



JIPK

JURNAL ILMIAH PERIKANAN DAN KELAUTAN

Research Article

Karakteristik Lingkungan dan Kondisi Fauna Makrobentik Di Kawasan Reboisasi Mangrove Pulau Pramuka, Panggang, dan Karya, Kepulauan Seribu, Indonesia

Environmental Characteristics and Conditions of Macrobenitic Fauna in the Mangrove Reforestation Area of Pramuka, Panggang, and Karya Island, Seribu Islands, Indonesia

Syahrial^{*1,2}, Neneng Purwanti², Herlina Adelina Meria Uli Sagala^{2,3}, Nur Atikah², Yulina Sari², Bayu Oktavian², dan Novhitasari Simbolon²

¹Wahana Alam Bahari

²Belukap Mangrove Club

³Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Riau

ARTICLE INFO

Received: December 12, 2018

Accepted: February 12, 2019

*) Corresponding author:

E-mail: syahrial.bmc@gmail.com

Kata Kunci:

Karakteristik lingkungan, Reboisasi, Mangrove, Fauna makrobentik, Kepulauan Seribu

Keywords:

Environmental characteristics, Reforestation, Mangrove, Macrobenitic fauna, Seribu Islands

Abstrak

Kajian karakteristik lingkungan dan kondisi fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya, Kabupaten Kepulauan Seribu telah dilakukan pada bulan April 2014. Kajian ini bertujuan sebagai data dasar dalam pengelolaan mangrove di Indonesia khususnya pasca penanaman mangrove. Pengukuran karakteristik lingkungan dilakukan dengan cara *insitu*, sedangkan pengumpulan fauna makrobentik dengan membuat transek garis dan plot yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dan tegak lurus garis pantai sampai ke daratan. Hasil kajian memperlihatkan bahwa karakteristik lingkungan yang diukur tidak begitu berbeda antar stasiun dan juga tidak melebihi baku mutu untuk kehidupan biota laut. Sebanyak 6 spesies fauna makrobentik telah ditemukan dengan kepadatan yang bervariasi. Kepadatan tertingginya berada di Stasiun 3 (05.00 ind/m²) dan terendahnya di Stasiun 1 (02.00 ind/m²). Selain itu, fauna makrobentik *Atilia (Columbella) scripta*, *Metopograpsus latifrons*, *Littoraria scabra*, *Saccostrea cucullata* dan *Cardisoma carnifex* berasosiasi atau berkaitan erat dengan stasiun yang bersubstrat lanau maupun pasir. Selanjutnya parameter kualitas air yang paling menentukan distribusi dan kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang, dan Karya, Kabupaten Kepulauan Seribu adalah pH.

Abstract

The study of the environmental characteristics and conditions of macrobenitic fauna in the mangrove reforestation area of Pramuka, Panggang, Karya, and the Seribu Islands was carried out in April 2014. This study aims at the basic data in mangrove management in Indonesia, especially after mangrove planting. Measurement of environmental characteristics is carried out by *insitu* methods, while collecting macrobenitic fauna by making line transects and plots drawn from the reference point (outermost mangrove stands) and perpendicular to the coastline to the mainland. The results of the study show that the measured environmental characteristics are not very different between stations and also do not exceed the quality standards for marine life. A total of 6 macrobenitic fauna species have been found with varying densities. The highest density is at Station 3 (05.00 ind/m²) and the lowest is at Station 1 (02.00 ind/m²). In addition, the macrobenitic fauna *Atilic (Columbella) scripta*, *Metopograpsus latifrons*, *Littoraria scabra*, *Saccostrea cucullata* and *Cardisoma carnifex* are associated or closely related to silt or sand substrates. Furthermore, the water quality parameters that most determine the distribution and density of macrobenitic fauna in the mangrove reforestation area of Pulau Pramuka, Panggang and Karya Seribu Islands District are pH.

Cite this as: Syahrial, Neneng, P., Herlina, A. M. U. S., Nur, A., Yulina, S., Bayu, O., & Novhitasari, S. (2019). Karakteristik Lingkungan dan Kondisi Fauna Makrobentik Di Kawasan Reboisasi Mangrove Pulau Pramuka, Panggang, dan Karya, Kabupaten Kepulauan Seribu, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(1):9–20. <http://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.10770>

JIPK (ISSN: 2528-07597), Nationally Accredited Journal of Second Grade (Sinta 2) by Ministry of Research, Technology and Higher Education of The Republic of Indonesia. Decree No: 10/E/KPT/2018

1. Pendahuluan

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang sangat unik (Bernard *et al.*, 1996, Alongi 2002, Bayen 2012, Chakraborty 2013, Kaewtubtim *et al.*, 2016, Zainuri *et al.*, 2017), rapuh (Grosholz 2002, Chauhan *et al.*, 2008, Lara *et al.*, 2011, Chakraborty 2013), paling produktif (Sandiyan dan Kathiresan 2012, Bayen 2012, Wang *et al.*, 2013, Chakraborty 2013, Osland *et al.*, 2016, Hartati dan Harudu 2016), ditemukan antara darat dan laut (Ramanathan *et al.*, 1999, Chauhan *et al.*, 2008, Kathiresan dan Bingham 2001, Chakraborty 2013, Alongi 2015), serta merupakan gabungan antara flora, fauna maupun mikroorganisme yang menyesuaikan diri terhadap lingkungan yang berfluktuasi (Chakraborty 2013). Selain itu, mangrove tumbuh di laguna pantai dangkal dengan kedalaman rata-rata 0 – 2 m (Holguin *et al.*, 2001), berada di daerah tropis dan subtropis (Peters *et al.*, 1997, Moreira *et al.*, 2013), meliputi 15 juta hektar di 121 negara (Agoramoorthy *et al.*, 2008, Lewis *et al.*, 2011) dengan luas area keseluruhannya $\pm 181.000 \text{ km}^2$ (Tripathi *et al.*, 2016).

