

STRUKTUR DAN ASOSIASI JENIS LAMUN DI PERAIRAN PULAU-PULAU HIRI, TERNATE, MAITARA DAN TIDORE, MALUKU UTARA

STRUCTURE AND ASSOCIATIONS OF SEAGRASS SPECIES IN THE COASTAL AREA OF HIRI, TERNATE, MAITARA AND TIDORE ISLANDS, NORTH MALUKU

Yunita Ramili^{1*}, Dietrich G. Bengen², Hawis H. Madduppa², dan Mujizat Kawaroe²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana-IPB, Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

*E-mail: yunitaramili_6373@yahoo.co.id

ABSTRACT

*The existence of seagrass ecosystems in the coastal region of small islands has been playing an essential role as a habitat and the supplier of fish resources, as well as a shore and coastline protector of small islands. This study aimed to determine the distribution, composition, density, coverage, and associations of seagrass plant in the islands of Hiri, Ternate, Maitara, and Tidore. Data were collected by using line transect method and quadrat transect. Furthermore, data were analyzed by using MS Excel and XLstat software. The results showed that Tidore Island has the highest number of seagrass species namely eight from nine species of seagrasses found in all research sites. Three species of seagrasses, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, and *Cymodocea rotundata*, were widespread in all four islands. The composition, density and coverage of seagrass species varied among research stations. Vegetation of seagrasses found in the study site in the form of mixed vegetation consisting of three to eight species. *Enhalus acoroides* found mostly in Mtr1 and Tte2 stations were not associated with other seagrass species, nor *Cymodocea serrulata* that found in Mtr2 Station and *T. hemprichii* at Tdr2 and Tdr3 stations. The associations of *C. rotundata* and *Syringodium isoetifolium* were observed at Tdr1 and Hr1 Stations. While *Halophila ovalis* and *Halophila spinulosa* showed no association with other seagrass species at the study area. Overall the condition of the marine environment on the four islands is still relatively good and able to support the life of the seagrass ecosystem.*

Keywords: *distribution, mixed vegetation, North Maluku, seagrass association*

ABSTRAK

Keberadaan ekosistem lamun di perairan pesisir pulau-pulau kecil berperan penting sebagai habitat dan penyedia sumber daya ikan, serta pelindung garis pantai dan daratan pulau-pulau kecil tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran, komposisi, kerapatan, penutupan dan asosiasi jenis lamun di perairan pulau-pulau kecil Hiri, Ternate, Maitara dan Tidore, Maluku Utara. Pengambilan data dengan menggunakan metode transek garis dan transek kuadrat. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak MS Excel dan XLstat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pulau Tidore memiliki jumlah jenis lamun terbanyak yakni delapan jenis lamun dari sembilan jenis lamun yang ditemukan di seluruh lokasi penelitian. Tiga jenis lamun yaitu, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata*, menyebar luas dan terdapat di keempat pulau tersebut. Komposisi, kerapatan dan penutupan jenis lamun bervariasi antar stasiun penelitian. Vegetasi lamun yang ditemukan di lokasi penelitian berupa vegetasi campuran yang terdiri dari tiga sampai delapan jenis lamun. *E. acoroides* banyak ditemukan di Stasiun Mtr1 dan Tte2 tidak berasosiasi dengan spesies lainnya, demikian juga dengan *C. serrulata* yang ditemukan di Stasiun Mtr2 dan *T. hemprichii* di Stasiun Tdr2 dan Tdr3. Asosiasi *C. rotundata* dan *Syringodium isoetifolium* terlihat di stasiun Tdr1 dan Hr1, sementara *Halophila ovalis* dan *H. spinulosa* tidak menunjukkan asosiasi dengan jenis lamun lainnya di lokasi penelitian. Secara keseluruhan kondisi lingkungan perairan di keempat pulau tersebut masih tergolong baik dan mampu mendukung ekosistem lamun.

Kata kunci: asosiasi lamun, distribusi, Maluku Utara, vegetasi campuran

I. PENDAHULUAN

Lamun terdistribusi secara luas di seluruh wilayah dunia dengan kekayaan spesies lamun tertinggi ditemukan di kawasan Indo-Pasifik (Hemminga and Duarte, 2000) terutama di Indo-Pasifik Barat (Short *et al.*, 2007). Jumlah spesies lamun yang ditemukan di seluruh dunia sekitar 72 spesies (Short *et al.*, 2011). Wilayah Asia Tenggara merupakan salah satu wilayah sebaran lamun dimana Filipina diketahui memiliki jumlah spesies lamun tertinggi yaitu 16 spesies sementara Indonesia menempati posisi kedua dengan 12 spesies lamun. Kedua belas spesies lamun tersebut tergolong ke dalam tujuh genus, dengan tiga genus berasal dari Famili Hydrocharitaceae yaitu *Enhalus*, *Thalassia* dan *Halophila*, dan empat genus dari famili Potamogetonaceae yaitu *Syringodium*, *Cymodocea*, *Halodule* dan *Thalassodendron* (Azkab, 1999).

Lamun di Indonesia dapat ditemukan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil dimana lamun dapat tumbuh hingga kedalaman 40 m. Lamun dapat tumbuh di substrat berpasir, pasir berlumpur, lumpur dan karang (Kawaroe *et al.*, 2016). Gugusan pulau-pulau kecil Hiri, Ternate, Maitara dan Tidore di Kepulauan Maluku Utara merupakan salah satu tempat penyebaran lamun di Kawasan Timur Indonesia (Rahmawati dan Rasyidin, 2012). Ekosistem lamun secara ekologis mempunyai beberapa fungsi penting di daerah pesisir yaitu sebagai komponen produsen primer, habitat, tempat berlindung, mencari makan, memijah, bagi ikan, udang dan organisme lain yang hidup di dalamnya (Hemminga and Duarte, 2000). Peran fisik ekosistem lamun sebagai pencegah erosi, perangkap sedimen dan mengurangi aksi arus dan gelombang membuat keberadaan ekosistem lamun di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil menjadi penting sebagai pelindung garis pantai dan daratan pulau-pulau kecil (Subur *et al.*, 2011). Namun gangguan alami seperti erupsi vulkanik dan aktivitas antropogenik seperti reklamasi

pantai, penambangan pasir, aktivitas perkapalan, pariwisata dan pembangunan kawasan pesisir, dikhawatirkan dapat mempengaruhi eksistensi lamun di pulau-pulau tersebut di masa depan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi terkini ekosistem lamun melalui deskripsi sebaran, komposisi, kerapatan, penutupan dan asosiasi jenis lamun yang diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengelolaan, pemantauan dan perlindungan keanekaragaman hayati di wilayah tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Agustus 2017 di perairan pesisir pulau-pulau kecil Hiri, Ternate, Maitara, dan Tidore (Gambar 1). Lokasi pengambilan sampel lamun di Pulau Ternate dilakukan di Kelurahan Kastella (Tte1) dan Gamalama (Tte2); di Pulau Hiri dilakukan di Kelurahan Tafraka (Hr1); di Pulau Tidore dilakukan di Kelurahan Mafututu (Tdr1), Tosa (Tdr2) dan Dowora (Tdr3), sementara di Pulau Maitara dilakukan di Kelurahan Ngusu Lenge (Mtr1) dan Ake Bay (Mtr2).

2.1.1. Penentuan Stasiun Pengamatan

Penentuan stasiun pengamatan dilakukan pada bagian perairan yang terbuka (*windward*) dan perairan yang terlindung (*leeward*). Setiap stasiun pengamatan terdiri dari tiga substasiun pengamatan. Jarak antara setiap substasiun pengamatan adalah 50 m sedangkan jarak antara titik pengamatan pada setiap substasiun adalah 20 m, namun dapat disesuaikan dengan kondisi lokasi penelitian.

