

Respon Pertumbuhan dan Sintasan Benih *Enhalus acoroides* Terhadap Pengkayaan Nutrien Menggunakan Limbah Budidaya Udang

Aditya Hikmat Nugraha^{1*}, Tri Apriadi², Fadhliyah Idris¹, Widia Kartika Di Sari Putri¹

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Maritim Raja Ali Haji

Jl. Politeknik Senggarang, Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau, 29111 Indonesia

Corresponding author, email: adityahn@umrah.ac.id

ABSTRAK: Dilaporkan bahwa luasan ekosistem lamun di dunia terus mengalami penurunan. Salah satu faktor diantaranya adalah tingginya konsentrasi nutrien di perairan pesisir yang berasal dari aktivitas masyarakat. Benih lamun merupakan salah satu fase penting di dalam awal perkembangan kehidupan lamun. Selain itu juga nutrien menjadi salah satu faktor yang memengaruhi perkembangan benih lamun. Pada penelitian ini sumber nutrien yang akan digunakan dalam proses pembenihan lamun berasal dari limbah budidaya udang. Tujuan Penelitian ini untuk mengukur respon pertumbuhan dan tingkat sintasan benih lamun *Enhalus acoroides* yang dikultivasi pada media limbah budidaya udang dan mengukur perubahan konsentrasi nutrien pada limbah budidaya udang sebagai media tumbuh benih lamun *Enhalus acoroides*. Benih lamun *Enhalus acoroides* ditumbuhkan pada tiga perlakuan yaitu : jumlah tegakan lamun jarang (perlakuan A), jumlah tegakan lamun sedang (perlakuan B) dan jumlah tegakan lamun rapat (perlakuan C). Proses kultivasi dilakukan selama 4 minggu. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa umumnya benih lamun mengalami penurunan pertumbuhan. Tingkat sintasan benih lamun tertinggi terdapat pada perlakuan C dengan nilai sebesar 90%. Penyerapan nutrien (amonia, nitrat, dan fosfat) yang terdapat pada limbah budidaya udang optimal terjadi pada perlakuan C. Konsentrasi nutrien pada seluruh perlakuan cenderung mengalami penurunan

Kata kunci: Bibit; *Enhalus acoroides*; lamun; nutrien

*Growth and Survival Response of *Enhalus acoroides* Seeds to Nutrient Enrichment Using Shrimp Cultivation Waste.*

ABSTRACT: It is reported that the area of seagrass ecosystems worldwide continues to decline. One of the factors is the high concentration of nutrients in coastal waters originating from community activities. Seagrass seedling are one of the critical phases in the early development of seagrass life. In addition, nutrients are also one of the factors that influence the development of seagrass seeds. In this study, the nutrients used in the seagrass seeding process come from shrimp farming waste. The purpose of this study was to measure the growth response and survival rate of seagrass seeds *Enhalus acoroides* cultivated in shrimp farming waste media and to measure changes in nutrient concentration in shrimp farming waste as a growing medium for seagrass seeds *Enhalus acoroides*. Seagrass seeds *Enhalus acoroides* were grown in three treatments, namely: the number of sparse seagrass stands (treatment A), the number of medium seagrass stands (treatment B) and the number of dense seagrass stands (treatment C). The cultivation process was carried out for 4 weeks. The study results showed that seagrass seeds generally experienced a decrease in growth. The highest survival rate of seagrass seeds was found in treatment C, with a value of 90%. The absorption of nutrients (ammonia, nitrate, and phosphate) in shrimp farming waste was optimally achieved in treatment C. Nutrient concentrations in all treatments tended to decrease.

Keywords: *Enhalus acoroides*; nutrient; seagrass; seedling

PENDAHULUAN

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang produktif dan memiliki jasa ekosistem penting. Saat ini kondisi padang lamun dilaporkan terancam oleh berbagai aktivitas manusia seperti tambat kapal, penangkapan ikan, dan pembangunan pesisir (Unsworth *et al.*, 2018). Kerusakan padang lamun sangat berpengaruh terhadap penurunan keanekaragaman hayati laut, mengingat fungsi utama padang lamun sebagai habitat biota, mencari makan, dan berkembang biak biota laut. Di prediksi saat ini laju penurunan luasan padang lamun di dunia setiap tahunnya sekitar 2.82% (Stankovic *et al.*, 2021).

Terdapat banyak faktor yang berkontribusi terhadap menurunnya luasan ekosistem lamun diantaranya yaitu terjadinya penurunan kualitas air yang dipicu oleh terjadinya proses eutrofikasi di perairan (Unsworth *et al.*, 2018). Eutrofikasi ditandai dengan meningkatnya nutrisi di perairan secara drastis, seperti nitrat dan fosfat. Unsur nitrat dan fosfat saat ini menjadi sumber polusi terbesar khususnya di perairan pesisir, yang dapat mengancam keberlangsungan makhluk hidup di sekitarnya (Vasanthi *et al.*, 2015).

Salah satu aktivitas di wilayah pesisir yang berkontribusi terhadap fenomena terjadinya peningkatan nutrisi di perairan diantaranya yaitu adanya pembuangan limbah dari aktivitas budidaya organisme perairan. Sebagaimana diketahui bahwa limbah budidaya organisme perairan memiliki kandungan nutrisi yang sangat tinggi yang berasal dari sisa metabolisme dan sisa pakan yang tidak termakan seperti halnya pada limbah budidaya udang. Hal tersebut tentunya berkontribusi terhadap peningkatan nitrat, nitrit, amoniak, karbondioksida yang dapat menurunkan kualitas perairan (Sambu *et al.*, 2021).

