

# Perbandingan Kesintasan dan Laju Pertumbuhan Lamun *Thalassia hemprichii* yang Ditransplantasikan dengan Empat Metode Berbeda di Perairan Pesisir Desa Labuhan, Sepulu - Bangkalan

Dhimas Wildan Humami dan Farid Kamal Muzaki  
Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: rm\_faridkm@bio.its.ac.id

**Abstrak**—Lamun diketahui sebagai salah satu sumber daya laut yang penting karena menyediakan jasa ekosistem laut secara ekologis dan ekonomis. Kondisi lamun di lokasi penelitian telah mengalami penurunan sepanjang tahun 2019; namun belum pernah dilakukan upaya restorasi lamun di lokasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan nilai kesintasan dan laju pertumbuhan lamun yang ditransplantasi dengan empat metode yang berbeda sebagai upaya restorasi padang lamun. Metode transplantasi lamun yang digunakan pada penelitian ini adalah *sprig anchor*, *bamboo anchor*, pot gerabah dan karung goni. Nilai rata-rata laju pertumbuhan lamun tertinggi didapatkan dari metode *sprig anchor* sebesar  $0,4 \pm 0,23$  cm minggu<sup>-1</sup>, sedangkan *bamboo anchor*, pot gerabah, dan karung goni adalah sebesar  $0,1 \pm 0,16$ ;  $0,2 \pm 0,22$ ; dan  $0,1 \pm 0,06$  cm minggu<sup>-1</sup>. Selanjutnya untuk nilai tingkat kesintasan tertinggi juga didapatkan dari metode *sprig anchor* sebesar 100%, sedangkan *bamboo anchor*, pot gerabah, dan karung goni mendapatkan nilai sebesar 80%, 80%, dan 50%. Berdasarkan uji One-Way Anova dan Tukey HSD's test, data secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Metode *sprig anchor* memiliki perbedaan laju pertumbuhan panjang daun lamun yang signifikan dengan metode *bamboo anchor* dan karung goni, tetapi tidak dengan metode pot gerabah dan metode terbaik adalah *sprig anchor*.

**Kata Kunci**—Kesintasan, Laju Pertumbuhan, Lamun, Pesisir Labuhan, Transplantasi.

## I. PENDAHULUAN

LAMUN merupakan salah satu spesies Angiospermae Lautan tumbuhan berbunga yang memiliki siklus hidup sepenuhnya di dalam laut [1-2]. Lamun memiliki daun, akar, dan rimpang. Seperti tumbuhan berbunga lainnya, lamun juga dapat menghasilkan bunga, buah, serta biji [3]. Umumnya, lamun dapat ditemukan tumbuh pada area dengan substrat berlumpur serta berpasir. Namun tidak untuk genus *Phyllospadix* yang dapat menempel pada batu [4].

Lamun telah diketahui sebagai salah satu sumber daya laut yang penting karena menyediakan jasa ekosistem laut secara ekologis dan ekonomis [5]. Secara ekonomis, lamun berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku obat-obatan, kertas, dan makanan karena kandungan biokimia yang dimiliki [6]. Lamun merupakan sumber energi utama dalam jaring makanan laut pesisir, menghasilkan sejumlah besar bahan organik, memainkan peran penting dalam siklus karbon, dan berfungsi sebagai tempat pengasuhan (*nursery ground*), tempat perkembangbiakan (*spawning ground*), tempat berteduh (*shelter ground*), dan tempat mencari makan

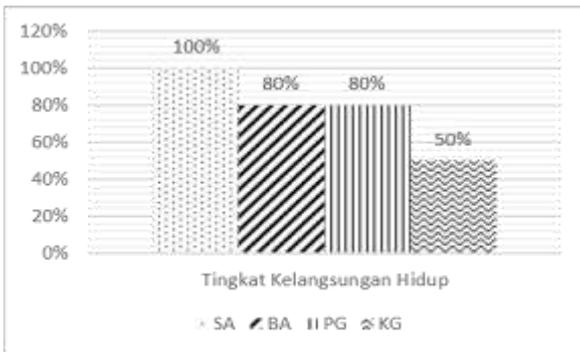
(*feeding ground*) bagi banyak biota laut [5-7]. Tidak hanya itu, lamun juga penting dalam pengendalian kualitas perairan pesisir, mengurangi kecepatan air, *water clarification*, menstabilkan substrat, mencegah erosi, dan dapat menyimpan sejumlah besar karbon selama ratusan bahkan ribuan tahun [8-10]. Padang lamun juga merupakan salah satu ekosistem laut yang memiliki produktivitas tinggi, produktivitas primer untuk spesies tertentu di daerah subur dapat mencapai  $6,825 \text{ gcm}^{-2} \text{ tahun}^{-1}$  [6].

Meskipun memiliki banyak manfaat, kondisi ekosistem lamun telah mengalami penurunan di seluruh dunia [11]. Sejak tahun 1800an, sekitar 29% ekosistem lamun di seluruh dunia telah hilang sehingga menjadikan ekosistem lamun sebagai salah satu ekosistem yang paling terancam di dunia [12]. Ekosistem lamun diperkirakan telah hilang sekitar 40% di perairan Indonesia, dan kerusakan terbesar ditemukan di Pulau Jawa [13-14]. Penurunan yang sedang terjadi ini dikaitkan langsung dengan stresor yang disebabkan oleh aktivitas manusia ataupun faktor alamiah [15]. Pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi di wilayah pesisir, terutama di pulau-pulau kecil tempat masyarakat bergantung pada mata pencaharian berbasis keanekaragaman hayati akan menyebabkan aksesibilitas yang tinggi terhadap wilayah pesisir. Ancaman antropogenik tersebut sering kali menyebabkan perubahan kualitas air dan sedimen, dan berkurangnya penetrasi cahaya sehingga menyebabkan lamun tidak dapat bertahan hidup [16-18].