2.2. Bahan dan Data

2.2.1. Pengambilan Data Lapangan

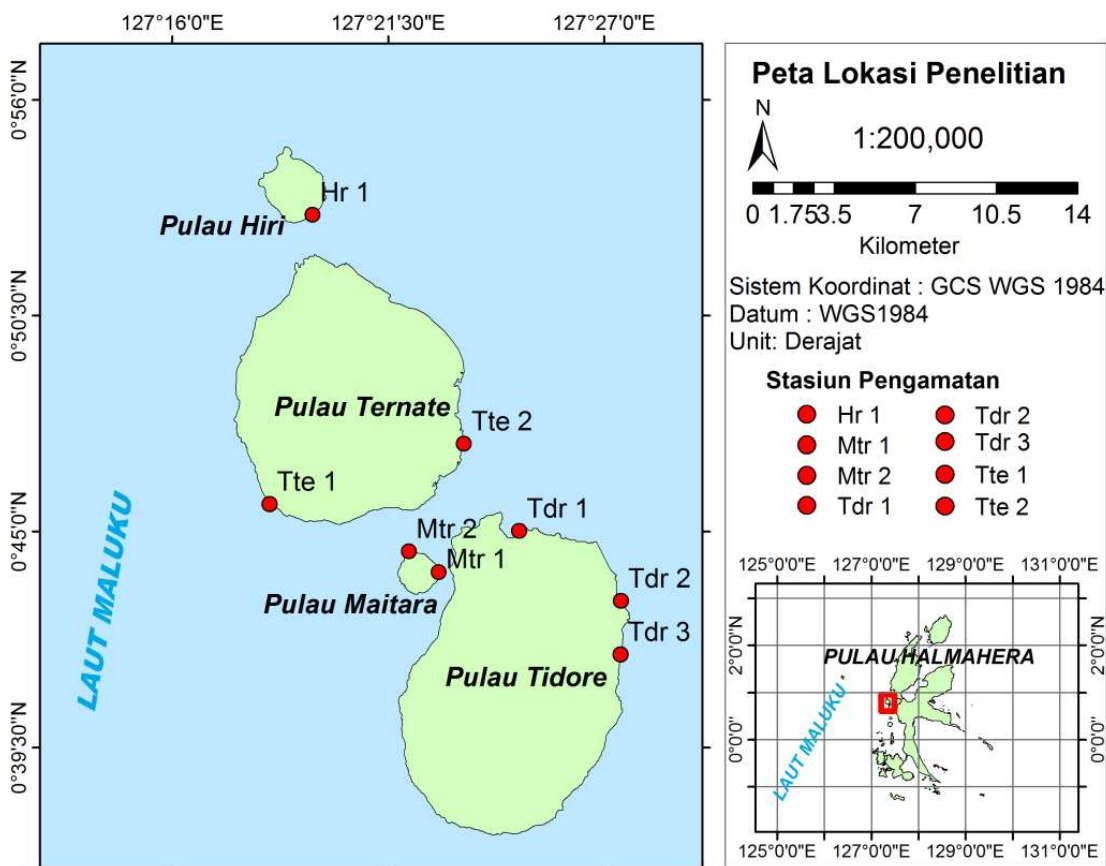
Pengambilan data distribusi lamun dilakukan dengan menggunakan metode transek garis dan transek kuadrat (petak pengamatan) (English *et al.*, 1997). Pada setiap substasiun dibuat transek yang ditarik

sepanjang 100 m tegak lurus garis pantai dengan jarak antara transek adalah 50 m. Pada setiap transek diletakkan kuadrat pengamatan (titik pengamatan) berukuran 1 m x 1 m dengan jarak antara titik pengamatan adalah 20 m. Pada setiap titik pengamatan dilakukan pengambilan data yaitu jenis lamun, kerapatan lamun (jumlah tegakan/m²) dan tutupan lamun (%). Parameter lingkungan perairan yang diukur yaitu suhu, salinitas, pH, DO, turbiditas, sedimen dan arus. Pengukuran parameter suhu, salinitas, pH, dan DO dengan menggunakan *Water Quality Checker* (Horiba) sementara arus dengan menggunakan layangan arus dan diukur secara *in situ*. Analisis sedimen dilakukan di Laboratorium Hidro-Oseanografi FPIK – Universitas Khairun dan Laboratorium

Lingkungan Perairan BDP – Departemen Budidaya Perairan FPIK – IPB. Analisis bahan organik, nitrat, fosfat dilakukan di Laboratorium Lingkungan FKIP – Universitas Khairun dan Laboratorium Lingkungan Perairan BDP – Departemen Budidaya Perairan FPIK – IPB.

2.3. Analisis Data

Komposisi jenis lamun dihitung dengan membandingkan antara jumlah individu tiap jenis dengan jumlah total individu seluruh jenis lamun yang ditemukan. Identifikasi lamun menggunakan petunjuk dari Phillips dan Menez (1988). Penutupan lamun (%), diamati dengan menghitung persen tutupan tiap jenis lamun yang terdapat dalam kuadrat pengamatan (McKenzie and Yoshida, 2009).



Gambar 1. Lokasi dan stasiun penelitian di Pulau Hiri, Ternate, Maitara, dan Tidore (lokasi perairan terbuka (*windward*): stasiun Tte1, Tte2, Tdr1, Tdr2, Tdr3 dan Hr1; lokasi perairan terlindung (*leeward*): stasiun Mtr1 dan Mtr2).

Kerapatan jenis lamun dihitung dengan persamaan berikut (English *et al.*, 1997) :

$$D = \frac{n_i}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : D = Kerapatan lamun (tegakan/m²); n_i = Jumlah tegakan jenis ke-I; dan A = Luas area pengamatan (m²)

Interaksi antara lamun dan karakteristik habitat dianalisis dengan menggunakan Analisis Koresponden (*Correspondence Analysis*) (Bengen, 2000). Matriks data untuk Analisis Koresponden terdiri dari i baris (stasiun penelitian) dan j kolom (jenis lamun) dan diolah dengan menggunakan XLstat 2014.

Sebaran karakteristik fisika-kimia perairan pada seluruh stasiun penelitian dianalisis dengan menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) (Bengen, 2000), dan diolah menggunakan XLstat 2014. Pengelompokan antar stasiun penelitian dianalisis dengan menggunakan Analisis *Cluster* (Bengen, 2000), dan diolah dengan menggunakan XLStat 2014.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Karakteristik Fisika – Kimia Lingkungan Perairan

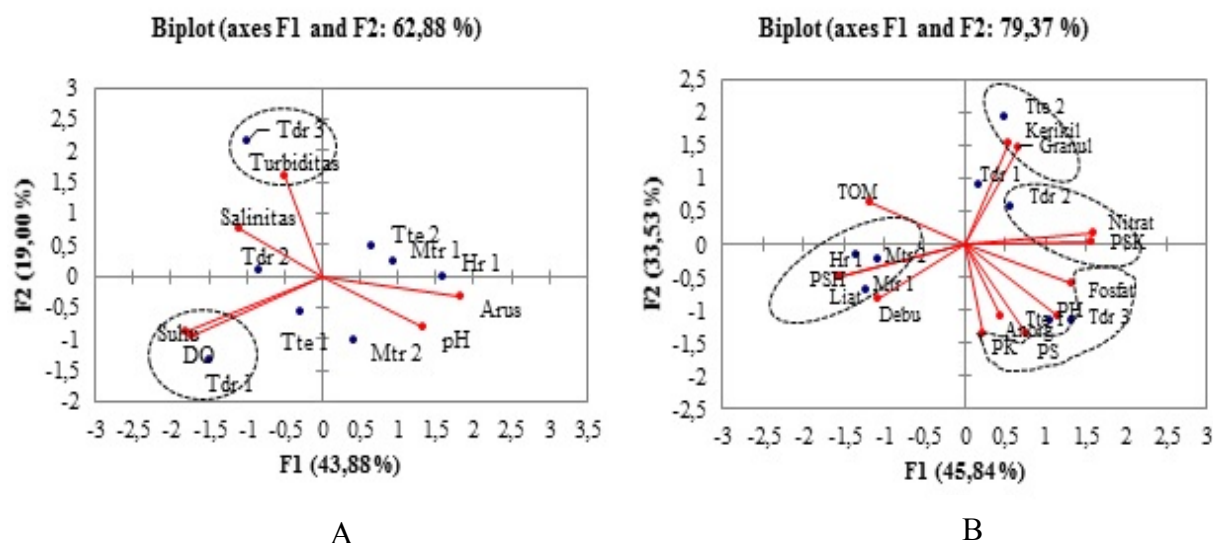
Hasil pengukuran karakteristik fisika-kimia lingkungan perairan pada semua stasiun penelitian di Pulau Ternate, Tidore, Maitara dan Hiri selama penelitian diperoleh nilai suhu antara 27,30-29,73°C, kisaran salinitas diperoleh antara 33,46-35,26‰, nilai pH berkisar antara 4,84-9,55, sementara nilai oksigen terlarut (DO) yang diperoleh berada pada kisaran 7,81-12,7 mg/L.

