

INDEKS DIMENSI DAN INDEKS NILAI PENTING LAMUN DI PERAIRAN DARUNU, KECAMATAN WORU, SULAWESI UTARA

(*Dimension Index and Important Value Index in Darunu Waters, Wori District, North Sulawesi*)

Lidya Magdalena¹, Desy M. H. Mantiri², Antonius P Rumengan¹, Esther D. Angkou¹, Kakaskasen A. Roeroe¹

1. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado - Sulawesi Utara, Indonesia
 2. Program Studi S3 Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado
- * Penulis Korespondensi : lidyaaa.mt@gmail.com

ABSTRACT

Coastal ecosystems that are able to absorb and store good carbon are seagrass ecosystems. Darunu Waters, Wori District, North Sulawesi, is a tourist attraction with a good seagrass ecosystem. But until now, there has been no information or reports about seagrass beds in Darunu Waters. Therefore, the purpose of this study was to identify seagrass species and determine the value of the seagrass dimension index (IDLn) and seagrass importance index in Darunu Waters. This research is field research, with data collection done directly using the transect line method. Seagrasses found in Darunu Waters are 6 species, namely *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule phinifolia*, and *Syringodium isoetifolium*. The seagrass dimension index (IDLn) value of 0.5m² is influenced by the distance of seagrass ecosystems from human settlements. The important value index is influenced by species and relative density, species and relative frequency, and species and relative closure. The highest INP at Station 1 was *T. hemprichii*, with a value of 124.680%, and the lowest INP was *H. phinifolia* at Station 3, with a value of 5.968%.

Keywords: Seagrass Dimension Index, Important Value Index, Seagrass Ecosystem, Darunu Waters, North Sulawesi

ABSTRAK

Ekosistem pesisir yang mampu menyerap dan menyimpan karbon yang baik adalah salah satunya ekosistem padang lamun. Perairan Darunu, Kecamatan Wori, Sulawesi Utara merupakan salah satu daya tarik wisata dan memiliki ekosistem lamun yang baik. Namun sampai saat ini belum ada informasi atau laporan mengenai padang lamun yang ada di Perairan Darunu, oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis lamun, mengetahui nilai indeks dimensi lamun (IDLn) dan indeks nilai penting (INP) lamun di Perairan Darunu. Penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*) dengan pengambilan data dilakukan secara langsung menggunakan metode garis transek. Lamun yang ditemukan di Perairan Darunu sebanyak 6 jenis yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule phinifolia*, dan *Syringodium isoetifolium*. Nilai indeks dimensi lamun (IDLn) sebesar 0,5m² dipengaruhi oleh jarak ekosistem lamun dari pemukiman penduduk. INP dipengaruhi oleh kerapatan jenis dan kerapatan relatif, frekuensi jenis dan frekuensi relatif, penutupan jenis dan penutupan relatif. INP tertinggi di Stasiun 1 pada jenis *T. hemprichii* dengan nilai 124.680% dan INP terendah pada jenis *H. phinifolia* di Stasiun 3 dengan nilai 5,968%.

Kata Kunci: Indeks Dimensi Lamun, Indeks Nilai Penting, Ekosistem Lamun, Perairan Darunu, Sulawesi Utara

PENDAHULUAN

Perairan pesisir memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut, salah satunya melalui keberadaan ekosistem lamun (Hidayati *et al.*, 2022). Lamun (*seagrass*) merupakan tumbuhan laut yang memiliki peran penting dalam menyediakan habitat, sumber makanan, dan perlindungan bagi berbagai biota laut. Selain itu, lamun juga berfungsi dalam penyerapan karbon dioksida, penstabilan sedimen dasar laut, serta pencegahan erosi pantai (Supandi, 2023; Maramis *et al.*, 2020; Kepel, 2019). Keberadaan padang lamun yang sehat menjadi indikator penting bagi kondisi ekosistem pesisir, terutama dalam menjaga keberlanjutan sumber daya laut.

Desa Darunu, Kecamatan Wori, Sulawesi Utara, merupakan salah satu wilayah pesisir yang kaya akan keanekaragaman ekosistem laut, termasuk ekosistem lamun. Namun, dengan adanya peningkatan aktivitas manusia seperti perikanan, pariwisata, dan pembangunan di kawasan pesisir, ekosistem lamun di daerah ini menghadapi tekanan yang cukup signifikan. Untuk memahami sejauh mana dampak aktivitas tersebut terhadap ekosistem lamun, penting dilakukan pengukuran Indeks Dimensi lamun dan Indeks Nilai Penting lamun.