Hilangnya ekosistem lamun dapat mengubah struktur fisik dan fungsi lingkungan pesisir [19]. Ekosistem lamun yang hilang dapat menyebabkan sumber energi utama dalam jaring makanan laut pesisir hilang selain itu tempat pengasuhan, tempat perkembangbiakan, tempat berteduh, dan tempat mencari makan bagi banyak biota laut juga akan menghilang. Tidak hanya itu, fungsi lamun dalam pengendalian kualitas perairan pesisir, menstabilkan substrat, dan mencegah erosi juga akan hilang [5-7]. Padang lamun yang terletak di perairan pesisir Desa Labuhan, Sepulu, Bangkalan-Madura merupakan padang lamun homogenus dengan spesies lamun *Thalassia hemprichii*. Nilai kerapatan serta persentase penutupan lamun di lokasi penelitian mengalami penurunan sepanjang tahun 2019, dengan nilai kerapatan sebesar 48.34 tegakan/m<sup>3</sup> dan persentase penutupan sebesar 28,67%. Sedangkan untuk kondisi perairan di lokasi penelitian memiliki suhu 28 – 31oC, salinitas 33-34 ‰, dan kecepatan arus rata-rata sebesar 7,5 cm/s [20]. Berdasarkan Keputusan



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.



Gambar 2. Hasil Perhitungan Tingkat Kesintasan Lamun.

Tabel 1.

Data Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

| Parameter | Satuan | Rata-rata ± Standar Deviasi | Baku Mutu |
|-----------|--------|-----------------------------|-----------|
| Arus      | m/s    | 0,42 ± 0,16                 | 0,7       |
| Salinitas | ‰      | 29 ± 2,71                   | 33-34     |
| Suhu      | °C     | 30 ± 2,22                   | 28-30     |

Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 200 tahun 2004, kondisi lamun tersebut termasuk ke dalam status miskin karena memiliki persentase penutupan < 29,9%.

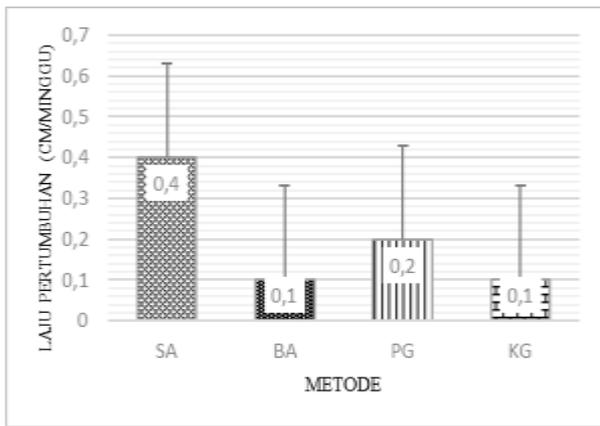
Berdasarkan data-data di atas, perlu dilakukan upaya restorasi untuk dapat memperbaiki kondisi ekosistem lamun. Salah satu upaya restorasi yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan teknik transplantasi lamun [15]. Transplantasi lamun merupakan salah satu teknik yang telah banyak dilakukan di seluruh dunia sebagai upaya untuk dapat memperbaiki ekosistem lamun yang telah rusak sehingga dapat mengembalikan fungsi ekologis dari ekosistem lamun [21]. Transplantasi lamun dilakukan dengan menanam bagian lamun yang memiliki tunas vegetatif yang telah diambil dari area donor (donor site). Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk transplantasi lamun seperti *Sprig anchored*, *plug*, *staple*, *peat pot*, dan TERF (*Transplanting Eelgrass Remotely with Frames*). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kegagalan transplantasi lamun adalah badai, kondisi cuaca, intensitas cahaya, kondisi gelombang dan gangguan ikan atau hewan lainnya [22].

Namun demikian, upaya restorasi lamun belum pernah dilakukan di lokasi penelitian. Metode transplantasi lamun yang digunakan di lokasi penelitian adalah metode *sprig anchor*, *bamboo anchor*, pot gerabah, serta karung goni. Penggunaan pot gerabah serta karung goni dikarenakan sifat bahan dari kedua wadah tersebut yang dapat terurai secara alami dalam tanah [23 - 24]. Bambu dipilih karena harganya yang murah dan mudah didapat sedangkan dari segi konstruksi bambu mempunyai kekuatan yang cukup baik



Gambar 3. (A) Metode *sprig anchor*, (B) Metode pot gerabah (Lumpur & pasir telah tersapu oleh gelombang), (C) Metode karung, (D) Metode *bamboo anchor*.

[24]. Metode *sprig anchor* dan *peatpot* dipilih karena dapat menahan laju arus dan gelombang [25-26]. Menurut Azkab, metode *sprig anchor* bisa dilakukan di perairan dengan arus hingga 3 km/h [27]. Selain itu, dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Seprianti, dkk (2017) menyebutkan bahwa transplantasi *Thalassia hemprichii* di Perairan Kabupaten Bintang dengan menggunakan metode *sprig anchor* dan *peatpot* yang dimodifikasi memiliki tingkat kelangsungan hidup yang cukup tinggi yaitu 67,64 % dan 99,2% [26]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan data serta informasi mengenai metode transplantasi lamun yang terbaik dan potensial sebagai salah satu upaya restorasi lamun di kawasan perairan pesisir Desa Labuhan, Sepulu, Bangkalan-Madura.



Gambar 4. Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Panjang Daun Lamun.



Gambar 5. Grazer yang Ditemukan di dalam Area Transplantasi.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