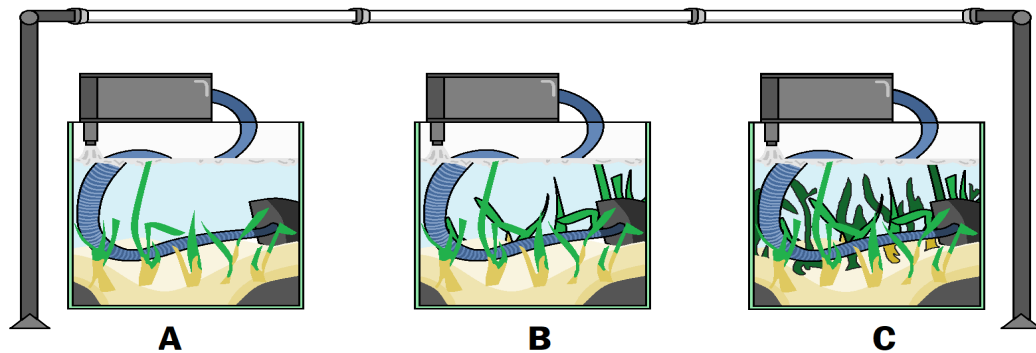
Lamun jenis *Enhalus acoroides* termasuk ke dalam jenis lamun persisten memiliki ukuran besar serta sebaran hidup yang luas di Perairan Indonesia (Kawaroe *et al.*, 2016; Hernawan *et al.*, 2021). Sebagai kelompok lamun persisten, fase awal kehidupan pada lamun tersebut berawal dari biji yang berkembang menjadi benih yang kemudian benih tersebut akan terus berkembang menjadi individu dewasa. Saat ini proses pembenihan lamun juga sudah pernah dilakukan pada skala terkontrol di dalam rangka mendukung aktivitas restorasi ekosistem lamun (Ambo-Rappe dan Yasir., 2015; Nugraha, 2022). Adanya ancaman penurunan kualitas air yang diakibatkan karena adanya eutrofikasi dapat mengancam keberlangsungan benih lamun di alam. Ketika performa benih lamun terganggu, hal tersebut tentu dapat mengancam keberlangsungan ekosistem lamun.

Berdasarkan hasil penelusuran, informasi dampak pengkayaan nutrisi yang berasal dari limbah aktivitas manusia terhadap perkembangan benih lamun masih sangat terbatas, khususnya lamun yang berasal dari perairan tropis. Diperlukan kajian lebih lanjut terkait dampak pengayaan nutrisi khususnya yang berasal dari limbah budidaya udang terhadap fisiologi benih lamun. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengukur pertumbuhan dan tingkat sintasan benih lamun *E. acoroides* yang tumbuh pada media limbah budidaya udang serta mengukur perubahan konsentrasi nutrisi yang berasal dari limbah budidaya udang dalam proses pembenihan lamun *E. acoroides*. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi terkait dengan respon benih lamun terhadap pengkayaan nutrisi yang berasal dari limbah budidaya udang.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini diawali dengan melakukan pencarian buah lamun yang sudah matang di alam. Buah lamun yang sudah matang selanjutnya diambil bijinya. Biji yang didapat selanjutnya dibersihkan kemudian dilakukan proses pembenihan pada akuarium dengan menggunakan air laut dan ditanam di atas substrat pasir. Proses penanaman tersebut berlangsung hingga usia tiga bulan.

Benih lamun yang sudah berusia tiga bulan selanjutnya akan ditumbuhkan pada media limbah budidaya udang yang terdapat pada akuarium dengan dimensi 25x25x25 cm, pada tiga perlakuan yang terdiri dari perlakuan A dengan jumlah 5 benih/akuarium (jumlah tegakan benih lamun jarang), perlakuan B dengan jumlah 10 benih/akuarium (jumlah tegakan benih lamun sedang) dan perlakuan C dengan jumlah 20 benih/akuarium (jumlah tegakan benih lamun rapat (Gambar 1). Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga kali ulangan. Proses pembenihan lamun dengan menggunakan media limbah budidaya udang dilakukan selama empat minggu.



Gambar 1. Ilustrasi pemberian perlakuan

Selama proses pembenihan berlangsung terdapat beberapa aspek yang diamati seperti pertumbuhan daun, tingkat sintasan serta kualitas air yang meliputi kandungan nutrisi (amonia, nitrat, fosfat), DO, pH, suhu, salinitas, kekeruhan. Pengukuran pertumbuhan dan sintasan benih lamun dilakukan pada hari pertama dan terakhir penelitian. Hal ini bertujuan untuk tidak merusak sampel penelitian. Pengukuran pertumbuhan dilakukan dengan mengukur panjang daun benih lamun pada hari pertama penanaman dan hari terakhir pengamatan. Pengukuran tingkat sintasan dilakukan dengan menghitung benih yang masih hidup pada masa akhir pengamatan. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan setiap pekan. Pengukuran suhu menggunakan termometer, kekeruhan menggunakan *turbidimeter*, derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter, salinitas menggunakan *hand refractometer*, dan oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter. Pengukuran konsentrasi nutrisi seperti nitrat menggunakan metode klorimetrik, fosfat mengacu kepada metode SNI 8567:2018 dan amoniak mengacu kepada metode SNI 06-6989.31-2005.

