Jurnal Media Akuatika
ISSN 2503-4324
Volume 11, Nomor 3, Juli 2026

Respons Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* terhadap Variasi Durasi Perendaman dalam Pupuk Organik Cair

Growth Response of Seaweed (*Gracilaria verrucosa*) (hudson) Papenfuss to Different Soaking Durations in Liquid Organic Fertilizer

Yulistina, Ruslaini*, La Ode Aslin, Abdul Muis Balubi

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

ABSTRAK: Penelitian ini menganalisis respons pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* setelah bibit direndam dalam pupuk organik cair selama interval waktu yang berbeda. Eksperimen berlangsung selama 42 hari, dari November hingga Desember 2024, menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Pupuk organik cair yang digunakan mengandung N 3,26%, P 4,11%, dan K 3,45%. Perlakuan A, B, dan C masing-masing berupa perendaman selama 6, 9, dan 12 jam, sedangkan perlakuan D merupakan kontrol tanpa perendaman pupuk. Setiap unit menggunakan bibit berbobot awal 20 g yang dipelihara dalam wadah plastik berkapasitas 16 L dan ditimbang sekali setiap minggu. Pada akhir pemeliharaan, perlakuan C menghasilkan pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi, yaitu 18,29±1,14 g dan 1,56±0,07%. Nilai berikutnya diperoleh pada perlakuan B sebesar 14,88±0,93 g dan 1,33±0,06%, perlakuan A sebesar 9,50±5,76 g dan 0,90±0,45%, serta perlakuan D sebesar 6,27±2,64 g dan 0,64±0,23%. Selama penelitian, suhu berada pada kisaran 27-30 °C, pH 7,4-8,6, salinitas 19-24 ppt, intensitas cahaya 1714-2245, nitrat 0,187-0,391 ppm, dan fosfat 0,061-0,087 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu perendaman optimum rumput laut *G. verrucosa* menggunakan pupuk organic cair adalah selama 12 jam.
Kata kunci: *Gracilaria verrucosa*; durasi perendaman; pertumbuhan; pupuk organik cair

Abstract: This study analyzed the growth response of *Gracilaria verrucosa* following seedling immersion in liquid organic fertilizer for different durations. The experiment was conducted over a 42-day period, from November to December 2024, using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments with three replicates each. The liquid organic fertilizer contained 3.26% N, 4.11% P, and 3.45% K. Treatments A, B, and C consisted of immersion periods of 6, 9, and 12 hours, respectively, whereas Treatment D served as the control without fertilizer immersion. Each experimental unit was stocked with seaweed seedlings weighing 20 g at the beginning of the experiment and maintained in 16-L plastic containers. Biomass was measured once a week. At the end of the cultivation period, Treatment C produced the highest absolute growth and specific growth rate, reaching 18.29 ± 1.14 g and 1.56 ± 0.07%, respectively. These were followed by Treatment B, with values of 14.88 ± 0.93 g and 1.33 ± 0.06%; Treatment A, with 9.50 ± 5.76 g and 0.90 ± 0.45%; and Treatment D, with 6.27 ± 2.64 g and 0.64 ± 0.23%, respectively. Throughout the experimental period, water temperature ranged from 27–30 °C, pH from 7.4–8.6, salinity from 19–24 ppt, light intensity from 1,714–2,245, nitrate from 0.187–0.391 ppm, and phosphate from 0.061–0.087 ppm. The results indicated that the optimum immersion duration for *G. verrucosa* seedlings using liquid organic fertilizer was 12 hours.
Keywords: *Gracilaria verrucosa*; immersion duration; growth; liquid organic fertilizer

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan komoditas strategis dalam sektor perikanan budidaya Indonesia karena dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kesehatan, kosmetik, dan farmasi (Waluyo *et al*., 2019). Perluasan ragam pemanfaatan tersebut diikuti oleh peningkatan kebutuhan pasar domestik dan internasional dari waktu ke waktu (Siburian & Herliany, 2023). Produksi nasional pada 2020 dilaporkan mencapai sekitar 9,6 juta ton. Capaian ini menempatkan Indonesia sebagai produsen perikanan budidaya terbesar kedua setelah Tiongkok dan menyumbang kurang lebih 27% produksi rumput laut dunia. Di antara jenis yang prospektif untuk dikembangkan melalui budidaya ialah *Gracilaria verrucosa* (Hardiana

Penulis korespondensi: *ruslaini@uho.ac.id*

***Article history*:**
Diterima/*Received*: 27 Mei 2026
Disetujui/*Accepted*: 4 Juli 2026
Diterbitkan/*Published*: 18 Juli 2026

et al., 2023). Kandungan agar yang bernilai ekonomi menjadikan spesies ini relevan sebagai sumber bahan baku bagi beragam produk industri (Purwanti *et al*., 2024).