Kecepatan arus yang diperoleh di lokasi penelitian berkisar antara 0,016-0,08 m/det. Kandungan bahan organik (TOM) dalam sedimen berkisar antara 7,29%-

24,43%, sementara kandungan nitrat dan fosfat sedimen masing-masing berkisar antara 0,75 – 7,08 mg/kg dan 13,89 – 50,67 mg/kg. Secara keseluruhan kondisi substrat dasar perairan di lokasi penelitian didominasi oleh substrat pasir halus dan pasir sangat halus, kecuali untuk stasiun Tte2 yang lebih didominasi oleh kerikil dan granul (fraksi sedimen berukuran 2 – 4 mm).

Hasil analisis komponen utama karakteristik fisika-kimiawi air dan sedimen pada stasiun penelitian menunjukkan bahwa informasi yang menggambarkan sebaran karakteristik fisika-kimiawi air pada stasiun penelitian terpusat pada dua sumbu utama (F1 dan F2) dengan ragam total sebesar 62,88%, sedangkan untuk karakteristik fisika-kimiawi sedimen terpusat pada sumbu F1 dan F2 dengan ragam total sebesar 79,73% (Gambar 2).

Grafik sebaran stasiun penelitian dengan karakteristik fisika-kimiawi air dan sedimen (Gambar 2) memperlihatkan bahwa stasiun di Pulau Tidore (Tdr1) dicirikan oleh suhu dan oksigen terlarut (DO) yang tinggi, sedangkan Stasiun Tdr3 dicirikan oleh turbiditas, fraksi sedimen dengan pasir kasar, dan pasir sedang serta kandungan fosfat yang tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Stasiun Tdr2 dicirikan oleh fraksi sedimen pasir sangat kasar dengan kandungan nitrat yang rendah. Stasiun Tte2 (Pulau Ternate) dicirikan oleh fraksi sedimen kerikil dan granul karena pada stasiun ini telah terjadi reklamasi pantai, sehingga mempengaruhi substrat dasar perairan. Stasiun penelitian di Pulau Hiri (Hr1), dan Pulau Maitara (Mtr1, dan Mtr2) dicirikan oleh fraksi sedimen yang terdiri dari pasir sangat halus dan liat lebih tinggi dibandingkan stasiun penelitian lainnya. Meskipun parameter lingkungan seperti salinitas, pH, dan dan arus tidak menjadi penciri di stasiun penelitian namun mempunyai kontribusi terhadap lingkungan sekitarnya.



Gambar 2. Hasil analisis komponen utama pada sumbu F1 dan F2 hubungan antara karakteristik perairan dengan stasiun penelitian. A. Kolom Air; B. Sedimen.

3.1.2. Sebaran dan Komposisi Jenis

Lamun

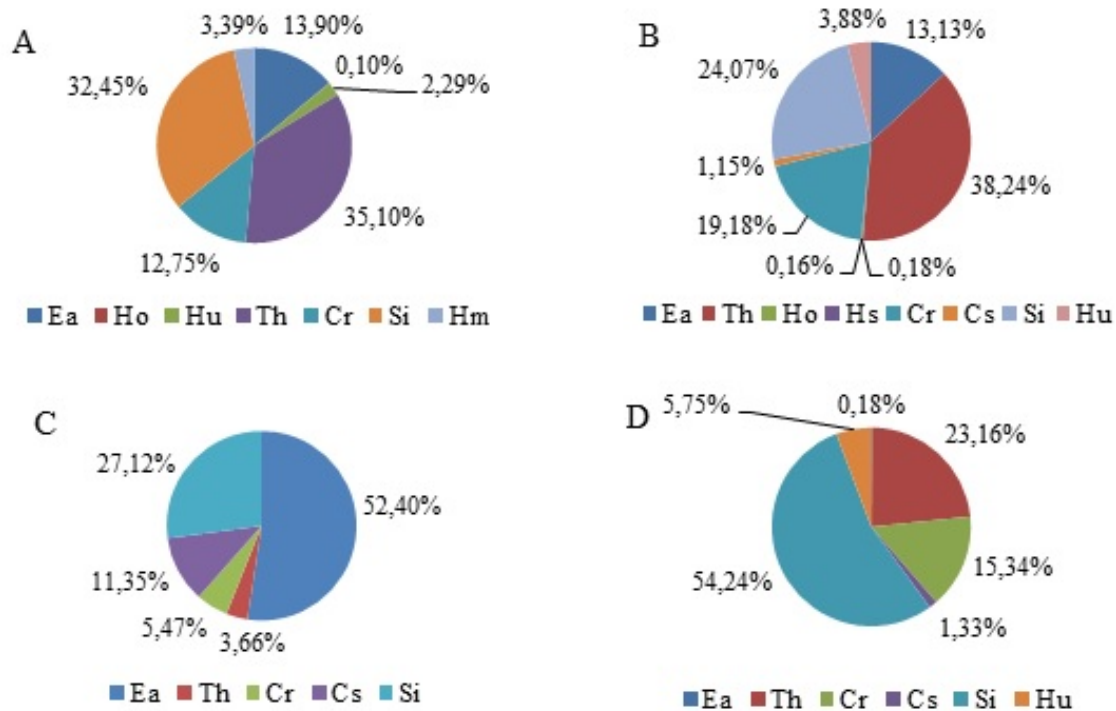
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, secara keseluruhan ditemukan sembilan jenis lamun di perairan pulau-pulau kecil Hiri, Ternate, Maitara dan Tidore yang tergolong dalam dua famili yaitu Hydrocharitaceae dan Potamogetonaceae. Lima jenis lamun dari famili Hydrocharitaceae yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Halophila minor*, dan *Halophila spinulosa*, sementara empat jenis lamun lainnya termasuk dalam famili Potamogetonaceae yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Halodule uninervis* dan *Syringodium isoetifolium*. Jenis-jenis lamun yang ditemukan pada keempat pulau tersebut memiliki sebaran dan komposisi yang berbeda. Jumlah jenis lamun tertinggi ditemukan di Pulau Tidore, yaitu sebanyak delapan jenis diikuti Pulau Ternate dan Hiri masing-masing sebanyak enam jenis namun dengan sebaran jenis yang berbeda, sedangkan di Pulau Maitara ditemukan lima jenis lamun (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa lamun *E. acoroides*, *T. hemprichii* dan *C. rotundata* menyebar luas di sebagian besar stasiun penelitian dibandingkan dengan jenis lamun lainnya,

seperti *H. ovalis*, *H. minor*, *H. spinulosa*, *C. serrulata*, *Halodule uninervis* dan *S. isoetifolium*. Meskipun demikian terdapat perbedaan dalam komposisi jenisnya berdasarkan jumlah individu di masing-masing pulau yang terlihat pada Gambar 3. Nilai komposisi jenis lamun tertinggi di Pulau Ternate adalah *T. hemprichii* (35,10%) diikuti oleh *S. isoetifolium* (32,45%) sedangkan lamun *H. ovalis* memiliki nilai komposisi terendah yaitu 0,10%. Pulau Tidore memiliki lamun *T. hemprichii* dengan nilai komposisi jenis tertinggi yaitu 38,24%, diikuti oleh *S. isoetifolium* sebesar 24,07%, sedangkan nilai komposisi terendah ditempati oleh *H. spinulosa* sebesar 0,16%. Pulau Maitara yang merupakan pulau kecil yang terletak diantara Pulau Ternate dan Pulau Tidore lebih didominasi oleh *E. acoroides* yang memiliki nilai komposisi jenis tertinggi yakni 52,40% sedangkan *T. hemprichii* adalah yang paling rendah dengan nilai komposisi jenis sebesar 3,66%. Sementara di Pulau Hiri, lamun *S. isoetifolium* memiliki nilai komposisi jenis tertinggi yaitu 54,24% sedangkan nilai yang paling rendah ditemukan pada lamun *E. acoroides* yaitu 0,18%.

