

STRUKTUR KOMUNITAS PADANG LAMUN PULAU DERAWAN

Muhamad Roem¹⁾, Asbar Laga¹⁾

¹⁾ Staff Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan
FPIK Universitas Borneo Tarakan (UBT) Kampus Pantai Amal Gedung E
Jl. Amal Lama No.1, Po. Box. 170 Tarakan KAL-TIM.
E-mail : muhamad.roem@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the research is to analyze community structure derawan seagrass meadow. The research conducted in seagrass meadows of Derawan Island, East Kalimantan Province. The research method was ecological survey. Immensity and condition of the meadows were describe in decriptive analysis. The result of the research indicated that the ± 35 Ha seagrass of Derawan was dominated by H. Uninervis that made up to 86 % contribution to total relative density. H. Uninervis with average density $3.576 \pm 115 \text{ ind m}^{-2}$. Long term implication that confirmed this signs is the shifting in species composition for the last 18 years. There is an urgent of doing sea grass ecosystem rehabilitation to maintain the ecological sustainability of sea grass meadows as a habitat and sustainability of green sea turtle population as ecosystem user.

Keywords : *seagrass meadows, foraging habitat, green seaturtle, species shifting, ecological sustainability.*

PENDAHULUAN

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem laut dangkal yang kurang mendapatkan perhatian dalam kegiatan penelitian. Sebagaimana ekosistem lainnya, padang lamun juga menyediakan berbagai bentuk layanan ekologis terhadap beraagam jenis biota laut yang hidup berasosiasi dengannya. Layanan yang diberikan oleh ekosistem padang lamun tidak terbatas hanya kepada biota berukuran kecil dan sedang seperti komunitas ikan, kerang, dan krustase, tetapi juga diberikan kepada hebivor besar seperti penyu hijau. Menariknya, tidak semua padang lamun mampu mengundang penyu untuk datang. Ada keunikan yang membuat penyu hijau memiliki preferensi kepada suatu padang lamun dibandingkan padang lamun lainnya.

Salah satu padang lamun yang menjadi *foraging habitat* (habitat mencari makan) penyu hijau adalah padang lamun di

Pulau Derawan. Padang lamun di daerah tersebut memiliki karakter yang sangat berbeda dengan padang lamun pada umumnya. Kebanyakan padang lamun bersifat detrital based atau produktifitasnya ditentukan oleh laju penguraian detritus menjadi senyawa yang dapat digunakan untuk mendukung pertumbuhannya. Sementara itu padang lamun yang dikonsumsi oleh penyu hijau dengan intensitas tinggi seperti pada Pulau Derawan cenderung tidak menyisakan detritus. Fenomena tersebut dapat berimplikasi pada susunan dan komponen penyusun ekosistem, struktur komunitas tumbuhan lamun, dan karakter fisika dan kimia perairan.

Sebelumnya telah dilaksanakan beberapa penelitian terkait dengan ekosistem padang lamun di Pulau Derawan. Ekspedisi Derawan yang dilaksanakan LIPI di tahun 1994 berfokus terhadap distribusi dan zonasi lamun Kepulauan Derawan. Dari

