

BIOTA ASOSIASI PADA KAWASAN REBOISASI MANGROVE KEPULAUAN SERIBU

ASSOCIATION BIOTA IN MANGROVE REFORESTATION AREAS OF SERIBU ISLANDS

Syahrial¹, Chandrika Eka Larasati², Dandy Saleky³, Hendri Susilo¹, Rhojim Wahyudi⁴

¹Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli, Pandan, Tapanuli Tengah

²Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram

³Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Universitas Musamus Merauke

⁴Pusat Penelitian dan Pengembangan Wilayah, Tata Ruang dan Informasi Spasial (Witaris) Universitas Hasanudin

Korespondensi: syahrial.bmc@gmail.com

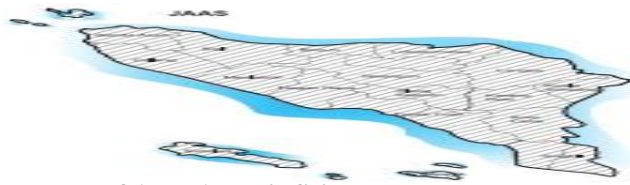
abstract

Reforestation of mangroves is a major activity throughout the world, where one of the benefits of mangrove forests is as a place to feeding ground, spawning ground and nursery ground marine and coastal biota around it. The study of association biota in the Seribu Islands mangrove reforestation area was conducted in March 2014 on Pramuka, Panggang and Karya Island with the aim of providing information to the association's biota community after mangrove reforestation. Association biota data is collected by making line transects and plots drawn from the reference point (outermost mangrove stands) and perpendicular to the coastline to the mainland. Then the line transects are made of plots of size 10 x 10 m² and in the size of 10 x 10 m² a small plot of 1 x 1 m² is made. The results showed that there were 6 associated biota species, of which *Littoraria scabra* and bivalve gastropods *Saccostrea cucullata* were scattered in all stations, while cesarean mammal crabs *Metopograpsus latifrons* and *Nerita albicilla* gastropods were only found in one observation station. In addition, the composition and density of the highest association biota were found in *L. scabra* gastropods, the diversity of associated associations was relatively small (low), dominance dominated by gastropod *L. scabra*, uniformity in depressed conditions regular and clumped distribution patterns.

Keywords: Association biota, reforestation, mangrove, Seribu Islands

I. Pendahuluan

Jupriyati *et al.* (2013) menyatakan bahwa ekosistem mangrove memiliki tingkat produktivitas yang paling tinggi dibandingkan dengan ekosistem pesisir lainnya. Kemudian, juga memiliki relevansi ekologi yang sangat besar (Valiela *et al.* 2001, Bouillon 2011) dalam melindungi pesisir pantai, mendukung perikanan, menyimpan karbon, menyediakan kayu, meningkatkan kualitas air dan memberikan kesempatan untuk berwisata (Ewel *et al.* 1998, Barbier *et al.* 2011, Lee *et al.* 2014). Menurut Barbier *et al.* (2011) nilai ekonomi ekosistem mangrove dapat mencapai US\$ 14000 – 16000/ha/tahun, dimana manfaat layanan ekosistem mangrove di Asia Tenggara setara dengan US\$ 4200/ha/tahun (Brander *et al.* 2012). Selain itu, penghasilan dari sumberdaya mangrove setara dengan 30% dari pendapatan rumah tangga di India



(Hussain dan Badola 2010), 40% di Kalimantan Timur (Bosma *et al.* 2012), 83% di Thailand (Barbier 2007) dan 90% di Sundarban Banglades (Getzner dan Islam 2013).

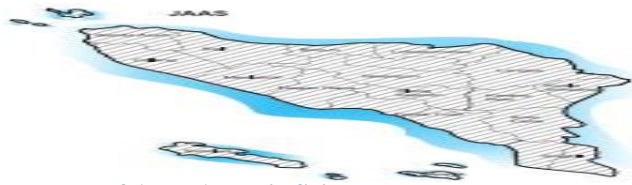
Terlepas dari hal di atas, saat ini hutan mangrove semakin terancam akibat adanya aktivitas antropogenik manusia (Valiela *et al.* 2001, Duke *et al.* 2007, Vane *et al.* 2009, Polidoro *et al.* 2010, Hutchison *et al.* 2014, Hamilton dan Casey 2016, Gillis *et al.* 2017, Feller *et al.* 2017, Thomas *et al.* 2017), dimana produksi komoditas pertanian, akuakultur dan pembangunan di daerah pesisir merupakan penyebab utamanya (UNEP 2014, Hamilton dan Lovette 2015, Richards dan Friess 2016). Barbier dan Cox (2003), Duke *et al.* (2007) serta Friess dan Webb (2013) menyatakan bahwa sekitar seperempat (1/4) mangrove dunia telah hilang akibat aktivitas antropogenik manusia. Salah satu contohnya adalah kawasan hutan mangrove Segara Anakan Jawa Tengah yang terkontaminasi oleh masukan limbah kimia tinggi dari pertanian sekitar (Yuwono *et al.* 2007). Kemudian di wilayah pesisir Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara, rusaknya hutan mangrove disebabkan oleh pembukaan tambak untuk budidaya perairan (Baderan 2017).