Tabel 1. Sebaran jenis lamun di Pulau Ternate, Tidore, Maitara, dan Hiri.

Lokasi	Stasiun	Jenis Lamun									
		Ea	Th	Ho	Hm	Hs	Cr	Cs	Hu	Si	
Pulau Ternate	Tte1	+	+	-	+	-	+	-	-	+	
	Tte2	+	+	+	-	-	-	-	+	-	
Pulau Tidore	Tdr1	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
	Tdr2	+	+	-	-	-	+	-	-	+	
	Tdr3	+	+	+	-	-	+	-	+	-	
Pulau Maitara	Mtr1	+	+	-	-	-	+	-	-	-	
	Mtr2	+	+	-	-	-	+	+	-	+	
Pulau Hiri	Hr1	+	+	-	-	-	+	+	+	+	

Keterangan : Ea (*Enhalus acoroides*), Th (*Thalassia hemprichii*), Ho (*Halophila ovalis*), Hm (*Halophila minor*), Hs (*Halophila spinulosa*), Cr (*Cymodocea rotundata*), Cs (*Cymodocea rotundata*), Hu (*Halodule uninervis*), Si (*Syringodium isoetifolium*); (+) ada; (-) tidak ada.



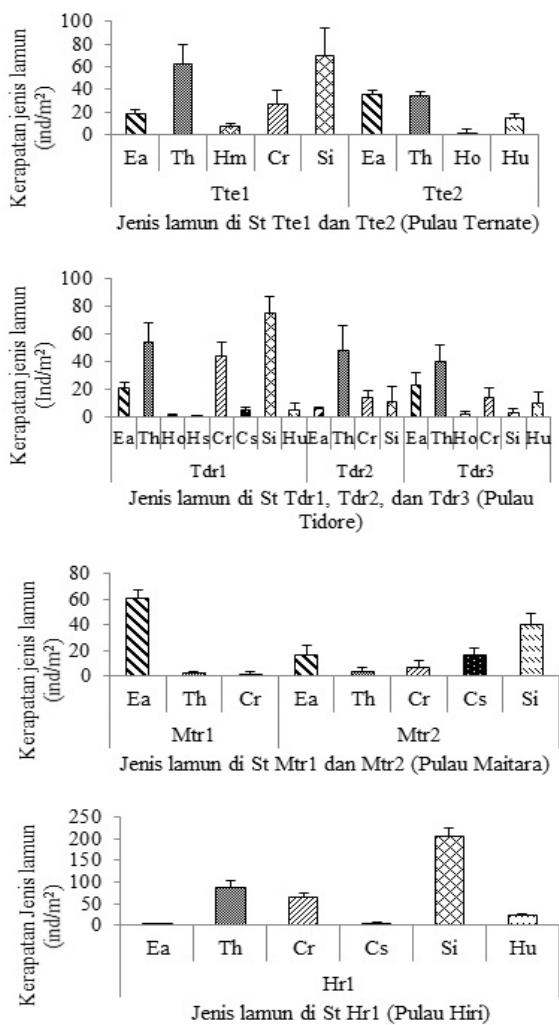
Gambar 3. Komposisi jenis lamun yang ditemukan di: A. Pulau Ternate; B. Pulau Tidore; C. Pulau Maitara; dan D. Pulau Hiri. Keterangan: Ea (*Enhalus acoroides*), Th (*Thalassia hemprichii*), Ho (*Halophila ovalis*), Hm (*Halophila minor*), Hs (*Halophila spinulosa*), Cr (*Cymodocea rotundata*), Cs (*Cymodocea rotundata*), Hu (*Halodule uninervis*), Si (*Syringodium isoetifolium*).

3.1.3. Kerapatan dan Penutupan Jenis Lamun

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kerapatan setiap jenis lamun di masing-masing stasiun penelitian di

keempat pulau (Gambar 4). Berdasarkan Gambar 4, lamun *E. acoroides* memiliki nilai kerapatan tertinggi di stasiun Mtr1 yaitu 60,53 ind/m² sedangkan kerapatan terendah ditemukan di stasiun Hr1 yaitu 0,67 ind/m².

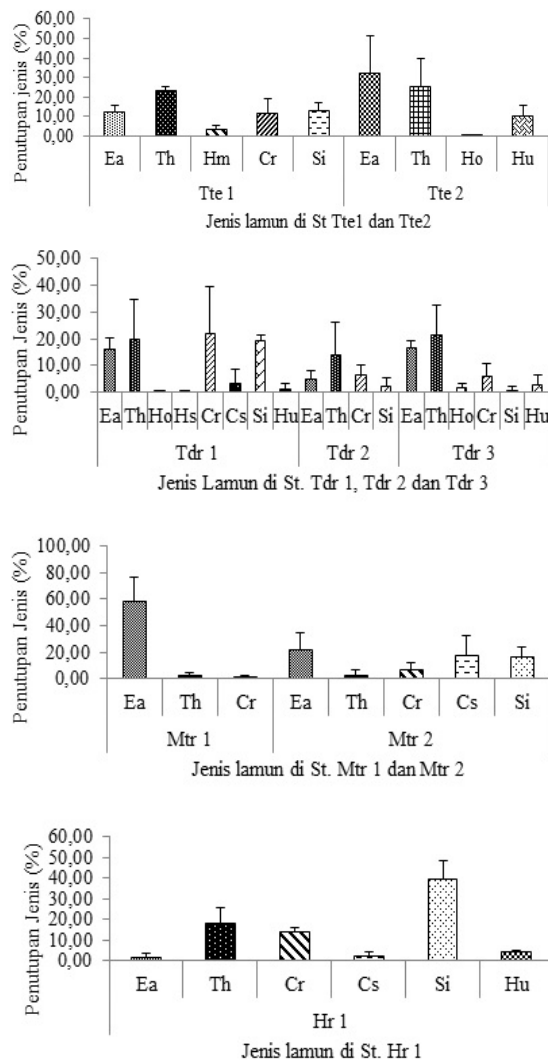
Thalassia hemprichii mempunyai nilai kerapatan tertinggi di stasiun Hr1 yaitu 87,27 ind/m², sedangkan kerapatan terendah ditemukan di stasiun Mtr1 yaitu 2,07 ind/m². Lamun *C. rotundata* memiliki nilai kerapatan tertinggi di stasiun Hr1 yaitu 64,47 ind/m², sedangkan kerapatan terendah di stasiun Mtr1 yaitu 1,6 ind/m². Lamun *S. isoetifolium* memiliki nilai kerapatan tertinggi di stasiun Hr1 yaitu 204,33 ind/m², sedangkan kerapatan terendah di stasiun Tdr3 yaitu 2,94 ind/m².



Gambar 4. Kerapatan jenis lamun di setiap stasiun penelitian.

Penutupan jenis lamun di masing-masing stasiun di keempat pulau dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5,

terlihat bahwa tutupan jenis lamun di Pulau Hiri lebih didominasi oleh lamun *S. isoetifolium* sebesar 39,6% diikuti oleh *T. hemprichii* sebesar 17,87%, kemudian oleh *C. rotundata* 13,93%. Sementara di Pulau Ternate lamun *E. acoroides* memiliki tutupan jenis tertinggi di stasiun Tte2 (32,5%) diikuti oleh *T. hemprichii* (25%). Lamun *E. acoroides* di Pulau Maitara memiliki tutupan jenis tertinggi sebesar 58,67 % di stasiun Mtr1 dibandingkan semua stasiun lainnya. Sedangkan untuk Pulau Tidore, lamun *T. hemprichii* memiliki tutupan jenis tertinggi di stasiun Tdr3 (21,11%) sedangkan *C. rotundata* memiliki tutupan jenis tertinggi di stasiun Tdr1 (21,67%).



