

## Pemulihan Stok dan Restorasi Habitat Teripang: Status Ekosistem Lamun di Lokasi *Restocking* Pulau Pramuka dan Pulau Kelapa Dua, Kepulauan Seribu, Jakarta

### (Restocking and Habitat Restoration of Sea Cucumbers: Status of Seagrass Ecosystem at the Restocking Sites in Pramuka and Kelapa Dua Islands, Kepulauan Seribu, Jakarta)

Am Azbas Taurusman<sup>1,2\*</sup>, Isdahartati<sup>2</sup>, Isheliadesti<sup>2</sup>, Ristiani<sup>1</sup>

#### ABSTRAK

Secara global, stok ikan tangkapan cenderung menurun selama 3 dasawarsa terakhir, khususnya di perairan pesisir. Pemanfaatan berlebihan (*over exploitation*) dan kerusakan habitat sumber daya ikan merupakan 2 faktor penyebab utama. Penelitian ini bertujuan memulihkan stok (*restocking*) sumber daya perikanan teripang di Kepulauan Seribu. Upaya ini diawali dengan mengevaluasi status ekosistem lamun di lokasi *restocking* teripang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 8 spesies lamun yang ditemukan di kedua lokasi studi dengan persen penutupan 0–65%, masing-masing  $20,45 \pm 11,28\%$  di Pulau Pramuka dan  $6,00 \pm 6,56\%$  di Pulau Kelapa Dua. Kondisi ekosistem lamun di lokasi Pulau Pramuka relatif lebih baik dibandingkan dengan yang di Pulau Kelapa Dua dan berbeda sangat nyata secara statistik (global  $R = 0,193$ ;  $p < 0,001$ ). Namun, untuk mendukung upaya pemulihan stok teripang, habitat lamun di kedua lokasi perlu direstorasi.

Kata kunci: restorasi habitat, restocking teripang, status ekosistem lamun

#### ABSTRACT

Global fish stock has been significantly declined over the past 3 decades, especially in coastal waters. Over-exploitation of fish resources and habitat destruction has been considered playing important role in declining the fish stock. This study was conducted to restore sea cucumbers stock in Pulau Seribu. A base line study was needed to evaluate the status of seagrass ecosystems in restocking locations. The results showed there were 8 seagrass species identified in both study sites, covering 0–65% area, consisted of  $20.45 \pm 11.28\%$  in Pulau Pramuka and  $6.00 \pm 6.56\%$  in Pulau Kelapa Dua, respectively. Seagrass ecosystem in Pulau Pramuka indicated better condition than that in Pulau Kelapa Dua and statistically was significantly different (global  $R = 0.193$ ;  $p < 0.001$ ). However, to support the restocking efforts of sea cucumbers, the seagrass habitat in both locations need to be restored.

Keywords: restoration habitat, sea cucumbers restocking, seagrass ecosystem status

#### PENDAHULUAN

Secara global, stok ikan tangkapan di perairan dunia cenderung terus menurun selama 3 dasawarsa terakhir dengan meningkatnya permintaan produk perikanan, khususnya di perairan pesisir. Sementara itu, pasokan dari kegiatan budi daya belum mampu memenuhi defisit kebutuhan tersebut. Di sisi lain, kegiatan akuakultur juga menghadapi kendala yang serius dalam pengembangannya dengan meningkatnya harga pakan, pencemaran perairan, dan masalah patogen (FAO 2012). Pemanfaatan berlebihan (*over exploitation*) dan kerusakan habitat sumber daya ikan merupakan 2 faktor penyebab utama dengan intensitas yang juga meningkat. Kondisi yang sama

juga terjadi di wilayah-wilayah penangkapan ikan di Indonesia yang telah dievaluasi dalam status pemanfaatan berlebih (*overfishing*). Bahkan beberapa tingkat pemanfaatan sumber daya ikan tertentu, seperti teripang telah disebut sebagai *chronic-overfishing*, yang secara alami tidak akan mampu lagi untuk pulih (Bell *et al.* 2008; Purcell *et al.* 2012).