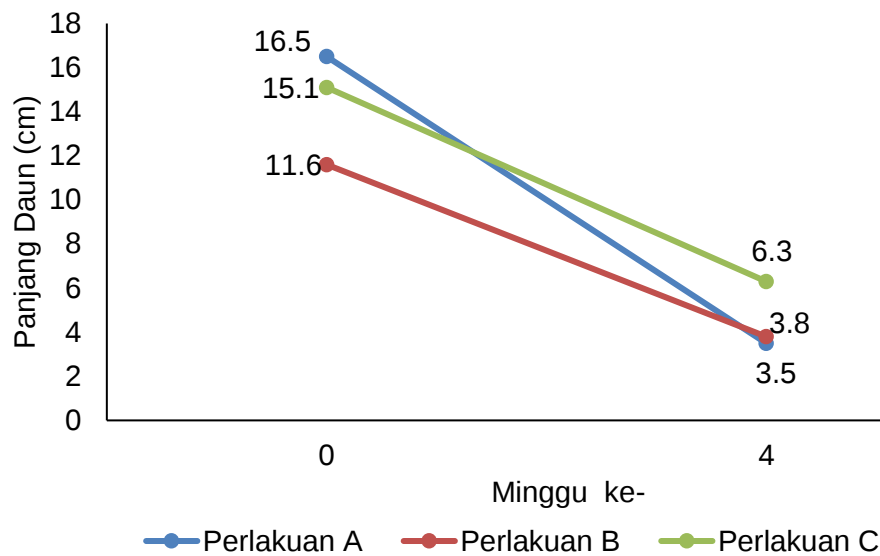
Selanjutnya untuk melihat pengaruh pemberian perlakuan pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *two way ANOVA (analysis of variance) without replication* dengan tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$) (Andika *et al.*, 2020). *Two way ANOVA (analysis of variance) without replication* digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai rata-rata pada variabel baris maupun kolom dengan sampel yang sama (Siregar, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

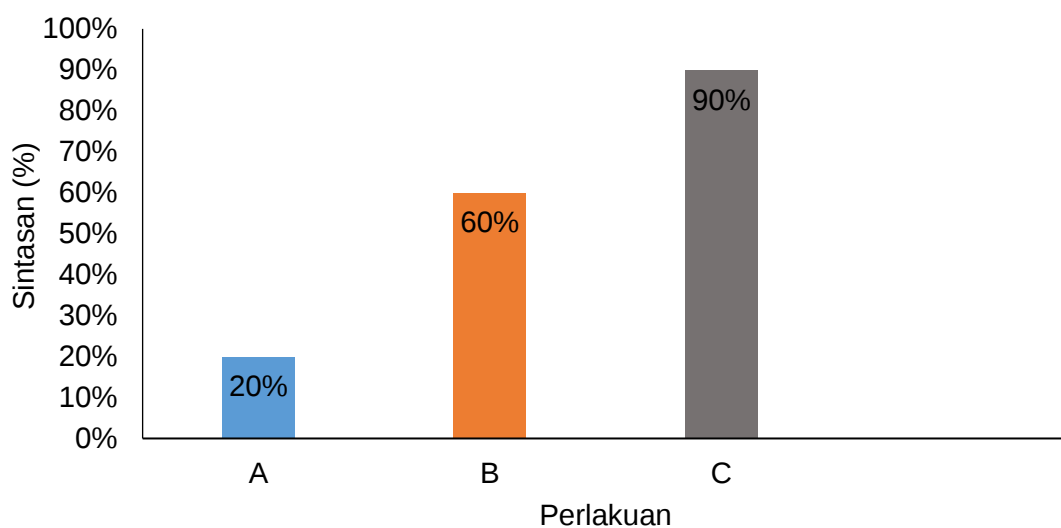
Berdasarkan proses kultivasi benih lamun *Enhalus acoroides* yang dilakukan selama 4 minggu, diketahui laju pertumbuhan benih lamun pada setiap perlakuan disajikan pada Gambar 2. Hasil pengukuran pertumbuhan pada semua perlakuan mengalami penurunan pertumbuhan. Berdasarkan hasil uji ANOVA dua arah tanpa replikasi menunjukkan rata-rata penurunan laju pertumbuhan selama 4 minggu pemeliharaan memiliki nilai yang tidak berbeda nyata antara setiap perlakuan ($P=0,43$; $P>0,05$). Pada perlakuan A memiliki laju pertumbuhan sebesar -0,4 cm/hari, perlakuan B memiliki laju pertumbuhan sebesar -0,2 cm/hari, dan pada perlakuan C memiliki laju pertumbuhan sebesar -0,3 cm/hari. Penelitian yang dilakukan oleh Nugraha *et al* (2022) pada proses pembenihan lamun tanpa adanya penambahan nutrisi memiliki laju pertumbuhan daun sebesar 0,09 cm/hari dengan rata-rata panjang daun mencapai 8,75 cm selama 60 hari masa kultivasi.