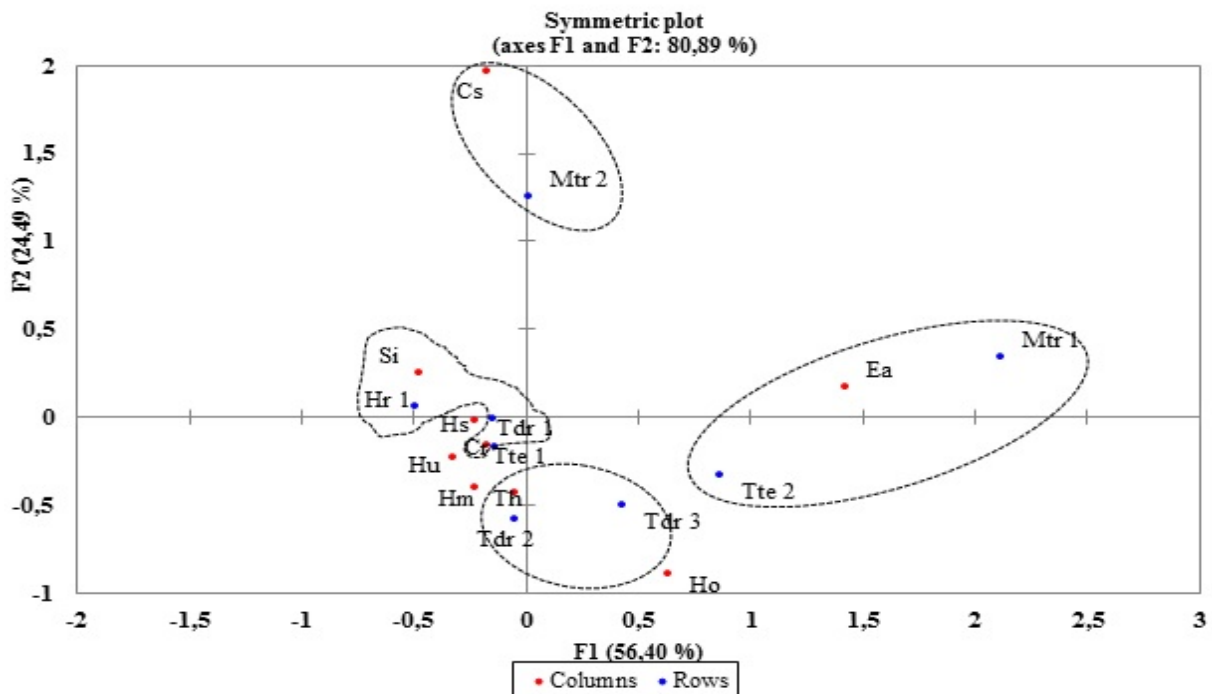
Gambar 5. Penutupan jenis lamun di stasiun penelitian.

3.1.4. Asosiasi Jenis Lamun

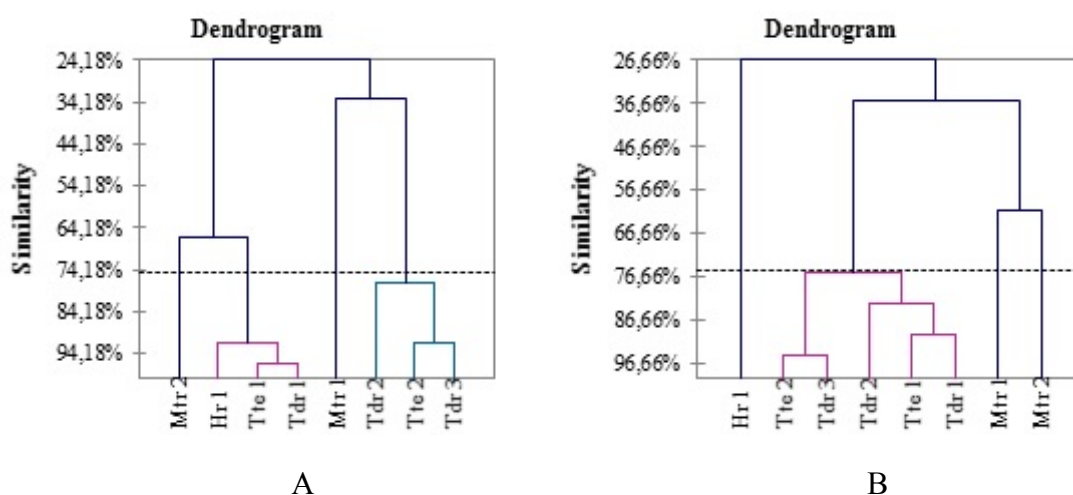
Vegetasi lamun yang ditemukan di semua stasiun penelitian merupakan vegetasi campuran (*mixed seagrass beds*), sebagaimana ditemukannya tiga sampai delapan jenis lamun di lokasi penelitian. Hasil Analisis Koresponden asosiasi jenis lamun pada sumbu F1 dan F2 dengan ragam total sebesar 80,89%, menunjukkan bahwa lamun *E. acoroides* yang banyak ditemukan di Stasiun Mtr1 dan Tte2 tidak berasosiasi dengan spesies lamun lainnya (Gambar 6). Demikian pula lamun *C. serrulata* yang ditemukan pada Stasiun Mtr2, dan lamun *T. hemprichii* pada Stasiun Tdr2 dan Tdr3, terlihat mendominasi dan tidak berasosiasi dengan jenis lamun lainnya. Pada Stasiun Tdr1 dan Hr1 terlihat berasosiasi lamun *C. rotundata* dan *S. isoetifolium*. Sementara jenis lamun *H. ovalis* dan *H. spinulosa* tidak menunjukkan asosiasi dengan jenis lamun lainnya, karena sering ditemukan dalam jumlah yang sedikit.

Hasil analisis *cluster* ekosistem lamun di setiap stasiun penelitian pada keempat

pulau berdasarkan kerapatan dan penutupan jenis lamun dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan kerapatan (Gambar 7. A), terlihat bahwa terdapat empat kelompok yang terbentuk. Kelompok pertama terdiri dari Stasiun Tte1, Tdr1 dan Hr1, kelompok kedua terdiri dari Stasiun Tte2, Tdr3, dan Tdr2. Dua kelompok lainnya yang terbentuk yaitu kelompok 3 dan 4, masing-masing terdiri dari hanya satu stasiun penelitian, yakni Stasiun Mtr2 dan Mtr1. Hasil pengelompokan berdasarkan penutupan jenis lamun (Gambar 7. B), juga menunjukkan ada empat kelompok yang terbentuk yaitu kelompok 1 terdiri dari stasiun Hr1, kelompok 2 terdiri dari Stasiun Tte2, Tdr3, Tdr2, Tte1 dan Tdr1, sementara kelompok 3 terdiri dari Stasiun Mtr1 dan kelompok 4 terdiri dari Stasiun Mtr2. Hasil analisis *cluster* ini menunjukkan bahwa ekosistem lamun di Pulau Maitara membentuk kelompok tersendiri baik dari kerapatan maupun penutupan jenis lamun. Demikian halnya dengan ekosistem lamun di Pulau Hiri yang membentuk kelompok sendiri berdasarkan penutupan jenis lamun.



Gambar 6. Hasil analisis koresponden asosiasi jenis lamun di stasiun penelitian berdasarkan kerapatan jenis pada sumbu 1 (F1) dan sumbu 2 (F2). Keterangan: Columns: jenis lamun; Rows: stasiun penelitian.



Gambar 7. Dendrogram hasil analisis *cluster* lamun di setiap stasiun penelitian (empat pulau) berdasarkan: A. Kerapatan jenis lamun; B. Penutupan jenis lamun.