Menurut Du *et al.*, (2013) hutan mangrove memainkan peran kunci dalam menjaga keseimbangan ekologi di daerah pesisir yang dapat menyediakan habitat bagi organisme terestrial, muara maupun laut (Alongi 2002, Nagelkerken *et al.*, 2008, Luther dan Greenberg 2009, MacKenzie dan Cormier 2012). Umumnya terdiri dari fauna benthik yang hidup di atau di bawah sedimen (Xinwei *et al.*, 2017), berfungsi sebagai penghubung antara produsen primer dengan karnivora atas (predator), membantu dalam menguraikan materi organik dan siklus nutrisi, meningkatkan porositas sedimen (Lee 1989, Macnae 1968) serta menciptakan jalur-jalur oksigen, nutrisi, air maupun elemen lainnya supaya masuk ke dalam sedimen (Kon *et al.*, 2011, Pravinkumar *et al.*, 2013).

Salah satu kriteria dalam menilai keberhasilan restorasi pesisir adalah dengan melihat tingkat kehadiran fauna makrobentiknya (Field 1998, Teal dan Weishar 2005). Namun, kajian yang memasukkan fauna makrobentik sebagai pengukur kinerja dari kegiatan penanaman mangrove masih sangat terbatas (Pagliosa *et al.*, 2016) terutama di Indonesia. Oleh karena itu, kajian tentang karakteristik lingkungan dan kondisi fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang, dan Karya, Kabupaten Kepulauan Seribu sangat perlu dilakukan. Hal ini bertujuan sebagai data dasar dalam pengelolaan mangrove di Indonesia khususnya pasca penanaman mangrove.

2. Material dan Metode

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2014 di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya 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). Stasiun 1 merupakan lokasi penanaman yang berdekatan dengan permukiman penduduk, sedangkan Stasiun 2 dan 3 merupakan lokasi penanaman yang berdekatan dengan ekosistem padang lamun.

2.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data parameter suhu, pH dan salinitas dilakukan secara *insitu* (Wulandari *et al.*, 2014) dengan menggunakan *water quality meter* AZ-8603, sedangkan parameter oksigen terlarut (DO) menggunakan data sekunder yang diambil pada waktu yang hampir bersamaan dan berdekatan dengan kajian ini. Selain itu, data fauna makrobentik dikumpulkan dengan membuat transek garis dan plot yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dan tegak lurus garis pantai sampai ke daratan (Ernanto *et al.*, 2010), dimana 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 $1 \times 1 \text{ m}^2$ sebanyak 5 plot. Tiap stasiun terdiri dari 3 plot dan tiap plot terdiri dari 5 sub plot, sehingga jumlah sub plot keseluruhannya adalah 45.

2.3 Analisis data

Data kepadatan fauna makrobentik dianalisis berdasarkan Odum (1971), Southwood (1978), Brower dan Zar (1984) serta Krebs (1989), kemudian konektivitas kepadatan fauna makrobentiknya dianalisis dengan statistik multivariat *Correspondence Analysis* (CA) (Legendre dan Legendre 1983, Bengen 1998, Kawaroe *et al.*, 2001), sedangkan faktor-faktor yang menentukan distribusi maupun kepadatan fauna makrobentik berdasarkan karakteristik lingkungannya dianalisis menggunakan statistik multivariat *Principal Component Analysis* (PCA).

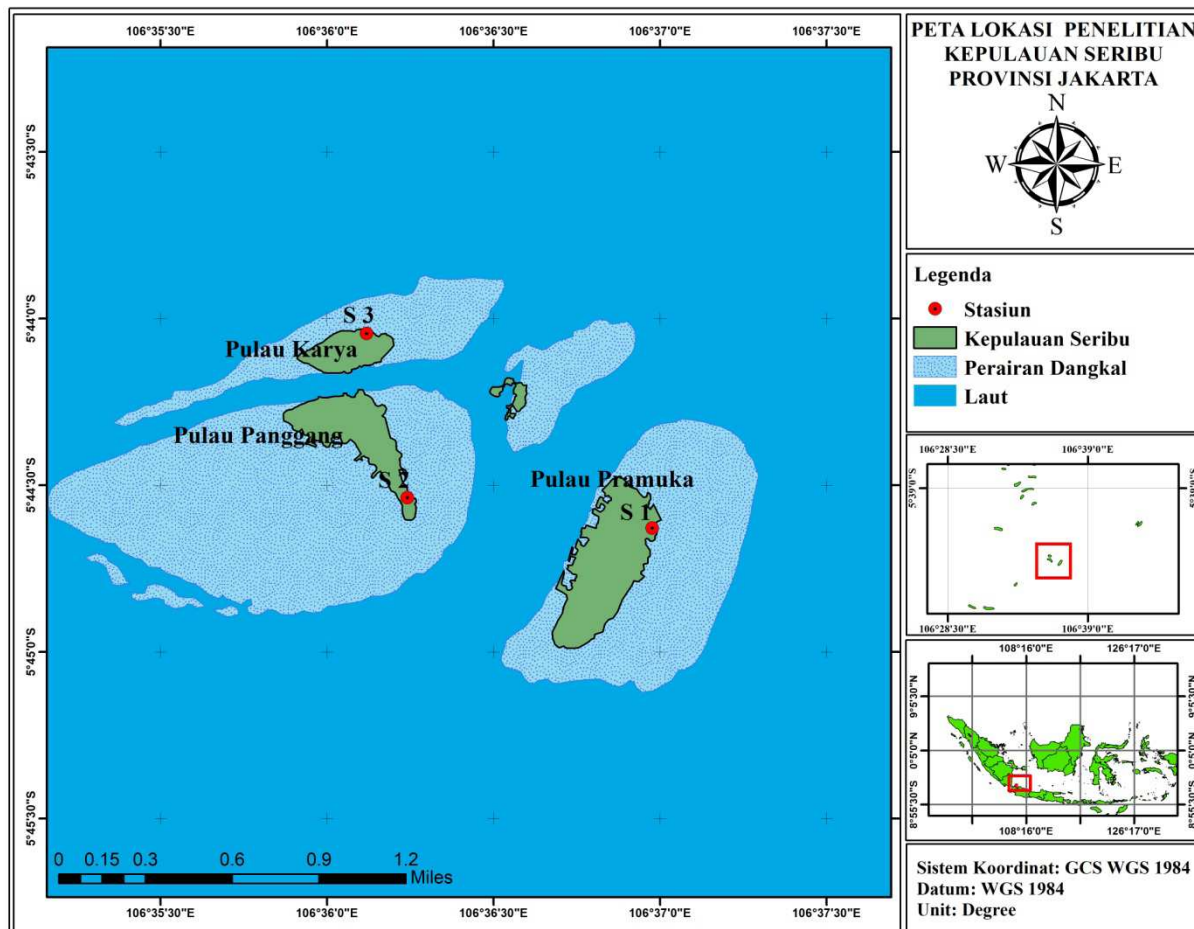
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Lingkungan

