

Pola Sebaran dan Keanekaragaman Jenis Lamun di Perairan Tanjung Pallette dan Tangkulara, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan
Distribution Pattern and Species Diversity of Seagrass in Tanjung Pallette and Tangkulara Waters, Bone, South Sulawesi

Katarina Hesty Rombe*, Dwi Rosalina, Khairul Jamil, Agus Surachmat, Ali Imran

Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone

*Correspondensi : katarinahestyrombe@gmail.com

Received : July 2020

Accepted : December 2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran dan keanekaragaman lamun di perairan Pallette dan Tangkulara. Penelitian ini dilakukan selama dua bulan, mulai Agustus hingga September 2019. Pengumpulan data dilakukan di dua titik dengan masing-masing tiga ulangan. Pengambilan data lamun menggunakan metode transek garis dan kuadran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 jenis lamun yang ditemukan di perairan Pallette dan Tangkulara, yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, dan *Halophila* sp. Keanekaragaman jenis lamun di perairan Pallette dan Tangkulara masuk dalam kategori rendah. Pola sebaran jenis lamun *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila* sp. memiliki nilai pola distribusi yang mengelompok sedangkan untuk *Enhalus acoroides* pola distribusinya yang seragam.

Kata Kunci: Lamun; Keanekaragaman; Pallette; Sebaran

ABSTRACT

The aims of this study was to determine the distribution patterns and diversity of seagrass in Pallette and Tangkulara waters. This research was conducted for two months, from August to September 2019. Data collection was carried out at two points with three replications each. Seagrass data retrieval uses the line and quadrant transect method. The results showed that there were 5 species of seagrass found in the Pallette and Tangkulara Waters, namely *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, and *Halophila* sp. The diversity of seagrass species in the Pallette and Tangkulara Waters was in the low category. Distribution patterns of all species of seagrass *Thalassia hemprichii* *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila* sp. has a grouped distribution pattern value while for *Enhalus acoroides* the distribution pattern is equal.

Keywords : Diversity; pallette, distribution, seagrass

PENDAHULUAN

Ekosistem lamun merupakan satu dari tiga ekosistem yang letaknya berada di pesisir (*coastal*). Pada perairan sub tropis dan tropis dapat ditemukan sekitar 60 jenis lamun. Perairan Indonesia yang masuk dalam kategori tropis yang memiliki sekitar 14 jenis lamun (Sjafrie *et al.*, 2018). Mann (2000) menjelaskan beberapa marga lamun yang ada di Indonesia, yaitu dari marga *Cymodocea*, *Enhalus*, *Halodule*, *Halophila*, *Thalassia*, *Syringodium* dan *Thalassodendron*.

Ekosistem lamun itu sendiri memiliki banyak manfaat. Dari segi ekologi, lamun dapat menjadi detritus, dimana detritus merupakan makanan penting bagi organisme (Nybakken, 1992), sebagai produsen penting dalam *food web* di ekosistem pesisir (Sjafrie *et al.*, 2018) dan sebagai ekosistem yang paling produktif di pesisir atau laut dangkal (Takadengan & Muhammad, 2010).

Secara lebih rinci, lamun berfungsi sebagai penyedia makanan bagi beberapa hewan laut yang dilidungi, seperti dugong dan