Penurunan pertumbuhan benih lamun *Enhalus acoroides* pada penelitian ini dikarenakan tingginya konsentrasi nutrisi yang terkandung dalam limbah budidaya udang yang telah melebihi ambang batas baku mutu perairan bagi kehidupan lamun. Menurut Lee *et al* (2007), konsentrasi nutrisi yang melebihi ambang batas baku mutu dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan pada lamun. Lamun merupakan salah satu tumbuhan laut yang hidupnya dipengaruhi oleh kualitas perairan dan keberadaan nutrisi (Tomascik *et al.*, 1997). Tingginya konsentrasi nutrisi dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, ukuran rata-rata panjang daun, maupun morfologi pada lamun. Menurut penelitian York *et al* (2013) pada spesies lamun *Zoostera muelleri*, konsentrasi nutrisi yang cukup akan menghasilkan daun yang baik.

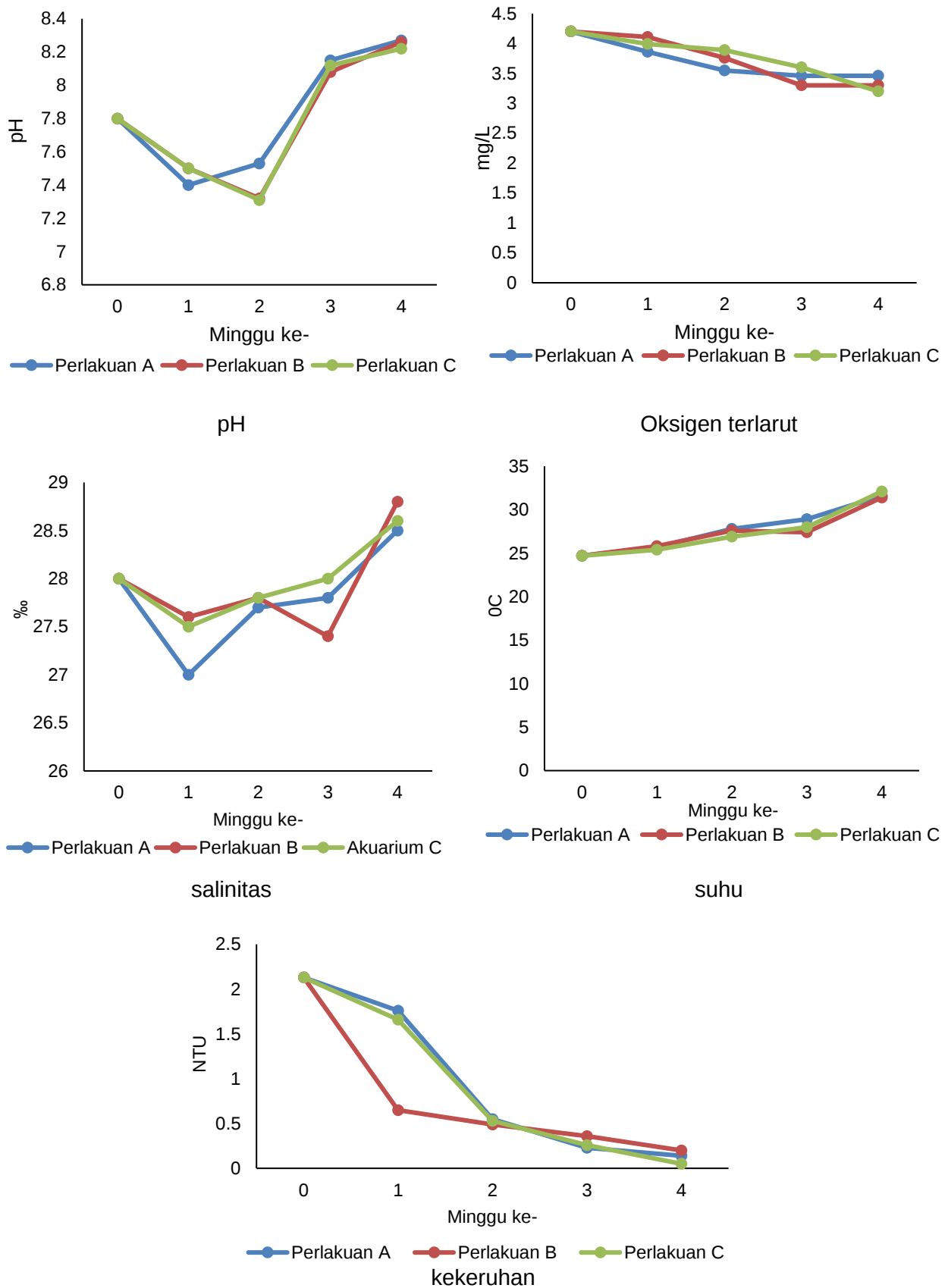
Penurunan pertumbuhan dalam penelitian ini ditandai dengan adanya kerapuhan daun pada benih lamun. Tingginya konsentrasi amonia dapat menghambat kemampuan difusi antar membran sel yang menyebabkan kerapuhan daun (Colt, 2006). Selain itu faktor penurunan pertumbuhan diduga dipengaruhi oleh usia benih lamun yang masih terbilang dini untuk melakukan penyerapan nutrisi yang melebihi ambang batas baku mutu. Meskipun daun lamun mengalami kerapuhan, kondisi beberapa lamun tetap bertahan hidup. Hal tersebut dapat dilihat dari kondisi rhizome yang berfungsi dengan baik (Lee *et al.*, 2017). Pertumbuhan yang menurun mengakibatkan adanya lamun yang tidak mampu bertahan akibat besarnya nilai nutrisi pada limbah udang, sehingga berdampak kepada tingkat sintasan benih lamun. Selama 4 minggu proses kultivasi, diketahui sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan C dengan nilai sintasan sebesar 90% dan nilai sintasan terendah 20% yaitu pada perlakuan A (Gambar 3).