Karakteristik lingkungan yang diukur di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kabupaten Kepulauan Seribu untuk setiap stasiunnya bervariasi, dimana untuk parameter suhu, konsentrasi tertinggi berada pada Stasiun 1 (32°C), sa-

linitas pada Stasiun 2 (33‰), pH pada Stasiun 1 (7.7) dan DO pada Stasiun 2 (7.0 mg/l), sedangkan suhu konsentrasi terendahnya berada di Stasiun 3 (30°C), salinitas di Stasiun 1 (30‰), pH di Stasiun 2 (6.6) dan DO di Stasiun 3 (6.0 mg/l) (Tabel 1). Menurut Nobi *et al.*, (2010) kualitas air dan sedimen sangat penting untuk kelangsungan hidup dan kesejahteraan keanekaragaman hayati, terutama di daerah pesisir dan muara. Hal ini karena lingkungan intertidal mangrove merupakan

lingkungan yang dinamis, baik itu secara fisik maupun geologis (Alongi 2015), sehingga ekosistem mangrove menjadi rentan terhadap pengaruh lingkungan (Ghosh 2011). Selain itu, faktor pembatas yang utama bagi mangrove adalah suhu (Saintilan *et al.*, 2014) karena dapat memberikan penjelasan yang korelatif terhadap penyebarannya (Osland *et al.*, 2013). Bila dibandingkan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Karakteristik lingkungan fauna makrobentik pada kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu

Stasiun	Kualitas Air			
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	*DO (mg/l)
1	32	30	7.7	^a 6.7
2	31	33	6.6	^b 7.0
3	30	31	7.0	^b 6.0
Baku mutu MNLH (2004)	28 – 32	s/d 34	7 – 8.5	>5

*Data sekunder, ^aFaiqoh *et al.*, (2015), ^bRiani *et al.*, (2017)

51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, secara keseluruhan konsentrasi kualitas air yang diukur masih dalam batasan toleransi bagi kehidupan mangrove dan fauna makrobentiknya.

3.2 Distribusi Fauna Makrobentik

Fauna makrobentik yang ditemukan terdiri dari 6 spesies yaitu *Atilia (Columbella) scripta*, *Littoraria scabra*, *Nerita albicilla*, *Cardisoma carnifex*, *Metopograpsus latifrons* dan *Saccostrea cucullata* (Tabel 2). Menurut Macintosh *et al.*, (2002) keragaman vegetasi mangrove berkorelasi positif terhadap keragaman fauna terkait, dimana dalam indeks tegakan mangrove yang dewasa terdapat keanekaragaman fauna invertebrata yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan mangrove yang baru ditanam. Kemudian komposisi spesies, keanekaragaman, biomassa maupun kelimpahan invertebrata akan berubah apabila ada gangguan, eksploitasi dan di sekitar area rehabilitasi (Skilleter 1996, Skilleter dan Warren 2000, Bosire *et al.*, 2004).

penanaman mangrove Stasiun 2 dan 3 berdekatan dengan ekosistem tersebut. Reid *et al.*, (2008) menyatakan bahwa beberapa spesies gastropoda yang ditemukan di habitat mangrove, kadang-kadang ditemukan juga di lingkungan lain.

Selanjutnya Tabel 2 memperlihatkan bahwa gastropoda *L. scabra* ditemukan merata di semua stasiun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chen *et al.*, (2007) bahwa gastropoda famili Littoriinidae lebih representatif pada mangrove muda yang baru direhabilitasi. Kemudian Tabel 2 memperlihatkan bahwa gastropoda *N. albicilla* hanya ditemukan pada Stasiun 3. Macnae (1968) menyatakan bahwa komposisi spesies gastropoda di vegetasi mangrove yang lebih kedarat, didominasi oleh gastropoda famili Neritidae. Kemudian Chen *et al.*, (2007) menyatakan bahwa gastropoda famili Neritidae lebih melimpah di hutan mangrove yang lebih dewasa

Tabel 2. Distribusi gastropoda dan kepiting brachyura di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu

Spesies	Stasiun	Pulau	Plot		
			1	2	3
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Cardisoma carnifex</i>	1	Pramuka	+		
<i>Saccostrea cucullata</i>			+	+	
<i>Atilia (Columbella) scripta</i>			+		
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Cardisoma carnifex</i>	2	Panggang	+		
<i>Metopograpsus latifrons</i>				+	
<i>Saccostrea cucullata</i>			+		+
<i>Atilia (Columbella) scripta</i>				+	
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Nerita albicilla</i>	3	Karya			+
<i>Cardisoma carnifex</i>			+		
<i>Saccostrea cucullata</i>				+	