Sehubungan dengan semakin rusaknya ekosistem mangrove, maka semakin diperlukan juga upaya pemulihannya (Purnobasuki 2011). Hal ini karena lahan basah pesisir yang terkena dampak kerusakan, tidak memungkinkan lagi untuk pulih secara alami, sehingga memerlukan campur tangan manusia (Bosire *et al.* 2003, Bornman dan Adams 2010) dan reboisasi mangrove menjadi salah satu kegiatan utama yang sering dilakukan oleh negara-negara yang hutan mangrovenya mengalami kerusakan (Field 1999, Kairo *et al.* 2001, Perry dan Berkeley 2009). Santos *et al.* (2014) menyatakan bahwa pemantauan dan penilaian lingkungan mangrove adalah tugas manajemen yang sulit. Untuk mengukur keberhasilan suatu program rehabilitasi mangrove, bisa dilihat dari struktur komunitas kepiting mangrove atau gastropoda yang berasosiasi dengan hutan mangrove tersebut (Ashton *et al.* 2003a, Macintosh *et al.* 2002), dimana keragaman dan kelimpahan populasi kepiting dan moluska telah terbukti menjadi faktor kunci penjagaan fungsi dan layanan ekosistem mangrove (Duke *et al.* 2007, Cannicci *et al.* 2008, Lee 2008). Selain itu, jumlah moluska merupakan salah satu biota yang mengalami dampak terhadap rehabilitasi mangrove dan dapat dijadikan dalam penilaian habitat mangrove yang baru ditanam (Macintosh *et al.* 2002, Bosire *et al.* 2008). Oleh karena itu, kajian biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu sangat perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang komunitas biota asosiasi pasca reboisasi mangrove, mengingat ekosistem mangrove sangat penting bagi kehidupan biota pesisir dan laut.

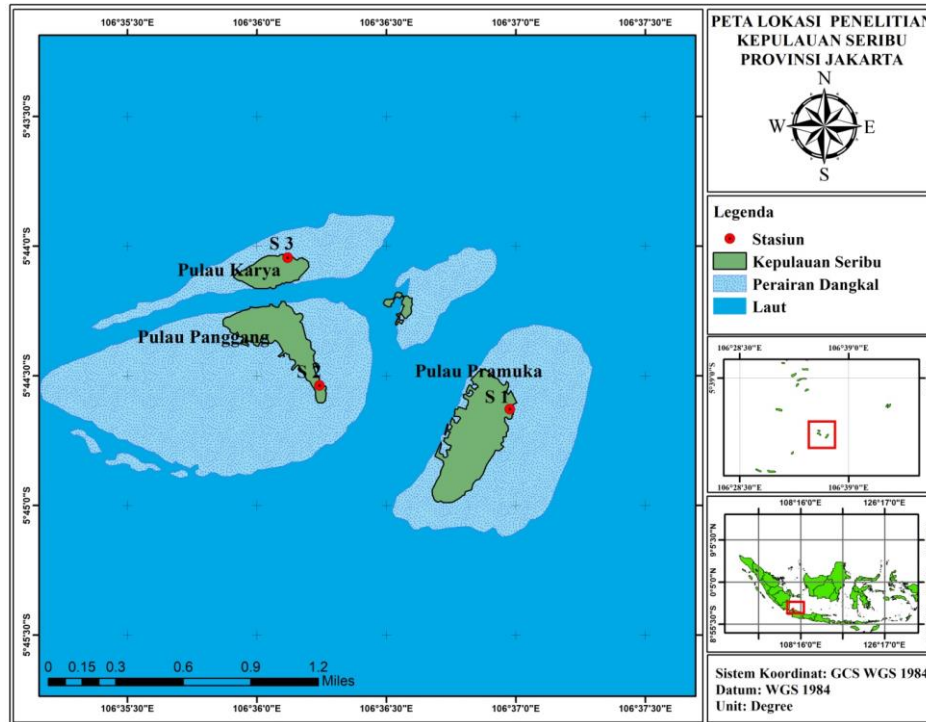
II. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2014 di kawasan reboisasi mangrove Kabupaten Kepulauan Seribu Provinsi Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta. Stasiun 1



berada di Pulau Pramuka, Stasiun 2 di Pulau Panggang dan Stasiun 3 di Pulau Karya (Gambar 1).



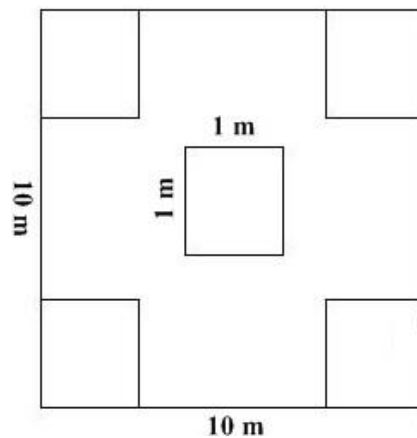
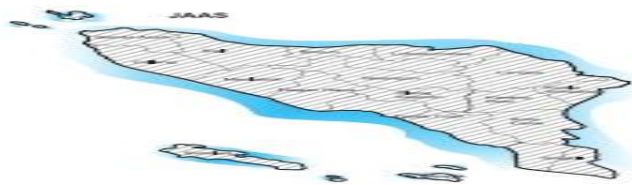
Gambar 1 Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rol meter, buku identifikasi siput dan kerang Dharma (1988), data sheet, kamera, GPS Garmin 62 series, alat tulis, kantong plastik polyethylene dan *cool box*. Sementara bahan yang digunakan adalah alkohol 70% untuk pengawetan biota asosiasi mangrovenya.

Pengumpulan Data Biota Asosiasi Mangrove

Data biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan seribu dikumpulkan dengan membuat transek garis dan plot yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dan tegak lurus garis pantai sampai ke daratan. Kemudian transek garis dibuat petak-petak contoh (plot) dengan ukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$ dan di dalam ukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$ tersebut dibuat plot kecil (sub plot) yang berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$ (Ernanto *et al.* 2010) sebanyak 5 plot (Gambar 2). Tiap stasiun terdiri dari 3 plot dan tiap plot terdiri dari 5 sub plot, sehingga jumlah sub plot keseluruhannya adalah 45.