3.2. Pembahasan

Lamun merupakan ekosistem perairan dangkal yang menempati habitat yang ditentukan oleh kisaran variabilitas lingkungan abiotiknya (Kilminster *et al.*, 2015). Kehadiran lamun di sepanjang perairan pesisir dipengaruhi oleh sejumlah faktor biofisik lingkungan seperti suhu, salinitas, arus, kedalaman, substrat, cahaya, nutrisi, epifit, dan masukan antropogenik (Coles *et al.*, 2011). Sebaran karakteristik fisika-kimia lingkungan perairan di Pulau Hiri, Ternate, Maitara, dan Tidore berdasarkan hasil analisis komponen utama menunjukkan bahwa beberapa parameter lingkungan dapat menjadi penciri berdasarkan stasiun penelitian (spasial) dan beberapa parameter lingkungan tersebut bervariasi antar stasiun, sedangkan beberapa parameter lainnya tidak menunjukkan variasi yang berarti. Kisaran rata-rata nilai parameter suhu, salinitas, pH, turbiditas, dan oksigen terlarut masih berada dalam kisaran yang mampu ditolerir oleh lamun, meskipun dalam penelitian ini nilai rata-rata pH terendah (4,84) diperoleh di Stasiun Tdr2 di Pulau Tidore yang merupakan pulau vulkanik. Kondisi pH yang rendah di Stasiun Tdr2 diduga terkait dengan adanya pengeluaran air bawah laut (sumber air panas) yang terdapat di dekat lokasi

penelitian. Hal yang sama juga ditemukan di beberapa pulau vulkanik lainnya yang memiliki komunitas lamun dimana ditemukan adanya pelepasan air bawah laut seperti di Pulau Jeju (Lee dan Kim, 2015) dan Pulau Vulcano, Mediterranean yang dapat mengasamkan perairan di sekitarnya dan mengurangi pH hingga 5,5 (Apostolaki *et al.*, 2014). Selain itu, aktivitas fotosintesis dapat mempengaruhi nilai pH, dimana peningkatan nilai pH oleh proses fotosintesis dipengaruhi oleh kerapatan lamun sementara rendahnya nilai pH dapat disebabkan oleh aktivitas respirasi organisme benthik yang hidup berasosiasi dengan lamun (Beer *et al.*, 2006).

Kisaran suhu perairan yang diperoleh selama penelitian (27,30°C-29,73°C) tidak jauh berbeda dengan suhu perairan di Sumbawa Barat (27,71°C-28,93°C) (Poedjirahajoe *et al.*, 2013), dimana masih berada dalam kisaran suhu yang dibutuhkan oleh lamun untuk melakukan proses fotosintesis. Demikian juga dengan kisaran salinitas di lokasi penelitian (33,46-35,26‰) masih berada dalam kisaran optimum yang dibutuhkan oleh lamun. Peningkatan suhu sampai lebih dari 40°C dapat memberikan efek negatif bagi pertumbuhan bahkan kematian lamun (Collier and Waycott, 2014). Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi

antar jenis (Kawaroe *et al.*, 2016), namun lamun akan hidup secara optimal pada salinitas $\pm 33\text{--}34\text{‰}$ (Hemminga and Duarte, 2000). Pengaruh salinitas terhadap lamun berhubungan dengan keseimbangan osmotik antara protoplasma lamun dengan lingkungannya. Umumnya di pulau-pulau kecil seperti Pulau Maitara dan Hiri hampir tidak terdapat suplai air tawar dari daratan, kecuali pada musim hujan, yang dapat mempengaruhi nilai salinitas di kawasan tersebut. Kisaran arus yang diperoleh selama penelitian tergolong kecil berkisar antara $0,016\text{--}0,08$ m/det, tidak jauh berbeda dengan Kepulauan Spermonde yang berkisar antara $0,013\text{--}0,046$ m/det (Ambo-Rappe, 2004). Menurut Greve and Binzer (2004), lamun tidak dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan dengan kecepatan arus $1,5$ m/det atau di perairan yang sangat terbuka. Kekeuhan (turbiditas) merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan lamun karena dapat menghalangi penetrasi cahaya untuk kebutuhan sintesis lamun (Kawaroe *et al.*, 2016). Turbiditas (kekeuhan) di lokasi penelitian secara umum tergolong rendah, kecuali di Stasiun Tdr3 (Pulau Tidore). Faktor lingkungan lainnya yang turut mempengaruhi kehadiran lamun adalah kandungan nutrient (Kilminster *et al.*, 2015). Lamun menggunakan nitrat dan fosfat sebagai sumber nitrogen dan fosfor. Proses mineralisasi bahan organik di sedimen bertanggungjawab terhadap ketersediaan nitrogen dan fosfor (Hemminga and Duarte, 2000). Pengambilan fosfat tergantung pada ukuran butiran sedimen dimana konsentrasi fosfat air terjerab (*porewater*) lebih tinggi di sedimen dengan butiran kasar (Hemminga and Duarte, 2000), seperti terlihat di Stasiun Tdr3 Gambar 2 B).

Jumlah jenis lamun yang ditemukan dalam penelitian ini sebanyak 9 jenis lamun (sekitar 75%) dari 12 jenis lamun yang diketahui ditemukan di Indonesia. Pulau Tidore, khususnya di Stasiun Tdr1, memiliki jumlah jenis lamun terbanyak yaitu 8 jenis lamun (Tabel 1), hal ini diduga karena

lingkungan pantai di lokasi tersebut masih terbilang alami tanpa banyak gangguan terhadap ekosistem lamun. Salah satu jenis lamun yang ditemukan di Stasiun Tdr1 adalah *H. spinuosa* yang merupakan jenis lamun yang jarang dari komunitas lamun dan memiliki sebaran yang terbatas di Riau. Selat Sunda, bagian timur Laut Jawa, Lombok dan Irian Jaya (Tomascik *et al.* 1997). Aktivitas pembangunan kawasan pesisir yang marak terjadi di Pulau Ternate diduga turut mempengaruhi kondisi lamun di pulau tersebut. Hal ini dapat terlihat di Stasiun Tte2 yang telah mengalami reklamasi pantai yang menurunkan kondisi habitat lamun sehingga menjadi tidak sesuai bagi jenis lamun tertentu, seperti *C. rotundata* yang tidak ditemukan di lokasi tersebut (Tabel 2). *C. rotundata* mampu mengkolonisasi tipe substrat yang bervariasi mulai dari pasir halus sampai kasar di wilayah intertidal (Tomascik *et al.*, 1997), sementara Stasiun Tte2 dicirikan oleh substrat kerikil dan granul (Gambar 2.B) yang tidak sesuai untuk lamun *C. rotundata*. Komposisi jenis lamun yang ditemukan dalam penelitian ini (Gambar 3; Tabel 1) melengkapi penelitian sebelumnya oleh Rahmawati dan Rasyidin (2012), yang tidak menemukan lamun *E. acoroides* di Pulau Hiri, dan *C. rotundata* di Pulau Ternate.

Kemampuan jenis lamun dalam menolerir kondisi lingkungan dapat mempengaruhi sebaran, kerapatan dan penutupan jenis lamun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tiga jenis lamun yaitu lamun *E. acoroides*, *T. hemprichii*, dan *C. rotundata* menyebar luas hampir di semua stasiun penelitian di keempat pulau-pulau kecil tersebut (Tabel 1). Sebaran yang luas dari ketiga jenis lamun ini juga ditemukan di beberapa kawasan pesisir lainnya seperti di Pulau Panggang (Wahab *et al.*, 2017), di Pulau Barrang Lompo (Supriadi *et al.*, 2012), di Pulau Ambon (Lokollo *et al.*, 2012) dan tiga wilayah ekoregion di Indonesia yaitu di Dangkan Sunda, Laut Sulawesi dan Laut Banda (Kawaroe *et al.*, 2016). Hal ini

menunjukkan bahwa ketiga jenis lamun tersebut mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan hidupnya, salah satunya toleransi saat kondisi surut termasuk suhu yang dapat mencapai 40°C dibandingkan jenis lamun lainnya seperti *H. ovalis* dan *S. isoetifolium*. (Campbell *et al.*, 2006).

