jenis lain.

Asosiasi yang terjadi jika dilihat berdasarkan besaran nilainya, adalah asosiasi nyata negatif pada beberapa pasangan jenis biota dan tumbuhan mangrove, dan adapula beberapa pasangan jenis yang tidak menunjukkan adanya asosiasi. Jika dilihat dari konsep asosiasi, maka ada hubungan yang terjadi antara tumbuhan mangrove dengan biota perairan baik bersifat positif dalam artian adanya suatu kondisi yang menyebabkan kedua jenis (mangrove dan biota) saling membutuhkan antara satu dan yang lainnya (Tapilatu & Daniel, 2012; Yuwono *et al.*, 2017), bahkan juga sebaliknya jika sifatnya negatif. Namun, makna asosiasi tidak hanya terbatas pada konsep ini saja. Banyak faktor yang dapat menyebabkan mengapa jenis tumbuhan mangrove dapat hadir bersamaan dengan salah satu jenis biota perairan dan menunjukkan asosiasi yang positif. Pendapat ini sejalan dengan Descasari *et al.*, (2016) yang mengemukakan bahwa fungsi biologis mangrove sebagai penyedia makanan, daerah mencari makan (*feeding ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan tempat pemijahan (*spawning ground*) baik bagi organisme yang tinggal di ekosistem mangrove maupun perairan sekitarnya, terutama ikan (Lovette, 2015; Yonvitner *et al.*, 2019). Pernyataan tersebut memberikan pemahaman bahwa hutan mangrove merupakan suatu tempat yang dimanfaatkan oleh beberapa jenis biota perairan dalam menjalani siklus hidupnya. Sehingga, dimanapun salah satu jenis mangrove berdiri, maka pasti akan ada biota tertentu yang dapat dijumpai (Dorenbosch *et al.*, 2015; Descasari *et al.*, 2016).

Kondisi yang terjadi pada pengamatan menunjukkan bahwa kehadiran jenis mangrove yang diamati bukan merupakan penyebab hadirnya biota perairan. Akan tetapi dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kehadiran biota perairan yang ada bukanlah karena keterikatan dengan eksistensi tegakan mangrove dalam hal sebagai tempat memijah, penyedia

makanan, berkembang biak dan sebagainya (Lovette, 2015). Selanjutnya, adanya perbedaan kisaran toleransi terhadap parameter lingkungan juga dapat menyebabkan kehadiran yang tidak bersamaan dalam pengamatan antara jenis tumbuhan mangrove dengan biota perairan. Kondisi yang menunjukkan beberapa pasangan yang tidak berasosiasi juga diakibatkan kisaran toleransi, dalam hal ini kemampuan jenis tumbuhan mangrove untuk beradaptasi terhadap lingkungan. Jenis-jenis tumbuhan mangrove pada dasarnya sangat tahan terhadap perubahan-perubahan lingkungan hingga yang bersifat ekstrim, sehingga ada suatu kondisi yang menampakkan dimana tegakan mangrove berdiri, namun tidak ada biota perairan yang dapat dijumpai. Hal ini diperkuat oleh Gillis *et al.* (2017), yang berpendapat bahwa asosiasi interspesifik dipengaruhi oleh *niche* atau relung, yaitu tempat hidup yang sesuai bagi tumbuhan yang dijumpai di dalam komunitas. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin dekat kisaran toleransi yang dimiliki oleh berbagai jenis tumbuhan mangrove dan biota perairan, maka semakin besar peluang untuk dijumpai di tempat dan dalam waktu yang sama. Maka, akan menunjukkan suatu kondisi dimana biota perairan sangat membutuhkan area hutan mangrove sebagai tempat untuk kelangsungan hidupnya.