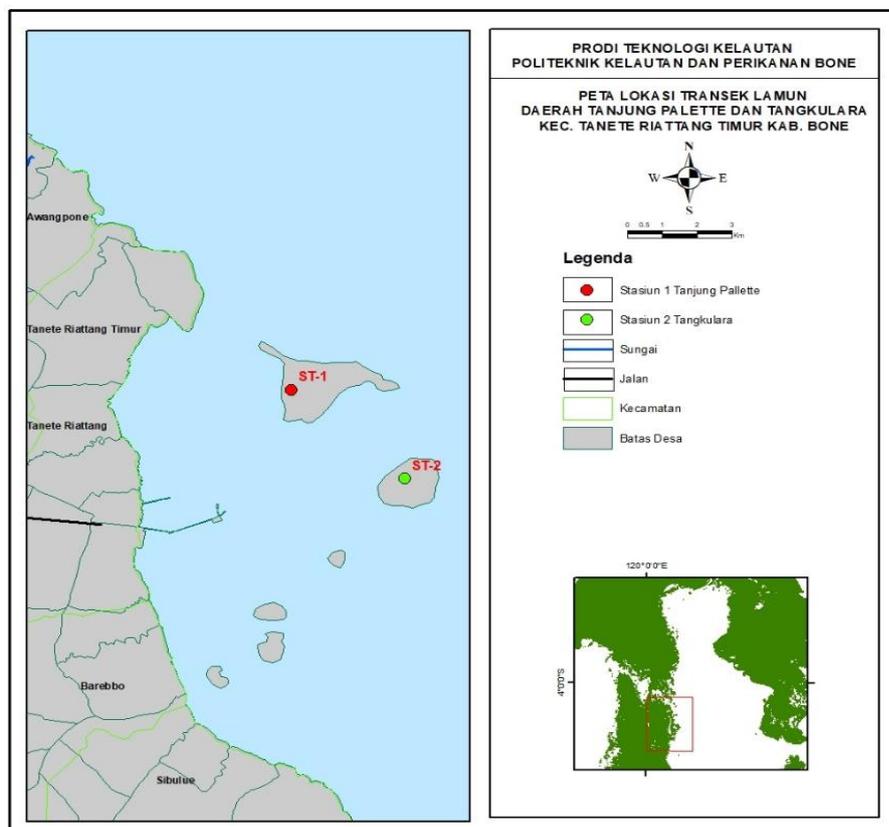
penyu (Janet *et al.*, 1989) tempat berlindung ikan, krustasea, moluska, echinodermata, dan sebagainya (Ronald & Menez, 1988; Tomascik *et al.*, 1997).

Perairan Pallette dan Tangkulara yang masih masuk dalam perairan Sulawesi Selatan memiliki beberapa sumber daya alam pesisir potensial, salah satunya adalah ekosistem lamun. Setelah melakukan observasi, hamparan padang lamun yang ada di Perairan Pallette dan Tangkulara cukup luas. Namun, masih minim kajian ilmiah terkait pola sebaran lamun yang ada di Perairan Pallette dan Tangkulara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran lamun beserta

keanekaragamannya di Perairan Pallette dan Tangkulara.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi transek kuadran ukuran 50m x 50m, roll meter 100m, buku identifikasi lamun dan alat dasar selam. Penelitian ini mengambil 2 lokasi, yaitu Perairan Pallette (ST-1) dan Tangkulara (ST-2). Pada masing-masing stasiun ditarik transek garis kearah laut sejauh 100m. Transek kuadran berukuran 50cm x 50cm di tempat pada transek garis pada meter ke-20, 40, 60, 80, dan 100.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Beberapa analisis data lamun yang dilakukan seperti menghitung kerapatan, dan frekuensi jenis lamun, similarity index, diversity index, dominansi index, dan pola penyebarannya. Kerapatan lamun dihitung dengan cara membagi jumlah tegakan lamun per jenis dengan luas tertentu. Kerapatan lamun masing-masing jenis pada setiap stasiun dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini (Dahuri, 2003):

$$K_{ji} = \frac{ni}{A}$$

Keterangan :

- K_{Ji} : Kerapatan jenis lamun i (ind/m²)
- n_i : Jumlah total lamun pada pengambilan contoh ke-i (tegakan)
- A : Luas transek (m²)

Frekuensi jenis (FJ_i) dihitung dengan cara membagi jumlah kisi yang terdapat jenis lamun i dengan jumlah total kisi pada *frame* yang diamati. Kisi merupakan kotak-kotak kecil yang terdapat dalam *frame*. Frekuensi jenis dihitung dengan rumus (Dahuri, 2003):

$$FJ_i = \frac{KS_i}{\sum_{i=1}^{KS} KS}$$

Keterangan :

FJ_i : Frekuensi jenis ke- i

KS_i : Banyaknya kisi ditemukan lamun jenis i

$\sum_{i=1}^{KS} KS$: Total banyaknya kisi dalam *frame* yang diamati

Similarity Index (Indeks keseragaman) berguna dalam mengetahui apakah lamun yang diamati memiliki kesamaan dalam hal jenis atau tidak. *Similarity Index* didapatkan menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$SI = \frac{DI'}{DI'_{maks}}$$

Keterangan :

SI : *Similarity Index* (Indeks keseragaman)

DI' : *Diversity Index*

DI'_{maks} : Maksimum *Diversity Index* ($\ln L$), (L adalah total banyaknya lamun)