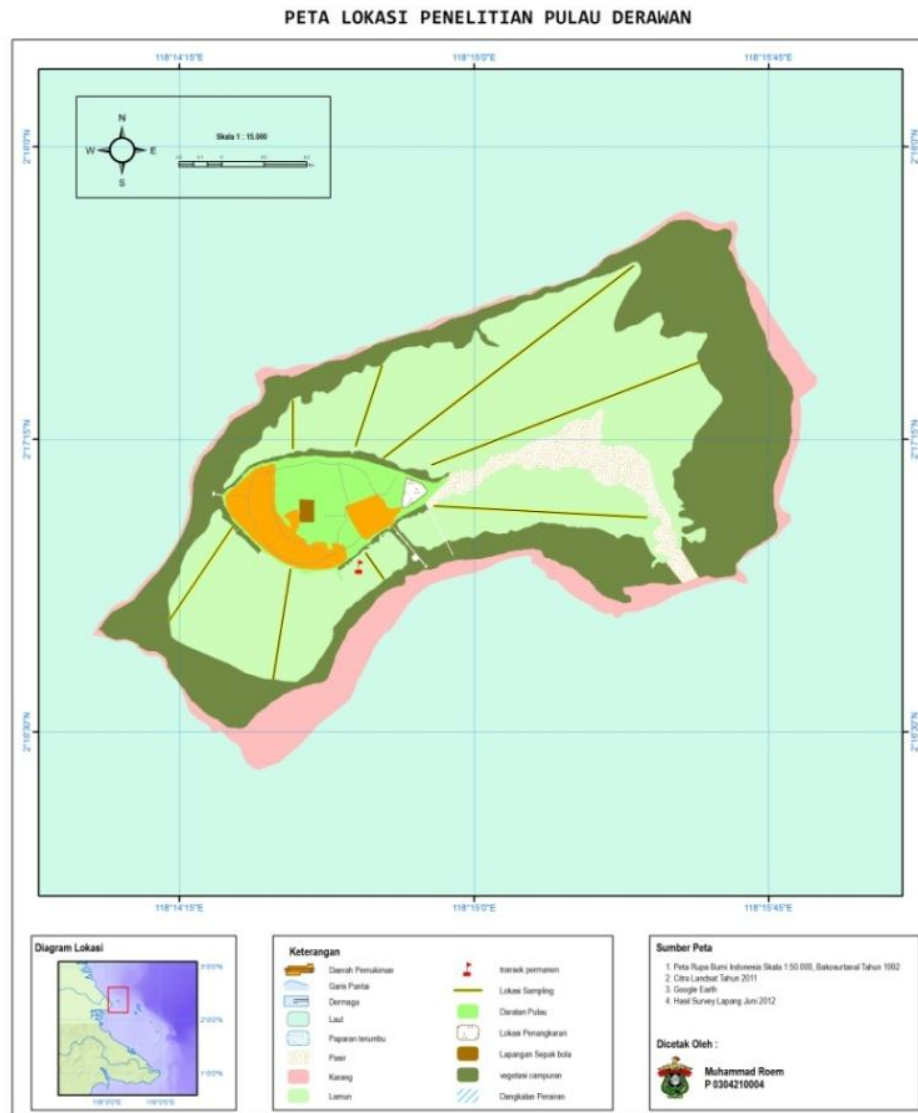
ekspedisi tersebut diketahui bahwa jumlah jenis lamun di Kepulauan Derawan terdiri 9 jenis dengan tipe vegetasi campuran. Penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa *Thalassia hemprichii* merupakan jenis dominan yang ditemukan pada semua stasiun (Kuriandewa, 1997).

Data dari dua dekade tentunya tidak relevan dengan kondisi saat ini. oleh karena itu, selain memperbaharui data struktur komunitas padang lamun penelitian ini diharapkan mampu menyediakan data yang lebih rinci mengenai susunan dan jenis dari komponen ekosistem khususnya komponen bentik yang hidup berasosiasi di padang lamun. Berangkat dari uraian tersebut, maka diperlukan sebuah penelitian guna

mempelajari struktur ekologi dari ekosistem padang lamun di Pulau Derawan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Januari sampai dengan Desember 2014. Pengamatan dan pengambilan data lapangan dilaksanakan di padang lamun sekitar Pulau Derawan. Pengamatan struktur komunitas padang lamun dan invertebrata dilakukan dengan menggunakan metode transek sebagaimana petunjuk Duarte dan Kirkman (2001) serta McKenzie *et al.*, (2003). Sedangkan pengamatan karakter fisika dan kimia perairan dilakukan pada stasiun pengamatan yang dianggap mewakili wilayah kajian.