Indeks Dimensi lamun merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengukur luas atau volume ekosistem lamun dalam satu wilayah, sedangkan Indeks Nilai Penting (INP) mencerminkan pentingnya suatu spesies lamun dalam struktur komunitasnya (Subur *et al.*, (2011). Pengukuran kedua indeks ini dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang kondisi ekosistem lamun di perairan Darunu, serta memudahkan dalam pengambilan

keputusan untuk upaya konservasi dan pemulihan ekosistem.

Kajian mengenai Indeks Dimensi lamun dan Indeks Nilai Penting lamun di Perairan Darunu masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi ekosistem lamun di wilayah tersebut dan memberikan rekomendasi berdasarkan hasil pengukuran. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam upaya pelestarian ekosistem pesisir dan perikanan berkelanjutan di Sulawesi Utara.

Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis lamun, mengetahui nilai indeks dimensi lamun (IDL_n) dan mengetahui indeks nilai penting (INP) lamun di Perairan Darunu, Kecamatan Wori, Sulawesi Utara.

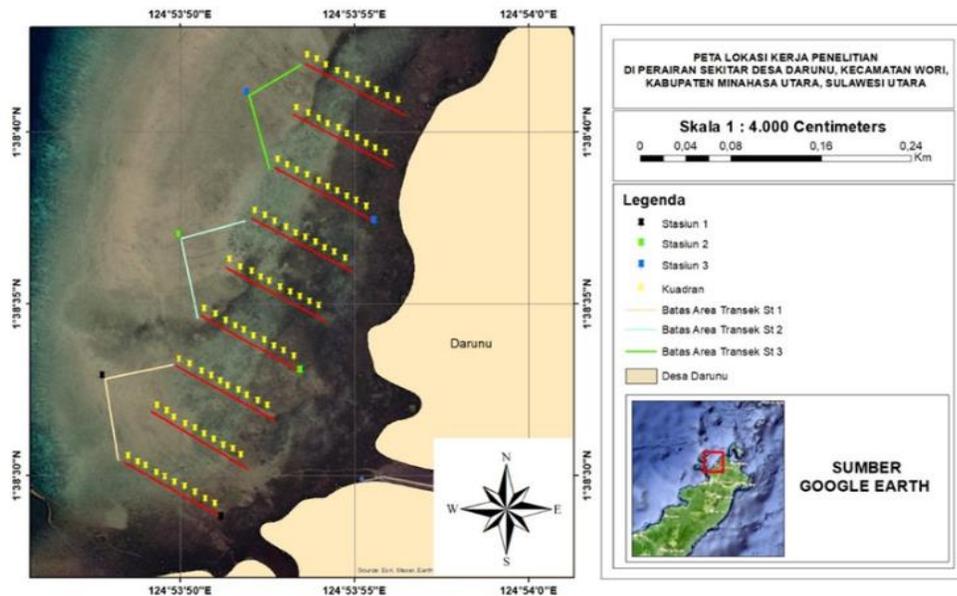
METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel di Perairan Darunu, Kecamatan Wori, Sulawesi Utara. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari - Juni 2024. Terdapat 3 stasiun beserta titik koordinatnya yaitu: Stasiun 1 (1°38'28.74"LU, 124°53'51.14"BT), Stasiun 2 (1°38'33.05"LU, 124°53'53.44"BT), dan Stasiun 3 (1°38'37.39"LU, 124°53'55.57"BT). Peta lokasi ada pada Gambar 1.

Metode Pengambilan Data

Penelitian ini adalah penelitian lapangan (*field research*) dengan pengambilan data dilakukan secara langsung menggunakan metode garis transek. Tahap selanjutnya mengidentifikasi jenis lamun berdasarkan morfologinya



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

merujuk pada buku Panduan Monitoring Padang Lamun (Rahmawati *et al.*, 2014), tipe substrat, mengukur jarak ekosistem lamun dari pemukiman penduduk dengan menggunakan meteran laser, lalu mengukur indeks dimensi lamun (IDLn) menggunakan citra satelit, serta mengukur indeks nilai penting lamun.