Kerapatan jenis lamun yang ditemukan bervariasi antar lokasi penelitian (Gambar 4). *E. acoroides* memiliki kerapatan tertinggi di Pulau Maitara (Stasiun Mtr1) yang dicirikan dengan tipe substrat pasir sangat halus merupakan lingkungan perairan terlindung dan terdapat kawasan hutan mangrove yang memberikan sumbangan nutrisi dan masukan sedimen halus yang terkoneksi dengan lamun dibawahnya. Selain itu, kanopi lamun berukuran besar seperti *E. acoroides* mendukung sedimentasi dan meningkatkan suplai nutrisi (Hemminga and Duarte, 2000). Menurut Tomascik *et al.* (1997), pada lingkungan perairan terlindung tipe dasar perairan lebih didominasi substrat berlumpur, *E. acoroides* cenderung merupakan komunitas klimaks dimana kondisi lingkungan menjadi tidak sesuai untuk spesies lainnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa *C. rotundata* dan *T. hemprichii* di lokasi tersebut memiliki nilai kerapatan jenis yang rendah. Sebaliknya, *C. rotundata*, *T. hemprichii* dan *S. isoetifolium* di Pulau Hiri (Stasiun Hr1) memiliki nilai kerapatan jenis tinggi, sedangkan *E. acoroides* memiliki kerapatan jenis rendah dibandingkan ketiga pulau lainnya. Stasiun Hr1 merupakan daerah intertidal yang relatif terbuka dengan tipe substrat lebih didominasi pasir sangat halus bercampur dengan pasir halus dan pasir sedang dan patahan karang yang dapat mendukung kehidupan ketiga jenis lamun tersebut. *T. hemprichii* dapat ditemukan di perairan dangkal dengan tipe substrat pasir berlumpur, pasir sedang, sementara *S. isoetifolium* ditemukan dengan tipe substrat yang terdiri dari lumpur dan pasir halus (Kawaroe *et al.*, 2016; Supriadi *et al.*, 2012; Tomascik *et al.*, 1997), sedangkan *E.*

acoroides yang ditemukan dalam jumlah yang sedikit di lokasi tersebut dikarenakan ketidaksesuaian kondisi lingkungan yang relatif terbuka (Subur, 2013). Salah satu faktor fisik yang mempengaruhi sebaran lamun adalah ketersediaan substrat yang sesuai untuk tumbuh dimana banyak mengandung bahan organik (Kawaroe *et al.*, 2016; Hemminga dan Duarte, 2000). Selanjutnya, menurut Kaewsrihwan dan Prathep (2014) tipe dasar substrat merupakan salah satu faktor penting yang dapat menentukan kerapatan jenis lamun. *S. isoetifolium* ditemukan dengan kerapatan dan penutupan jenis yang rendah di Stasiun Tdr3 (Pulau Tidore) diduga karena lokasi penelitian memiliki turbiditas yang tinggi (Gambar 2 A) dan tipe substrat lebih didominasi pasir kasar dan pasir sedang (Gambar 2 B). *S. isoetifolium* membutuhkan kondisi lingkungan dengan tipe sedimen pasir halus yang tinggi dan perairan yang agak dalam sehingga tidak terpapar dalam jangka yang relatif lama pada saat surut (Supriadi *et al.*, 2012). Tingginya turbiditas di lokasi tersebut diduga terkait dengan aktivitas kapal-kapal nelayan di sekitarnya. Menurut Ahmad-Kamil *et al.* (2013), turbiditas dapat menyebabkan penurunan lamun dan mempengaruhi persentase penutupan lamun menjadi berkurang. Selain itu, dikhawatirkan kerusakan mekanis akibat penahanan (*anchoring*) kapal-kapal nelayan tersebut dapat menginduksi perubahan sifat substrat yang dapat mengurangi kemungkinan rekolonisasi lamun di masa mendatang (Abadie *et al.*, 2016).

Tipe vegetasi lamun yang ditemukan di hampir semua stasiun penelitian merupakan vegetasi campuran dengan asosiasi jenis terdiri atas lebih dari tiga jenis lamun. Komunitas lamun dibentuk dari spesies lamun yang memiliki strategi hidup yang tergolong sebagai spesies yang melakukan kolonisasi, spesies yang menetap (persisten), dan spesies yang oportunistik (Kilminster *et al.*, 2015). Golongan jenis-jenis lamun ini dapat ditemukan hidup bersama-sama namun

menunjukkan asosiasi jenis yang berbeda. Hasil analisis koresponden menunjukkan asosiasi jenis lamun *E. acoroides* dengan Stasiun Mtr1 (Pulau Maitara) dan Stasiun Tte2 (Pulau Ternate) yang menunjukkan kemampuan lamun *E. acoroies* dalam menempati habitat dengan kondisi yang berbeda. Karakteristik lingkungan di Stasiun Mtr2 (Pulau Maitara) yang mempunyai kandungan pasir sangat halus relatif tinggi sehingga mampu mendukung kehidupan lamun *C. serrulata*. Lamun *C. serrulata* tidak dapat berkembang dengan baik di substrat yang didominasi oleh pasir kasar dan tidak mampu menolerir salinitas rendah. Lokollo *et al.* (2012) menunjukkan bahwa *C. serrulata* memiliki asosiasi negatif terhadap *T. hemprichii* dan positif terhadap *E. acoroides*. Lamun *T. hemprichii* menunjukkan asosiasi dengan Stasiun Tdr2 dan Tdr3 (Pulau Tidore) yang merupakan lingkungan perairan terbuka. Lamun *T. hemprichii* termasuk jenis persisten (Kilminster *et al.*, 2015) dan seringkali dominan di area terbuka (Tomascik *et al.*, 1997). Asosiasi *C. rotundata* dan *S. isoetifolium* yang termasuk jenis pioner ditemukan di Stasiun Tdr1 dan Hr1 yang juga merupakan lingkungan perairan terbuka. Selain termasuk jenis pioneer, *C. rotundata* juga memiliki strategi hidup sebagai oportunistik, mampu mengkolonisasi, membentuk tumbuhan klonal, memiliki cadangan benih tinggi, dan dapat pulih dengan cepat dari gangguan (Kilminster *et al.*, 2015). Menurut Lokollo *et al.* (2012) *C. rotundata* menunjukkan asosiasi negatif terhadap *E. acoroides* dan *C. serrulata* dan positif terhadap *T. hemprichii*, *H. ovalis*, dan *H. uninervis*. Lamun *T. hemprichii* menunjukkan asosiasi positif terhadap *H. uninervis* dan negatif terhadap *E. acoroides* dan *H. ovalis*. *Halophila* merupakan jenis lamun yang melakukan kolonisasi (Kilminster *et al.*, 2015) dan tidak menunjukkan asosiasi yang kuat di hampir sebagian besar stasiun penelitian. Menurut Beer *et al.* (2006), lamun *Halophila ovalis* tidak dapat berkembang dengan baik dalam

area yang sama dengan lamun *C. rotundata* dan *T. hemprichii* karena kedua jenis lamun ini dapat meningkatkan pH hingga batas maksimum (8,8 – 9,2) yang melebihi batas kompensasi yang mampu ditolerir oleh lamun *H. ovalis*. Menurut Lokollo *et al.* (2012) *H. ovalis* menunjukkan asosiasi negatif terhadap lamun *E. acoroides*.