Gambar 2. Pertumbuhan benih lamun *Enhlus acoroides*



Gambar 3. Tingkat sintasan benih lamun *Enhalus acoroides*



Gambar 4. Konsentrasi parameter kualitas air selama proses kultivasi berlangsung

Konsentrasi nutrisi yang tinggi di perairan dapat menyebabkan perubahan fisiologis, biokimia, dan molekuler yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman dengan mengurangi proses fotosintesis (Song *et al.*, 2014). Kenaikan respirasi akibat nutrisi yang meningkat dalam jangka waktu yang lebih lama pada akhirnya dapat menyebabkan kematian pada lamun (York *et al.*, 2013). Akibat hal tersebut nilai sintasan yang didapat pada penelitian ini relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh McKenzie & Yoshida, 2009, tingkat sintasan benih lamun yang dihasilkan dalam pembenihan skala laboratorium tanpa perlakuan sebesar 98,7%, dengan kondisi daun yang sehat.

Pada penelitian ini diketahui bahwasannya semakin rapat nilai tegakan pada benih lamun memberikan dampak terhadap tingginya nilai tingkat sintasan. Banyaknya tegakan lamun tersebut mengakibatkan semakin banyaknya individu lamun yang melakukan penyerapan terhadap nutrisi di perairan. Hal tersebut mengakibatkan jumlah nutrisi yang terserap menjadi lebih terbagi sehingga individu bibit lamun pada perlakuan C dimungkinkan menyerap nutrisi dalam jumlah konsentrasi yang lebih sedikit dibandingkan perlakuan A dan B.

Nilai pH pada ketiga perlakuan berada dalam ambang batas baku mutu yaitu 7 – 8,5. Adapun pada perlakuan A sebesar 7,4 – 8,27, perlakuan B sebesar 7,5 – 8,26, dan perlakuan C sebesar 7 – 8,22 (Gambar 4). Nilai pH mengalami kenaikan dikarenakan suhu pada akuarium yang naik sehingga kelarutan karbon dioksida akan menurun menyebabkan terjadinya proses metabolisme bikarbonat dengan pelepasan ion H^+ di dalam air yang menyebabkan kenaikan nilai pH (Effendi, 2013). Nilai pH yang bervariasi dapat berpengaruh terhadap biota di suatu perairan. Jika kondisi perairan sangat basa ataupun sangat asam dapat membahayakan kelangsungan organisme dikarenakan akan mengganggu proses metabolisme maupun respirasi (Hertyastuti *et al.*, 2020).

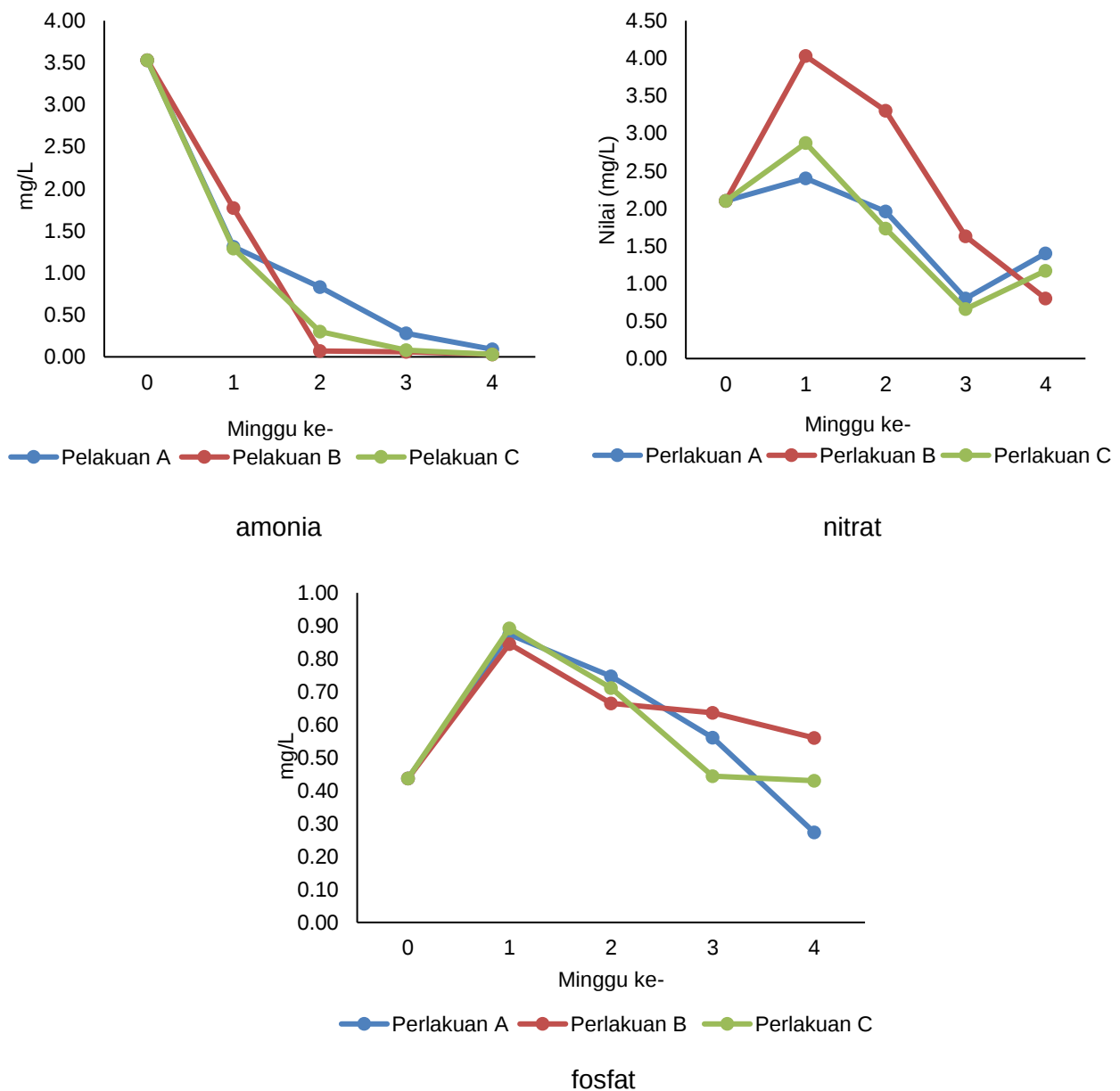
Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada ketiga perlakuan berada dibawah batas baku mutu dengan $DO < 5$ mg/L. DO tertinggi terdapat pada minggu ke-0 penelitian yaitu sebesar 4,20 mg/L pada semua perlakuan (Gambar 4). Oksigen terlarut dalam penelitian ini mengalami penurunan karena aktivitas bakteri dalam pengurai air limbah yang membutuhkan oksigen, sehingga konsentrasi oksigen menurun (Effendi, 2013). Konsentrasi oksigen terlarut dapat berfluktuasi, yang diantaranya dipengaruhi oleh proses respirasi yang dilakukan oleh tumbuhan air (Puspitaningrum *et al.*, 2012). Konsentrasi oksigen berkurang karena digunakan oleh lamun untuk bernafas dan bertahan hidup. Selain itu, sisa hasil remahan daun lamun yang telah rapuh di permukaan air menghambat oksigen di udara tidak dapat melakukan proses difusi karena air mengalami kekeruhan.