ANALISIS DATA

Identifikasi Lamun

Secara morfologi, lamun dapat dikenali dari daun, batang, akar, rizhoma, dan bunga.

Indeks Dimensi Lamun (IDLn)

Dihitung dengan menggunakan persamaan dari Subur *et al.*, (2011), sebagai berikut :

$$IDLn = \sum \frac{NL}{SL} + \sum \frac{NP}{SP}$$

Keterangan:

IDLn = Indeks Dimensi Lamun

NL = Jumlah total seluruh nilai segmen dimensi lebar

SL = Jumlah segmen dimensi lebar

NP = Jumlah total seluruh nilai segmen dimensi panjang

SP = Jumlah segmen dimensi panjang

Kerapatan Jenis

Dihitung dengan menggunakan rumus Fachrul (2007), sebagai berikut :

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Keterangan

Di = Kerapatan jenis (ind/m²)

Ni = Jumlah individu dalam transek

A = Luas total kuadran sampel (m²)

Kerapatan Relatif

Dengan menggunakan rumus Fachrul (2007), sebagai berikut :

$$KR = \frac{n_i}{\Sigma n} \times 100$$

Keterangan

- KR = Kerapatan Relatif (%)
 Ni = Jumlah total tegakan jenis - i
 Σn = Jumlah total individu semua jenis

Frekuensi Jenis

Dapat mengacu pada perhitungan dari Fachrul (2007), sebagai berikut :

$$Fi = \frac{Pi}{\Sigma Pi}$$

Keterangan

- Fi = Frekuensi jenis - i
 Pi = Jumlah petak ditemukan jenis ke-i
 Σpi = Semua petak sampel yang diamati

Frekuensi Relatif

Dihitung menggunakan rumus dari Fachrul (2007), sebagai berikut :

$$FR = \frac{Fi}{\Sigma Fi} \times 100$$

Keterangan

- FR = Frekuensi Relatif (%)
 Fi = Frekuensi pada jenis - i
 ΣF = Jumlah total frekuensi semua jenis

Penutupan Jenis

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Odum (1993), sebagai berikut :

$$Ci = \frac{ni}{A} \times 100$$

Keterangan

- Ci = Persentase tutupan jenis - i
 ai = Luas total tutupan jenis ke-I (m²)
 A = Luas total pengambilan sampel (m²)

Penutupan Relatif

Dapat menggunakan rumus dari Odum (1993), sebagai berikut :

$$PR = \frac{\text{Jumlah Penutupan jenis} - i}{\text{Jumlah total penutupan seluruh jenis}}$$

Indeks Nilai Penting

Dapat menggunakan perhitungan dari Septian (2016), sebagai berikut :

$$INP = FR + KR + PR$$

Keterangan

- FR = Frekuensi relatif
 KR = Kerapatan relatif
 PR = Penutupan relative

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis

Berdasarkan hasil identifikasi di Perairan Darunu ditemukan 6 spesies lamun yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halodule pinifolia*, dan *Syringodium isoetifolium*. Hal tersebut dinyatakan bahwa keenam spesies lamun ditemukan pada setiap transek di lokasi penelitian. Hasil pengamatan tipe substrat terdiri dari lumpur berpasir, pasir berlumpur, berpasir, dan pasir disertai pecahan karang. Hal ini menyatakan bahwa substrat di Perairan Darunu merupakan substrat yang beragam dimana

terdapat jenis substrat berlumpur, lumpur berpasir, pasir berlumpur dan berpasir disertai pecahan karang dan berpasir. Substrat lumpur berpasir merupakan wadah bertumbuhnya lamun lebih baik daripada substrat jenis lainnya (Subur *et al.*, 2011).

Penelitian ini berbeda dengan Alule (2020), keanekaragaman dan indeks nilai penting lamun (*seagrass*) di pesisir Kecamatan Gemeh, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara mengemukakan bahwa di Pesisir Kecamatan Gemeh ditemukan 3 jenis lamun dengan tipe substrat pasir berkarang. Jumlah variasi yang lebih kecil dimungkinkan karena jenis substrat yang merupakan media tumbuhnya lamun kurang baik (Yunitha, 2014).

Indeks Dimensi Lamun (IDLn)

Berdasarkan pengamatan satelit hasil pengukuran dan perhitungan segmen lebar dan segmen panjang yang terdapat pada Tabel 1, indeks dimensi lamun di Perairan

Darunu didapat nilai 0,5 m² dengan jarak ekosistem lamun dari pemukiman penduduk didapat jarak terdekat dan terjauh berkisar 0,093 – 0,379 km.