Setelah didapatkan nilai SI, nilai SI kemudian dibandingkan dengan kriteria yang ada sehingga diketahui tingkat keseragaman lamun. Tingkat keseragaman lamun ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut (Dahuri, 2003) :

Tabel 1. Kriteria *seagrass similarity index*

No	Nilai SI	Keterangan
1	$SI < 0,4$	Indeks keseragaman rendah
2	$0,4 < SI < 0,6$	Indeks keseragaman sedang
3	$SI > 0,6$	Indeks keseragaman tinggi

Sumber : Dahuri, 2003

Diversity Index (Indeks keanekaragaman) berfungsi untuk mengetahui apakah lamun memiliki variasi jenis atau tidak. Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan rumus dibawah ini (Brower & Zar, 1990):

$$DI' = \sum KJi \ln KJi$$

Keterangan :

DI' : *Diversity Index*

KJi : $\frac{n_i}{N}$ (komposisi jenis ke- i)

n_i : Banyaknya tegakan lamun jenis ke- i

N : Jumlah seluruh tegakan lamun

Setelah didapatkan nilai DI, nilai DI kemudian dibandingkan dengan kriteria yang ada sehingga diketahui tingkat keanekaragaman lamun (Brower & Zar, 1990) :

Tabel 2. Kriteria *seagrass diversity index*

No	Nilai DI	Keterangan
1	$DI \leq 2,30$	Tingkat keanekaragaman kecil
2	$2,30 < DI \leq 2,30$	Tingkat keanekaragaman sedang,
3	$DI > 3,30$	Tingkat keanekaragaman tinggi

Sumber : Brower dan Zar, 1990

Rumus dominansi digunakan untuk mendapatkan gambaran jenis lamun mana yang terbanyak ditemukan dalam populasi lamun. Adapun rumus dominansi sebagai berikut (Brower & Zar, 1990):

$$IDS = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

IDS : Indeks dominasi Simpson

n_i : Total jenis lamun i

N : Total semua jenis lamun

Nilai IDS berkisar antara 0-1, dimana semakin mendekati angka 1 maka semakin besar peluang jenis lamun tertentu dominan dalam populasi tersebut. Data terakhir yang akan dianalisis yaitu pola penyebaran lamun.

Salah satu rumus yang dapat digunakan dalam menentukan pola penyebaran jenis lamun ialah Indeks Dispersi Morisita (IDM) (Dahuri 2003):

$$IDM = p \frac{\sum yi^2 - T}{T(T-1)}$$

Keterangan :

- IDM : Indeks dispersi morisita
- Total frame yang digunakan
- p : untuk mengambil lamun
- Total jenis lamun dalam
- T : sejumlah p frame
- Total lamun ke-I pada plot yang
- yi² : dikuadratkan

Setelah didapatkan nilai IDM, nilai tersebut kemudian dicocokkan ke dalam kriteria pada Tabel 3 :

Tabel 3. Kriteria pola penyebaran

No	Nilai IDM	Keterangan
1	IDM < 1	Seragam
2	IDM = 1	Acak
3	IDM > 1	Mengelompok

Sumber : Dahuri, 2003

HASIL DAN BAHASAN:

Kerapatan Lamun

Nilai kerapatan lamun (KJi) ditentukan oleh jumlah tegakannya dalam luasan tertentu (luas *frame* yang digunakan). Tabel 1 dan 2 menunjukkan nilai kerapatan yang sudah dihitung menggunakan rumus kerapatan..

Tabel 4. Nilai kerapatan lamun (KJi) di ST-1 (individu/m²)

No	Jenis Lamun	KJi
1	<i>Thalassia hemprichii</i>	25
2	<i>Enhalus acoroides</i>	7
3	<i>Halophila</i> sp.	2

Tabel 5. Nilai kerapatan lamun (KJi) di ST-2 (individu/m²)

No	Jenis Lamun	KJi
1	<i>Cymodocea rotundata</i>	36
2	<i>Enhalus acoroides</i>	1
3	<i>Halophila</i> sp.	9
4	<i>Halodule uninervis</i>	5
5	<i>Thalassia hemprichii</i>	3