(+) = Spesies yang ditemukan

Selain itu, Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa gastropoda *A. scripta* hanya ditemukan pada Stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena *A. scripta* merupakan fauna asosiasi di ekosistem padang lamun (Hasniar *et al.*, 2013, Aji *et al.*, 2018) dan lokasi

dibandingkan dengan hutan yang baru direboisasi (lebih muda). Selanjutnya, spesies *C. carnifex* juga ditemukan merata di semua stasiun, sedangkan spesies *M. latifrons* hanya ditemukan pada Stasiun 2 (Tabel 2), sehingga mengindikasikan bahwa ke-

piting *C. carnifex* memiliki toleransi yang sangat luas, sedangkan kepiting *M. latifrons* memiliki toleransi yang sangat sempit. Micheli *et al.*, (1991), Colombini *et al.*, (1995), Hartnoll *et al.*, (2002) maupun Skov *et al.*, (2002) menyatakan bahwa kepiting *C. carnifex* berbagi tempat dengan kepiting *Neosarmatium meinerti*, *Chiromantes ortmanni*, *C. eulimene*, *Uca annulipes* dan *U. inversa*, kemudian juga berbagi tempat dengan ikan *Periophthalmus* spp. dan spesies ikan lainnya di rawa-rawa mangrove Afrika Timur. Sementara Fratini *et al.*, (2000) menyatakan bahwa kepiting *Metopograpsus* tumbuh subur di antara akar maupun batang pohon mangrove.

3.3 Kepadatan Fauna Makrobentik

Kepadatan fauna makrobentik yang ditemukan pada kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu sangat bervariasi, dimana kepadatan rata-rata tertingginya berada di Stasiun 3 (05.00 ind/m²) dan terendahnya di Stasiun 1 (02.00 ind/m²) (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa fauna makrobentik yang ditemukan lebih menyukai substrat lanau berpasir daripada pasir berlanau. Suratissa dan Rathnayake (2017) menyatakan bahwa gastropoda laut ditemukan di berbagai habitat, baik itu pantai berpasir, pantai berbatu, hutan mangrove ataupun daerah berlumpur.

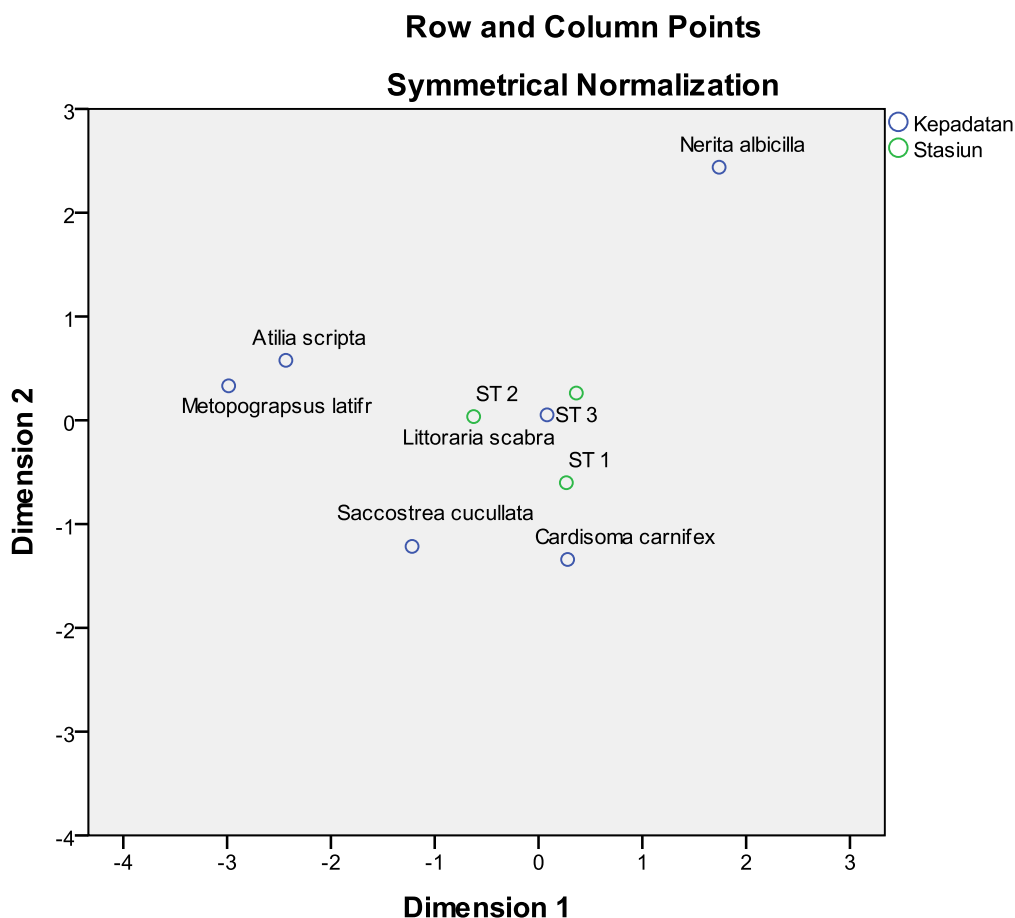
Selanjutnya, Ponnusamy *et al.*, (2016) menyatakan bahwa gastropoda merupakan kelas hewan terbesar kedua di kerajaan hewan dan menunjukkan cara hidup maupun ciri struktural yang berbeda-beda (Klussmann-Kolb 2004), umumnya adalah fauna laut (Bouchet dan Rocroi 2005), tergolong sebagai herbivora, karnivora, pemakan bangkai, *ciliari feeder* ataupun parasit (Suratissa dan Rathnayake 2017) serta beberapa anggotanya ada yang merupakan invertebrata air tawar dan terestrial (Bouchet dan Rocroi 2005). Selain itu, Berti *et al.*, (2008) menyatakan bahwa kepiting brachyura merupakan fauna makrobentik yang dominan di darat dan pinggiran ekosistem mangrove Indo-Pasifik (misalnya Sesamidae dan Gecarcinidae), dimana aktivitasnya sangat berperan dalam keberlangsungan rantai makanan (sebagai *keystone species*) (Viswanathan *et al.*, 2013). Hal ini karena feses yang dikeluarkan mereka sangat kaya akan nutrisi dan dapat digunakan sebagai pakan alami oleh biota kecil lainnya, kemudian serasah mangrove yang dicabik-cabik (tidak dimakan) oleh mereka juga dapat menjadi pakan bagi biota lainnya (Anggraeni *et al.*, 2015).