Tahir (2024), tentang kapasitas adaptif ekosistem mangrove dan padang lamun di kawasan konservasi Perairan Pulau Mare Provinsi Maluku Utara berbasis sekuestrasi karbon menyatakan bahwa nilai IDLn 0,12 m². Bila kedua penelitian ini dibandingkan maka terlihat perbedaan yang tidak signifikan, tetapi IDLn Pulau Mare lebih rendah dari IDLn di Perairan Darunu yang mengindikasikan bahwa ekosistem lamun di wilayah tersebut tersebarnya tidak luas dan merata.

Indeks Nilai Penting Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif

Kerapatan (tegakan lamun) merupakan jumlah individu atau tegakan dalam suatu area yang diukur (Fachrul, 2007).

Tabel 1. Indeks Dimensi Lamun

Segmen Lebar (SL)	Dimensi Lebar Lamun			Segmen Panjang (SP)	Dimensi Panjang Lamun		
	Lebar segmen (m)	a+b/2	Nilai Dimensi Lebar (NL)		Panjang segmen (m)	a+b/2	Nilai Dimensi Panjang (NP)
1	161.82	209.32	0.2093	1	56.07	96.57	0.1207
2	256.82	316.78	0.3168	2	137.07	130.17	0.1627
3	376.74	382.03	0.3820	3	123.26	142.47	0.1781
4	387.32	365.98	0.3660	4	161.68	137.50	0.1719
5	344.63	333.30	0.3333	5	113.31	126.38	0.1580
6	321.97		0.0000	6	139.44		0.0000
total	1849.3		1.6074	total	730.83		0.7913
rata-rata	308.22			rata ²	121.805		
$\Sigma[NL/SL]=$			NL = 1.607 SL = 5	$\Sigma[NP/SP]=$			NP = 0.791 SP = 5
Total IDLn (m²)					0.5		

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 2 nilai kerapatan jenis terendah pada *H. phinifolia* di Stasiun 1 diperoleh nilai 0,218 ind/m² dan kerapatan relatifnya 1,749%. Nilai kerapatan jenis tertinggi di Stasiun 3 pada jenis lamun *T. hemprichii* diperoleh nilai 6,764 ind/m² dan kerapatan relatifnya sebesar 40,086%.

Bila dibandingkan dengan penelitian Alule (2020), keanekaragaman dan indeks nilai penting lamun (*seagrass*) di pesisir Kecamatan Gemeh, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara menyatakan nilai kerapatan jenis terendah pada *Cymodocea serrulata* 14,93 Ind/m² dengan nilai kerapatan relatif 6%. Nilai kerapatan tertinggi pada jenis lamun *T. hemprichii* sebesar 153, 07 idn/m² dengan nilai kerapatan relatif sebesar 62%.

Hal ini dipengaruhi oleh faktor

lingkungan yang mendukung pertumbuhan lamun, jaraknya ekosistem lamun dari pemukiman penduduk (kedalaman, kecerahan, suhu, salinitas, nutrisi dan tipe substrat) dan luasnya daerah penelitian.

Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif

Frekuensi jenis lamun memberikan gambaran tentang jumlah spesies lamun yang ada dalam petak lokasi penelitian. Berdasarkan hasil olahan data Tabel 3 nilai frekuensi jenis terendah terdapat di Stasiun 3 pada jenis *H. phinifolia* dengan nilai 0,101 dan nilai frekuensi jenis tertinggi pada lamun *T. hemprichii* terdapat pada Stasiun 3 dengan nilai 1,333. Nilai frekuensi relatif terendah pada jenis *H. phinifolia* di Stasiun 3 dengan nilai 2,232% dan nilai frekuensi relatif tertinggi pada lamun *E. acoroides* di Stasiun 1 dengan nilai 38,372%.