Lamun merupakan salah satu habitat sumber daya ikan yang diketahui memiliki fungsi ekologis yang sangat penting, terutama sebagai habitat bagi berbagai jenis ikan dan moluska, habitat pengasuhan (*nursery ground*) bagi lebih dari 360 spesies ikan. Lamun juga merupakan habitat yang penting bagi teripang. Selain itu, lamun juga berfungsi sebagai pelindung pantai dan penyerap karbon serta penghasil oksigen bagi biota perairan benthik. Seperti ekosistem utama tropis lainnya (mangrove dan terumbu karang), ekosistem lamun juga mengalami degradasi yang luar biasa. Dengan mengevaluasi berbagai kondisi lamun di dunia, McKenzie dan Yoshida (2009) secara sederhana mengilustrasikan bahwa laju degradasi ekosistem lamun mencapai 2

<sup>1</sup> Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

<sup>2</sup> Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16144.

\* Penulis korespondensi: E-mail: azbastm@yahoo.com

kali lapangan sepak bola setiap jamnya dan sejak tahun 1980 secara global sekitar 54% ekosistem ini telah hilang. Hal yang sama juga terjadi di sebagian besar wilayah pesisir Indonesia, khususnya di Kawasan Pulau Seribu, Jakarta. Kerusakan ekosistem lamun di wilayah pesisir Pulau Seribu terutama disebabkan oleh kegiatan manusia di habitat lamun, seperti reklamasi, pengerukan, pembangunan pelabuhan, pengambilan pasir untuk bahan bangunan, dan pencemaran bahan organik (eutrofikasi).

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka upaya pemulihan stok ikan perlu dilakukan secara terintegrasi dengan konservasi dan restorasi habitat, serta penyadaran pemangku kepentingan utama, seperti nelayan. Program penelitian dan penerapan teknologi ini sangat strategis dan mendesak dilaksanakan secara berkesinambungan.

Kegiatan pemulihan stok teripang dan restorasi habitat lamun yang dilakukan pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat (IbM) ini merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan secara terintegrasi dan bertahap, seperti dijelaskan oleh Taurusman *et al.* (2010). Kegiatan dimulai dengan menyiapkan proses administrasi dan institusi berupa koordinasi dengan institusi lokal, dilanjutkan dengan pemantapan program, melakukan studi awal (*baseline study*) tentang status habitat sumber daya ikan (dalam hal ini padang lamun), melakukan sosialisasi dan pelatihan, melakukan restorasi lamun, pemeliharaan induk dan penebaran benih, melakukan monitoring dan evaluasi, finalisasi, replikasi, dan pengembangan program. Namun, tulisan ini hanya menyajikan hasil studi awal tentang status ekosistem lamun di kedua lokasi pemulihan di Pulau Seribu.

Tujuan utama penelitian ini adalah memulihkan dan mengayakan stok sumber daya perikanan, khususnya teripang, di Kepulauan Seribu melalui kegiatan terintegrasi. Tujuan spesifik tulisan ini adalah mengevaluasi status ekosistem lamun di lokasi program pemulihan di Pulau Pramuka dan Kelapa Dua, Kepulauan Seribu, Jakarta sebagai dasar (*baseline*) untuk tahap kegiatan selanjutnya.

**METODE PENELITIAN**

Studi dilakukan di lokasi pemulihan teripang di Pulau Pramuka dan Kelapa Dua, Kepulauan Seribu pada bulan September 2012. Status ekosistem lamun pada lokasi studi diukur dengan menggunakan metode monitoring lamun yang digunakan secara global, yakni *seagrass-watch method* (McKenzie & Yoshida 2009). Pada metode ini pengukuran dilakukan terhadap kondisi tumbuhan lamun, seperti persen penutupan, distribusi spesies, tinggi rerata kanopi, biota yang berasosiasi dengan tumbuhan lamun, kondisi substrat, dan kondisi fisik perairan (kedalaman dan kecerahan). Peralatan utama yang digunakan pada metode ini ialah *global positioning system* (GPS), kamera bawah-air, *data sheet* dan

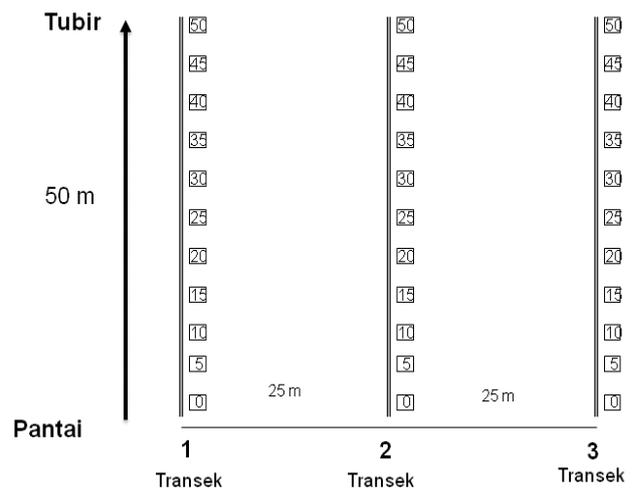
standar persen penutupan lamun, dan makroalga dari *seagrass-watch method*.