Gambar 1. Posisi penempatan *line intercept transect* di padang lamun Pulau Derawan

Pengambilan data struktur komunitas meliputi kerapatan dan persenutupan lamun. Pengambilan data kerapatan lamun perairan Pulau Derawan dilakukan melalui transek dan titik-titik pengamatan. Penentuan stasiun dan titik pengamatan dilakukan untuk mewakili kondisi padang lamun wilayah kajian. Transek pengamatan struktur komunitas berupa 2 *set belt transects* yang ditarik dari pantai menuju laut ke batas wilayah terumbu karang. Pemilihan 2 lokasi tersebut dibedakan berdasarkan pada okupansi pemukiman. Pemukiman penduduk terkonsentrasi di sebelah barat dan selatan Pulau sementara wilayah timur laut pulau merupakan daerah non pemukiman. Pengamatan transek kuadrat dilakukan setiap interval 50 m. Penentuan interval yang lebar ini dilakukan sebagaimana saran Duarte dan Kirkman (2001) mengingat hamparan areal padang lamun rata-rata melebihi 500 m dari garis pantai. Penempatan transek ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada setiap transek kuadrat dilakukan identifikasi jenis dan pencacahan jumlah tegakan dari setiap jenis serta pengambilan gambar dari plot untuk penentuan persentase penutupan serta efisiensi waktu sebagaimana disarankan oleh McKenzie *et al.*, (2003). Seluruh pengukuran di mintakat intertidal dilakukan pada saat air surut. Pengukuran di mintakat subtidal dilakukan dengan penyelaman.

Struktur komunitas lamun terdiri dari persentase penutupan dan kerapatan lamun. Pengukuran persentaseutupan lamun masing-masing plot transek pada foto yang dihasilkan. Pengukuran yang akan dilakukan berupa estimasi persentase luasan dalam plot transek yang tertutupi lamun. Persentaseutupan lamun adalah proporsi luas substrat yang ditutupi vegetasi lamun dalam satu satuan luas, jika diamati tegak lurus dari atas. Kriteria dan kategori penutupan mengikuti petunjuk Mc Kenzie *et.al.*, (2003).

Persentaseutupan jenis, C_j , untuk lamun jenis j adalah :

$$C_j = \frac{a_j}{A} \times 100 \% \quad \dots(1)$$

dimana :

a_j : luas yang tertutupi lamun jenis j dalam plot transek.

A : luas plot transek = 1 m².

Persentaseutupan lamun pada plot transek, C , adalah :

$$C = \sum_j C_j \% \quad \dots(2)$$

Pengukuran kerapatan lamun dilakukan dengan menghitung jumlah individu lamun dalam plot transek. Kerapatan lamun adalah jumlah individu lamun per satuan luas (Fachrul, 2007).

Kerapatan jenis, D_j , untuk lamun jenis j adalah :

$$D_j = \frac{N_j}{A} \text{ ind/m}^2 \quad \dots(3)$$

dimana :

N_j : jumlah individu lamun jenis j dalam plot transek

A : luas plot transek = 1 m².

Kerapatan lamun pada plot transek, D , adalah :

$$D = \sum_j D_j \text{ ind/m}^2 \quad \dots(4)$$

Data hasil analisis kemudian disajikan dengan statistik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Derawan terletak pada koordinat 118° 14' 12" - 118° 15' 37" BT dan 2° 16' 37" - 2° 17' 42" LU atau sekitar 17 km sebelah timur dari muara Sungai Berau di daratan utama Kalimantan. Daerah intertidal dan subtidal sekeliling Pulau Derawan ditumbuhi oleh padang lamun yang ditandai oleh dominasi *Halodule*

uninervis. *Cymodocea rotundata* hanya sesekali ditemukan terselip diantara tegakan *H. uninervis*. Terlebih *Syringodium isoetifolium* dengan morfologinya yang menyerupai jarum sangat jarang ditemukan di tengah rapatnya *H. uninervis*. Sementara itu *Halophila ovalis* hanya ditemukan pada

bagian tepi batas padang lamun, baik batas antara lamun dengan zona hampasan pantai maupun batas tepi luar hamparan lamun dengan terumbu karang. Padang lamun Pulau Derawan tumbuh pada substrat karbonat.