Tabel 2. Kerapatan Jenis dan Relatif

Jenis	Kerapatan Jenis (Di)			Kerapatan Relatif (KR %)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
<i>E. acoroides</i>	4.109	4.824	4.921	32.945	29.970	29.167
<i>T. hemprichii</i>	5.600	6.509	6.764	44.898	40.437	40.086
<i>C. rotundata</i>	1.200	1.939	2.000	9.621	12.048	11.853
<i>H. ovalis</i>	0.352	0.703	0.727	2.818	4.367	4.310
<i>H. phinifolia</i>	0.218	0.303	0.315	1.749	1.883	1.868
<i>S. isoetifolium</i>	0.994	1.818	2.145	7.969	11.295	12.716
Total	12.473	16.097	16.873	100	100	100

Tabel 3. Frekuensi Jenis dan Relatif

Jenis	Frekuensi Jenis (Fi)			Frekuensi Relatif (FR)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
<i>E. acoroides</i>	1.333	1.333	1.333	38.372	30.275	29.464
<i>T. hemprichii</i>	1.212	1.333	1.333	34.884	30.275	29.464
<i>C. rotundata</i>	0.273	0.768	0.798	7.849	17.431	17.634
<i>H. ovalis</i>	0.111	0.232	0.283	3.198	5.275	6.250
<i>H. phinifolia</i>	0.141	0.141	0.101	4.070	3.211	2.232
<i>S. isoetifolium</i>	0.404	0.596	0.677	11.628	13.532	14.955
Total	3.475	4.404	4.525	100	100	100

Bila dibandingkan dengan penelitian Larasati *et al.*, (2022) yang memiliki nilai frekuensi jenis tertinggi 0,93 dan nilai frekuensi relatif 29,4% pada jenis *E. acoroides* di Stasiun 3 dan terendah pada lamun *H. ovalis* di Stasiun 2 dengan nilai 0,03 dan nilai relatifnya 1,1%. Perbedaan ini menegaskan bahwa *E. acoroides* lebih dominan dan memiliki distribusi yang lebih merata dibandingkan dengan spesies lainnya, terutama *H. ovalis* dan *H. phinifolia*.

Penutupan Jenis dan Penutupan Relatif

Menurut Maramis (2020), hasil persentase penutupan menunjukkan kondisi padang lamun dimana semakin tinggi nilai persentase penutupan lamun maka kondisi padang lamun juga semakin baik.

Berdasarkan hasil olahan data pada Tabel 4 nilai penutupan jenis terendah pada lamun *H. phinifolia* di Stasiun 1 dengan nilai 0,682 dan nilai penutupan jenis tertinggi pada lamun *T. hemprichii* di Stasiun 3 dengan nilai 21,136. Nilai penutupan relatif terendah pada lamun *H. phinifolia* di Stasiun 1 dengan nilai 1,749 % dan nilai penutupan relatif tertinggi pada lamun *T. hemprichii* di Stasiun 1 dengan nilai 44,898%

Bila dibandingkan dengan penelittian Larasati *et al.*,(2022) yang memiliki nilai penutupan jenis terendah pada lamun *H. ovalis* di Stasiun 2 dengan nilai 0,83 dan nilai relatifnya 0,9%. Nilai penutupan jenis tertinggi pada lamun *T. hemprichii* di Stasiun 1 dengan nilai 40 dan penutupan relatifnya 32,2%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa *T. hemprichii* memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik, sehingga mampu mencapai penutupan yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lain seperti *H. phinifolia* dan *H. ovalis*.