Biota yang berasosiasi pada habitat lamun di lokasi penelitian juga diamati untuk menilai ekosistemnya, seperti *makrozoobenthos*. Rancangan penarikan sampel yang digunakan disajikan pada Gambar 1. Fauna benthos telah diterima secara luas sebagai indikator yang sangat baik untuk mengetahui mutu lingkungan perairan (Gray & Elliott 2009; Taurusman 2012).

Parameter fisika-kimia perairan seperti suhu, kedalaman, kecerahan, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO) diukur langsung di lapangan (*in situ*). Beberapa parameter nutrisi nitrat & ortofosfat kesuburan perairan (konsentrasi) diambil sampelnya untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium, seperti disajikan pada Tabel 1.

**Analisis Data**

Analisis similaritas (*analysis of similarities*, ANOSIM) digunakan untuk menguji beda nyata secara statistik antara pengelompokan spasial data pengukuran parameter lamun dan mutu perairan serta sedimen. ANOSIM adalah suatu analisis non



Gambar 1 Rancangan evaluasi mutu ekosistem lamun dengan metode *Seagrass Watch* yang diterapkan di Pulau Seribu. Terdapat tiga transek garis sepanjang 50 m dengan masing-masing 11 transek kuadrat.

Tabel 1 Parameter fisika dan kimia perairan yang diukur serta alat/metode pengukuran yang digunakan

Parameter	Satuan	Alat/Metode
Parameter fisika		
Suhu	°C	Termometer
Kedalaman	cm	Meteran
Kecerahan	%	Cakram secchi
Parameter kimia		
Salinitas	PSU	Salinometer
pH		pH meter
DO ( <i>dissolved oxygen</i> )	mg/L	Titratör Winkler

parametrik seperti *analysis of variance* (ANOVA), yang dilakukan dengan basis peringkat nilai-nilai dalam matriks similaritas. Quinn & Keough (2002) merekomendasikan untuk menggunakan ANOSIM guna menguji hipotesis perbedaan antara grup dalam multivarian statistik. Hubungan similaritas dihitung berdasarkan perubahan nilai *R* Clarke menurut persamaan berikut:

$$R = \frac{\text{aver.rb} - \text{aver.rw}}{M/2}$$

$$M = \frac{n(n-1)}{2}$$

Keterangan:

- *aver. rb* = rerata ranking similaritas data antar-kelompok
- *aver. rw* = rata-rata ranking similaritas data di dalam kelompok
- *n* = jumlah data yang digunakan dalam analisis.

Penafsiran nilai *R* Clarke menggambarkan tingkat perbedaan antarkelompok, dengan skala 0 (tidak dapat dibedakan) hingga 1 (semua similaritas data di dalam kelompok adalah kurang dari similaritas data antarkelompok).

Untuk memudahkan perhitungan, secara praktis analisis tersebut dibantu dengan perangkat lunak PRIMER versi 5.2 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) (Clarke & Gorley 2001).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menunjukkan ada 8 spesies lamun yang ditemukan pada lokasi pemulihan di Pulau Pramuka dan Kelapa Dua, yakni *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Halophila ovalis*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, dan *Halophyla minor*, seperti disajikan pada Tabel 2. Terdapat ragam spasial kondisi lamun yang terdapat di kedua lokasi studi dan antarsublokasi, yakni secara vertikal dari daratan ke arah laut dan horizontal (antartransek garis). Namun, terlihat bahwa persen penutupan lamun rata-rata di Pulau Pramuka relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di Pulau Kelapa Dua,