Tabel 1. Komposisi jenis dan kerapatan lamun perairan Pulau Derawan (jumlah total transek = 49)

	Kerapatan jenis lamun (tegakan m ⁻¹)			
	<i>H. uninervis</i>	<i>H. ovalis</i>	<i>S. isoetifolium</i>	<i>C. Rotundata</i>
Jumlah tegakan	175.262	10.209	7.136	14.006
Rerata Kerapatan Total (Di)	3.576 ± 115	638 ± 71	254 ± 29	411 ± 31
Persentase Kerapatan Relatif Jenis (Rdi)	86 %	5 %	3 %	6 %

Kerapatan *H. uninervis* mencapai 3.576 ± 115 tegakan m⁻² dan mendominasi hamparan dengan persentase kerapatan relatif sebesar 86%. Kerapatan *H. Uninervis* Pulau Derawan tergolong sangat tinggi dibandingkan daerah lainnya. Kneer (2006) melaporkan kerapatan *H. uninervis* di Pulau Bone Batang yang terletak di Kepulauan Spermonde mencapai 1276 ± 87 ind m⁻² pada daerah yang agak jarang dan 1735 ± 88 ind m⁻² pada daerah padat. Vonk *et al.*, (2008; 2010) turut melaporkan bahwa kerapatan *H. uninervis* Pulau Bone Batang pada daerah yang terlindungi dari ombak mencapai 2424 ± 115 ind m⁻² sementara daerah berombak 1178 ± 157 ind m⁻². Kerapatan *H. uninervis* Pulau Barrang Lompo berkisar antara 473 - 520 ind m⁻² (Hendra, 2011). Sementara itu penelitian Kiswara dan Winardi (1999) di Bali menyebutkan kerapatan *H. uninervis* Teluk Kuta 310 ind m⁻² dan teluk gerupuk 3043 ind m⁻².

Hendra (2011) melaporkan bahwa *H. uninervis* pada perairan Pulau Barrang Lompo yang detrital based (tidak dikonsumsi penyu) memiliki produktifitas sebesar 0,20 g BK m⁻² hari⁻¹. Produktifitas *H. uninervis* Pulau Derawan yang mencapai 0,32 ± 0,03 g BK m⁻² hari⁻¹ lebih tinggi dibandingkan dengan *H. uninervis* pada perairan Pulau Barrang Lompo.

Produktifitas *H. uninervis* Derawan lebih tinggi sebesar 1,6 kali lipat dibanding Pulau Barrang Lompo. Hal ini didukung oleh pernyataan Christianen *et al.*, (2011b) bahwa aktifitas grazing penyu hijau menstimulus produktifitas *H. uninervis* sebesar 1,7 kali lipat dibandingkan *H. uninervis* pada padang lamun yang bersifat *detrital based*.

Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa hampir seluruh tegakan *H. uninervis* terdiri atas 2 helai daun. Salah satu helai daun lebih panjang dari pasangan daun pada tegakan yang sama. Disini tampak adanya perbedaan laju pertumbuhan antara helaian tunas daun yang berada dalam pelepah yang sama. Hal tersebut ditengarai sebagai respon adaptasi internal tegakan untuk pulih dengan cepat sehingga helaian daun memiliki laju pertumbuhan berbeda guna memberi kesempatan daun yang lebih tua untuk tumbuh optimal terlebih dahulu.

Dibanding dengan kebanyakan angiospermae lainnya, lamun secara fisiologis cenderung in-efisien dalam mendaur ulang nutrien (Hemminga *et al.*, 1999). Lamun yang hidup pada daerah dimana dinamika fisik lingkungan sangat tinggi menyebabkannya kehilangan banyak nutrien pada saat daun yang tua terpisah tegakannya dan terekspor keluar dari

ekosistem padang lamun oleh hidrodinamika perairan. In-efisiensi *recycling* internal merupakan karakter khas

tumbuhan yang hidup pada lingkungan yang kaya nutrient (Evrard *et al.*, 2005).