Nilai salinitas (‰) terdapat pada minggu ke-4 pemeliharaan yaitu pada perlakuan B sebesar 28,8 ‰ (Gambar 4). Nilai salinitas yang tinggi disebabkan oleh suhu yang meningkat sehingga air laut pada akuarium lebih cepat menguap dengan volume air berkurang, yang berdampak terhadap meningkatnya nilai salinitas. Lamun mempunyai toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas, namun sebagian besar lamun toleran pada kisaran salinitas 20 – 35 ‰ (Aziizah *et al.*, 2016).

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang berperan besar di ekosistem perairan. Suhu memengaruhi fisiologi pada lamun seperti laju pertumbuhan, proses fotosintesis, dan reproduksi (Handayani *et al.*, 2016). Kemampuan proses fotosintesis akan menurun apabila suhu perairan berada di luar kisarannya (Poedijirahajoe *et al.*, 2013). Hal ini didasarkan pada hasil pengukuran temperatur pada akuarium pengambilan sampel selama penelitian berlangsung diperoleh nilai suhu $24,7^{\circ}C - 32,1^{\circ}C$ (Gambar 4). Suhu tersebut tidak memenuhi standar baku mutu akibat penyimpanan limbah pada wadah yang cukup lama. Suhu semakin meningkat sebanding dengan lamanya waktu penelitian. Hal tersebut dikarenakan massa air yang semakin berkurang akibat proses penguapan.

Nilai kekeruhan yang didapat selama penelitian adalah 0,05 NTU – 2,17 NTU (Gambar 4). Nilai kekeruhan semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu penelitian. Nilai kekeruhan terendah terdapat pada perlakuan C. Nilai kekeruhan berbanding lurus dengan tegakan, yaitu semakin rapat tegakan lamun larutan tersuspensi yang terperangkap pada daun lamun dan sedimen semakin besar. Nilai kekeruhan yang diperoleh dalam penelitian ini masih sesuai untuk kehidupan lamun berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, tentang baku mutu air limbah perikanan dan peternakan < 5 NTU. Kekeruhan dapat mengurangi cahaya yang diterima lamun sehingga mengganggu aktivitas fotosintesis serta mengakibatkan gangguan pertumbuhan pada lamun.

Adanya perbedaan perlakuan pada penelitian ini tidak berdampak signifikan pada konsentrasi nutrisi di akhir penelitian. Berdasarkan hasil analisis kadar amonia (NH_3), didapatkan konsentrasi tertinggi pada minggu ke-0 dengan nilai 3,53 mg/L (Gambar 5a). Nilai tersebut telah melebihi ambang batas baku mutu yang mengacu kepada PP No. 22 Tahun 2021 dimana baku mutu untuk amonia (NH_3) sebesar 0,03 mg/L. Pada masa akhir penelitian diamati bahwa telah terjadi penurunan konsentrasi amonia pada perlakuan A sebesar 97%, perlakuan B dan C dengan nilai sebesar 99%. Semakin banyaknya tegakan benih lamun memiliki pengaruh dalam menurunkan konsentrasi amonia. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya proses fotosintesis yang dilakukan oleh benih lamun, semakin banyak tegakan benih lamun maka semakin banyak oksigen yang dihasilkan. Keberadaan oksigen terlarut menjadi alasan yang menyebabkan kadar amonia menurun karena adanya proses denitrifikasi dengan bantuan bakteri dalam menurunkan kadar amonia (NH_3).