Pada Tabel 4 diketahui bahwa terdapat 3 spesies lamun yang di temukan di ST-1, dimana nilai kerapatan tertinggi diperoleh

jenis *Thalassia hemprichii* dengan nilai kerapatan sebesar 25 individu/m² dan nilai kerapatan paling rendah didapatkan pada genus *Halophila* sp. sebesar 2 individu/m². Hal ini dikarenakan suhu di perairan tersebut 30°C dimana suhu yang sesuai dengan pertumbuhan lamun *T hemprichii*. Menurut Zieman (1986) rentang suhu optimal yang bisa ditoleransi *Thalassia hemprichii* untuk tumbuh yaitu antara 24 sampai 35 °C. *Thalassia hemprichii* merupakan jenis lamun yang mampu tumbuh pada substrat pasir dengan ukuran besar, bisa juga pada pecahan karang mati atau yang biasa disebut *rubble* serta pasir yang cenderung berlumpur. Hal ini sesuai yang diungkapkan oleh Yulianda (2002) bahwa substrat merupakan salah satu faktor penentu tumbuh suburnya lamun namun juga harus didukung dengan kondisi lingkungan yang cocok bagi lamun itu sendiri. Menurut Hook *at al*, (2016) bahwa substrat lumpur berpasir akan didominasi oleh spesies *Thalassia hemprichii* dan menurut Azkab (2000), lamun jenis *Thalassia hemprichii* banyak ditemukan tumbuh subur pada berbagai variasi substrat namun memiliki batas kedalaman mencapai 10 sampai 12 m. Itulah sebabnya lamun jenis *Thalassia hemprichii* pada Tabel 4 mendapatkan nilai kerapatan yang paling tinggi dibandingkan lamun jenis lainnya di perairan Pallette.

Spesies lamun yang nilai kerapatannya paling rendah adalah dari genus *Halophila* sp.. Lamun jenis ini tumbuh subur pada perairan dengan kondisi yang dangkal (tidak begitu dalam), memiliki jenis substrat berpasir maupun berlumpur. Bahkan terkadang ditemukan ada di sela-sela terumbu karang (Romimohtarto & Juwana, 2001). Kiswara (2004) menjelaskan bahwa selain tipe substrat seperti yang dijelaskan diatas, faktor yang menjadi penentu tumbuh suburnya lamun, yaitu *depth* (kedalaman air), tingkat kecerahan dan kecepatan/tipe arus.

Tabel 5 menunjukkan ST-2 memiliki 5 spesies lamun. Nilai kerapatan paling tinggi diperoleh jenis *Cymodocea rotundata* dengan nilai sebesar 36 individu/m² dan nilai kerapatan paling rendah diperoleh jenis *Enhalus acoroides* sebesar 1 individu/m².

Cymodocea rotundata bisa hidup pada dua kondisi substrat, yaitu susbrat pasir berkarang yang tidak begitu dalam (dangkal) dan berlumpur (Den Hartog, 1970). *Cymodocea rotundata* terbukti mempunyai tingkat toleransi tinggi. *Cymodocea rotundata* mampu bertahan meski terpapar sinar matahari secara langsung (tidak tergenang air). *Cymodocea rotundata* juga dominan ditemukan di bagian intertidal dengan hamparan terumbu karang yang luas (Tomasick et al., 1997).

Frekuensi Jenis (FJ)

Frekuensi jenis (FJ) pada lamun dapat memberikan gambaran berapa banyak jenis lamun (%) yang bisa ditemukan pada saat pengambilan data di lapangan. Tabel 3 dan 4 dibawah ini memperlihatkan nilai FJ lamun di ST-1 dan ST-2.

Tabel 6. FJ Lamun di ST-1 (%)

No	Jenis Lamun	FJi
1	<i>Thalassia hemprichii</i>	1
2	<i>Enhalus acoroides</i>	1
3	<i>Halophila</i> sp.	0,33

Tabel 7. FJ Lamun di Tangkulara (%)

No	Jenis Lamun	FJi
1	<i>Cymodocea rotundata</i>	0,67
2	<i>Enhalus acoroides</i>	0,13
3	<i>Halophila</i> sp.	0,27
4	<i>Halodule uninervis</i>	0,27
5	<i>Thalassia hemprichii</i>	0,33

Pada masing-masing Tabel 6 dan 7, nilai FJ lamun paling tinggi secara berurutan didapatkan oleh *Thalassia hemprichii* (1%) dan *Cymodocea rotundata* (0,67%). Sedangkan untuk FJ lamun terendah dari Tabel 6 dan 7, secara berurutan, diperoleh oleh jenis *Halophila* sp. (0,33%) dan *Thalassia hemprichii* (0,33%). Beberapa faktor yang menyebabkan FJ lamun jenis *Halophila* sp. rendah karena bentuk morfologinya yang kecil sehingga mudah rusak terkena arus kencang bahkan terinjak.