Pengukuran sifat fisik-kimia lingkungan yang dilakukan menunjukkan kondisi lingkungan perairan Dusun Lino. Angka yang ditunjukkan pada pengukuran tiap stasiun pada dasarnya tidak memperlihatkan adanya perbedaan yang mencolok antara keempat stasiun yang diamati. Kondisi yang digambarkan oleh hasil pengukuran merupakan interval keadaan lingkungan yang masih tercakup dalam rentang kisaran toleransi tegakan hutan mangrove. Namun hal ini akan berbeda jika dikaitkan dengan eksistensi biota perairannya. Pada dasarnya, organisme hewan cenderung lebih sensitif terhadap perubahan parameter lingkungan yang ada meskipun kecil, jika dibandingkan dengan tumbuhan (Tapilatu & Daniel, 2012; Yuwono *et al.*, 2017). Terlebih lagi, area pertumbuhan tegakan hutan mangrove terkadang terjadi perubahan parameter lingkungan yang ekstrim. Hal ini merupakan salah satu faktor hadir tidaknya biota perairan yang dapat diamati. Meskipun hutan mangrove merupakan tempat berlangsungnya siklus hidup

sebagian biota perairan, namun adapula organisme tertentu yang memiliki kisaran toleransi kecil terhadap kondisi lingkungan hutan mangrove sehingga tidak ditemukan di beberapa tegakan jenis tumbuhan mangrove. Kondisi inilah yang menyebabkan munculnya asosiasi negatif hasil perhitungan koefisien asosiasi (Yuwono *et al.*, 2017).

Penyebab terjadinya deforestasi hutan mangrove merupakan tingginya aktivitas manusia di sekitar pesisir. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa produksi komoditas pertanian, akuakultur dan pembangunan di daerah pesisir merupakan penyebab utamanya (Dorenbosch *et al.*, 2015; Descasari *et al.*, 2016). Asosiasi yang muncul pada pengamatan dengan hanya ditemukannya bentuk asosiasi negatif dan tidak adanya asosiasi positif menandakan bahwa eksistensi jenis tumbuhan mangrove sudah tidak berfungsi sebagai habitat biota perairan khas mangrove lagi. Oleh karena itu, eksistensi hutan mangrove di Dusun Lino Desa Tolongano Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala masih sangat diperlukan demi mengembalikan komponen ekosistem mangrove seperti sebelumnya dan dapat berfungsi sebagai habitat biota perairan kembali serta menjamin terjaganya kelangsungan biota perairan tersebut. Sehingga, aktivitas alih fungsi lahan yang terjadi di Dusun Lino diharapkan tidak menjadi suatu penyebab hilangnya beberapa biota perairan mangrove yang ada. Hal ini sejalan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup yang menjelaskan bahwa status kondisi adalah tingkatan kondisi mangrove pada suatu lokasi tertentu dalam waktu tertentu yang dinilai berdasarkan kriteria baku kerusakan. Semakin meningkat aktifitas pembangunan dapat menimbulkan dampak terhadap kerusakan mangrove, oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengendalian, dimana salah satu upaya pengendalian untuk melindungi mangrove dari kerusakan adalah dengan mengetahui adanya tingkat kerusakan berdasarkan kriteria baku kerusakannya. Namun demikian, meskipun hutan mangrove Dusun Lino telah terkonversi menjadi beberapa lahan untuk berkebun warga, adanya anak-anak mangrove yang berdiri menjadi suatu bukti bahwa masyarakat sekitar menyadari benar akan pentingnya menjaga keberadaan mangrove. Hal ini menjadi sebuah harapan agar area hutan mangrove yang telah terdeforestasi

dapat pulihkan kembali seperti semula sehingga dapat memberikan manfaat ekologis terhadap biota perairan khas mangrove yang memanfaatkan hutan sebagai kelangsungan siklus hidupnya.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, perhitungan dan analisis data terhadap asosiasi jenis tumbuhan mangrove dengan biota perairan, maka dapat disimpulkan bahwa Jenis tumbuhan dan biota perairan yang berasosiasi di Dusun Lino Desa Tolongano Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala adalah *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* untuk kelompok tumbuhan mangrove, serta *Nerita* sp, *Telescopium telescopium* L, *Uca* sp dan *Periophthalmus modestus* untuk kelompok biota perairan. Bentuk asosiasi yang terjadi antara biota perairan dan tumbuhan mangrove di Dusun Lino adalah asosiasi nyata negatif.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Rektor, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tadulako, Dekan dan Divisi Penelitian dan Pengabdian UPSP FKIP Universitas Tadulako yang telah mendanai serta pemerintah Desa Tolongano yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