Gambar 5. Konsentrasi parameter nutrisi selama kultivasi berlangsung.

Hasil analisis terhadap konsentrasi nitrat (NO_3^-) menunjukkan bahwa trend penurunan konsentrasi nitrat hingga akhir kultivasi. Penurunan konsentrasi nitrat pada perlakuan perlakuan A sebesar 33%, perlakuan B sebesar 61%, dan perlakuan C sebesar 47%. Hasil penelitian lain menunjukkan adanya penurunan konsentrasi nitrat yang terdapat pada limbah tekstil hingga 92,17% menggunakan lamun *Cymodecea rotundata* sebagai agen bioremediasi (Vasanthi *et al.* 2015). Berdasarkan studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa benih lamun *Enhalus acoroides* dapat menyerap limbah yang berasal dari aktivitas budidaya, hal tersebut ditunjukkan dengan semakin menurunnya konsentrasi amonia (NH_3). Mengingat bahwa proses terbentuknya nitrat berasal dari pecahnya amonia yang ternitrifikasi. Konsentrasi nitrat (NO_3^-) dalam perairan ditentukan oleh jumlah amonia (NH_3) dan nitrit (Wetzel, 1983). Konsentrasi nitrat meningkat saat minggu ke-3 pada perlakuan A dan C, naiknya konsentrasi nitrat juga diduga akibat semakin menurunnya konsentrasi amoniak, yang merupakan sumber pembentukan nitrat. Selain itu juga sumbangan serasah daun lamun dapat memicu proses nitrifikasi yang terjadi, mengingat bahwa keberadaan bakteri *nitrobacter* dan ketersediaan oksigen yang cukup di suatu perairan. Selanjutnya jika dilihat lebih lanjut konsentrasi nitrat mengalami penurunan. Hal tersebut diduga nitrat digunakan sebagai sumber nutrisi oleh benih lamun *Enhalus acoroides*. Selain itu pada penelitian ini diasumsikan bahwa nutrisi dimanfaatkan oleh bakteri dan fitoplankton dalam mempertahankan hidupnya, mengingat bahwa pada awal penelitian tidak dilakukan penyaringan fitoplankton dan tidak adanya pengukuran kelimpahan bakteri selama penelitian.

Hasil pengukuran fosfat (PO_4^{3-}) menunjukkan pada limbah budidaya udang pada masa awal penelitian memiliki nilai konsentrasi sebesar 0,44 mg/L. Konsentrasi fosfat (PO_4^{3-}) dengan nilai tersebut masih melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan yakni 0,015 mg/L. Konsentrasi fosfat (PO_4^{3-}) pada seluruh perlakuan mengalami kenaikan pada minggu ke-2 dan terus mengalami penurunan pada minggu berikutnya. Nilai fosfat (PO_4^{3-}) tertinggi terdapat pada perlakuan C di minggu ke-2 sebesar 0,89 mg/L. Mita *et al.* (2016) berpendapat bahwa kandungan fosfat juga dapat ditemukan pada sedimen. Pada penelitian ini diduga adanya proses pencampuran antara sedimen di dasar akuarium menyebabkan unsur kimia termasuk fosfat juga ikut terangkat sehingga menyebabkan naiknya konsentrasi fosfat (PO_4^{3-}). Selain itu adanya kerapuhan pada bagian daun lamun dapat meningkatkan konsentrasi fosfat pada media kultivasi. Konsentrasi fosfat yang terdapat pada limbah tekstil menurun 63,76% akibat proses penyerapan oleh lamun *Cymodecea rotundata* (Vasanthi *et al.* 2015). Konsentrasi fosfat yang terus menurun diduga digunakan benih lamun *Enhalus acoroides*. Selain itu diduga adanya bakteri dan fitoplankton yang memanfaatkan fosfat sebagai penunjang bertahan hidup juga menjadi alasan mengapa konsentrasi fosfat menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa pada seluruh perlakuan menunjukkan terjadinya penurunan pertumbuhan pada daun benih lamun. Penurunan pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan B pada tegakan lamun yang sedang yaitu dengan laju sebesar -0,2 cm/hari. Sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan C dengan nilai 90%. Konsentrasi nutrisi (amonia, nitrat, dan fosfat) yang terdapat pada limbah budidaya udang secara umum mengalami penurunan konsentrasi selama proses kultivasi berlangsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah memberikan bantuan pendanaan penelitian pada skema Penelitian Iptek Tepat Guna pada tahun anggaran 2023.

DAFTAR PUSTAKA

Ambo-Rappe, R., & Yasir, I. 2015. The effect of storage condition on viability of *Enhalus acoroides* seedlings. *Aquatic Botany*, 127: 57–61. DOI: 10.1016/j.aquabot.2015.07.004