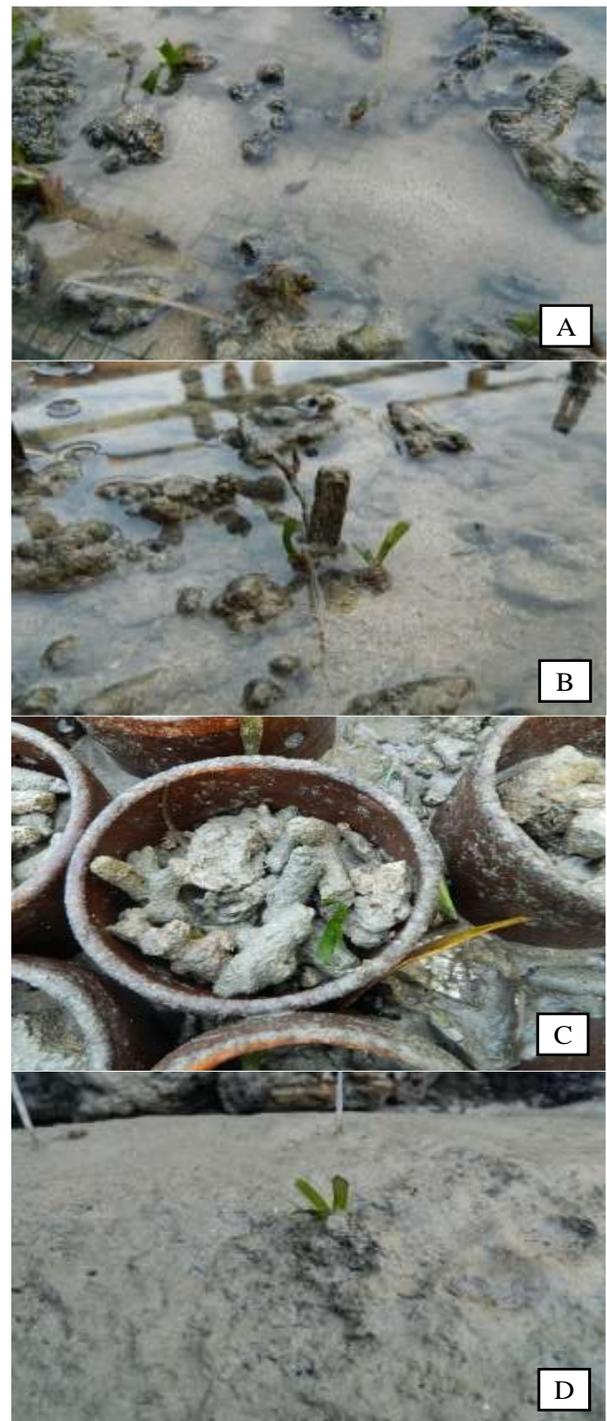
Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Desember 2020 hingga Mei 2021. Lokasi penelitian terletak di kawasan perairan pesisir Desa Labuhan, Kecamatan Sepulu, Kabupaten Bangkalan-Madura dengan titik koordinat 6° 53.083' S dan 112° 59.050' E. Analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Perhatikan Gambar 1 untuk mengetahui tempat pelaksanaan penelitian.

### B. Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur adalah suhu (°C), salinitas (‰), dan kecepatan arus (m/s). Pengukuran setiap parameter dilakukan secara in situ pada hari ke-0, 14, 28, 42 dan 56.

### C. Transplantasi Lamun

Penelitian ini menggunakan metode transplantasi *sprig anchor*, *bamboo anchor*, pot gerabah dan karung goni. Metode tersebut menggunakan prinsip dasar metode anchor dan *peatpot* dengan sedikit modifikasi. Bibit lamun diambil dari habitat asli saat air surut, kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air. Lalu bibit lamun dipotong menjadi 1 tegakan dengan rimpang, akar, dan daun. Lamun yang digunakan merupakan lamun dengan daun muda (daun berwarna hijau muda dan lebih tipis serta sempit) [28]. Semua metode transplantasi menggunakan 1 tegakan lamun dengan rimpang, akar, dan daun.



Gambar 6. Contoh Tegakan Lamun yang Masih Bertahan Hidup pada Pengamatan Ke - 3.

### D. Pengambilan Data Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kesintasan

Pengamatan dan pengukuran pertumbuhan panjang daun dilakukan dengan menggunakan penggaris atau meteran jahit. Daun yang dihitung adalah daun dengan ukuran terpanjang pada 1 tegakan lamun lalu dirata-rata. Pengukuran dilakukan pada hari ke-14, 28, 42, dan 56.

Perhitungan tingkat kesintasan lamun dilakukan dengan menghitung tunas lamun pada pengamatan pertama dan terakhir [29].

### E. Pengambilan Data Parameter Lingkungan

Laju pertumbuhan panjang daun lamun dihitung dengan rumus berikut [30]:

$$P = \frac{Lt - Lo}{\Delta t} \quad (1)$$

Keterangan:

1. P = Laju pertumbuhan panjang daun (cm/hari)
2. Lt = Panjang daun hari ke-t (cm)
3. Lo = Panjang daun pada pengukuran awal (cm)
4.  $\Delta t$  = Selang waktu pengukuran (hari)

Untuk menghitung tingkat kesintasan lamun yang ditransplantasi digunakan rumus berikut [31]:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

1. SR =Tingkat kesintasan (%)
2. Nt =Jumlah tunas yang masih hidup pada akhir penelitian
3. No. =Jumlah tunas lamun pada awal penelitian

#### F. Analisis Statistik

Data yang didapatkan dianalisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara 4 metode transplantasi yang digunakan. Sebelum dilakukan uji, data dianalisis normalitasnya menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Dilanjutkan uji *one-way* ANOVA dengan uji lanjut Tukey HSD's test. Semua uji statistik dilakukan pada  $\alpha = 0,05$ .

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini adalah arus, salinitas dan suhu. Hasil pengukuran parameter lingkungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil pengukuran yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hampir seluruh parameter lingkungan masih berada pada baku mutu yang ditentukan dan dapat mendukung kehidupan lamun. Nilai rata-rata parameter salinitas di lokasi penelitian sebesar  $29 \pm 2,71\%$ . Walaupun berada di bawah baku mutu untuk biota laut yang ditetapkan, nilai tersebut masih termasuk dalam kisaran nilai salinitas yang diperbolehkan terjadi perubahan dalam KepMen LH No.51 Tahun 2004 yaitu sebesar  $< 5\%$  dari baku mutu yang ditetapkan. Lamun juga memiliki kemampuan dalam mentoleransi salinitas. Umumnya lamun dapat mentolerir nilai salinitas dengan kisaran 10-40% [32]. Berdasarkan hukum toleransi Shelford, setiap organisme memiliki batas bawah dan batas atas dari kisaran toleransi organisme tersebut terhadap kondisi faktor lingkungannya; sehingga lamun masih dapat beradaptasi karena masih berada dalam kisaran toleransi [33].

Nilai salinitas yang optimum dan dapat mendukung pertumbuhan *Thalassia spp* adalah sebesar 24-35% [34-35]. Sehingga nilai salinitas yang didapatkan pada lokasi penelitian juga masih dapat mendukung kehidupan lamun.

#### B. Tingkat Kesintasan

Hasil pengukuran tingkat kesintasan *Thalassia hemprichii* dapat dilihat pada Gambar 2, dengan keterangan gambar adalah sebagai berikut, yaitu SA (*Sprig anchor*), BA (*Bamboo anchor*), PG (Pot Gerabah), dan KG (Karung Goni).