Gambar 2 Pengumpulan data biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Analisis Kepadatan Biota Asosiasi Mangrove

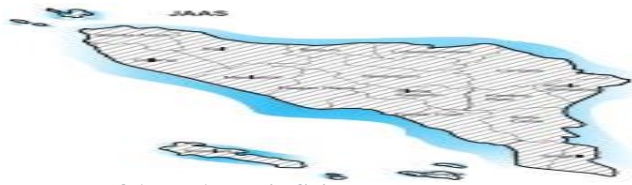
Pada penelitian ini, analisis kepadatan biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu mengacu pada Odum (1971), Southwood (1978), Brower dan Zar (1984) serta Krebs (1989).

Analisis Keanekaragaman, Dominansi dan Keseragaman Biota Asosiasi Mangrove

Analisis keanekaragaman biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu dianalisis menggunakan Indeks keanekaragaman Shannon-Weaver dengan kriteria $H' \leq 2.0$ (keanekaragaman rendah), $2.0 < H' \leq 3.0$ (keanekaragaman sedang) dan $H' \geq 3.0$ (keanekaragaman tinggi) (Setyobudiandy *et al.* 2009). Kemudian untuk analisis dominansi biota asosiasinya menggunakan Indeks dominansi Simpson yaitu dengan kriteria $0 < C \leq 0.5$ (dominansi rendah), $0.5 < C \leq 0.75$ (dominansi sedang) dan $0.75 < C \leq 1$ (dominansi tinggi) (Setyobudiandy *et al.* 2009). Selanjutnya untuk analisis keseragaman biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu, dianalisis menggunakan Indeks keseragaman Shannon-Weaver, dimana kriterianya adalah $0 < E \leq 0.5$ (komunitas dalam keadaan tertekan), $0.5 < E \leq 0.75$ (komunitas dalam keadaan agak seimbang) dan $0.75 < E \leq 1$ (komunitas dalam keadaan seimbang) (Setyobudiandy *et al.* 2009).

Analisis Pola Penyebaran Biota Asosiasi Mangrove

Pola penyebaran merupakan hubungan keeratan antara organisme dengan kondisi lingkungannya (Sofiah *et al.* 2013). Untuk pola penyebaran biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu, dianalisis menggunakan Indeks Morisita ($I\delta$) (Morisita 1959; Krebs 1972; Poole 1974; Kusmana dan Istomo 1995; Sakai *et al.* 1999; Jongjitvimol *et al.* 2005) dengan persamaan:



$$I\delta = \sum_{i=1}^N \frac{ni(ni - 1)}{n(n - 1)} \times N$$

Dimana:

- I δ : Indeks Morisita
- ni : Jumlah individu tiap petak contoh (plot)
- n : Jumlah total individu dalam semua petak contoh (plot)
- N : Jumlah petak contoh (plot)

Kriteria Indeks Morisita:

- I δ = 1 : Pola penyebarannya acak
- I δ < 1 : Pola penyebarannya seragam
- I δ > 1 : Pola penyebarannya mengelompok

III. Hasil dan Pembahasan

Distribusi dan Komposisi Biota Asosiasi Mangrove

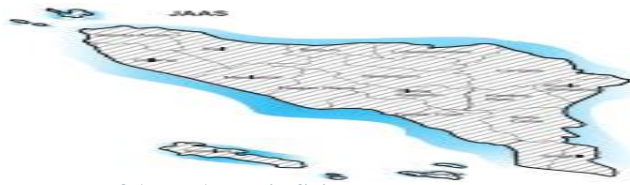
Biota asosiasi yang ditemukan merupakan biota yang tumbuh dan berkembang di hutan mangrove, dimana hasil identifikasi memperlihatkan bahwa terdapat 6 biota asosiasi yang terdiri dari 3 kelompok yaitu gastropoda, brachyura dan bivalva. Keenam biota asosiasi tersebut ditemukan pada substrat, akar, batang, dahan maupun daun mangrove

Tabel 1 Distribusi biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Stasiun	Transek	Jenis Biota Asosiasi Mangrove					
		AS	CC	LS	ML	NA	SC
1	1		+	+			+
	2			+			+
	3			+			
2	1	+	+	+			+
	2			+	+		
	3			+			+
3	1		+	+			
	2	+		+			+
	3			+		+	

AS = *Atilia (Columbella) scripta*, CC = *Cardisoma carnifex*, LS = *Littoraria scabra*, ML = *Metopograpsus latifrons*, NA = *Nerita albicilla*, SC = *Saccostrea cucullata*, (+) = Spesies yang ditemukan

Tabel 1 memperlihatkan bahwa gastropoda *Littoraria scabra* dan bivalva *Saccostrea cucullata* tersebar di semua stasiun, sedangkan kepiting sesarmid *Metopograpsus latifrons* dan gastropoda *Nerita albicilla* hanya ditemukan di Stasiun 2 dan 3. Mujiono (2009) menyatakan bahwa salah satu gastropoda yang dominan terdapat pada ekosistem mangrove adalah famili Littorinidae yakni *L. scabra*. Kemudian Reid (1985), Wolf *et al.* (2001) dan Alfaro (2007) juga menyatakan hal yang sama.



Hartnoll (1976) menyatakan bahwa *S. cucullata* merupakan biota yang dapat ditemukan pada zona litoral atas, baik itu di batu-batu besar sekitar estuari, terumbu karang maupun hutan mangrove (Patosa *et al.* 2014). Fratini *et al.* (2000) menyatakan bahwa kepiting *Metopograpsus* tumbuh subur di antara akar dan batang pohon mangrove. Begitu juga dengan gastropoda *N. albicilla*, ditemukan berasosiasi dengan hutan mangrove oleh Zvonareva dan Kantor (2016) serta Maturbongs dan Elviana (2016).