Gracilaria verrucosa termasuk alga merah dari famili Gracilariaceae (Rhodophyta) yang secara alami dijumpai di perairan tropis maupun subtropis. Sebagai agarofit, biomassa spesies ini dapat dikonsumsi langsung ataupun diolah untuk memenuhi kebutuhan industri (Ruslaini, 2017). Meskipun demikian, produktivitas budidaya dapat terhambat apabila ketersediaan nutrien pada substrat dan media perairan tidak memadai (Patahiruddin, 2020). Pertumbuhan umumnya dinilai melalui perubahan bobot dan panjang selama periode pemeliharaan, serta berlangsung lebih baik ketika kebutuhan nutrisi tercukupi. Respons tersebut ditentukan oleh faktor internal, seperti spesies, galur, bagian thallus yang digunakan sebagai bibit, dan umur, serta faktor eksternal berupa kondisi fisika-kimia perairan (Sangkia *et al*., 2018). Kualitas air, iklim, arus, gelombang, dan karakter kimia lingkungan merupakan bagian dari faktor eksternal yang turut mengendalikan pertumbuhan rumput laut (Rukmana, 2022).

Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan rumput laut dapat dilakukan dengan memperbaiki pasokan unsur hara melalui pemupukan. Nutrien makro yang tersedia dari pupuk mendukung pembentukan dan regenerasi sel sehingga proses pertumbuhan dapat berlangsung lebih baik (Amalo *et al*., 2022). Pupuk berbentuk cair mudah terdispersi di dalam air, sehingga unsur hara lebih cepat tersedia untuk diserap. Pupuk organik cair juga memiliki kelebihan berupa bahan yang relatif ekonomis, lebih ramah lingkungan, dan menyediakan sejumlah nutrien yang dibutuhkan rumput laut. Oleh sebab itu, penggunaannya telah diterapkan dalam kegiatan budidaya untuk mendorong pertumbuhan dan produktivitas organisme yang dipelihara (Jaelani *et al.,* 2021).

Aplikasi pupuk pada budidaya rumput laut dapat dilakukan dengan merendam bibit dalam larutan nutrien sebelum masa pemeliharaan (Wahid *et al*., 2022). Pendekatan ini telah diuji menggunakan vermikompos (Astuti *et al*., 2024), Super Bionik (Syafi'iy *et al.,* 2015), Super Bionic produksi Agro (Nurfebriani *et al*., 2015), pupuk NPK (Anwar., 2023), dan pupuk PES (Yuliana, 2022), dengan durasi kontak yang beragam. Secara umum, hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa perendaman dapat meningkatkan peluang bibit memperoleh nutrien dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk. Lama perendaman perlu diatur secara tepat karena menentukan durasi kontak antara jaringan rumput laut dan larutan pupuk. Waktu yang terlalu singkat dapat membatasi penyerapan, sedangkan durasi yang sesuai memungkinkan unsur hara dimanfaatkan secara lebih efektif (Valenzuela, 2024). Atas dasar itu, penelitian ini mengevaluasi pengaruh perendaman selama beberapa interval waktu menggunakan pupuk organik cair berkandungan N 3,26%, P 4,11%, dan K 3,45% terhadap pertumbuhan *G. verrucosa*.

METODE

Persiapan Lokasi dan Media

Eksperimen dilaksanakan di Kelurahan Watubangga, Kecamatan Baruga, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, selama 42 hari pada November-Desember 2024. Tahap awal mencakup penyiapan lokasi dan media pemeliharaan. Kegiatan dilakukan di Kelurahan Watubangga, Kecamatan Baruga, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Sebanyak 12 wadah plastik berkapasitas 16 L dan berdiameter 30 cm digunakan sebagai unit pemeliharaan. Seluruh wadah dicuci, dikeringkan, lalu ditempatkan pada rak penelitian. Setiap wadah selanjutnya diisi 10 L air dan dilengkapi aerasi.

Persiapan Sampel Bibit *G. verrucosa* dan Pupuk

Bibit *G. verrucosa* diperoleh dari hasil budidaya petani di Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan. Bahan uji dipilih berdasarkan kondisi fisiknya, yaitu berwarna cerah, bersih,

segar, memiliki banyak cabang, bebas hama dan kotoran, serta tidak menunjukkan bercak atau bagian yang terkelupas. Bibit terpilih dipotong hingga setiap bagian mempunyai bobot awal yang sama, yaitu 20 g. Seluruh bibit kemudian ditempatkan dalam wadah dan diaklimatisasi selama dua hari. Pupuk organik cair (komersil) yang digunakan mempunyai komposisi N 3,26%, P 4,11%, dan K 3,45%.