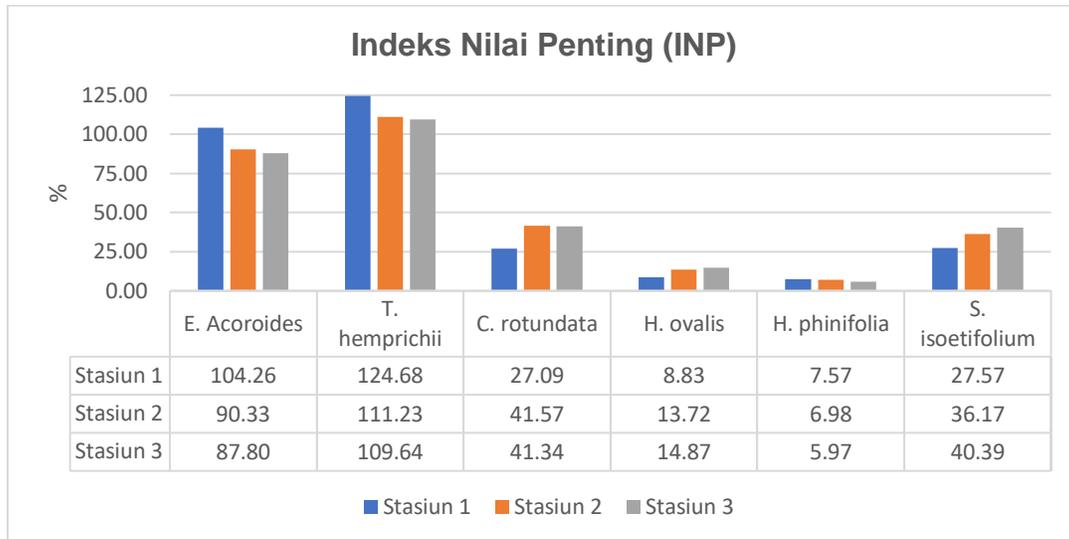
Indeks Nilai Penting

Berdasarkan hasil perhitungan pada Gambar 2 indeks nilai penting terendah pada jenis *H. phinifolia* di Stasiun 3 dengan nilai 5,968% dan indeks nilai penting paling dominan pada jenis *T. hemprichii* di Stasiun 1 dengan nilai 124.680%.

Bila dibandingkan dengan penelitian Alule (2020), memiliki nilai hasil INP lamun yang dominan yaitu *T. hemprichii* sebesar 114% dan terendah pada jenis lamun *C. serullata* sebesar 22%. Maka dapat dikatakan bahwa INP pada Perairan Darunu lebih besar, hal ini dipengaruhi oleh bentuk

Tabel 4. Penutupan Jenis dan Relatif

Jenis	Penutupan Jenis (Ci)			Penutupan Relatif (PR)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
<i>E. acoroides</i>	12.841	15.076	15.379	32.945	30.083	29.167
<i>T. hemprichii</i>	17.500	20.303	21.136	44.898	40.514	40.086
<i>C. rotundata</i>	3.750	6.061	6.250	9.621	12.094	11.853
<i>H. ovalis</i>	1.098	2.045	2.273	2.818	4.082	4.310
<i>H. phinifolia</i>	0.682	0.947	0.985	1.749	1.890	1.868
<i>S. isoetifolium</i>	3.106	5.682	6.705	7.969	11.338	12.716
Total	38.977	50.114	52.727	100	100	100



Gambar 2. Indeks Nilai Penting (INP)

morfologi lamun (*T. hemprichii*) yang besar dan berakar kuat, tipe substrat sebagai media tumbuh lebih baik yaitu lumpur berpasir, memiliki kemampuan tumbuh lebih cepat dan berkolonisasi sehingga mampu bertahan terhadap gangguan. Hal ini memperlihatkan jenis lamun yang paling mendominasi yang memanfaatkan lingkungannya secara efisien dari jenis lain dalam tempat yang sama.

KESIMPULAN

Lamun yang ditemukan di Perairan Darunu sebanyak 6 jenis yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *C. rotundata*, *H. ovalis*, *H. phinifolia*, dan *S. isoetifolium*, yang didominasi oleh *T. hemprichii*. Indeks Dimensi Lamun (IDLn) sebesar 0,5m² yang dipengaruhi oleh jarak ekosistem lamun dari pemukiman penduduk. Indeks Nilai Penting yang dipengaruhi oleh kerapatan jenis dan relatif, frekuensi jenis dan relatif, penutupan jenis dan relatif bernilai tertinggi di Stasiun 1 pada

jenis *T. hemprichii* dengan nilai 124.680% dan INP terendah pada jenis *H. phinifolia* di Stasiun 3 dengan nilai 5,968%.

DAFTAR PUSTAKA

Alule, M., Maabuat, P., Saroyo. 2020. Keanekaragaman dan Indeks Nilai Penting Lamun (Seagrass) di Pesisir Kecamatan Gemeh, Kabupaten Kepulauan Talaud, Sulawesi Utara. *Biofaal Journal*, 1(2)

Fachrul, M. F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara, Jakarta

Ira, I., Oetama, D., Juliati, J. 2013. Kerapatan dan Penutupan Lamun pada Daerah Tanggul Pemecah Ombak di Perairan Desa Terebino Propinsi Sulawesi Tengah. *AQUASAINS*, 2(1), 88-96.

Katuuk, V., Wagey, B. T., Mantiri, D., Gerung, G., Bucol, L. A. 2018. Variation in Morphological Parameters of The Seagrass *Thalassia hemprichii* Across Substrate Types and Locations in Northern Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Ecology & Development*. 33(3), 64-72.