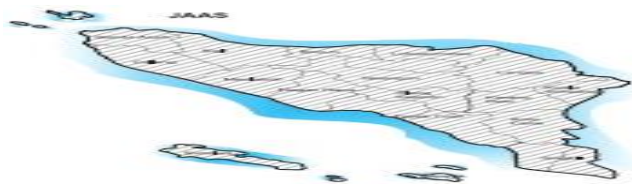
Tabel 2 Komposisi biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

No	Jenis Biota Asosiasi	Famili	Komposisi (%)
	Gastropoda		
1	<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	Buccinidae	01.84
2	<i>Littoraria scabra</i>	Littorinidae	92.23
3	<i>Nerita albicilla</i>	Neritidae	00.20
	Brachyura		
4	<i>Cardisoma carnifex</i>	Gecarcinidae	03.07
5	<i>Metopograpsus latifrons</i>	Grapsidae	00.61
	Bivalva		
6	<i>Saccostrea cucullata</i>	Ostreidae	02.04

Komposisi biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu didominasi oleh gastropoda *L. scabra* (92.23%), kemudian diikuti oleh brachyura *Cardisoma carnifex* (03.07%), bivalva *S. cucullata* (02.04%), gastropoda *Atilia (Columbella) scripta* (01.84%), brachyura *M. latifrons* (00.61%) dan gastropoda *N. albicilla* (00.20%) (Tabel 2). Menurut Tuheteru *et al.* (2014) *L. scabra* merupakan siput yang menyukai permukaan lumpur atau daerah dengan genangan air yang cukup luas dan berada di atas permukaan tanah mangrove. Kemudian Alvarez-Leon dan Garcia-Hansen (2003) menyatakan bahwa *L. scabra* sanggup bertahan hidup hanya dengan percikan air pasang. Hasil penelitian Tapilatu dan Pelasula (2012) menemukan *L. scabra* sangat mendominasi di kawasan hutan mangrove Teluk Ambon Bagian Dalam. Begitu juga dengan penelitian Rau *et al.* (2013), Hastuti *et al.* (2013), Assuyuti dan Rijaluddin (2016), Merly dan Elviana (2017) maupun Syahrial dan Karsim (2018).

Kepadatan Biota Asosiasi Mangrove

Kepadatan dan keanekaragaman biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu lebih tinggi di Stasiun 3 dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan Stasiun 3 sangat mendukung biota-biota asosiasi tersebut untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Kemudian Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa gastropoda *L. scabra* lebih tinggi kepadatannya di Stasiun 3 (13.80 ind/m²) dan bivalva *S. cucullata* di Stasiun 2 (00.40 ind/m²). Bila dibandingkan, spesies gastropoda di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu



lebih rendah jumlah yang ditemukan (3 spesies) daripada gastropoda di kawasan rehabilitasi mangrove Aceh Besar dan Banda Aceh (14 spesies) (Irma dan Sofyatuddin 2012), dimana Morgan dan Hailstone (1986) menyatakan bahwa gastropoda merupakan fauna utama di hutan mangrove. Kemudian Penha-Lopes *et al.* (2011) menyatakan bahwa keragaman dan fungsi makrobenthos di hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh kontaminasi. Selanjutnya, Hadiputra dan Damayanti (2013) menambahkan bahwa masing-masing organisme bentos juga memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap kondisi ekologi.

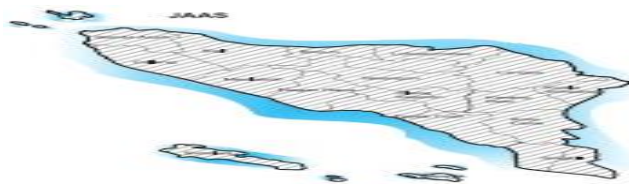
Tabel 3 Kepadatan biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Stasiun	Lokasi	Jenis Biota Asosiasi	Kepadatan (ind/m ²)
1	Pulau Pramuka	<i>Littoraria scabra</i>	06.33
		<i>Saccostrea cucullata</i>	00.20
		<i>Cardisoma carnifex</i>	00.40
		Rata-Rata	02.31
2	Pulau Panggang	<i>Littoraria scabra</i>	09.93
		<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	00.53
		<i>Cardisoma carnifex</i>	00.27
		<i>Saccostrea cucullata</i>	00.40
		<i>Metopograpsus latifrons</i>	00.20
		Rata-Rata	02.27
3	Pulau Karya	<i>Littoraria scabra</i>	13.80
		<i>Cardisoma carnifex</i>	00.33
		<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	00.07
		<i>Saccostrea cucullata</i>	00.07
		<i>Nerita albicilla</i>	00.07
		Rata-Rata	02.89

Keanekaragaman, Dominansi dan Keseragaman Biota Asosiasi Mangrove

Tabel 4 Keanekaragaman, dominansi dan keseragaman biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Stasiun	Lokasi	Jumlah Biota	Indeks	Nilai	Kriteria
1	Pulau Pramuka	104	H'	0.50	Rendah
			C	0.84	Tinggi
			E	0.32	Tertekan
2	Pulau Panggang	170	H'	0.77	Rendah
			C	0.77	Tinggi
			E	0.33	Tertekan
3	Pulau Karya	215	H'	0.29	Rendah
			C	0.93	Tinggi
			E	0.12	Tertekan