3.4 Konektivitas Kepadatan Fauna Makrobentik

Asosiasi fauna makrobentik dengan stasiun penelitian di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu membentuk satu kelompok, dimana kelompok

Tabel 3. Kepadatan gastropoda dan kepiting brachyura di masing-masing stasiun

No	Stasiun	Substrat	Jumlah Individu	Kepadatan (ind/m ²)
1	1.1		35	02.00
2	1.2	Pasir Berlanau	26	02.00
3	1.3		43	03.00
Rata-Rata			35±08.50	02.00±00.58
4	2.1		48	03.00
5	2.2	Pasir Berlanau	62	04.00
6	2.3		60	04.00
Rata-Rata			57±07.57	04.00±00.58
7	3.1	Lanau Berpasir	24	02.00
8	3.2		75	05.00
9	3.3		116	08.00
Rata-Rata			72±46.09	05.00±03.00



Gambar 2. Keterkaitan antara kepadatan makrobentik dan stasiun pengamatan di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang, dan Karya Kepulauan Seribu

Tabel 4. Hasil analisis PCA faktor penentu distribusi dan kepadatan gastropoda maupun kepiting brachyura di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu

Principal Component (PC)	Initial Eigenvalues			Nama Variabel	Faktor Loading	Varian yang Dijelaskan (%)
	Total	% of Variance	Cumulative %			
1	2.27	56.69	56.69	pH Salinitas	0.977 -0.934	56.69
2	1.58	39.61	96.30	DO Suhu	0.967 0.736	39.61

yang terbentuk merupakan asosiasi antara makrobentik *A. scripta*, *M. latifrons*, *L. scabra*, *S. cucullata* maupun *C. carnifex* dengan Stasiun I, II dan III (Gambar 6). Fauna makrobentik tersebut dapat berkembang dan tumbuh pada kisaran suhu 30-32°C, salinitas 30 – 33‰, pH 6.6 – 7.7 dan oksigen terlarut (DO) 6.0 – 7.0 mg/l (Tabel 1). Menurut Pagliosa *et al.*, (2016) fauna bentik yang

mengkoloni tanah mangrove dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi yang banyak tekanan secara alami, sehingga toleran terhadap variasi kesuburan, pengeringan, konsentrasi oksigen tanah yang rendah maupun kandungan bahan organik yang tinggi (Cannicci *et al.*, 2008, Lee 2008, Nagelkerken *et al.*, 2008). Selanjutnya Nordhaus *et al.*, (2009) menyatakan bahwa invertebrata ben-

tik merupakan kelompok penting dalam jaring makanan dan sangat mempengaruhi aliran energi di ekosistem mangrove. Hal ini karena mereka sering dijadikan sebagai objek sumber makanan bagi ikan di saat pasang berlangsung (Wilson 1989, Sheaves dan Molony 2000). Selain itu, fauna makrobentik juga dapat memodifikasi struktur fisik maupun vegetasi mangrove melalui aktivitas penggalan dan memakan alga yang ada di propagul, daun maupun batang/kayu mangrove (Smith 1987, Smith *et al.*, 1991). Di Indonesia, fauna makrobentiknya terdiri dari 50 spesies gastropoda, 6 spesies bivalva dan 34 spesies krustasea (Kusmana 2011).

3.5 Faktor Penentu Distribusi dan Kepadatan Fauna Makrobentik

Berdasarkan Tabel 4 terdapat dua komponen yang nilai eigennya lebih dari satu dengan keragaman data sebesar 96.30%, dimana komponen pertama dijelaskan sebesar 56.69% dan komponen kedua 39.61%. Selain itu, Tabel 4 memperlihatkan bahwa untuk karakteristik lingkungan yang paling menentukan distribusi dan kepadatan fauna makrobentik adalah parameter pH dan salinitas. Hal ini karena memiliki nilai varian yang lebih besar (56.69%) bila dibandingkan dengan DO dan suhu (39.61%), sedangkan berdasarkan nilai faktor loading, maka pH perairan merupakan parameter lingkungan yang paling mempengaruhi distribusi dan kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu. Hal ini karena nilai faktor loading pH perairan lebih tinggi (0.977) daripada salinitas (0.934).

Al Bakri dan Kittaneh (1998) menyatakan bahwa pada habitat intertidal yang bersubstrat pasir, memiliki pH lebih rendah dibandingkan dengan yang bersubstrat lumpur, sehingga keanekaragaman fauna bentiknya melimpah (Al Bakri *et al.*, 1997). Hal ini bertolak belakang dengan hasil yang didapatkan pada kajian ini. Selanjutnya, berubahnya parameter *power of Hydrogen* (pH) akan memberikan petunjuk terhadap terganggunya sistem penyangga dan menimbulkan perubahan maupun ketidakseimbangan kadar CO₂, sehingga membahayakan bagi kehidupan biota laut (Rukminasari *et al.*, 2014). Sementara kalsium yang rendah dan

konsentrasi H⁺ yang tinggi pada kolom air, akan berdampak terhadap distribusi atau penyebaran moluska (Okland dan Okland 1986).