Keanekaragaman (DI'), Keseragaman (SI), dan Dominansi (IDS) Lamun

Masing-masing nilai DI', SI dan IDS pada dua lokasi yang mewakili ST-1 dan ST-2 dapat ditinjau pada Tabel 8.

Tabel 8. Keanekaragaman (DI'), Keseragaman (SI), dan Dominansi (IDS) Lamun

Stasiun	DI'	SI	IDS
ST-1	0,7019	0,64	0,5986
ST-2	0,9708	0,14	0,4983

Indeks keanekaragaman (DI') lamun di ST-1 yaitu 0,7019. Jika nilai 0,7019 dicocokkan ke dalam kriteria DI', maka DI' ST-1 masuk dalam kategori kecil atau rendah. Begitu pula dengan DI' di ST-2 yang mendapat nilai 0,9708 masuk dalam kriteria kecil atau rendah (Odum, 1998). Menurut (Bengen, 2001), telah ditemukan sejumlah 55 spesies lamun (*seagrass*). Dari 55 spesies lamun tersebut, 12 spesies diantaranya tumbuh di Indonesia. Adapun *family* yang paling banyak yang masuk dalam 12 spesies tersebut adalah *Hydrocharitaceae* dan *Potamogetonaceae*. Jika dilihat kembali pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa hampir setengah dari 12 spesies lamun yang tumbuh di wilayah perairan Indonesia, ditemukan di ST-2.

Indeks keseragaman (SI) lamun di ST-1 yaitu 0,64. Keseragaman di ST-2 sekitar 0,14. Nilai keseragaman yang tertinggi terdapat di ST-1 yaitu 0,64. Menurut (Brower & Zar, 1989) jika nilai $SI > 0,6$ maka ekosistem atau populasi tersebut masuk dalam kriteria yang memiliki keseragaman tinggi.

Nilai indeks dominansi lamun di ST-1 yaitu 0,5986. Nilai indeks dominansi di ST-2 sekitar 0,4983. Nilai indeks dominansi paling tinggi terdapat di ST-1. Semakin besar indeks dominansi maka semakin besar pula kecenderungan salah satu spesies yang mendominasi populasi tersebut.

Pola Sebaran Lamun

Pola sebaran lamun di ST-1 (Tabel 9) dan ST-2 (Tabel 10) didapatkan menggunakan rumus IDM atau yang lebih dikenal dengan Indeks Dispersi Morisita.

Tabel 9. Pola Sebaran Jenis Lamun di ST-1

Jenis Lamun	Indeks dispersi morisita	X ² hitung	X ² tabel	Pola Sebaran
<i>Thalassia hemprichii</i>	1,1136	56,9499	23,68	Mengelompok
<i>Enhalus acoroides</i>	1,4879	62,3000	23,68	Mengelompok
<i>Halophila</i> sp.	3,8054	92,5517	23,68	Mengelompok

Tabel 10. Pola Sebaran Jenis Lamun di ST-2

Jenis Lamun	Indeks dispersi morisita	X ² hitung	X ² tabel	Pola Sebaran
<i>Cymodocea rotundata</i>	2,4980	813,9065	23,68	Mengelompok
<i>Enhalus acoroides</i>	0,0000	13,0000	23,68	Seragam
<i>Halophila</i> sp.	31,6176	1.820,0000	23,68	Mengelompok
<i>Halodule uninervis</i>	45,6250	1.022,0000	23,68	Mengelompok
<i>Thalassia hemprichii</i>	59,4660	700,0000	23,68	Mengelompok

Spesies lamun *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, dan *Halophila* sp. mempunyai nilai pola sebaran mengelompok dimana nilai IDM > 1. Spesies lamun *Cymodocea rotundata*, *Halophila* sp., *Halodule uninervis*, dan *Thalassia hemprichii* mempunyai nilai pola sebaran mengelompok karena IDM > 1.