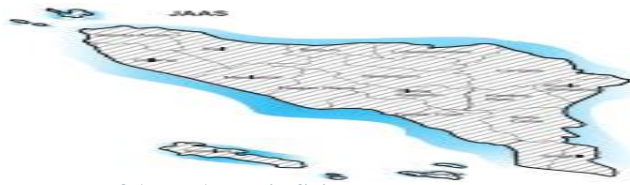
Tabel 4 memperlihatkan bahwa nilai indeks keanekaragaman maupun dominansi biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu tergolong rendah (0.29 – 0.77) dan Tinggi (0.77 – 0.93). Hal ini mengindikasikan bahwa biota asosiasinya masih sedikit dan hanya biota-biota tertentu saja yang memanfaatkan keberadaan mangrove tersebut yakni gastropoda *L. scabra* dan bivalva *S. cucullata*. Sasekumar (1974) menyatakan bahwa kekayaan spesies fauna bentik berkorelasi dengan keragaman jenis pohon mangrove. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Ashton *et al.* (2003b), Metcalfe dan Glasby (2008) serta Ellison (2008). Chen *et al.* (2007) menyatakan bahwa keragaman bentik terendah tercatat di tempat penanaman mangrove yang telah direhabilitasi dengan satu jenis pohon saja. Kemudian pada hutan mangrove dewasa, Neretidae dan Ellobiidae merupakan gastropoda yang paling melimpah jumlahnya, sedangkan di hutan mangrove hasil rehabilitasi didominasi oleh gastropoda Assimineidae, Potamididae dan Littorinidae (Macintosh *et al.* 2002).

Pola Penyebaran Biota Asosiasi Mangrove

Secara keseluruhan, pola penyebaran biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu tergolong beraturan (*regular*), namun ada juga yang berkelompok (*clumped*) (Tabel 5). Rani (2003) menyatakan bahwa pola sebaran organisme merupakan suatu karakter penting dalam ekologi komunitas. Kemudian Quinn dan Dunham (1983) menyatakan bahwa alam itu bersifat multifaktor, dimana terdapat banyak proses-proses yang saling berinteraksi (biotik dan abiotik) dan memungkinkan untuk berkontribusi terhadap pola-pola yang tercipta. Selanjutnya Hutchinson (1953) menyatakan bahwa faktor-faktor yang paling berperan terbentuknya pola spasial suatu organisme adalah 1) faktor vektorial yang timbul dari gaya eksternal lingkungan (seperti angin, pergerakan air dan intensitas cahaya); 2) faktor reproduksi yang berkaitan dengan model reproduksi dari suatu organisme (seperti kloning dan regenerasi dari keturunan); 3) faktor sosial karena tingkah laku penghuni (seperti tingkah laku teritorial); 4) faktor koaktif yang dihasilkan dari interaksi intraspesifik (seperti kompetisi); dan 5) faktor stokastik yang dihasilkan dari variasi yang acak pada beberapa faktor di atas.

Tabel 5 Pola penyebaran biota asosiasi pada kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Stasiun	Jenis Biota Asosiasi	Indeks Morisita (I _d)	Pola Penyebaran
1	<i>Littoraria scabra</i>	0.02	Beraturan (<i>regular</i>)
	<i>Saccostrea cucullata</i>	0.00	Beraturan (<i>regular</i>)
	<i>Cardisoma carnifex</i>	0.52	Beraturan (<i>regular</i>)
2	<i>Littoraria scabra</i>	0.01	Beraturan (<i>regular</i>)
	<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	0.27	Beraturan (<i>regular</i>)
	<i>Cardisoma carnifex</i>	1.36	Berkelompok



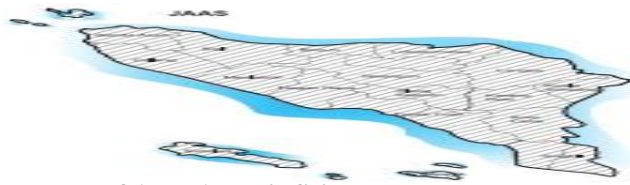
			(clumped)
	<i>Saccostrea cucullata</i>	3.00	Berkelompok (clumped)
	<i>Metopograpsus latifrons</i>	0.00	Beraturan (regular)
3	<i>Littoraria scabra</i>	0.00	Beraturan (regular)
	<i>Cardisoma carnifex</i>	0.79	Beraturan (regular)
	<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	0.00	Beraturan (regular)
	<i>Saccostrea cucullata</i>	0.00	Beraturan (regular)
	<i>Nerita albicilla</i>	0.00	Beraturan (regular)

IV. Kesimpulan

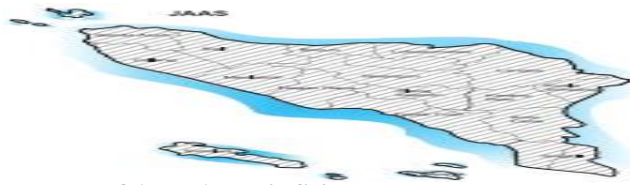
Biota asosiasi yang ditemukan di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu merupakan biota yang tumbuh dan berkembang di ekosistem mangrove, dimana terdapat 6 spesies dari 3 kelompok. Kemudian gastropoda *L. scabra* dan bivalva *S. cucullata* ditemukan tersebar merata di semua stasiun pengamatan dengan komposisi dan kepadatan tertingginya adalah gastropoda *L. scabra*. Selain itu, keanekaragaman biota asosiasi di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu masih tergolong sedikit (rendah), dominansinya didominasi oleh gastropoda *L. scabra* dan keseragaman biota asosiasinya dalam keadaan tertekan serta pola penyebarannya tergolong beraturan (regular) dan menglompok (clumped).