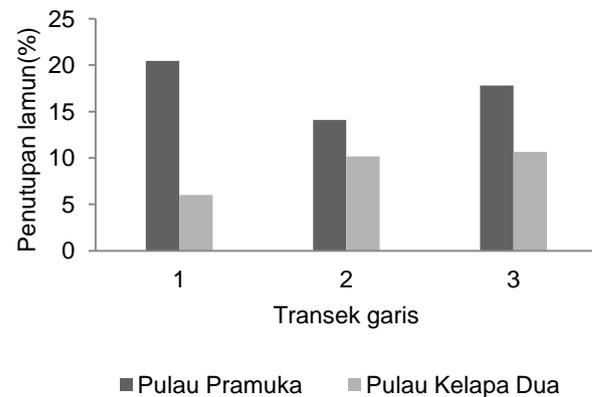
yakni masing-masing  $20,45 \pm 11,28\%$  dan  $06,00 \pm 06,56\%$  (Gambar 2 dan perinciannya di Tabel 2).

Lokasi pemulihan di Pulau Pramuka didominasi oleh jenis *E. acoroides* dan *C. rotundata* yang ditandai dengan tingginya persen penutupan. Sementara itu, di perairan Kelapa Dua didominasi oleh jenis *H. uninervis* dan *H. pinifolia*.

Di perairan Pulau Pramuka, padang lamun tampak lebih rimbun dibandingkan dengan di Pulau Kelapa Dua karena jenis-jenis *Enhalus* dan *Cymodocea* merupakan tumbuhan lamun yang relatif tinggi dan berdaun lebar. Sementara itu, jenis *Halodule* dan *Halophila* merupakan jenis tumbuhan lamun yang relatif rendah dengan daun yang kecil. Dengan kata lain, spesies lamun di Pulau Pramuka didominasi oleh spesies jenis klimaks, sedangkan di Pulau Kelapa Dua didominasi jenis lamun pionir. Ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pada ekosistem lamun di Pulau Pramuka relatif stabil dibandingkan di Pulau Kelapa Dua.

Hasil uji statistik ANOSIM menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata kondisi ekosistem lamun antara Pulau Pramuka dan Kelapa Dua (*R* Global = 0,193; *p* < 0,001).

Hal yang sama terlihat pada kondisi ekosistem lamun di Pulau Pramuka yang memperlihatkan ragam antartransek garis, yakni dengan nilai statistik *R* = 0,076; *p* = 0,043. Namun, di Pulau Kelapa Dua



Gambar 2 Persen penutupan lamun pada 2 lokasi pengukuran dan transek garis yang berbeda.

Tabel 2 Struktur komunitas lamun di lokasi pemulihan Pulau Pramuka dan Kelapa Dua, Kepulauan Seribu

Lokasi	Transek garis	N	Penutupan lamun (%)	Komposisi spesies lamun (%)							
				Ea	Th	Ho	Cr	Cs	Hp	Hm	Hu
Pulau Pramuka	1	11	20,45 ± 11,28	3,80	13,00	-	15,25	2,00	-	-	-
	2	11	14,09 ± 10,44	4,67	3,00	-	9,82	1,33	-	-	-
	3	11	17,82 ± 23,20	20,83	4,25	-	4,13	1,00	-	-	-
Pulau Kelapa Dua	1	11	06,00 ± 06,56	-	2,41	3,62	2,52	-	-	1,04	-
	2	11	10,18 ± 12,89	-	4,25	4,75	4,34	-	2,00	0,83	15,19
	3	11	10,65 ± 11,84	-	4,10	1,63	0,10	-	15,0	0,55	13,67

Keterangan:

- N = Jumlah transek kuadrat
- Th = *Thalassia hemprichii*
- Cr = *Cymodocea rotundata*
- Cs = *Cymodocea serrulata*
- Ho = *Halophyla ovalis*

- Ea = *Enhalus acoroides*
- Hu = *Halodule uninervis*
- Hp = *Halodule pinifolia*
- Hm = *Halophila minor*

kondisi lamun menunjukkan kondisi yang relatif sama antartransek garis ( $R$  Global = 0,022;  $p$  = 0,210).