Tingkat kesintasan merupakan kemampuan lamun untuk tetap bertahan hidup tanpa mengalami kematian selama

waktu penelitian yang ditentukan, yang dinyatakan dalam bentuk persentase (%) [36]. Hasil perhitungan tingkat kesintasan *Thalassia hemprichii* yang didapat pada penelitian ini sangat bervariasi, yaitu mulai dari 50% hingga 100%. Nilai tertinggi kesintasan lamun didapatkan dari metode *sprig anchor* sebesar 100%, sedangkan nilai terendah didapatkan dari metode karung goni sebesar 50%. Untuk metode *bamboo anchor* dan pot gerabah memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 80%.

Tingkat kesintasan pada transplantasi lamun dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti faktor lingkungan dan juga jenis metode transplantasi yang digunakan [27]. Metode transplantasi *sprig anchor* memiliki nilai kesintasan tertinggi daripada metode yang lain. Tingginya nilai tersebut dapat disebabkan karena penggunaan *frame* besi dan juga jangkar besi yang tertancap pada substrat yang dapat menahan arus serta gelombang yang cukup besar pada saat periode penelitian sehingga lamun tidak terangkat oleh gelombang. Hal ini sangat membantu proses adaptasi lamun dan proses pembenaman akar lamun. Pendapat ini juga didukung oleh penelitian Febriantoro, dkk dan Piazzzi, dkk yang menyatakan metode transplantasi dengan menggunakan jangkar memiliki kelebihan yaitu bibit lamun lebih terlindung dan kokoh bila ada pergerakan arus yang cepat dan gelombang yang besar [37].

Kemudian, tingkat kesintasan terendah didapatkan dari penggunaan metode transplantasi karung goni yaitu sebesar 50%. Rendahnya nilai ini dapat diakibatkan karena metode karung goni diduga memberikan perlindungan yang rendah dari arus dan gelombang dibandingkan dengan metode lainnya [38]; sehingga lamun mudah terangkat dari media transplan dan menyebabkan lamun hilang dan/atau mengalami kematian. Beberapa studi transplantasi dengan menggunakan media karung mendapatkan hasil yang kurang baik jika dibandingkan dengan metode yang lain [39]. Terangkatnya lamun dari media transplan diakibatkan oleh gelombang besar yang terjadi selama periode pengamatan, yaitu pada bulan Januari - Maret. Menurut Seprianti, dkk., gelombang yang besar dapat mengakibatkan terangkatnya lamun dari lokasi transplantasi sehingga menyebabkan kematian pada lamun [26]. Gelombang besar ini merupakan pengaruh dari adanya puncak angin muson barat yang sedang terjadi di lokasi penelitian pada bulan Januari-Maret [40]. Selain itu, kematian lamun yang ditransplantasi juga diakibatkan kegagalan dalam pembenaman akar ke dalam substrat donor. Hal ini menyebabkan akar tidak tertancap ke substrat dan bibit tidak dapat tumbuh serta beradaptasi. Lalu bibit akan mudah terbawa arus dan gelombang. Akar merupakan komponen yang penting agar lamun tidak terseret dan terangkat oleh arus dan gelombang.

Selanjutnya untuk metode *bamboo anchor* dan pot gerabah memiliki nilai kesintasan sebesar 80%. Kematian lamun pada metode *bamboo anchor* disebabkan karena kurang tertancapnya media bambu pada substrat sehingga menyebabkan akar lamun tidak terbenam dengan kuat. Hal ini ditunjukkan dengan hilangnya lamun dari media bambu yang digunakan. Kemudian mengakibatkan lamun terseret oleh arus dan gelombang. Lamun dengan akar yang tidak tertancap pada substrat akan mudah terbawa arus dan gelombang [41]. Sedangkan pada metode pot gerabah, kematian lamun disebabkan karena pecahnya pot yang

digunakan, sehingga menyebabkan lamun hilang terseret arus dan gelombang. Selain itu, gelombang juga mengakibatkan hilangnya substrat lumpur dan pasir [42-43]; sehingga hanya tersisa pecahan karang di dalam pot. Lamun yang dapat beradaptasi dengan hidup di pecahan karang akan dapat tumbuh dan bertahan hidup [44]; sedangkan yang tidak dapat beradaptasi akan mengalami kematian, perhatikan Gambar 3 untuk keterangan penggunaan metode.

### C. Laju Pertumbuhan Panjang Daun

Hasil perhitungan laju pertumbuhan panjang daun yang ditampilkan pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil uji *One-Way Anova*, didapatkan nilai signifikansi laju pertumbuhan panjang daun lamun sebesar 0,002 atau nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05; sehingga dapat diasumsikan bahwa data secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Untuk mengetahui lebih lanjut metode transplantasi yang memiliki perbedaan signifikan dilakukan uji lanjut Tukey HSD's test. Gambar 4 menunjukkan bahwa antar beberapa metode memiliki perbedaan signifikan dalam laju pertumbuhan panjang daun. Berdasarkan hasil uji Post-Hoc Tukey HSD dengan taraf kepercayaan 95%, metode *sprig anchor* memiliki perbedaan laju pertumbuhan panjang daun lamun yang signifikan dengan metode *bamboo anchor* dan karung goni, tetapi tidak dengan metode pot gerabah. Metode *sprig anchor* merupakan metode transplantasi yang paling berpengaruh terhadap laju pertumbuhan panjang daun lamun dengan nilai rata-rata tertinggi daripada metode transplantasi yang lain. Hal ini sesuai dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa metode transplantasi dengan menggunakan jangkar menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi daripada metode yang lain yang digunakan [45].