References

- Barbier, E. B. & Cox, M. (2013). Does economic development lead to mangrove loss? A cross-country analysis. *Contemporary Economic Policy*, 21 (4): 418-432. https://www.researchgate.net/publication/5209412_Does_Economic_Development_Lead_to_Mangrove_Loss_A_Cross-Country_Analysis (Accessed on August 20, 2021).
- 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.
- <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71284> (Accessed on August 20, 2021).
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Christianen, M. J. A., Nagelkerken, I. & Van der Velde, G. (2015). Indo-Pacific seagrass beds and mangroves contribute to fish density and diversity on adjacent coral reefs. *Marine Ecology*, 302 (1): 63-76. <https://doi.org/10.3354/MEPS302063>
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Nagelkerken, I. & Van der Velde, G. (2015). Distribution of coral reef fishes along a coral reef – seagrass gradient: edge effects and habitat segregation. *Marine Ecology Progress Series*, 299 (1): 277-288. DOI: 10.3354/meps299277.
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Nagelkerken, I. & Van der Velde, G. (2016). Seagrass beds and mangroves as nurseries for the threatened Indo-Pacific Humphead wrasse, *Cheilinus undulatus* and Caribbean Rainbow parrotfish, *Scarus guacamaia*. *Biological Conservation*, 129 (1): 277-228. <https://www.dcbd.nl/document/seagrass-beds-and-mangroves-potential-nurseries-threatened-indo-pacific-humphead-wrasse> (Accessed on August 16, 2021).
- Dorenbosch, M., Grol, M. G. G., Nagelkerken, I. & Van der Velde, G. (2017). Different surrounding landscapes may result in different fish assemblages in East African seagrass beds. *Hydrobiologia*, 563 (1):45-60. <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/4396320> (Accessed on August 15, 2021).
- Dorenbosch, M., Verweij, M. C., Nagelkerken, I., Jiddawi, N. & Van der Velde, G. (2014). Homing and daytime tidal movements of *Juvenile snappers* (Lutjanidae) between shallowwater nursery habitats in Zanzibar, western Indian Ocean. *Environmental Biology of Fishes* 70 (1): 203–209. <https://link.springer.com/article/10.1023/>