4. Kesimpulan

Karakteristik lingkungan di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu tidak begitu berbeda antar stasiunnya dan secara keseluruhan konsentrasi kualitas air yang diukur masih dalam batasan toleransi bagi kehidupan mangrove dan fauna makrobentik. Kemudian fauna makrobentik yang ditemukan terdiri dari 3 spesies gastropoda, 2 spesies brachyura dan 1 spesies bivalva dengan kepadatan tertingginya berada di Stasiun 3 dan terendahnya di Stasiun 1. Selain itu, fauna makrobentik *A. scripta*, *M. latifrons*, *L. scabra*, *S. cucullata* dan *C. carinifex* berasosiasi di semua stasiun, serta parameter lingkungan yang paling menentukan distribusi dan kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Pulau Pramuka, Panggang dan Karya Kepulauan Seribu adalah pH perairan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak Taman Nasional Kepulauan Seribu (TNKS), Camat Kepulauan Seribu Utara dan Lurah Kelurahan Panggang yang telah memberikan izin sehingga terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agoramoorthy, G., Chen, F., & Hsu, M. J. (2008). Threat of heavy metal pollution in halophytic and mangrove plants of Tamil Nadu, India. *Environmental Pollution*, 155(2): 320 – 326.
- Aji, L. P., Widyastuti, A., & Capriati, A. (2018). Struktur komunitas moluska di Padang Lamun perairan Kepulauan Padaido dan Aimando Kabupaten Biak Numfor, Papua. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 3(3): 219 – 234.
- Al Bakri, D., & Kittaneh, W. (1998). Physicochemical characteristics and pollution indicators in the intertidal zone of Kuwait: Implications for benthic ecology. *Environmental Management*, 22(3): 415 – 424.

- Al Bakri, D., Behbehani, M., & Khuraibet, A. (1997). Quantitative assessment of the intertidal environment of Kuwait II: Controlling factors. *Environmental Management*, 51(4): 333 – 341.
- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3): 331 – 349.
- Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1): 30 – 39.
- Anggraeni, P., Elfidasari, D., & Pratiwi, R. (2015). Sebaran kepiting (brachyura) di Pulau Tikus, Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2): 213 – 221.
- Bayen, S. (2012). Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: A review. *Environment International*, 48: 84 – 101.
- Bengen, D. G. (1998). *Sinopsis Analisis Statistik Multivariabel/Multidimensi*. Program Pascasarjana IPB. Bogor, Indonesia.
- Bernard, D., Pascaline, H., & Jeremie, J. J. (1996). Distribution and origin of hydrocarbons in sediments from lagoons with fringing mangrove communities. *Marine Pollution Bulletin*, 32(10): 734 – 739.
- Berti, R., Cannicci, S., Fabbroni, S., & Innocenti, G. (2008). Notes on the structure and the use of *Neosarmatium meinerti* and *Cardisoma carnifex* burrows in a Kenyan mangrove swamp (Decapoda Brachyura). *Ethology Ecology and Evolution*, 20(2): 101 – 113.
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J. G., Cannicci, S., & Koedam, N. (2004). Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropical mangrove bay. *Biodiversity and Conservation*, 13(6): 1059 – 1074.
- Bouchet, P., & Rocroi, J. (2005). Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, 47(1-2): 1 – 397.
- Brower, J. E., & Zar, J. H. (1977). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Dubuque, Iowa.
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith, T. J., 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.
- Chakraborty, S. K. (2013). Interactions of environmental variables determining the biodiversity of coastal-mangrove ecosystem of West Bengal, India. *The Ecoscan*, 3(Special): 251 – 265.
- Chauhan, R., Ramanathan, A., & Adhya, T. K. (2008). Assessment of methane and nitrous oxide flux from mangroves along Eastern coast of India. *Geofluids*, 8(4): 321 – 332.
- 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.
- Colombini, I., Bert, R., Ercolini, A., Nocita, A., & Chelazzib, L. (1995). Environmental factors influencing the zonation and activity patterns of a population of *Periophthalmus sobrinus* Eggert in a Kenyan mangrove. *Experimental Marine Biology and Ecology*, 190(1): 135 – 149.
- Du, J., Yan, C., & Li, Z. (2013). Formation of iron plaque on mangrove *Kandalar obovata* (S.L.) root surfaces and its role in cadmium uptake and translocation. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1): 105 – 109.
- 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.
- Faiqoh, E., Ayu, I. P., Subhan, B., Syamsuni, Y. F., Anggoro, A. W., & Sembiring, A. (2015). Variasi geografik kelimpahan zooplankton di perairan terganggu, Kepulauan Seribu, Indo-