Nilai yang didapatkan untuk laju pertumbuhan panjang daun lamun *Thalassia hemprichii* yang ditransplantasi pada lokasi penelitian sangat bervariasi. Nilai tersebut berkisar antara  $0,1 \pm 0,06$  hingga  $0,4 \pm 0,23$  cm minggu<sup>-1</sup>. Metode transplantasi *sprig anchor* memiliki nilai laju pertumbuhan tertinggi dibandingkan metode transplantasi yang lain, yaitu sebesar  $0,4 \pm 0,23$  cm minggu<sup>-1</sup>. Sedangkan nilai laju pertumbuhan lamun terendah didapatkan dari penggunaan metode transplantasi karung goni dan *bamboo anchor*, yaitu sebesar  $0,1 \pm 0,06$  dan  $,1 \pm 0,16$  cm minggu<sup>-1</sup>. Untuk metode transplantasi pot gerabah memiliki nilai laju pertumbuhan sebesar  $0,2 \pm 0,22$  cm minggu<sup>-1</sup>.

Nilai laju pertumbuhan lamun yang tinggi untuk metode *sprig anchor* dapat disebabkan karena lamun dapat beradaptasi dengan baik. Metode *sprig anchor* dapat menahan arus dan gelombang yang besar, sehingga membantu lamun dalam proses adaptasi dengan lingkungan baru dan menghasilkan pertumbuhan yang stabil [31]. Gelombang dan arus yang terlalu kuat dapat mengganggu akar lamun untuk menancap pada substrat [1]. Pada minggu pertama, lamun berada dalam masa adaptasi, sehingga pemilihan metode transplantasi lamun yang sesuai dengan jenis lamun dan kondisi lingkungan harus sangat diperhatikan. Jika lamun tidak dapat beradaptasi dengan baik, tentu saja transplantasi lamun tidak akan berhasil [27]. Transplantasi lamun dengan menggunakan metode *sprig anchor* mampu meredam gelombang yang datang sehingga gelombang yang masuk ke lokasi transplantasi tidak

mengganggu pertumbuhan [29]. Hal ini dikarenakan oleh adanya jangkar yang memiliki kemampuan untuk menahan lamun sehingga lamun dapat bertahan dan tetap tumbuh. Namun metode *sprig anchor* membutuhkan biaya yang mahal untuk proses pembuatannya [46].

Berbeda dengan metode *sprig anchor*, metode karung goni memiliki nilai laju pertumbuhan yang rendah dibandingkan metode *sprig anchor* dan pot gerabah. Rendahnya nilai ini dapat disebabkan karena lamun yang ditransplantasi dengan metode ini membutuhkan waktu adaptasi yang cukup lama daripada metode yang lain. Hal ini dikarenakan metode karung goni tidak dapat menahan arus dan gelombang yang kuat, sehingga lamun sulit untuk menancapkan akarnya ke dalam substrat [37]. Dengan demikian, pertumbuhan lamun akan terganggu dan tidak stabil. Selain itu, rendahnya nilai laju pertumbuhan lamun untuk metode karung goni dapat disebabkan juga karena karung goni yang tidak terbenam ke dalam substrat. Hal ini menyebabkan lamun akan sangat mudah terseret arus dan gelombang dan akan mengganggu proses adaptasi. Penggunaan karung sebagai media transplantasi akan lebih maksimal mendukung daya hidup lamun jika karung dibenamkan ke dalam substrat. Namun tidak seperti metode *sprig anchor* yang membutuhkan biaya yang mahal untuk proses pembuatannya, metode karung goni lebih terjangkau dan mudah diaplikasikan.

Selanjutnya untuk metode pot gerabah memiliki nilai laju pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *sprig anchor* tetapi lebih tinggi daripada metode karung goni. Hal ini dapat disebabkan karena lamun yang ditransplantasi dapat beradaptasi dan akar dapat menempel pada pecahan karang walaupun terdapat gelombang yang cukup besar. Lamun dapat beradaptasi dengan hidup di pecahan karang, sehingga akan dapat tumbuh dan bertahan hidup [44]; sedangkan yang tidak dapat beradaptasi akan mengalami kematian. Namun, kelemahan dari metode ini adalah pot gerabah yang tipis sehingga menyebabkan pot mudah pecah. Substrat lumpur dan pasir yang dimasukkan ke dalam pot gerabah juga sangat mudah terbawa arus. Sehingga dibutuhkan komposisi *substrat* yang tepat agar lamun dapat bertahan hidup dengan baik. Substrat merupakan salah satu faktor penting yang dapat mendukung pertumbuhan lamun. Selain itu, proses pembuatan pot gerabah juga membutuhkan waktu yang cukup lama. Tidak jauh berbeda dengan metode pot gerabah, metode *bamboo anchor* juga dapat menahan arus dan gelombang. Sehingga lamun dapat beradaptasi dan mengalami pertumbuhan. Namun laju pertumbuhan lamun yang ditransplantasikan dengan metode ini lebih rendah daripada metode pot gerabah. Hal ini dapat dikarenakan adanya gangguan lain seperti kehadiran *grazer* yang lebih pada lokasi penelitian walaupun telah dipasang jaring dengan ukuran mesh size 2 mm. Kehadiran *grazer* paling banyak ditemukan pada metode *bamboo anchor* dibandingkan dengan metode lainnya. *Grazer* yang banyak ditemukan di lokasi transplantasi adalah jenis hewan decapoda yaitu kelomang atau *hermit crab* yang merupakan salah satu *grazer* kecil yang dapat langsung memakan lamun, sehingga dapat mengganggu pertumbuhan lamun [47]. Selain itu, kurang menancapnya media bambu juga menjadi penyebab pertumbuhan yang tidak stabil dan lambatnya proses adaptasi yang dilakukan. Hal tersebut menyebabkan lamun mudah terombang-ambing oleh gelombang dan arus sehingga

dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk akar agar dapat tertancap pada substrat. Akar yang tidak tertancap pada substrat akan memperlambat proses adaptasi atau bahkan menyebabkan lamun mengalami kematian [36]. Kelebihan dari metode ini adalah penggunaan media bambu yang ekonomis dan mudah didapatkan, sehingga tidak membutuhkan banyak waktu untuk proses pembuatannya [48].

Laju pertumbuhan lamun *Thalassia hemprichii* pada penelitian ini tergolong lebih rendah daripada beberapa hasil penelitian lain [49-50]. Laju pertumbuhan daun lamun *Thalassia hemprichii* yang berbeda-beda diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, perhatikan Gambar 5.