- [B:EBFL.0000033336.10737.f5](#) (Accessed on August 15, 2021).
- Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., Cannicci, S., Diele, K., Ewel, K. C., Field, C. D., Koedam, N., Lee, S. Y., Marchand, C. ... & Nordhaus, I. (2018). A world without mangroves?. *Science*, 317 (5834): 41-42.
DOI: 10.1126/science.317.5834.41b
- Feller, I. C., Friess, D. A., Krauss, K. W. & Lewis. (2017). The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. *Hydrobiologia*, 803 (1): 1-12.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-017-3331-z> (Accessed on August 17, 2021).
- Friess, D. A. & Webb, E. L. (2013). Variability in mangrove change estimates and implications for the assessment of ecosystem service provision. *Global Ecology and Biogeography*, 23 (7): 715-725. DOI: 10.1111/geb.12140
- Gillis, L. G., Belshe, E. F. & Narayan, G. R. (2017). Deforested mangroves affect the potential for carbon linkages between connected ecosystems. *Estuaries and Coasts*, 40 (4): 1207-1213. DOI: 10.1007/s12237-017-0210-9
- Hamilton, S. E. & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, 25 (6): 729-738. DOI: 10.1111/geb.12140
- Hamilton, S. E. & Lovette, J. (2015). Ecuador's mangrove forest carbon stocks: A spatiotemporal analysis of living carbon holdings and their depletion since the advent of commercial aquaculture. *Plos One*, 10 (3): 1-14. DOI: [10.1371/journal.pone.0118880](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118880)
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/geb.12449> (Accessed on August 17, 2021).
- Hutchison, J., Manica, A., Swetnam, R., Balmford, A., & Spalding, M. (2014). Predicting global patterns in mangrove forest biomass. *Conservation Letters*, 7 (3): 233-240.
http://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2017/08/Hutchinson-2013-mangrove_carbon.pdf (Accessed on August 13, 2021).
- Kigpiboon, C. (2013). The Development of Participated Environmental Education Model for Sustainable Mangrove Forest Management on Eastern Part of Thailand. *International Journal of Sustainable Development & World Policy*, 2 (3): 33-49. DOI: 10.35762/AER.2014.36.4.4
- Nagelkerken, I. S., Kleijnen, T., Klop, R. A. C. J., Van den Brand, E. Cocheret de la, Moriniere, G. ... & Van der Velde. (2000). Dependence of Caribbean Reef Fishes On Mangroves and Seagrass Beds As Nursery Habitats: A Comparison of Fish Faunas between Bays with and without Mangroves/Seagrass Beds. *Marine Ecology Progress Series*, 214 (1): 225-235. DOI: 10.3354/meps214225
- Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J. C., Farnsworth, E. J., Fernando, E. S., Kathiresan, K., Koedam, N. E., Livingstone, S. R., Miyagi, T., Moore G. E., Nam, V. N., Ong, J. E., Primavera, J. H., Salmo, S. G., Sanciangco, J. C., Sukardjo, S., Wang, Y., ... & Yong, J. W. H. (2010). The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *Plos One*, 5(4): 1-10. DOI: 10.1371/journal.pone.0010095
- Syahrial, Chandrika, E. L., Dandy, S. H. S. & Rhojim, W. (2018). Biota Asosiasi Pada Kawasan Reboisasi Mangrove Kepulauan Seribu. *Journal of Aceh Aquatic Science*, 2 (1): 48-62.
<http://jurnal.utu.ac.id/JAAS/article/view/1688> (Accessed on August 20, 2021).
- Tapilatu, Y. & Daniel, P. (2012). Biota Penempel Yang Berasosiasi Dengan Mangrove Di

Teluk Ambon Bagian Dalam. Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia dan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4 (2): 267-27. https://www.researchgate.net/publication/265470775_Biota_penempel_yang_berasosiasi_dengan_mangrove_di_Teluk_Ambon_bagian_Dalam (Accessed on August 19, 2021).

[Anakan Indonesia A mangrove-fringed lagoon affected by human activities](#) (Accessed on August 20, 2021).

Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A. & Simard, M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996 – 2010. *Plos One*, 12 (6): 1-14. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179302> (Accessed on August 20, 2021).

Valiela, I., Bowen, J. L. & York, J. K. (2011). Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*, 51 (10): 807-815. DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2

Vane, C. H., Harrison, I., Kim, A. W, Moss-Hayes, V., Vickers, B. P. & Hong, K. (2019). Organic and metal contamination in surface mangrove sediments of South China. *Marine Pollution Bulletin*, 58 (1): 134-144. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2008.09.024

Yonvitner, Wahyudin, Y., Mujio, & Trihandoyo, A. (2019). Biomasa Mangrove dan Biota Asosiasi di Kawasan Pesisir Kota Bontang. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15 (1): 123-130. DOI: 10.47349/jbi/15012019/123

Yuwono, E., Jennerjahn, T. C., Nordhaus, I., Riyanto, E. A., Sastranegara, M. H. & Pribadi, R. (2017). Ecological status of Segara Anakan, Indonesia: A mangrove-fringed lagoon affected by human activities. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 4 (1): 61-70. https://www.researchgate.net/publication/285838536_Ecological_status_of_Segara