Tabel 2. Perubahan Komposisi Jenis Padang Lamun Dalam 20 Tahun Terakhir (1994-2014)

		Pustaka					
		Kuriandewa, 1997	Kuriandewa <i>et al.</i> , 2003	Peristiwady, 2008	Van Katwijk <i>et al.</i> , 2011	Serusi, 2010	Penelitian ini
Tahun pengamatan		1994	-	2004, 2006	2003	2009	2014
% Cover		43 %	15 - 80 %	10 - 30 %	20 - 30 %		20 - 30%
Jumlah Transek		-	-	40	-	34	49
Jenis Lamun							
Hydrocharitaceae	<i>E. acoroides</i>		M				
	<i>H. ovalis</i>	●	J	● (36)	●	● (9)	S (16)
	<i>T. hemprichi</i>	●	SM	● (19)	●	● (3)	
	<i>C. rotundata</i>	●	S		●	●(1)	J (24)
Cymodoceae	<i>C. serrulata</i>		J				
	<i>H. pinifolia</i>	●	J	● (12)			
	<i>H. uninervis</i>	●	J	● (25)	●	●(34)	SM (49)
	<i>S. isoetifolium</i>	●	S	● (12)	●	●(5)	J (18)
Jenis Dominan	<i>T. hemprichi</i>	<i>T. hemprichi</i>	<i>H. ovalis</i> dan <i>H. uninervis</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. uninervis</i>

Keterangan :

- : Ditemukan spesimen utuh
- M : Melimpah
- SM : Sangat Melimpah
- S : Sering ditemukan
- J : Jarang/Sulit Ditemukan
- (n) : Jumlah transek dimana lamun jenis i ditemukan

Lamun dapat menyerap nutrient baik dari kolom air maupun sedimen (Evrard *et al.*, 2005). Sejauh mana perbandingan kemampuan antara akar dan daun dalam menyerap nutrient bergantung

pada beberapa faktor termasuk konsentrasi dan availabilitas nutrient pada reservoir kolom air dan sedimen (Carignan dan Kalff, 1980). Evrard *et al.*, (2005) melakukan eksperimen terhadap 5 spesies lamun di

perairan Derawan menemukan bahwa akar lamun memberikan keuntungan kompetitif pada lamun di daerah oligotrofik. Akar memberi kemampuan lebih bagi lamun untuk menggunakan nutrisi dalam bentuk partikel organik pada sedimen dibandingkan daunnya guna mempertahankan produktivitas (Evrard *et al.*, 2005).

Terdapat sinyal perubahan struktur komunitas yang tercermin secara langsung melalui perubahan komposisi jenis penyusun padang lamun selama 2 dekade terakhir. Ekspedisi LIPI tahun 1994 melaporkan 6 jenis lamun Derawan dengan *Thalassia hemprichi* sebagai jenis dominan (Kuriandewa, 1997). Sementara itu penelitian ini hanya menemukan 4 jenis lamun dengan *H. uninervis* sebagai jenis dominan.

Nienhuis, *et al.*, (1989) menyebutkan teori suksesi ekosistem padang lamun Indonesia. Teori tersebut menyatakan *T. hemprichi*, *E. acoroides* dan *T. ciliatum* merupakan jenis lamun penyusun komunitas padang lamun klimaks dan stabil di Indonesia. Sementara itu *H. uninervis* merupakan spesies pionir (Kuriandewa *et al.*, 2003). Dominasi spesies pionir *H. uninervis* dan *H. ovalis* disekitar Pulau Derawan merupakan indikator tingginya dinamika atau gangguan pada ekosistem sebagaimana dinyatakan oleh Kiswara (1999).

Kekhawatiran akan perubahan lansekap ekosistem padang lamun ini terbilang serius. Hal ini dikarenakan arahnya berbalik dari ekosistem padang lamun klimaks dan stabil dengan jumlah jenis banyak menuju padang lamun yang terancam keberlangsungannya karena berkurangnya keanekaragaman serta

Herbivor padang rumput daratan telah lama diketahui mempengaruhi tingkat produktivitas, biomassa, distribusi, struktur komunitas dan kandungan gizi jaringan tumbuhan pasturanya (McNaughton 1984, Milchunas dan Lauenroth 1993). Aktifitas *grazing herbivor* darat juga meningkatkan siklus unsur hara dan memberi efek pada

didominasi oleh jenis lamun pionir. *Thalassia hemprichi* merupakan jenis lamun berumur panjang dengan kecepatan tumbuh yang lambat telah digantikan oleh *H. uninervis* yang berumur pendek dan mampu tumbuh dengan cepat. Pergantian posisi *T. hemprichi* sebagai jenis lamun dominan oleh *H. uninervis* yang merupakan jenis pionir di Pulau Derawan ini merupakan indikasi ekosistem mengalami tekanan berlebih dalam rentang waktu yang panjang. Selama penelitian juga tidak ditemukan buah dari *H. uninervis*. Hal ini mengindikasikan bahwa *H. uninervis* mengandalkan strategi vegetatif untuk tumbuh dan mengkoloni dasar perairan.