Yang pertama dapat disebabkan karena penanganan bibit sebelum melakukan transplantasi, pemotongan bibit lamun sebelum melakukan transplantasi diduga membuat bibit lamun *Thalassia hemprichii* menjadi *stress*. Hal ini dikarenakan adanya luka pada lamun setelah mengalami pemotongan. Luka pada tanaman dapat menyebabkan *stress*, kemudian dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan metabolisme pada tanaman. Selain itu, pemindahan bibit lamun ke lokasi transplantasi juga berpengaruh terhadap tingkat adaptasi lamun *Thalassia hemprichii* terhadap lingkungan baru. Hal ini dibuktikan dengan laju pertumbuhan daun lamun pada minggu pertama yang tergolong sangat kecil atau bahkan terlihat seperti tidak mengalami pertumbuhan [51]. Setelah melakukan adaptasi di lingkungan tempat transplantasi, barulah pertumbuhan daun lamun relatif stabil. Pada awal perlakuan tumbuhan lamun melakukan penyesuaian terlebih dahulu dengan lingkungan yang baru dan pemulihan pada bagian tubuh yang terluka akibat pemotongan, setelah beberapa waktu dapat tumbuh dengan perlahan dan stabil [31].

Kondisi perairan di lokasi transplantasi diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan lamun *Thalassia hemprichii*, gelombang dan arus yang kencang akan membuat lamun susah menancapkan akarnya. Pada saat dilakukan penelitian ini, sedang terjadi puncak angin muson barat yang menyebabkan terjadinya gelombang besar di lokasi penelitian [40]. Pertumbuhan daun lamun hasil transplantasi juga akan lebih rendah dari pertumbuhan lamun secara alami, hal ini karena energi dari proses fotosintesis mengalami penurunan sebagai akibat dari proses adaptasi. Proses fotosintesis sementara tidak dapat berjalan dengan sempurna dan pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan daun lamun. Energi hasil fotosintesis untuk sementara waktu akan terpakai untuk perbaikan jaringan tumbuhan, setelah jenuh maka jaringan tersebut baru akan melakukan pembelahan sel untuk pertumbuhan jaringan baru berupa tumbuhnya daun muda dan daun tua [22]. Kemudian, pada penelitian ini juga masih ditemukan beberapa kelemahan. Salah satunya yaitu masih terdapat kehadiran *grazer* kecil pada lokasi transplantasi walaupun telah dipasang jaring dengan ukuran *mesh size* 2mm. Kehadiran *grazer* kecil pada lokasi transplantasi dapat berpotensi mengganggu pertumbuhan lamun [1]. *Grazer* yang banyak ditemukan di lokasi transplantasi adalah jenis hewan decapoda yaitu kelomang atau hermit *crab*. Hermit *crab* merupakan salah satu *grazer* kecil yang dapat langsung memakan lamun, sehingga dapat mengganggu pertumbuhan lamun [47]. Selain faktor-faktor yang telah disebutkan di atas, laju pertumbuhan lamun juga dipengaruhi oleh faktor internal

seperti proses fisiologi dan metabolisme. Kemudian faktor eksternal seperti *nutrient*, kesuburan substrat, dan faktor lingkungan yang lain juga dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan lamun, perhatikan Gambar 6 untuk masing-masing metode [52-53].

Tingkat kesintasan lamun memiliki korelasi positif terhadap laju pertumbuhan daun lamun. Tingkat kesintasan yang tinggi akan menghasilkan laju pertumbuhan daun yang tinggi juga. Namun jika tingkat kesintasan tidak stabil dan mengalami fluktuasi maka laju pertumbuhan daun juga akan tidak stabil. Hal ini berkaitan dengan energi yang mengalami penurunan sebagai akibat dari proses adaptasi. Energi hasil fotosintesis untuk sementara waktu akan terpakai untuk perbaikan jaringan tumbuhan. Proses fotosintesis sementara tidak dapat berjalan dengan sempurna dan pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan daun lamun. Setelah jenuh maka jaringan tersebut baru akan melakukan pembelahan sel untuk pertumbuhan jaringan baru berupa bertambahnya ukuran daun atau tumbuhnya daun baru [23].

#### IV. KESIMPULAN

Nilai rata-rata laju pertumbuhan lamun untuk metode *sprig anchor*, *bamboo anchor*, pot gerabah, dan karung goni adalah  $0,4 \pm 0,23$ ;  $0,1 \pm 0,16$ ;  $0,2 \pm 0,22$ ; dan  $0,1 \pm 0,06$  cm minggu<sup>-1</sup>. Selanjutnya untuk nilai tingkat kesintasan berturut-turut adalah 100%, 80%, 80%, dan 50%. Nilai laju pertumbuhan lamun dan nilai tingkat kesintasan tertinggi didapatkan dari metode *sprig anchor*. Nilai laju pertumbuhan lamun terendah didapatkan dari metode karung goni dan *bamboo anchor*. Sedangkan nilai tingkat kesintasan terendah didapatkan dari metode karung goni. Kemudian berdasarkan uji One-Way Anova dan uji lanjut Tukey HSD's test, didapatkan hasil bahwa data secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, metode *sprig anchor* memiliki perbedaan laju pertumbuhan panjang daun lamun yang signifikan dengan metode *bamboo anchor* dan karung goni, tetapi tidak dengan metode pot gerabah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. W. D. Larkum, R. J. Orth, and C. M. Duarte, "Seagrasses: biology, ecology and conservation," *Mar. Ecol.*, vol. 27, no. 4, pp. 431–432, 2006, doi: 10.1111/j.1439-0485.2006.00138.x.
- [2] K. Paramasivam, K. Venkataraman, C. Venkataraman, R. Rajkumar, and S. Shrinivasu, "Chapter 10 - Diversity and Distribution of Sea Grass Associated Macrofauna in Gulf of Mannar Biosphere Reserve, Southern India," in *Marine Faunal Diversity in India*, 1st ed., Elsevier Inc., 2015, pp. 137–160.
- [3] I. Riniatsih, R. Hartati, H. Endrawati, and R. Mahendrajaya, "The application of environmental friendly technique for seagrass transplantation," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 116, no. 3, 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012103>.
- [4] P. J. Hogart, *The Biology of Mangroves and Seagrasses*, 3rd ed. Inggris: Oxford University Press, 2015.
- [5] N. Nadiarti, E. Riani, I. Djuwita, S. Budiharsono, A. Purbayanto, and H. Asmus, "Challenging for seagrass management in Indonesia," *J. Coast. Development*, vol. 15, no. 3, 2012.
- [6] C. I. Tupan and P. A. Uneputti, "Growth and production of leaves *Thalassia hemprichii* on the suli coastal waters, Ambon Island," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2018, doi: <https://doi.org/10.12962/j25481479.v2i2.3647>.
- [7] M. A. Hemminga and C. M. Duarte, *Seagrass Ecology*, 1st ed. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2000.
- [8] N. S. R. Agawin and C. M. Duarte, "Evidence of direct particle trapping by a tropical seagrass meadow," *Estuaries*, vol. 25, no. 6, pp. 1205–1209, 2002, doi: <https://doi.org/10.1007/BF02692217>.
- [9] M. Potouroglou *et al.*, "Measuring the role of seagrasses in regulating