Parameter fisika perairan pada kedua lokasi pengamatan masih dalam kisaran yang sesuai untuk tumbuhan lamun, seperti yang disajikan pada Tabel 3. Suhu perairan pada kedua lokasi tersebut relatif sama, yakni 29–30 °C. Kisaran suhu ini relatif normal bagi perairan pesisir tropis dengan nilai yang mendukung proses fotosintesis tumbuhan lamun. Kedalaman perairan 44–70 cm pada kedua lokasi. Kedalaman perairan ini beragam antarlokasi, antarstasiun di bagian pinggir dan luar, serta waktu pengamatan (saat pasang atau surut). Pada studi ini pengukuran dilakukan pada kondisi perairan relatif pasang. Kedalaman ini masih ideal bagi tumbuhan lamun untuk melakukan fotosintesis yang ditunjukkan oleh nilai kecerahan 100% atau cahaya matahari bahkan bisa menembus hingga dasar perairan.

Parameter kimia perairan yang diukur meliputi salinitas, pH, dan konsentrasi oksigen terlarut. *Salinitas* berkisar antara 35–36 PSU, dengan pH netral (7), dan konsentrasi oksigen terlarut 5,53–6,32 mg/l (Tabel 3). Parameter kimia perairan ini masih dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan lamun, serta mendukung kehidupan biota perairan lainnya seperti yang dibatasi dalam baku mutu menurut Kepmen Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004. Berdasarkan hasil *baseline study* ini dapat diketahui status ekosistem lamun dan mutu perairan pada lokasi studi. Informasi ini selanjutnya akan digunakan untuk tahap selanjutnya, yakni pada kegiatan sosialisasi, penanaman lamun, dan pemulihan teripang. Berdasarkan persen penutupan lamun dapat diketahui bahwa penutupan lamun secara umum di lokasi studi perlu direhabilitasi karena memiliki penutupan yang relatif rendah, yakni di bawah 29,9% (Kepmen LH No. 200 tahun 2004).

Berdasarkan hasil kajian ini juga ditentukan lokasi sumber bibit lamun untuk kegiatan rehabilitasi. Di Pulau Pramuka, bibit untuk penanaman lamun akan diperoleh di sekitar tapak rehabilitasi. Kriteria lokasi sumber bibit antara lain terdapatnya jenis-jenis lamun dengan mutu yang baik, yakni dengan luas penutupan dan keragaman yang cukup tinggi. Di samping itu juga telah diamati keberadaan teripang di lokasi pemulihan, sebagai calon donor induk untuk program pemulihan. Calon lokasi pemulihan teripang dan rehabilitasi padang lamun ditentukan di Pulau

Pramuka dan Kelapa Dua. Lokasi yang dipilih untuk direhabilitasi di wilayah Pulau Pramuka antara lain di bagian timur Pulau Pramuka. Kriteria yang digunakan untuk menetapkan lokasi yang akan direhabilitasi pada kegiatan ini didasarkan pada beberapa kriteria yang juga dipakai dalam studi lainnya, misalnya BTNKpS (2008) sebagai berikut, yaitu kondisi ekosistem padang lamun yang memerlukan rehabilitasi, secara biogeofisik perairan cocok sebagai habitat padang lamun, yang ditandai terdapatnya jenis-jenis lamun yang hidup di lokasi tersebut walaupun dalam luas penutupan yang relatif kecil. Lokasi penanaman terhindar dari pengaruh arus dan gelombang yang kuat dengan kondisi lingkungan optimum bagi lamun, kerusakan lamun tersebut bukan disebabkan oleh faktor alam, berpotensi untuk wisata pendidikan dan penelitian (terletak dalam zona wisata atau zona pemukiman di Pulau Seribu). Secara teoretis, agar penanaman lamun berhasil perlu dilakukan kajian pada lokasi yang memiliki kedalaman yang sama dengan padang lamun sumber bibit dan cocok untuk habitat teripang.

Menurut van Katwijk *et al.* (2011), mutu kesehatan ekosistem lamun dapat dievaluasi pada 3 tingkatan. Pertama, tingkat individu, yakni segi fisiologi dan morfologi tanaman, seperti panjang dan jumlah daun. Kedua, tingkat komunitas yang meliputi komposisi spesies lamun dan struktur komunitas makrozoobentos. Ketiga, tingkat lanskap seperti persen penutupan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa persen penutupan, biomassa bagian atas permukaan, panjang dan lebar daun meningkat pada fase awal gangguan (*disturbance*) khususnya akibat eutrofikasi dan selanjutnya menurun ketika tingkat *eutrofikasi* semakin mencapai level yang tinggi (*severe*).

Perubahan komposisi spesies seiring dengan perubahan tingkat pencemaran organik. Begitu juga dengan peningkatan epifit pada daun lamun. Hal yang sama ditunjukkan juga oleh daya dukung makrozoobentos meningkat dan komposisi spesies berubah (van Katwijk *et al.* 2011).