Christiannen *et al.*, (2011a) membandingkan respon *H. uninervis* (mewakili spesies suksesi awal/pionir) dan *T. hemprichii* (mewakili spesies suksesi akhir/ klimaks) terhadap nitrogen (NH_x), pH dan cahaya dalam eksperimen selama 5 hari. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa spesies pionir *H. uninervis* lebih mampu mengatur kadar nitrogen melalui sintesa asam amino bebas glutamine dan asparagine dibanding spesies klimaks *T. hemprichii*. Lebih lanjut Christiannen *et al.*, (2011a) menyatakan bahwa perbedaan strategi pertumbuhan antara *H. uninervis* dan *T. Hemprichii* dapat menjelaskan perbedaan kemampuan penyerapan dan metabolisme nitrogen. *H. uninervis* merupakan spesies pionir yang memiliki ciri khas produksi tinggi serta kemampuan metabolisme nutrisi yang lebih tinggi dibanding spesies klimaks seperti *T. hemprichii* (Fourqurean *et al.*, 1995; Uku *et al.*, 2005). Hal ini menjelaskan mengapa spesies pionir lebih sukses mengkoloni area yang mengalami tekanan dibanding spesies klimaks Christiannen *et al.*, (2011a). fluks unsur hara di darat (Thayer *et al.*, 1984; Sirotnak dan Huntly 2000). Mekanisme timbal balik positif tersebut tidak berlaku pada interaksi herbivor laut seperti penyu hijau dengan padang lamun yang menjadi pasturanya. Feses penyu hijau terapung dan terekspor jauh ke luar sistem padang lamun oleh hidrodinamika perairan.

Demikian pula dengan urine, sesaat setelah dikeluarkan urine yang dihasilkan penyus terasimilasi oleh kolom perairan dengan cepat.

Christianen *et al.*, (2011b) menyatakan grazing penyus menstimulus produktifitas H. uninervis sebesar 1.7 kali lipat bahkan meredakan efek eutrofikasi. Stimulus tersebut memacu penyerapan kelebihan nutrisi dalam perairan dan meningkatkan produksi biomassa daunnya. Pada kondisi ekosistem lamun oligotrofik atau normal, grazing penyus dapat menyebabkan perubahan struktur padang lamun secara substansial yang mencakup tinggi, kanopi, panjang dan lebar tegakan serta kerapatan lamun sebagaimana disebutkan oleh Lal *et al.*, (2010). Lebih jauh, Lal *et al.*, (2010) menambahkan bila kondisi tekanan aktifitas grazing penyus terus bertambah, hal tersebut dapat mengurangi produksi buah dan pada akhirnya berpotensi memicu perubahan komposisi jenis padang lamun.

Fourqurean *et al.*, (2010) menyatakan *overgrazing* penyus hijau menyebabkan hilangnya padang lamun pada stasiun monitoring CARICOMP, di Bermuda yang terjadi di akhir 1990-an. Penurunan ukuran panjang dan lebar daun akibat *overgrazing* penyus yang berdampak secara langsung terhadap penutupan kanopi merupakan ciri awal perubahan. Lebih jauh, Fourqurean *et al.*, (2010) berpendapat bahwa teori yang menyatakan peran positif penyus hijau dalam memelihara keseimbangan struktur dan fungsi padang lamun dapat berubah menjadi peran negatif terhadap padang lamun.