- Andika, Y., Kawaroe, M., Effendi, H., & Zamani, N. P. 2020. Pengaruh Kondisi pH Terhadap Respons Fisiologis Daun Lamun Jenis *Cymodocea rotundata*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2): 487-495.
- Aziizah, N.N., Siregar, V.P., & Agus, S.B. 2016. Analisa Spasial Luas Tutupan Lamun di Pulau Tunda Serang, Banten. *Omni-Akuatika*, 12(1): 73-80
- Colt, H., Granger, S.H., & Izumi. 2006. Water quality nutrient measurement for seagrass habitats. *Elvesier Science*, 20: 393-405.
- Effendi, H. 2013. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan. Kanisius : Yogyakarta.
- Handayani, D.R., Armid, A., & Emiyarti, E. 2016. Hubungan Kandungan Nutrien Dalam Substrat Terhadap Kepadatan Lamun Di Perairan Desa Lalowaru Kecamatan Moramo Utara. *Sapa Laut*, 1(2): 42-53.
- Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Ambo-Rappe, R., Sjafrie, N.D.M., Hadiyanto, H., Yusup, D.S., Nugraha, A.H., La Nafie, Y.A., Adi, W., Prayudha, B., Irawan, A., Rahayu, Y.P., Ningsih, E., Ritniasih, I., Supriadi, I.H., & McMahon, K., 2021. The First Nation-Weed Assessment Identifies Valuable Blue-Carbon Seagrass Habitat In Indonesia Is In Moderate Condition. *Science of The Total Environment*, 634: 279-86. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146818.
- Hertyastuti, P.R., Putra, R.D., Apriadi, T., Suhana, M.P., Idris, F. & Nugraha, A.H. 2020. Estimasi Kandungan Stok Karbon Pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Dompok dan Berakit, Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3): 849-862.
- Kawaroe, M., Nugraha, A.H., Juraij, J., & Tasabaramo, I.A., 2016. Seagrass Biodiversity at Three Marine Ecoregions of Indonesia: Sunda Shelf, Sulawesi Sea, And Banda Sea. *Biodiversitas*, 17(2): 585-591. DOI: 10.13057/biodiv/d170228.
- Lee, K.S., Park, S.R., & Kim Y.K. 2007. Effect of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrass: a review. *Journal Experiment Biology and Ecology*, 35: 144-175.
- McKenzie, L.J. & Yoshida, R.L., 2009. Seagrass-Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia. *The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali. 9th May*.
- Mita, T., Utami, R., Maslukah, L., & Yusuf, M. 2016. Sebaran Nitrat (NO₃) dan Fosfat (PO₄) Di Perairan Karangsong Kabupaten Indramayu. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1): 31–37. DOI: 10.14710/BULOMA.V5I1.1 1293
- Nugraha, A.H., Almahdi, S., Zahra, A., & Karlina, I. 2022. Morphometric Characteristic and Growth Responses of *Enhalus acoroides* Seedlings Under Different Substrate Composition Treatment. *Omni-Akuatika*, 17(2): 112-117. DOI: 10.20884/1.oa.2021.17.2.883
- Poedijirahajoe, E., Mahayani, N.P.D., Sidharta, B.R., & Salamuddin, M. 2013. Lamun dan Kondisi Ekosistemnya di Kawasan Peisisir Madasanger, Jelengan, dan Maluk Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1): 36-46
- Puspitaningrum, M., Izzati, M., & Haryanti, S. 2012. Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut Oleh Beberapa Tumbuhan air. *Anatomi dan Fisiologi*, 20(1): 47-55.
- Sambu, A.H., Malik, A., & Anwar, A. 2021. Efektivitas bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi pada limbah organik budidaya udang vannamei. *Jurnal Harpodon Borneo*, 14(2): 103-110.
- Song, Y., Chen, Q., Ci, D., Shao, X., & Zhang, D. 2014. Effect of high nutrients on photosynthesis and related gene expression in poplar. *BMC plant biology*, 14(1): 1-20.
- Siregar, S. 2014. Statistik Parametrik Untuk Penelitian Kuantitatif. Bumi Aksara. Jakarta. 538 Halaman.
- Stankovic, M., Ambo-Rappe, R., Cay, F., Dangan-Galon, F., Fortes, M. D., Hossain, M. S., Kiswara, W., Van Luong, C., Minh-Thu, P., Mishra, A. K., Noiraksar, T., Nurdin, N., Panyawai, J., Rattanachot, E., Rozaimi, M., Soe Htun, U. & Prathep, A. 2021. Quantification of blue carbon in seagrass ecosystems of Southeast Asia and their potential for climate change mitigation. *Science of the Total Environment*, 783: p.146858. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146858
- Tomascick, T., Mah, A.J., Nontji, A., & Kasim, M.K. 1997. The Ecology of the Indonesia Seas. Part One. Periplus Edition (HK) Ltd., Singapore. 48 Halaman.
- Unsworth, R.K.F., Ambo-Rappe, R., Jones, B.L., La Nafie, Y.A., Irawan, A., Hernawan, U.E., Moore,

- A.M. & Cullen-Unsworth, L.C. 2018. Indonesia's globally significant seagrass meadows are under widespread threat. *Science of the Total Environment*, 634: 279–286. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.315
- Vasanthi, D., Karuppasamy, P.K., Santhanam, P., Kumar, S.D., & Malarvannan, G. 2015. Phytoremediation to remove nutrient and textile dye effluent using seagrass (*Cymodocea rotundata*). *Advances in Biological Research*, 96:405-412. DOI: 10.5829/idosi.abr.2015.9.6.96110
- Wetzel, R.G. 1983. Limnology, Second edition. Saunders College Publishing, Toronto. *PeerJ*. 10: 1-12.
- York, P.H., Gruber, R.K., Hill, R., Ralph, P.J., Booth, D.J., & Macreadie, P.I. 2013. Physiological and morphological responses of the nutrients seagrass *Zostera muelerri* to multiple stressors: investigating the interactive effect of light and temperature. *PloS One*, 8(10): 1-12.