Daftar Pustaka

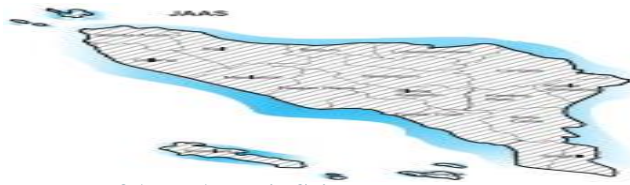
- Alfaro AC. 2007. Migration and trail affinity of snails, *Littoraria scabra*, on mangrove trees of Nananu-i-ra, Fiji Islands. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 40(4): 247 – 255.
- Alongi DM. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*. 29(3): 331 – 349.
- Alongi DM. 2008. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 76(1): 1 – 13.
- Alvarez-Leon R, Garcia-Hansen I. 2003. Biodiversity associated with mangroves in Colombia. *ISME/GLOMIS Electronic Journal*. 3(1): 1 – 2.
- Ashton EC, Hogarth PJ, Macintosh DJ. 2003a. A comparison of brachyuran crab community structure at four mangrove locations under different management systems along the Melaka Straits-Andaman Sea Coast of Malaysia and Thailand. *Estuaries*. 26(6): 1461 – 1471.
- Ashton EC, Macintosh DJ, Hogarth PJ. 2003b. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. *Tropical Ecology*. 19(2): 127 – 142.
- Assuyuti YM, Rijaluddin AF. 2016. Studi penilaian ekosistem mangrove hasil tanam berdasarkan keberadaan gastropoda di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Marine and Aquatic Sciences*. 2(2): 73 – 77.



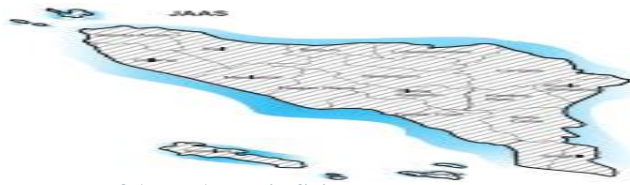
- Baderan DWK. 2017. Distribusi spasial dan luas kerusakan hutan mangrove di wilayah pesisir Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. *GeoEco*. 3(1): 1 – 8.
- Barbier EB. 2007. Natural capital and labor allocation: Mangrove-dependent households in Thailand. *Environment and Development*. 16(4): 398 – 431.
- Barbier EB, Cox M. 2003. Does economic development lead to mangrove loss? A cross-country analysis. *Contemporary Economic Policy*. 21(4): 418 – 432.
- Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC, Silliman BR. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*. 81(2): 169 – 193.
- Bornman TG, Adams JB. 2010. Response of a hypersaline salt marsh to a large flood and rainfall event along the west coast of Southern Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 87(3): 378 – 386.
- Bosire JO, Dahdouh-Guebas F, Kairo JG, Koedam N. 2003. Colonization of non-planted mangrove species into restored mangrove stands in Gazi Bay, Kenya. *Aquatic Botany*. 76(4): 267 – 279.
- Bosire JO, Dahdouh-Guebas F, Walton M, Crona BI, Lewis III RR, Field C, Kairo JG, Koedam N. 2008. Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany*. 89(2): 251 – 259.
- Bosma R, Sidik AS, van Zwieten P, Aditya A, Visser L. 2012. Challenges of a transition to a sustainably managed shrimp culture agro-ecosystem in the Mahakam delta, East Kalimantan, Indonesia. *Wetlands Ecology and Management*. 20(2): 89 – 99.
- Bouillon S. 2011. Carbon cycle: Storage beneath mangroves. *Nature Geoscience*. 4(5): 282 – 283.
- Brander LM, Wagtendonk AJ, Hussain SS, McVittie A, Verburg PH, De Groot RS, van der Ploeg S. 2012. Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services*. 1(1): 62 – 69.
- Brower JE, Zar JH. 1984. *Field and Laboratory Methods for General Ecology Second Edition*. Dubuque, IA : W.C. Brown Publishers.
- Cannicci S, Burrows D, Fratini S, Smith TJ, Offenberg J, Dahdouh-Guebas F. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*. 89(2): 186 – 200.
- Chen G, Ye Y, Lu C. 2007. Changes of macro-benthic faunal community with stand age of rehabilitated *Kandelia candel* mangrove in Jiulongjiang Estuary, China. *Ecological Engineering*. 31(3): 215 – 224.
- Dharma B. 1988. *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells)*. Jakarta, Indonesia.
- Duke NC, Meynecke JO, Dittmann S, Ellison AM, Anger K, Berger U, Cannicci S, Diele K, Ewel KC, Field CD, Koedam N, Lee SY, Marchand C, Nordhaus I, Dahdouh-Guebas F. 2007. A world without mangroves?. *Science*. 317(5834): 41 – 42.
- Ellison AM. 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. *Sea Research*. 59(1-2): 2 – 15.