- sediment surface elevation," *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2017, doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12354-y>.
- [10] M. Stankovic, R. Kaewsrikhaw, E. Rattanachot, and A. Prathep, "Modeling of suitable habitat for small-scale seagrass restoration in tropical ecosystems," *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, vol. 231, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106465>.
- [11] N. S. Wendländer *et al.*, "Assessing methods for restoring seagrass (*Zostera muelleri*) in australia's subtropical waters," *Mar. Freshw. Res.*, vol. 71, no. 8, pp. 996–1005, 2019, doi: <https://doi.org/10.1071/MF19237>.
- [12] M. Waycott, C. M. Duarte, and T. J. B., "Accelerating loss of seagrass across the globe threaten coastal ecosystems," *PNAS*, vol. 106, no. 30, pp. 12377–12381, 2009, doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>.
- [13] M. Kawaroe, A. H. Nugraha, Juraij, and I. A. Tasabaramo, "Seagrass biodiversity at three marine ecoregions of Indonesia: sunda shelf, sulawesi sea, and banda sea," *Biodiversitas*, vol. 17, no. 2, pp. 585–591, 2016, doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170228>.
- [14] R. Unsworth and A. . Rohani, "The status of Indonesia's seagrass meadows," *Open Commun. Ocean*, 2018, doi: <https://doi.org/10.31230/osf.io/juk4h>.
- [15] R. Ambo-Rappe, Y. A. Nafie, Syafuddin, and et.al, "Short communication: restoration of seagrass *Enhalus acoroides* using a combination of generative and vegetative techniques," *Biodiversitas J. Biol. Divers.*, vol. 20, no. 11, 2019, doi: <https://smujo.id/biodiv/article/view/4639>.
- [16] G. A. Kendrick and R. J. Orth, "Demographic and genetic connectivity: The role and consequences of reproduction, dispersal and recruitment in seagrasses," *Biol. Rev.*, vol. 92, no. 2, pp. 921–938, 2017, doi: <https://doi.org/10.1111/brv.12261>.
- [17] P. Moksnes and M. Gullstrom, "Trophic cascades in a temperate seagrass community," *Oikos*, vol. 117, no. 5, 2008, doi: <https://doi.org/10.1111/j.2008.0030-1299.16521.x>.
- [18] F. Short, T. Carruthers, W. Dennison, and M. Waycott, "Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model," *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, vol. 350, no. 2, pp. 3–20, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.06.012>.
- [19] M. R. Flindt and E. K. Rasmussen, "Using a gis-tool to evaluate potential eelgrass reestablishment in estuaries," *Ecol. Modell.*, vol. 338, pp. 122–134, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.07.005>.
- [20] I. R. Azizah, "Densitas dan Keanekaragaman Rekrutmen *Scleractinia* pada Substrat Alami dan Buatan di Perairan Sepulu, Bangkalan, Madura," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.
- [21] L. K. Reynolds, M. Waycott, and et. all, "Ecosystem services returned through seagrass restoration," *Restor. Ecol.*, vol. 24, no. 5, pp. 583–588, 2016, doi: <https://doi.org/10.1111/rec.12360>.
- [22] I. Riniatsih and H. Endrawati, "Pertumbuhan lamun hasil transplantasi spesies *cymodocea rotundata* di padang lamun teluk awur jepara," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 2, no. 1, pp. 34–40, 2013, doi: <https://doi.org/10.14710/buloma.v2i1.6924>.
- [23] Nursyamsi, "Biopot sebagai media semai pengganti polybag yang ramah lingkungan," *Tek. EBONI*, vol. 12, no. 2, pp. 121–129, 2015.
- [24] N. D. M. Sjafrie and et.al, *Status Padang Lamun Indonesia 2018 Versi 2*, 2nd ed. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2018.
- [25] M. R. Lessy and Y. Ramili, "Restorasi lamun; studi transplantasi lamun *enhalus acoroides* di perairan pantai kastela, kota ternate," *J. Ilmu Kelaut. Kepul.*, vol. 1, no. 1, pp. 40–47, 2018.
- [26] R. Seprianti, I. Karlina, and H. Irawan, "Laju pertumbuhan jenis lamun *Thalassia hemprichii* dengan teknik transplantasi sprig anchor dan polybag pada jumlah tegakan yang berbeda dalam rimpang di perairan kabupaten bintang," *Intek Akuakultur*, vol. 1, no. 1, pp. 56–70, 2017, doi: <https://doi.org/10.31629/intek.v1i1.70>.
- [27] M. H. Azkab, "Petunjuk penamaan lamun," *Oseana*, vol. 24, no. 3, pp. 11–25, 1999.
- [28] B. Santoso, I. G. Dharma, and E. Fariqoh, "Pertumbuhan dan produktivitas daun lamun *thalassia hemprichii* (ehrenb) ascherson di erairan tanjung benoa, bali," *J. Mar. Aquat. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 278–285, 2018, doi: <https://doi.org/10.24843/jmas.2018.v4.i02.278-285>.
- [29] N. Harnianti, I. Karlina, and H. Irawan, "Laju pertumbuhan jenis lamun *enhalus acoroides* dengan teknik transplantasi polybag dan sprig anchor pada jumlah tunas yang berbeda dalam rimpang di perairan bintang," *Intek Akuakultur*, vol. 1, no. 1, pp. 15–26, 2017, [Online]. Available: <https://ojs.umrah.ac.id/index.php/intek/article/view/71>.
- [30] A. Permatasari, I. Karlina, and H. Irawan, "Laju pertumbuhan jenis lamun (*syngodium isoetifolium*) dengan teknik transplantasi polybag dan sprig anchor pada jumlah tegakan yang berbeda dalam rimpang di perairan kampe desa malang rapat," *Intek Akuakultur*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2017.