Jika dilihat pada Tabel 9, nilai IDM *Enhalus acoroides* <1, dimana nilai IDM yang lebih kecil dari 1 masuk dalam kriteria pola penyebaran seragam. Pola sebaran seragam ini terjadi dikarenakan berhubungan dengan kemampuan adaptasi serta kecocokan habitat, kondisi perairan serta parameter fisika kimia perairan yang mendukung untuk pertumbuhan lamun tersebut. Artinya seluruh spesies lamun yang ditemukan menunjukkan bahwa setiap jenis lamun mampu bersaing dalam memperoleh ruang untuk tumbuh sesuai dengan kondisi lingkungannya.

SIMPULAN:

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang diperoleh selama penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari lima jenis lamun yang di temukan (*Thalassia hemprichii* *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila* sp.) memiliki pola penyebaran mengelompok,

sedangkan *Enhalus acoroides* pola sebarannya seragam.

2. Keanekaragaman jenis lamun di ST-1 dan ST-2 masuk dalam kategori rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Azkab, M.H. (2000). Struktur dan Fungsi pada Komunitas Lamun. *Majalah Ilmiah Semi Populer Oseana*, 25(3): 9-17.
- Bengen, D.G. (2001). Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut. *Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. IPB.
- Brower, J.E. & J.H Zar. (1989). Field and Laboratory Methods for General Ecology. W. M. *Brown Company Publ.* Dubuque Iowa.
- Brower, J.E., & Zar, J.H. (1990). Field and Laboratory Methods for General Ecology. *W.M.C. Brown Co. Publ.* Dohuque, Iowa.
- Dahuri, R. (2003). Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. *PT. Gramedia Pustaka*, Jakarta.
- Den Hartog, C. (1970). The Seagrass of the World. Amsterdam: North Holland.
- Hoek, F., Razak, A., Hamid, H., Muhfizar, M., Suruwaky, A. M., Ulat, M. A.,

- Mustasim., ... & Arfah, A. (2016). Struktur Komunitas Lamun di Perairan Distrik Salawati Utara Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Airaha*, 5(1), 087-095
- Janet M.L., C. James Limpus & Marsh, H. (1989). Dugongs and Turtles; Grazers in the Seagrass System. In *Biology of Seagrass. A treatises on the Biology of Seagrass with a Special reference to the Australian Region*. (Eds. A.W. D. Larkum, A. J. McComb and S.A. Shepherd).
- Kiswara, W. (2004). Kondisi Padang Lamun (seagrass) di Perairan Teluk Banten. *LIPi*. Jakarta.
- Mann, K.H. (2000). *Ekologi Perairan Peisisir*. Edisi kedua. Bostom, Hal 64-78.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*”. Terjemahan oleh Muhammad Eidman. *PT Gramedia*. Jakarta. Hal 150-153
- Odum, E.P. (1998). *Dasar-dasar Ekologi*. Alih Bahasa : Samingan, T dan B. Srigandono. Edisi Ketiga Universitas *Gadjah Mada Press*, Yogyakarta, 824 hlm.
- Romimohtarto, K & Juwana, S. (2001). *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit *Djambatan*. Jakarta.
- Ronald, P.C., & Menez, E.G. (1988). *Kontribusi (peranan) Lamun Smithsonian terhadap ilmu kelautan*. Edisi ke-34. Penerbit : *Institut Smithsonian*: Washington DC.
- Sjafrie, N.D.M., Hernawan, U.E., Prayudha, B., Supriyadi, I.H., Iswari, M.Y., Rahmat, Anggraini, K., Rahmawati, S & Suyarso. (2018). Status Padang Lamun Indonesia Ver. 02. *Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, 15-20
- Takadengan, K. & Muhammad, A.H. (2010). Struktur Komunitas Lamun Di Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan limnologi di Indonesia*, 36(1): 85- 95.
- Tomascik, T., A. J. Mah, Nontji, A., & Moosa, M.K. (1997). *The Ecology of the Indonesian Seas. Part Two*. *The Ecology of Indonesia Series. Volume VIII*.
- Yulianda, F. (2002). *Pengenalan Lamun (Seagrass) Penuntun Praktikum Biologi Laut*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Zieman, J.C. (1986). Gradiens in Carribean seagrass ecosystem. In: Ogden JC, Gladfelter EH, editor. *Carribean Coastal Marine Productivity*. Jamaica: *Unesco Reports in Marine Science*, 25-29.