Herbivor seperti penyus hijau terletak pada bagian tengah jaring makanan. Hal ini menjelaskan dua peran besar penyus hijau pada ekosistem padang lamun yakni (1) sebagai organisme pengkonversi hasil produksi dari produser primer ke bentuk yang dapat diterima oleh konsumen yang lebih tinggi serta (2) memainkan peran penting dalam mempengaruhi struktur dari komunitas lamun. Penyus hijau belakangan dikenal sebagai modifikator ekosistem oleh

karena kemampuannya mengubah ekosistem yang menjadi habitatnya secara signifikan Lal *et al.*, (2010). Perubahan ekosistem tersebut seringkali justru memberi konsekuensi negatif yang serius terhadap populasi penyus hijau itu sendiri. Karenanya, faktor-faktor yang mengatur populasi penyus dan interaksinya dengan padang lamun sangat penting untuk diketahui guna mengelola ekosistem padang lamun dan penyus sebagai pengguna habitat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas bantuan pendanaan penelitian ini oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui mekanisme skema hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Carignan R, Kalff J (1980). *Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediments. Science* 207:987–989.
- Christianen, M.J.A., van der Heide, T., Bouma, T.J., Roelofs, J.G.M., van Katwijk, M.M., Lamers, L.P.M., 2011a. *Limited toxicity of NH_x pulses on an early and late successional tropical seagrass species: Interactions with pH and light level. Aquatic Toxicology* 104 (2011)73–79.
- Christianen, M.J.A., Govers, L.L., Bouma, T.J., Kiswara, W., Roelofs, J.G.M., Lamers, L.P.M., and van Katwijk, M.M., 2011b. *Marine megaherbivore grazing may increase seagrass tolerance to high nutrient loads. Journal of Ecology. British Ecological Society.*
- Eklöf, J.S., 2008. *Anthropogenic Disturbances and Shifts in Tropical Seagrass Ecosystems. Department of*

- Systems Ecology. Stockholm University. Stockholm, Sweden. Doctoral Thesis in Marine Ecotoxicology. ISBN 978-91-7155-552-6.
- Erfteimeijer, P.L.A., 1994. *Differences in nutrient concentrations and resources between seagrass communities on carbonate and terrigenous sediments in South Sulawesi, Indonesia*. Bulletin of Marine Science, 54, 403–419.
- Evrard, V., Kiswara, W., Bouma, T.J., Middelburg, J.J., 2005. *Nutrient dynamics of seagrass ecosystems: 15N evidence for the importance of particulate organic matter and root systems*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 295: 49–55.
- Fachrul, M.F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. ISBN (13) 9778-979-010-065-7.
- Fourqurean, J.W., Powell, G.V.N., Kenworthy, W.J., Zieman, J.C., 1995. *The effects of long-term manipulation of nutrient supply on competition between the seagrasses Thalassia testudinum and Halodule wrightii in Florida Bay*. Oikos 72, 349–358.
- Fourqurean, J.W., Manuel, S., Coates, K.A., Kenworthy, W.J., Smith, S.R., 2010. *Effects of excluding sea turtle herbivores from a seagrass bed: Overgrazing may have led to loss of seagrass meadows in Bermuda*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 419: 223–232.
- Hemminga MA, Marba N, Stapel J (1999). *Leaf nutrient resorption, leaf lifespan and the retention of nutrients in seagrass systems*. Aquatic Botany 65:141–158.
- Hendra, 2011. *Pertumbuhan dan produksi biomassa daun lamun Halophila ovalis, Syringodium isoetifolium dan Halodule uninervis pada ekosistem padang lamun di perairan Pulau Barrang Lompo*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar. 81 Hal.
- Kiswara, W., 1999. *Perkembangan Penelitian Padang Lamun Di Indonesia*. dalam Soetomo, Soegiarto, K. A., Djamali, A., dan Ongkosongo, O. S. R., 1999. *Prosiding Seminar Tentang Oseanologi & Ilmu Lingkungan Laut dalam rangka penghargaan kepada Prof. Dr. Aprilani Soegiarto, M.Sc. APU*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. ISBN 979-8105-67-2.
- Kiswara, W., dan Winardi. 1999. *Sebaran Lamun di Teluk Kuta dan Teluk Gerupuk, Lombok*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Kneer, D., 2006. *The role of Neaxius acanthus (Thalassinidea: Strahlaxiidae) and its burrows in a tropical seagrass meadow, with some remarks on Corallianassa coutierei (Thalassinidea: Callianassidae)*. Thesis Freie Universität Berlin. 92 pages.
- Kuriandewa, T.E., 1997. *Distribusi dan Zonasi Lamun di Daerah Padang Lamun Wilayah Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur*. *Prosiding Seminar Kelautan LIPI – UNHAS ke 1. Ambon 4-6 Juli 1997*. Pp 59-70. ISBN : 979-95178-1-8.
- Kuriandewa, T. E., Kiswara, W., Hutomo, M., Soemodihardjo. 2003. *The Seagrasses of Indonesia* In Green E. P., and Short F. T., (2003) *World Atlas of Seagrasses*. Prepared by the UNEP World Conservation

- Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA.
- Lal, A., Arthur, R., Marba, N., Lill, A.W.T., and Alvocerro, T., 2010. *Implications of conserving an ecosystem modifier: Increasing green turtle (Chelonia mydas) densities substantially alters seagrass meadows*. Biological conservation 143 (2010) 2730-2738. Elsevier.
- McKenzie, J.L., Campbell, S.J., & Roder, C.A. 2003. *Seagrass-Watch: Manual for Mapping and Monitoring Seagrass Resources by Community (Cityzen) volunteers*. 2nd Edition. (QFS, Northern Fisheries Centre, Cairns) 100 pp. ISBN 0-9579741-1-6.
- McNaughton, S.J., 1984. *Grazing lawns – Animals in herds, plant form, and coevolution*. American Naturalist, 124, 863–886.
- Milchunas, D.G. & Lauenroth, W.K., 1993. *Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments*. Ecological Monographs, 63, 327–366.
- Nienhuis, P. H., Coose, J., and Kiswara, W., 1989. *Community structure and biomass distribution of seagrass and macrofauna in the flores sea, Indonesia*. Netherlands Journal of Sea Research. 23(3): 197-214.
- Peristiwady, T., Happy, I., Souhoka, J., Uly, A. A., 2008. *Konektifitas padang lamun dan terumbu karang di pulau-pulau Derawan Kalimantan Timur*. Laporan Kegiatan Program Kompetitif LIPI 2005-2007. Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Serusi, S., 2010. *Estimation of leaves nutrient content in seagrasses using spectral data The case of Halodule uninervis*. International Institute For Geo-information science and observation Enschede, The Netherlands. Master Theses. 38 pages.
- Sirotnak, J.M. & Huntly, N.J., 2000. *Direct and indirect effects of herbivores on nitrogen dynamics: voles in riparian areas*. Ecology, 81, 78–87.
- Thayer, G.W., Bjorndal, K.A., Ogden, J.C., Williams, S.L. & Zieman, J.C., 1984. *Role of larger herbivores in seagrass communities*. Estuaries, 7, 351–376.
- Uku, J., Beer, S., Bjork, M., 2005. *Buffer sensitivity of photosynthetic carbon utilisation in eight tropical seagrasses*. Marine Biol. 147, 1085–1090.
- Van Katwijk, M.M., van der Welle, M.E.W., Lucassen, E.C.H.E.T., Vonk, J.A., Christianen, M.J.A., Kiswara, W., al Hakim, I.I., Arifin, A., Bouma, T.J., Roelofs, J.G.M., and Lamers, L.P.M., 2011. *Early warning indicators for river nutrient and sediment loads in tropical seagrass beds: A benchmark from a near-pristine archipelago in Indonesia*. Marine Pollution Bulletin 62 (2011) 1512– 1520. Elsevier Ltd. All rights reserved.
- Vonk, J.A., Kneer, D., Stapel, J., Asmus, H., 2008. *Shrimp burrow in tropical seagrass meadows: An important sink for litter*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 79 (2008) 79–85.
- Vonk, J.A., Christianen, M.J.A., & Stapel, J., 2010. *Abundance, edge effect, and seasonality of fauna in mixed-species seagrass meadows in southwest Sulawesi, Indonesia*. Marine Biology Research, 2010; 6: 282 – 291.