Pengelompokan kemiripan antar stasiun penelitian berdasarkan kerapatan dan penutupan jenis yang menunjukkan bahwa kehadiran lamun yang menempati suatu habitat tertentu ditentukan kisaran variabilitas lingkungan abiotiknya dimana setiap habitat ini memiliki keunikan kondisi lingkungan yang mengontrol cahaya, nutrient dan pada kondisi hidrodinamikanya (Kilminster *et al.*, 2015). Selain itu aktivitas manusia turut mempengaruhi keberadaan ekosistem lamun di suatu perairan. Maraknya pengembangan kawasan pesisir seperti reklamasi pantai, pembangunan konstruksi tepian pantai di sejumlah lokasi dalam penelitian ini dikhawatirkan dapat mempengaruhi kondisi habitat lamun. Menurut Yakuub *et al.* (2014) reklamasi pantai yang terus dilakukan turut berkontribusi terhadap penurunan habitat padang lamun.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan sembilan jenis lamun yang tergolong dalam dua famili yaitu Hydrocharitaceae (*E. acoroides*, *T. hemprichii*, *H. ovalis*, *H. minor*, *H. spinulosa*) dan Potamogetonaceae (*C. rotundata*, *C. serrulata*, *Halodule uninervis* dan *S. isoetifolium*), dimana Pulau Tidore memiliki jumlah terbanyak yaitu delapan jenis lamun. Lamun *E. acoroides*, *T. hemprichii* dan *C. rotundata* menyebar luas hampir di semua lokasi penelitian. Vegetasi lamun yang ditemukan merupakan vegetasi campuran dengan asosiasi lebih dari tiga jenis lamun. Secara umum kondisi lingkungan masih tergolong baik dan mampu mendukung ekosistem lamun, namun di beberapa lokasi mengalami degradasi habitat

sehingga mempengaruhi kondisi ekosistem lamun didalamnya. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data dasar untuk kondisi lamun dan karakteristik habitatnya yang dapat digunakan dalam pengelolaan dan perlindungan ekosistem lamun yang memiliki peran penting di pesisir pulau-pulau kecil di Maluku Utara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari Disertasi Doktor penulis utama, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penulis pertama untuk melanjutkan pendidikan S3 melalui BPP-DN Tahun 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadie, A., P. Lejeune, G. Pergent, and S. Gobert. 2016. From mechanical to chemical impact of anchoring in seagrasses: The premises of anthropogenic patch generation in *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Pollution Bulletin*, 109:61–71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.022>.
- Ahmad-Kamil, E.I., R. Ramli, S.A. Jaaman, J. Bali, and J.R. Al-Obaidi. 2013. The Effects of Water Parameters on Monthly Seagrass Percentage Cover in Lawas, East Malaysia. *The Scientific World J.*, 20:1-8. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/892746>.
- Ambo-Rappe, R. 2014. Developing a methodology of bioindication of human-induced effects using seagrass morphological variation in Spermonde Archipelago, South Sulawesi, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 86:298–303. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.002>.
- Apostolaki, E.T., S. Vizzini, I.E. Hendriks, and Y.S. Olsen. 2014. Seagrass ecosystem response to long-term high CO₂ in a Mediterranean volcanic vent. *Marine Environmental Research*, 99:9-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.05.008>.
- Azkab, M.H. 1999. Pedoman inventarisasi lamun. *Oseana*, 1:1-16.
- Beer, S., M. Mtolera, T. Lyimo, and M. Bjork. 2006. The photosynthetic performance of the tropical seagrass *Halophila ovalis* in the upper intertidal. Short communication. *Aquatic Botany*, 84:367-371. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.11.007>.
- Bengen, D.G. 2000. Teknik pengambilan contoh dan analisis data biofisik sumberdaya pesisir. PKSPL-FPIK. IPB. Bogor. 88 hlm.
- Campbell, S.J., L.J. McKenzie, and S.P. Kerville. 2006. Photosynthetic responses of seven tropical seagrasses to elevated seawater temperature. *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330:455–468. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2005.09.017>.
- Coles. R., A. Grech, M. Rahseed M, L. McKenzie, R. Unsworth, and F. Short. 2011. Seagrass ecology and threats in the tropical Indo-Pacific Bioregion. *In: Pirog, R.S (ed) Seagrass: Ecology, Uses and Threats*. Nova Scotia Publisher, Inc. 225-237 pp.
- Collier, C.J. and M. Waycott. 2014. Temperature extremes reduce seagrass growth and induce mortality. *Marine Pollution Bulletin*, 83: 483-490. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.050>.
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker. 1997. Survey manual for tropical marine resources 2nd ed. Australian Institute of Marine Science (AIMS), Townsville. 390 p.

- Hemming, M.A. and C.M. Duarte. 2000. Seagrass ecology. Cambridge University Press. United Kingdom. 298 p.
- Kawaroe, M., A.H. Nugraha, Juraij, and I.A. Tasabaramo. 2016. Seagrass biodiversity at three marine ecoregions of Indonesia: Sunda Shelf, Sulawesi Sea, and Banda Sea. *Biodiversitas*, 17(2):585-591. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d170228>.
- Kilminster, K., K.McMahon, M. Waycott, G.A. Kendrick, P. Scanes, L. Mckenzie, K.R. O'Brien, M. Lyons, A. Ferguson, P. Maxwell, T. Glasby, and J. Udy. 2015. Unravelling complexity in seagrass systems for management: Australia as a microcosm. *Science of the Total Environment*, 534:97-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.061>.
- Lee, J. and G. Kim. 2015. Dependence of coastal water pH increases on submarine groundwater discharge off a volcanic island. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 163:15-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.037>.
- Lokollo, F.F., P.A. Wenno, dan E.F. Kaihatu. 2013. Asosiasi antar spesies: suatu pendekatan untuk mengetahui pola penyebaran lamun. *J. Balik Diwa*, 3(2):18-28.
- McKenzie, L.J. and R.L. Yoshida. 2009. Seagrass-Watch: Proceeding of workshop for monitoring seagrass habitats in Indonesia. The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali. 9th May 2009. Seagrass-Watch HQ, Cairns. 56 p.
- Poedjirahajoe, E., N.P.D. Mahayani, B.R. Sidharta, dan M. Salamuddin. 2013. Tutupan lamun dan kondisi ekosistemnya di kawasan pesisir Madasanger, Jelenga, dan Maluk Kabupaten Sumbawa Barat. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1):36-46. <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v5i1.7744>.
- Phillips, R.C. and E.G. Menez. 1988. Seagrass. Smithsonian Institution Press. Washington DC. 104 p.
- Rahmawati, S. dan A. Rasyidin. 2012. Komunitas lamun di Perairan Ternate, Tidore dan sekitarnya. *Dalam* Giyanto (ed) Ekosistem pesisir Ternate, Tidore dan Sekitarnya, Provinsi Maluku Utara. Pusat Penelitian dan Oseanografi LIPI. Jakarta. Hlm.:84-90.
- Short, F., T. Carruthers, W. Dennison, and M. Waycott. 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350:3-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.012>.
- Short, F.T., B. Polidoro, S.R. Livinstone, K.E. Carpenter, S. Bandeira, J.S. Bujang, H.P. Calumpang, M.D. Fortes, A.S. Freeman, T.G. Jagtap, A.H.M. Kamal, G.A. Kendrick, W.J. Kenworthy, Y.A. La Nafie, I.M. Nasution, R.J. Orth, A. Prathep, J.C. Sanciangco, B. van Tussenbroek, S.G. Vergara, M. Waycott, and J.C. Zieman. 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, 144:1961-1971. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.010>.
- Subur, R. 2013. Struktur komunitas dan asosiasi lamun (seagrass) di perairan Pantai Rua Pulau Ternate. *J. Biologi Tropis*, 13(1):67-75.
- Subur, R., F. Yulianda, S.B. Susilo, dan A. Fachrudin. 2011. Kapasitas adaptif ekosistem lamun (Seagrass) di gugus Pulau Guraici Kabupaten Halmahera Selatan. *J. AgriSains*, 12(3):207-215.
- Supriadi, R.F. Kaswadji, D.G. Bengen, dan M. Hutomo. 2012. Komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar: kondisi dan karakteristik habitat. *Maspari J.*, 4(2):148-158.

- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M.K. Moosa 1997. The ecology of Indonesian Seas. Part II. Periplus Edition. 752 p.
- Wahab, I., H. Madduppa, and M. Kawaroe. 2017. Seagrass species distribution, density and coverage at Panggang Island, Jakarta. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 54 012084. <http://iopscience.iop.org/1755-1315/54/1/012084>. [Retrieved on 2 September 2017].
- Yakuub, S.M., L.J. McKenzie, P.L.A. Erfteimeijer, T. Bouma, and P.A. Todd. 2014. Courage under fire: Seagrass persistence adjacent to a highly urbanized city-state. *Marine Pollution Bulletin*, 83:417-424. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.012>.
- Diterima* : 08 September 2018
Direview : 12 September 2018
Disetujui : 29 November 2018