- nesia. *Marine and Aquatic Sciences*, 1: 19 – 22.
- Field, C. D. (1998). Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Marine Pollution Bulletin*, 37(8-12): 383 – 392.
- Fratini, S., Cannicci, S., Abincha, L. M., & Vannini, M. (2000). Feeding, temporal and spatial preferences of *Metopograpsus thukuhar* (Decapoda; Grapsidae): An opportunistic mangrove dweller. *Crustacean Biology*, 20(2): 326 – 333.
- Ghosh, D. (2011). Mangroves: The most fragile forest ecosystem. *Resonance*, 16(1): 47 – 60.
- Grosholz, E. (2002). Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 7(1): 22 – 27.
- Hartati, & Harudu, L. (2016). Identifikasi jenis-jenis kerusakan ekosistem hutan mangrove akibat aktivitas manusia di Kelurahan Lowulowu Kecamatan Lea-Lea Kota Baubau. *Penelitian Pendidikan Geografi*, 1(1): 30 – 45.
- Hartnoll, R. G., Cannicci, S., Emmerson, W. D., Fratini, S., Macia, A., Mgya, Y., Porri, F., Ruwa, R. K., Shunula, J. P., Skov, M. W., & Vannini, M. (2002). Geographic trends in mangrove crab abundance in East Africa. *Wetlands Ecology and Management*, 10(3): 203 – 213.
- Hasniar, Litaay, M., & Priosambodo, D. (2013). Biodiversitas gastropoda di padang lamun perairan Mara'bombang Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan. *Torani*, 23(3): 127 – 136.
- Holguin, G., Vazquez, P., & Bashan, Y. (2001). The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Biology and Fertility of Soils*, 33(4): 265 – 278.
- Kaewtubtim, P., Meeinkuirt, W., Seepom, S., & Pichtel, J. (2016). Heavy metal phytoremediation potential of plant species in a mangrove ecosystem in Pattani Bay, Thailand. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(1): 367 – 382.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances Marine Biology*, 40: 81 – 251.
- Kawaroe, M., Bengen, D. G., Eidman, M., & Boer, M. (2001). Kontribusi ekosistem mangrove terhadap struktur komunitas ikan di pantai Utara Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Pesisir dan Lautan*, 3(3): 12 – 25.
- Klussmann-Kolb, A. (2004). Phylogeny of the Aplysiidae (Gastropoda, Opisthobranchia) with new aspects of the evolution of seahares. *Zoologica Scripta*, 33(5): 439 – 462.
- Kon, K., Kurokura, H., & Tongnunui, P. (2011). Influence of a microhabitat on the structuring of the benthic macrofaunal community in a mangrove forest. *Hydrobiologia*, 671: 205 – 216.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. New York: University of British Columbia, Harper Collins Publishers.
- Kusmana, C. (2011). Management of mangrove ecosystem in Indonesia. *Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 152 – 157.
- Lara, R. J, Neogi, S. B., Islam, M. S., Mahmud, Z. H., Islam, S., Paul, D., Demoz, B. B., Yamasaki, S., Nair, G. B., & Kattner, G. (2011). *Vibrio cholerae* in waters of the Sunderban mangrove: Relationship with biogeochemical parameters and chitin in seston size fractions. *Wetlands Ecology and Management*, 19(1): 109 – 119.
- Lee, S. Y. (1989). The importance of sesarminae crabs *Chiromanthes* spp. and inundation frequency on mangrove (*Kandelia candel* (L.) Druce) leaf litter turnover in a Hong Kong tidal shrimp pond. *Experimental Marine Biology and Ecology*, 131: 23 – 43.
- Lee, S. Y. (2008). Mangrove macrobenthos: Assemblages, services and linkages. *Sea Research*, 59(1-2): 16 – 29.

- Legendre, L., & Legendre, P. (1983). *Numerical Ecology*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Belanda.
- Lewis, M., Pryor, R., & Wilking, L. (2011). Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review. *Environmental Pollution*, 159(10): 2328 – 2346.
- Luther, D. A., & Greenberg, R. (2009). Mangroves: A global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates. *Bioscience*, 59(7): 602 – 612.
- Macintosh, D. J., Ashtona, E. C., & 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.
- MacKenzie, R., & Cormier, N. (2012). Stand structure influences nekton community composition and provides protection from natural disturbance in Micronesian mangroves. *Hydrobiologia*, 685(1): 155 – 171.
- Macnae, W. (1968). A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region. *Advances in Marine Biology*, 6: 73 – 270.
- Micheli, F., Gherardi, F., & Vannini, M. (1991). Feeding and burrowing ecology of two East African mangrove crabs. *Marine Biology*, 111: 247 – 254.
- [MNLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut Nomor 51. Jakarta, Indonesia.
- Moreira, I. T. A., Oliveira, O. M. C., Triguís, J. A., Queiroz, A. F. S., Ferreira, S. L. C., Martins, C. M. S., Silva, A. C. M., & Falcao, B. A. (2013). Phytoremediation in mangrove sediments impacted by persistent Total Petroleum Hydrocarbons (TPH's) using *Avicennia schaueriana*. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1-2): 130 – 136.
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., & Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*, 89(2): 155 – 185.
- Nobi, E. P., Dilipan, E., Thangaradjou, T., Sivakumar, K., & Kannan, L. (2010). Geochemical and geo-statistical assessment of heavy metal concentration in the sediments of different coastal ecosystems of Andaman Islands, India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87(2): 253 – 264.
- Nordhaus, I., Hadipudjana, F. A., Janssen, R., & Pamungkas, J. (2009). Spatio-temporal variation of macrobenthic communities in the mangrove-fringed Segara Anakan lagoon, Indonesia, affected by anthropogenic activities. *Regional Environmental Change*, 9(4): 291 – 313.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3rd Edition. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- Okland, J., & Okland, K. A. (1986). The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. *Experientia*, 42: 471 – 486.
- Osland, M. J., Enwright, N., Day, R. H., & Doyle, T. W. (2013). Winter climate change and coastal wetland foundation species: Salt marshes vs. mangrove forests in the Southeastern United States. *Global Change Biology*, 19(5): 1482 – 1494.
- Osland, M., Feher, L., Griffith, K., Cavanaugh, K., Enwright, N., Day, R. H., Stagg, C. L., Krauss, K. W., Howard, R. J., Grace, J. B., & Rogers, K. (2016). Climatic controls on the global distribution, abundance and species richness of mangrove forests. *Ecological Monographs*, 87(2): 341 – 359.
- Pagliosaa, P. R., Oortman, M. S., Rovai, A. S., & Soriano-Sierra, E. J. (2016). Is mangrove planting insufficient for benthic macrofaunal recovery when environmental stress is persistent?. *Ecological Engineering*, 95: 290 – 301.