- Kepel, T. L., Ati, R. Rustam, N., Mantiri, D. M. H., A., Rahayu, Y. P., Kusumaningtyas, M. A., Daulat, A., Suryono, D., Hutahaeen, S. A. 2019. Cadangan Karbon Ekosistem Mangrove di Sulawesi Utara dan Implikasinya pada Aksi Mitigasi Perubahan Iklim. *Jurnal Kelautan Nasional*, 14(2), 87-94.
- Kiswara, W. 1997. Struktur Komunitas Padang Lamun Perairan Indonesia. Inventarisasi dan Evaluasi Potensi Laut-Pesisir II, Jakarta: P3O LIPI. 61 hal.
- Larasati, R., Jaya, M., Putra, A., Djari, A., Sako, K., Khairunnisa, A., Jatayu, D., Aini, S., Suriadin, H. 2022. Keanekaragaman, Kerapatan Dan Penutupan Jenis Lamun Di Pantai Kastela, Ternate Selatan, Maluku Utara. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 5(2), 162-178.
- Maramis, M., Wagey, B., Rumengan, A. P., Sondakh, C. F., Opa, E., Kondoy, K. 2020. Karbon pada Padang Lamun di Perairan Pulau Manado Tua. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(2). 79-91.
- Merly, L., Pane, R. 2021. Buku Ajar Ekosistem Padang Lamun,
- Hidayati, B., Syukur, A., Mahrus, M. 2022. Pengembangan Booklet Berbasis Keberagaman Bivalvia pada Ekosistem Lamun. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2b), 757-764.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Rahmawati, S., Irawan A, Supriyadi IH, Azkab MH. 2014. Panduan Monitoring Padang Lamun. Malikusworo Hutomo dan A. Nontji, editor. Jakarta (ID): COREMAP CTI LIPI. 37 hal
- Septian I, Sondak C. F., Warouw, V., Paulus, J., Lintang, R., Kreckhoff, R. 2022. Struktur Komunitas Lamun di Desa Darunu Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 10(3), 305-314.
- Supandi, N..M.T.W.A., Firndausi H.N., Samosir, M.F., Tefsele, K.T., Viani, D.O., Oktari, S.C., Kaisinda, F.J., Putri, D., Arsi, W., Farani, S.C., Saputra, R.H., Nurhalisa, A.A., Jaya, I., Utomo, D.S.C., Yusup, M.W. 2023. Pengelolaan Ekosistem Lamun dengan Metode Teknologi Terf dan Sprig Anchor Untuk Keberlanjutan Desa Wisata Pahawang, Kabupaten Pesawaran. *JPPF*, 2(2), 267-277.
- Tahir, I., Mantiri, D. M. H., Rumengan, P. A., Wahidin, N., Lumingas, L. J. L., Kondoy, K. I. F., Montolalu, R. I., Kepel, R. C., Harahap, Z. A. 2023. Variation of Carbon Content Sediments of Seagrass Ecosystems Based on The Presence of Seagrass Species on Mare Island, Indonesia. *AAAL Bioflux*. 16(2), 878-886.
- Tahir, I. 2024. Kapasitas Adaptif Ekosistem Mangrove dan Padang Lamun di Kawasan Konservasi Perairan Pulau Mare Provinsi Maluku Utara Berbasis Sekuestrasi Karbon. Disertasi.
- Tangke, U. 2010. Ekosistem Padang Lamun (Manfaat, Fungsi Dan Rehabilitasi) Edisi 1. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*, 3,11-21.
- Tilaar, F. F., Katuuk, V., Salaki, M. S., Sondakh, S. J., Mantiri, D. M. H., Kepel, R. C., Lasabuda, R., Mantiri, R. O. S. E., Boneka, F. B., Gerung, G. S., Wagey, B. T. Gaol, J. L. 2019. Potential carbon stocks of seagrass species in Bunaken island, North Sulawesi, Indonesia. *Advanced in Environmental Sciences*. 11(2), 59-66.
- Wagey, B. T. 2013. Hिलamun (seagrass), Unsrat Press, Manado.
- Yunita, A. 2014. Diameter Substrat dan Jenis Lamun di Pesisir Bahoi Minahasa Utara: Sebuah Analisis Korelasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 19 (3), 130-135.