Untuk mengetahui mutu kesehatan ekosistem lamun di perairan pesisir, metode pengukuran dan analisis yang telah digunakan pada penelitian ini (*sea grass watch method*) perlu dilengkapi juga dengan pengukuran dan analisis lebih lanjut atas biomassa lamun dan struktur serta biomassa makrozoobentos seperti yang disarankan oleh van Katwijk *et al.* (2011). Hal ini sebenarnya juga dilakukan pada penelitian ini, tetapi hasilnya akan dilaporkan kemudian. Hasilnya nanti dapat digunakan sebagai masukan dalam penyempurnaan kriteria status ekosistem lamun yang ditetapkan oleh Kepmen LH No. 200 tahun 2004 yang hanya berbasis persen penutupan lamun.

## KESIMPULAN

Secara umum kondisi ekosistem lamun di lokasi pemulihan Pulau Pramuka dan Kelapa Dua, Pulau Seribu, relatif berbeda.

Tabel 3 Hasil pengukuran parameter mutu air pada lokasi studi

Parameter	Baku Mutu*	Pulau Pramuka	Pulau Kelapa
Suhu (°C)	28–30	29	29
Kedalaman (cm)		44–90	50–76
Kecerahan (%)		100	100
Salinitas (PSU)	33–34	36	35
pH	7–8,5	7	7
Oksigen terlarut (mg/L)	>5	5,53	6,32

Berdasarkan persen penutupan tumbuhan lamun, kondisi ekosistem di lokasi pemulihan Pulau Pramuka relatif lebih baik dibandingkan dengan yang di Pulau Kepala Dua.

Perlu dilakukan rehabilitasi habitat lamun di lokasi studi sebelum dilakukan kegiatan penebaran benih untuk pemulihan teripang, khususnya pada tapak yang direncanakan untuk pemeliharaan teripang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai kegiatan ini melalui hibah pengabdian kepada masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell JD, Bartley DM, Lorenzen K, Loneragan NR. 2006. Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Fisheries Research*. 80(1): 1–8.
- Bell JD, Purcell SW, Nash WJ. 2008. Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean and Coastal Management*. 51(8–9): 589–593.
- [BTNKpS] Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu. 2008. Inventarisasi padang lamun di Taman Nasional Kepulauan Seribu. Jakarta. 44 hlm.
- Clarke KR, Gorley RN. 2001. Plymouth routines in multivariate ecological research (PRIMER) V 5.2: User manual/Tutorial. Primer-E Ltd.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2012. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gray JS, Elliott M. 2009. *Ecology of Marine Sediment*. Oxford (GB): Oxford University Press.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004.
- McKenzie LJ, Yoshida RL. 2009. Seagrass-watch. In: *Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia*. The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali (ID), 9<sup>th</sup> Mei 2009.
- Purcell SW, Hair CA, Mills DJ. 2012. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: Progress, problems and opportunities. *Aquaculture*. 366–369: 68–81.
- Quinn GP, Keough MJ. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge (GB): Cambridge University Press. 537 pp.
- Taurusman AA, Damar A, Adrianto L, Trihandoyono A. 2010. Model Restorasi Ekosistem Lamun (*Seagrass*) dan *Restocking* Teripang Dengan Pendekatan Partisipatif: Suatu Program Riset Aksi di Pulau Seribu, Jakarta. *Prosiding Lokakarya Nasional I Pengelolaan Ekosistem Lamun*, LIPI, PKSPL IPB, KKP, & KLH. Jakarta (ID), 18 November 2009.
- Taurusman AA. 2012. *Tropical Benthic Ecology: Assemblages, clearance rate, and carrying capacity on eutrophication*. Saarbrücken (DE): LAP Lambert Academic Publishing. 287 pp.
- Van Katwijk MM, Van der Welle MEW, Lucassen ECHET, Vonk JA, Christianen MJA, Kiswara W, Inayat al Hakim I, Arifin A, Bouma TJ, Roelofs JGM, Lamers LPM. 2011. Multi-level early warning indicators for river nutrient and sediment loads in tropical seagrass beds: A study in the Berau estuary, East-Kalimantan (ID). *Marine Pollution Bulletin*. 62: 1512–1520.