- Peters, E. C., Gassman, N. J., Firman, J. C., Richmond, R. H., & Power, E. A. (1997). Ecotoxicology of tropical marine ecosystems. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(1): 12 – 40.
- Ponnusamy, K., Munilkumar, S., Das, S., Verma, A., Venkitesan, R., & Pal, A. K. (2016). Shellfish resources around Madras Atomic Power Station Kalpakkam, Southeast India. *Asia-Pacific Biodiversity*, 10(1): 118 – 123.
- Pravinkumar, M., Murugesan, P., Prakash, R. K., Elumalai, V., Viswanathan, C., & Raffi, S. M. (2013). Benthic biodiversity in the Pichavaram mangroves, Southeast Coast of India. *Oceanography and Marine Science*, 4(1): 1 – 11.
- Ramanathan, A. L., Subramanian, V., Ramesh, R., Chidambaram, S., & James, A. (1999). Environmental geochemistry of the Pichavaram mangrove ecosystem (tropical), Southeast coast of India. *Environmental Geology*, 37(3): 223 – 233.
- Reid, D. G., Dyal, P., Lozouet, P., Glaubrecht, M., & Williams, S. T. (2008). Mudwhelks and mangroves: The evolutionary history of an ecological association (Gastropoda: Potamidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47: 680 – 699.
- Riani, E., Johari, H. S., & Cordova, M. R. (2017). Bioakumulasi logam berat kadmium dan timbal pada Kerang Kapak-Kapak di Kepulauan Seribu. *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1): 131 – 142.
- Rukminasari, N., Nadiarti, & Awaluddin, K. (2014). Pengaruh derajat keasaman (pH) air laut terhadap konsentrasi kalsium dan laju pertumbuhan *Halimeda* sp. *Torani*, 24(1): 28 – 34.
- Saintilan, N., Wilson, N., Rogers, K., Rajkaran, A., & Krauss, K. W. (2014). Mangrove expansion and salt marsh decline at mangrove poleward limits. *Global Change Biology*, 20(1): 147 – 157.
- Sandilyan, S., & Kathiresan, K. (2012). Mangrove conservation: A global perspective. *Biodiversity and Conservation*, 21(14):3523 – 3542.
- Sheaves, M., & Molony, B. (2000). Short-circuit in the mangrove food chain. *Marine Ecology Progress Series*, 199: 97 – 109.
- Skilleter, G. A. (1996). Validation of rapid assessment of damage in urban mangrove forests and relationships with molluscan assemblages. *The Marine Biological Association of The United Kingdom*, 76(3): 701 – 716.
- Skilleter, G. A., & Warren, S. (2000). Effects of habitat modification in mangroves on the structure of mollusc and crab assemblages. *Experimental Marine Biology and Ecology*, 244: 107–129.
- Skov, M. W., & Hartnoll, R. G. (2002). Paradoxical selective feeding on a low-nutrient diet: Why do mangrove crabs eat leaves?. *Oecologia*, 131: 1 – 7.
- Smith, T. J. (1987). Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology*, 68(2): 266 – 273.
- Smith, T. J., Boto, K. G., Frusher, S. D., & Giddins, R. L. (1991). Keystone species and mangrove forest dynamics: The influence of burrowing by crabs on soil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 33(5): 419 – 432.
- Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological Methods*. London, Inggris.
- Suratissa, D. M., & Rathnayake, U. (2017). Effect of pollution on diversity of marine gastropods and its role in trophic structure at Nese Shore, Suva, Fiji Islands. *Asia-Pacific Biodiversity*, 10:192 – 198.
- Teal, J. M., & Weishar, L. (2005). Ecological engineering, adaptive management, and restoration management in Delaware Bay salt marsh restoration. *Ecological Engineering*, 25(3): 304 – 314.
- Tripathi, R., Shukla, A. K., Shahid, M., Nayak, D., Puree, C., Mohanty, S., Raja, R., Lal, B., Gautam, P., Bhattacharyya, P., Panda, B. B.,

- Kumar, A., Jambhulkar, N. N., & Nayak, A. K. (2016). Soil quality in mangrove ecosystem deteriorates due to rice cultivation. *Ecological Engineering*, 90:163–169.
- Viswanathan, C., Suresh, T. V., Elumalai, V., Pravin-kumar, M., & Raffi, S. M. (2013). Recurrence of a marine brachyuran crab, *Parapanope euagora* (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Galenidae) from East Coast of India. *Arthropods*, 2(2): 75 – 79.
- Wang, Y., Qiu, Q., Xin, G., Yang, Z., Zheng, J., Ye, Z., & Li, S. (2013). Heavy metal contamination in a vulnerable mangrove swamp in South China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(7): 5775 – 5787.
- Wilson, K. A. (1989). Ecology of mangrove crabs: Predation, physical factors and refuges. *Bulletin of Marine Science*, 44(1): 263 – 273.
- Wulandari, S. Y., Yusuf, M., & Muslim. (2014). Kajian konsentrasi dan sebaran parameter kualitas air di perairan Pantai Genuk, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 3(1): 9 – 19.
- Xinwei, C., Lizhe, C., Xiping, Z., & Yiyong, R. (2017). Geographical variation in oligochaete density and biomass in subtropical mangrove wetlands of China. *Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)*, 16(5): 925 – 931.
- Zainuri, A. M., Takwanto, A., & Syarifuddin, A. (2017). Konservasi ekologi hutan mangrove di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo. *Dedikasi*, 14: 1 – 7.