- [31] Febriyanto, I. Riniatsih, and H. Endrawati, "Rekayasa teknologi transplantasi lamun (*enhalus acoroides*) di kawasan Padang Lamun, Perairan Prawean Bandengan, Jepara," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, 2013, doi: <https://doi.org/10.14710/buloma.v2i1.6922>.
- [32] Sambara, "Laju Penjalaran Rhizoma Lamun yang Ditransplantasi Secara Multi Spesies di Pulau Barrang Lompo," Universitas Hasanuddin, 2014.
- [33] D. Les, M. A. Cleland, and M. Waycott, "Phylogenetic studies in alismatidae, II: Evolution of marine Angiosperms (seagrasses) and Hydrophily," *Biol. Syst. Bot.*, vol. 22, pp. 443–463, 1997, doi: <https://doi.org/10.2307/2419820>.
- [34] S. Badria, "Laju Pertumbuhan Daun Lamun *Enhalus acoroides* pada Dua Substrat Berbeda Di Teluk Banten," Institut Pertanian Bogor, 2007.
- [35] Asriani, "Tingkat Kelangsungan Hidup dan Persen Penutupan Berbagai Jenis Lamun yang Ditransplantasi di Pulau Barranglompo," Universitas Hasanuddin, 2014.
- [36] A. Rustam, T. L. Kepel, M. A. Kusumaningtyas, and et.al, "Ekosistem lamun sebagai bioindikator lingkungan di pulau lembeh, bitung, sulawesi utara," *J. Biol. Indones.*, vol. 11, no. 2, 2015, doi: <https://doi.org/10.14203/jbi.v11i2.2197>.
- [37] L. Piazza, S. Acunto, F. Frau, and et.al, "Environmental engineering techniques to restore degraded *posidonia oceanica* meadows," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 5, p. 661, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/w13050661>.
- [38] C. Ganassin and P. J. Gibbs, *A Review of Seagrass Planting as A Means of Habitat Compensation Following Loss of Seagrass Meadow*, 1st ed. NSW, Australia: NSW Department of Primary Industries – Fisheries Final Report Series, 2007.
- [39] M. T. Yi, O. Dalby, G. A. Kendrick, and et.al, "Seagrass restoration Is Possible: Insights and Lessons From Australia and New Zealand," *Mar. Conserv. Sustainability - Front. Mar. Sci.*, vol. 617, no. 7, 2020, doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00617>.
- [40] F. K. Muzaki, D. Saptarini, I. R. Azizah, and et.al, "Survival and growth of *acropora millepora* coral fragments transplanted in turbid water of sepulu, bangkalan – madura," *Ecol. Environ. Conserv.*, pp. S26–S31, 2020.
- [41] E. W. Koch, L. P. Sanford, and et.al, *Waves in Seagrass Systems: Review and Technical Recommendations*, 1st ed. Washington, DC: US Army Corps of Engineers, 2006.
- [42] Y. Burdames, L. A. Edwin, and L. A. Ngangi, "Kondisi lingkungan perairan budi daya rumput laut di desa arakan, kabupaten minahasa selatan," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [43] R. Michaelis, H. C. Hass, F. Mielck, and et.al, "Epibenthic assemblages of hard-substrate habitats in the german bight (south-eastern North Sea) described using drift videos," *Cont. Shelf Res.*, vol. 175, pp. 30–41, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.01.011>.
- [44] J. Du, W. Hu, I. Nagelkerken, and et.al, "Seagrass meadows provide multiple benefits to adjacent coral reefs through various microhabitat functions," *Ecosyst. Heal. Sustain.*, vol. 6, no. 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1812433>.
- [45] M. V Keulen, E. I. Paling, and C. J. Walker, "Effect of planting unit size and sediment stabilization on seagrass transplants in Western Australia," *Restor. Ecol.*, vol. 11, no. 1, pp. 50–55, 2003, doi: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2003.00036.x>.
- [46] E. Bayraktarov, M. I. Saunders, S. Abdullah, and et.al, "The cost and feasibility of marine coastal restoration," *Ecol. Appl.*, vol. 26, no. 4, pp. 1055–1074, 2016, doi: <https://doi.org/10.1890/15-1077>.
- [47] J. F. Valentine and J. E. Duffy, "The central role of grazing in seagrass ecology," *Seagrasses Biol. Ecol. Conserv.*, vol. May, pp. 463–501, 2006, doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2983-7\\_20](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2983-7_20).
- [48] A. D. Hernomo, Purwanto, and J. Marwoto, "Pemodelan distribusi dan suhu permukaan laut perairan selatan bali bagian selatan pada musim timur," *J. Ocheanography*, vol. 4, no. 1, pp. 64–73, 2015.
- [49] D. Wulandari, I. Riniatsih, and E. Yudiati, "transplantasi lamun *thalassia hemprichii* dengan metode jangkar di perairan teluk awur dan bandengann, jepara," *J. Mar. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 30–38, 2013, doi: <https://doi.org/10.14710/jmr.v2i2.2347>.
- [50] N. D. Amiyati, "Pertumbuhan dan Produksi Biomassa daun *Thalassia hemprichii* pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Desa Sebong Perek," Universitas Maritim Raja Ali Haji, 2016.
- [51] M. Subono, M. Zainuri, and I. B. Prasetyawan, "Distribusi klorofil a dan suhu permukaan laut di perairan astanajapura kabupaten cirebon," *J. Oceanogr.*, vol. 6, no. 2, pp. 377–386, 2017.
- [52] R. J. Orth, T. Carruthers, W. Dennison, and et.al, "A global crises for seagrass ecosystems," *Bioscience*, vol. 56, no. 12, pp. 987–996, 2006, doi: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[987:AGCFSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[987:AGCFSE]2.0.CO;2).
- [53] Suyarso, M. Y. Iswari, and I. H. Supriyadi, "Kajian awal kondisi

padang lamun di perairan timur Indonesia,” *J. Segara*, vol. 14, no. 3, pp. 169–177, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v14i3.6887>.