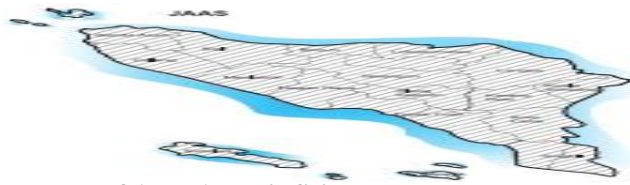
- Ernanto R, Agustriani F, Aryawati R. 2010. Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari*. 1: 73 – 78.
- Ewel KC, Twilley RR, Ong JE. 1998. Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters*. 7(1): 83 – 94.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2007. *The World's Mangroves 1980 – 2005: A Thematic Study Prepared in The Framework of The Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, Itali.
- Feller IC, Lovelock CE, Berger U, McKee KL, Joye SB, Ball MC. 2010. Biocomplexity in mangrove ecosystems. *Annual Review of Marine Science*. 2: 395 – 417.
- Feller IC, Friess DA, Krauss KW, Lewis III RR. 2017. The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. *Hydrobiologia*. 803(1): 1 – 12.
- Field CD. 1999. Mangrove rehabilitation: Choice and necessity. *Hydrobiologia*. 413(0): 47 – 52.
- Fratini S, Cannicci S, Abincha LM, Vannini M. 2000. Feeding, temporal and spatial preferences of *Metopograpsus thukuhar* (Decapoda; Grapsidae): An opportunistic mangrove dweller. *Crustacean Biology*. 20(2): 326 – 333.
- Friess DA, Webb EL. 2013. Variability in mangrove change estimates and implications for the assessment of ecosystem service provision. *Global Ecology and Biogeography*. 23(7): 715 – 725.
- Getzner M, Islam MS. 2013. Natural resources, livelihoods, and reserve management: A case study from Sundarbans mangrove forests, Bangladesh. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 8(1): 75 – 87.
- Gillis LG, Belshe EF, Narayan GR. 2017. Deforested mangroves affect the potential for carbon linkages between connected ecosystems. *Estuaries and Coasts*. 40(4): 1207 – 1213.
- Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Masek J, Duke N. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*. 20(1): 154 – 159.
- Hadiputra MA, Damayanti A. 2013. Kajian potensi makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran logam berat tembaga (Cu) di kawasan ekosistem mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*. 27 Juli 2013. Surabaya, Indonesia. D-14-1 – D-14-8.
- Hamilton SE, 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.
- Hamilton SE, 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.
- Hartnoll RG. 1976. The ecology of some rocky shores in tropical East Africa. *Estuarine Coastal Marine Science*. 4(1): 1 – 21.
- Hastuti ED, Anggoro S, Pribadi R. 2013. Pengaruh Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove terhadap Kandungan Cd dan Cr Sedimen di Wilayah Pesisir Semarang



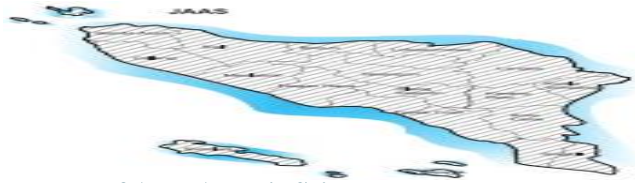
- dan Demak. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. 10 September 2013. Semarang, Indonesia. 331 – 336.
- Hussain SA, Badola R. 2010. Valuing mangrove benefits: Contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India. *Wetlands Ecology and Management*. 18(3): 321 – 331.
- Hutchinson GE. 1953. The concept of pattern ecology. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 105: 1 – 2.
- Hutchison J, Manica A, Swetnam R, Balmford A, Spalding M. 2014. Predicting global patterns in mangrove forest biomass. *Conservation Letters*. 7(3): 233 – 240.
- Insafitri. 2010. Keanekaragaman, keseragaman dan dominansi bivalvia di area buangan lumpur Lapindo Muara Sungai Porong. *Kelautan*. 3(1): 54 – 59.
- Irma D, Sofyatuddin K. 2012. Diversity of gastropods and bivalves in mangrove ecosystem rehabilitation areas in Aceh Besar and Banda Aceh districts, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of The Bioflux Society*. 5(2): 55 – 59.
- Jongjitvimol T, Boontawon K, Wattanachaiyingcharoen W, Deowanish S. 2005. Nest dispersion of a stingless bee species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in a mixed deciduous forest in Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*. 5(2): 69 – 71.
- Jupriyati R, Soenardjo N, Suryono CA. 2013. Akumulasi logam berat Timbal (Pb) dan pengaruhnya terhadap histologi akar mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di perairan Mangunharjo Semarang. *Marine Research*. 3(1): 61 – 68.
- Kairo JG, Dahdouh-Guebas F, Bosire J, Koedam N. 2001. Restoration and management of mangrove systems — A lesson for and from the East African region. *South African Journal of Botany*. 67(3): 383 – 389.
- Krebs CJ. 1972. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper & Row.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. New York: University of British Columbia, Harper Collins Publishers.
- Kusmana C, Istomo. 1995. *Ekologi Hutan*. Laboratorium Kehutanan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lee SY. 2008. Mangrove macrobenthos: Assemblages, services and linkages. *Sea Research*. 59(1-2): 16 – 29.
- Lee SY, Primavera JH, Dahdouh-Guebas F, McKee K, Bosire JO, Cannicci S, Diele K, Fromard F, Koedam N, Marchand C, Mendelssohn I, Mukherjee N, Record S. 2014. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*. 23(7): 726 – 743.
- Macintosh DJ, Ashton EC, Havanon S. 2002. Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: A study in the Ranong Mangrove Ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 55(3): 331 – 345.
- Maturbongs MR, Elviana S. 2016. Komposisi, kepadatan dan keanekaragaman jenis gastropoda di kawasan mangrove pesisir pantai Kambapi pada musim peralihan I. *Ilmiah agribisnis dan Perikanan*. 9(2): 19 – 23.
- Merly SL, Elviana S. 2017. Korelasi sebaran gastropoda dan bahan organik dasar pada ekosistem mangrove di perairan pantai Payum, Merauke. *Agricola*. 7(1): 56 – 67.



- Metcalfé KN, Glasby CJ. 2008. Diversity of Polychaeta (Annelida) and other worm taxa in mangrove habitats of Darwin Harbour, Northern Australia. *Sea Research*. 59(1-2): 70 – 82.
- Morgan GJ, Hailstone TS. 1986. Distribution of gastropods in a mangrove habitat in South-East Queensland. *The Malacological Society of Australia*. 7(3-4): 131 – 140.
- Morisita M. 1959. Measuring of dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Memories of the Faculty of Science Kyushu University Series E (Biology)*. 2(4): 215 – 235.
- Mujiono N. 2009. Mudwhelks (Gastropoda: Potamididae) from mangroves of Ujung Kulon National Park, Banten. *Biologi*. 13(2):51 – 56.
- Odum EP. 1971. *Fundamentals of Ecology 3rd Edition*. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- Patosa FB, Doncillo L, Gomba RDFE, Orale RL. 2014. Traditional practices of fermenting small Rock Oysters (*Sacosstrea sp.*) “Sisi”. *Countryside Development Research Journal*. 2: 52 – 60.
- Penha-Lopes G, Torres P, Cannicci S, Narciso L, Paula J. 2011. Monitoring anthropogenic sewage pollution on mangrove creeks in southern Mozambique: A test of *Palaemon concinnus* Dana, 1852 (Palaemonidae) as a biological indicator. *Environmental Pollution*. 159(2): 636 – 645.
- Perry CT, Berkeley A. 2009. Intertidal substrate modification as a result of mangrove planting: Impacts of introduced mangrove species on sediment microfacies characteristics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 81(2): 225 – 237.
- Polidoro BA, Carpenter KE, Collins L, Duke NC, Ellison AM, Ellison JC, Farnsworth EJ, Fernando ES, Kathiresan K, Koedam NE, Livingstone SR, Miyagi T, Moore GE, Nam VN, Ong JE, Primavera JH, Salmo SG, Sanciangco JC, Sukardjo S, Wang Y, Yong JWH. 2010. The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *Plos One*. 5(4): 1 – 10.
- Poole RW. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. New York: McGraw-Hill.
- Purnobasuki H. 2011. Ancaman terhadap hutan mangrove di Indonesia dan langkah strategis pencegahannya. *Bulletin PSL Universitas Surabaya*. 25: 3 – 6.
- Quinn JF, Dunham AE. 1983. On hypothesis testing in ecology and evolution. *American Naturalist*. 122: 602 – 617.
- Rani C. 2003. Metode pengukuran dan analisis pola spasial (dispersi) organisme bentik. *Protein*. 19: 1351 – 1368.
- Rau AR, Kusen JD, Paruntu CP. 2013. Struktur komunitas moluska di vegetasi mangrove Desa Kulu, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Pesisir dan Laut Tropis*. 2(1): 44 – 50.
- Reid DG. 1985. Habitat and zonation patterns of Littoraria species (Gastropoda: Littorinidae) in Indo-Pacific mangrove forests. *Biological Linnean Society*. 26(1): 39 – 68.
- Richards DR, Friess DA. 2016. Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 113(2): 344 – 349.
- Sakai S, Momose K, Yumoto T, Nagamitsu T, Nagamasu H, Hamid AA, Nakashizuka T. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of



- general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany*. 86(10): 1414 – 1436.
- Santos LCM, Matos HR, Schaeffer-Novelli Y, Cunha-Lignon M, Bitencourt MD, Koedam N, Dahdouh-Guebas F. 2014. Anthropogenic activities on mangrove areas (Sao Francisco River Estuary, Brazil Northeast): A GIS-based analysis of CBERS and SPOT images to aid in local management. *Ocean and Coastal Management*. 89: 39 – 50.
- Sasekumar A. 1974. Distribution of macrofauna on a Malayan mangrove shore. *Animal Ecology*. 43(1): 51 – 69.
- Setyobudiandi I, Sulistiono, Yulianda F, Kusmana C, Hariyadi S, Damar A, Sembiring A, Bahtiar. 2009. *Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan: Terapan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, Indonesia.
- Sofiah S, Setiadi D, Widyatmoko D. 2013. Pola penyebaran, kelimpahan dan asosiasi bambu pada komunitas tumbuhan di Taman Wisata Alam Gunung Baung Jawa Timur. *Berita Biologi*. 12(2): 239 – 247.
- Southwood TRE. 1978. *Ecological Methods*. London, Inggris.
- Syahrial, Karsim N. 2018. Distribusi spasial gastropoda *Littoraria scabra* di hutan mangrove Pulau Tunda, Serang, Banten. *Marine Research and Technology*. 1(1): 17 – 21.
- Tapilatu Y, Pelasula D. 2012. Biota penempel yang berasosiasi dengan mangrove di Teluk Ambon Bagian Dalam. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2): 267-279.
- 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.
- Tuheteru M, Notoesoedarmo S, Martosupono M. 2014. Distribusi gastropoda di ekosistem mangrove. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Raja Ampat – Waisai*. 12 – 13 Agustus 2014. Papua Barat, Indonesia. A-151 – A-156.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2014. *The Importance Of Mangroves To People: A Call To Action*. van Bochove J, Sullivan E, Nakamura T. (Eds). United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. 128 pp.
- Valiela I, Bowen JL, York JK. 2001. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*. 51(10): 807 – 815.
- Vane CH, Harrison I, Kim AW, Moss-Hayes V, Vickers BP, Hong K. 2009. Organic and metal contamination in surface mangrove sediments of South China. *Marine Pollution Bulletin*. 58(1): 134 – 144.
- Wilhm JL, Dorris TC. 1968. Biological parameters for water quality criteria. *BioScience*. 18(6): 477 – 481.
- Wolf HD, Ulomi SA, Bäckeljaug T, Pratap HB, Blust R. 2001. Heavy metal levels in the sediments of four Dar es Salaam mangroves: Accumulation in, and effect on the morphology of the periwinkle, *Littoraria scabra* (Mollusca: Gastropoda). *Environment International*. 26(4): 243 – 249.
- Yuwono E, Jennerjahn TC, Nordhaus I, Riyanto EA, Sastranegara MH, Pribadi R. 2007. 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.

Zvonareva S, Kantor Y. 2016. Checklist of gastropod molluscs in mangroves of Khanh Hoa province, Vietnam. *Zootaxa*. 4162(3): 401–437.