Metode Penelitian dan Pemeliharaan Rumput Laut

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan wadah plastik berkapasitas 15 liter. Setelah proses aklimatisasi dan penimbangan, bibit dimasukkan ke dalam media perendaman yang terdiri atas 20 L air laut dan 100 ml pupuk organik cair berkandungan N 3,26%, P 4,11%, dan K 3,45%. Lama perendaman dibedakan menjadi 6, 9, dan 12 jam, sedangkan kontrol 0 jam tidak memperoleh pupuk. Seusai perlakuan, bibit dipindahkan ke wadah pemeliharaan kapasitas 15 L. Selama 42 hari, thallus dibersihkan secara rutin, penyiponan dilakukan untuk membuang kotoran, dan sebanyak 50% volume air diganti secara berkala.

Tahap Pengamatan

Pengamatan mencakup perubahan biomassa dan kondisi media pemeliharaan. Bobot rumput laut diukur setiap tujuh hari selama periode pemeliharaan 42 hari. Suhu, pH, salinitas, dan intensitas cahaya dicatat setiap hari, sedangkan nitrat dan fosfat dianalisis pada awal serta akhir penelitian.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen kuantitatif skala laboratorium yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Empat perlakuan diterapkan dan masing-masing diulang tiga kali, dengan susunan sebagai berikut:
Perlakuan A = perendaman selama 6 jam
Perlakuan B = perendaman selama 9 jam
Perlakuan C = perendaman selama 12 jam
Perlakuan D = kontrol tanpa perendaman pupuk.

A1	**B1**	**C1**	**D1**
B2	**C2**	**D2**	**A2**
C3	**D3**	**A3**	**B3**

Gambar 1. Tata letak unit percobaan pada setiap ulangan.

Variabel yang Diamati
Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan biomassa mutlak dihitung dari selisih bobot akhir dan bobot awal dengan mengacu pada Nani *et al*. (2023), menggunakan persamaan berikut:
W = Wt–W0
Keterangan: W = pertumbuhan berat mutlak (g); Wt = bobot akhir (g); Wo = bobot awal (g)

Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

Laju pertumbuhan spesifik ditentukan dari data bobot mingguan dengan menggunakan persamaan Yong *et al*. (2013) sebagai berikut:
LPS (%/hari) = [(ln Wt–ln W0) / t] × 100
Keterangan: LPS = laju pertumbuhan spesifik harian (%); Wt = Bobot pada akhir periode pengamatan (g); W0 = pada awal periode pengamatan (g), t = Lama pemeliharaan (hari).

Kualitas Air

Kondisi media pemeliharaan dipantau untuk memastikan lingkungan budidaya tetap mendukung kehidupan rumput laut. Suhu, pH, salinitas, dan intensitas cahaya diukur setiap

hari, sedangkan konsentrasi nitrat dan fosfat ditentukan pada awal serta akhir masa pemeliharaan.

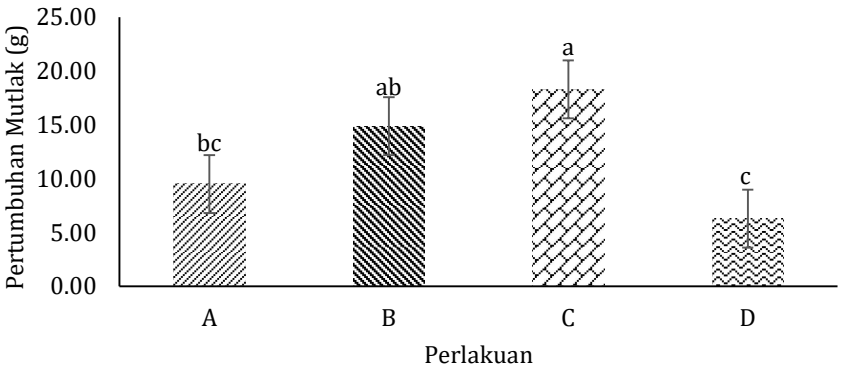
Analisis Data

Data pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik diuji menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan bantuan Microsoft Excel 2010 dan SPSS versi 24. Data kualitas air disajikan secara deskriptif.

HASIL

Pertumbuhan Mutlak (PM)

Perubahan bobot yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan mutlak disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2. Rerata pertumbuhan mutlak *G. verrucosa* setelah perendaman selama 6 jam (A), 9 jam (B), 12 jam (C), dan tanpa perendaman pupuk (D).

Setelah 42 hari pemeliharaan, pertumbuhan mutlak tertinggi tercatat pada perlakuan C (12 jam), yaitu 18,29±1,14 g. Perlakuan B (9 jam) menghasilkan 14,88±0,93 g, diikuti perlakuan A (6 jam) sebesar 9,50±5,76 g. Nilai terendah terdapat pada perlakuan D atau kontrol 0 jam, yakni 6,27±2,64 g. Analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan durasi perendaman 0, 6, 9, dan 12 jam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak *G. verrucosa* ($P<0,05$).

Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)

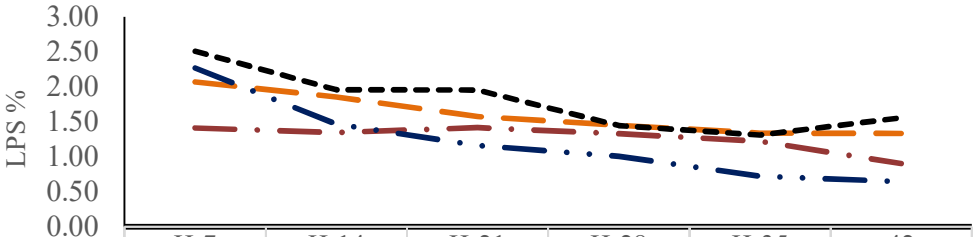
Pada hari ke-7, nilai LPS tertinggi diperoleh perlakuan C sebesar 2,51±0,70%, kemudian perlakuan D 2,27±0,59%, perlakuan B 2,07±0,28%, dan perlakuan A 1,41±0,39%. Perbedaan antarperlakuan pada waktu ini belum signifikan ($P>0,05$). Pola yang hampir serupa terlihat pada hari ke-14, ketika perlakuan C tetap memberikan nilai tertinggi sebesar 1,96±0,20%, disusul perlakuan B 1,85±0,15%, perlakuan D 1,47±0,17%, dan perlakuan A 1,35±0,62%. Hasil ANOVA pada hari ke-14 juga tidak menunjukkan pengaruh nyata ($P>0,05$).

Pada hari ke-21, perlakuan C menghasilkan LPS sebesar 1,95±0,22%, lebih tinggi daripada perlakuan B 1,57±0,20%, perlakuan A 1,41±0,47%, dan perlakuan D 1,16±0,04%. ANOVA memperlihatkan adanya pengaruh nyata ($P<0,05$). Uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan C tidak berbeda nyata dari A dan B, tetapi berbeda dari D. Perlakuan D tidak berbeda nyata dari A dan B, namun berbeda nyata dari C.

Nilai LPS pada hari ke-28 berada pada rentang 1,00-1,45%. Perlakuan B dan C menghasilkan nilai yang sama-sama tinggi, masing-masing 1,45±0,20% dan 1,45±0,21%, sedangkan perlakuan A mencapai 1,33±0,14% dan perlakuan D 1,00±0,11%. Pengaruh perlakuan dinyatakan signifikan ($P<0,05$). Berdasarkan uji Duncan, A, B, dan C tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi seluruhnya berbeda nyata dari D. Pada hari ke-35, LPS tertinggi terdapat pada perlakuan B sebesar 1,34±0,09%, diikuti perlakuan C 1,31±0,25%, perlakuan A 1,22±0,43%, dan perlakuan D 0,72±0,14%. ANOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan

(P<0,05). Hasil uji Duncan menempatkan A, B, dan C dalam kelompok yang tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan D berbeda nyata dari ketiga perlakuan perendaman.

Perubahan laju pertumbuhan spesifik selama enam kali interval pengamatan ditampilkan pada Gambar 2.



	H-7	H-14	H-21	H-28	H-35	42
A	1.41	1.35	1.41	1.33	1.22	0.90
B	2.07	1.85	1.57	1.45	1.34	1.33
C	2.51	1.96	1.95	1.45	1.31	1.56
D	2.27	1.47	1.16	1.00	0.72	0.64

Gambar 3. Dinamika laju pertumbuhan spesifik *G. verrucosa* pada perlakuan perendaman 6 jam (A), 9 jam (B), 12 jam (C), dan kontrol 0 jam (D).

Pada akhir pengamatan atau hari ke-42, perlakuan C kembali memberikan LPS tertinggi sebesar 1,56±0,07%, diikuti perlakuan B 1,33±0,06%, perlakuan A 0,90±0,45%, dan perlakuan D 0,64±0,23%. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan (P<0,05). Uji Duncan memperlihatkan bahwa A tidak berbeda nyata dari B dan D, tetapi berbeda dari C; B tidak berbeda nyata dari A dan C, tetapi berbeda dari D; C tidak berbeda nyata dari B, namun berbeda dari A dan D; sedangkan D tidak berbeda nyata dari A, tetapi berbeda dari B dan C.

Kualitas Air

Kisaran setiap parameter kualitas air selama masa pemeliharaan dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisaran parameter kualitas air selama penelitian.

Parameter	Satuan	Kisaran	Optimum	Referensi
Suhu	(°C)	27-30	25-30	Ruslaini (2017)
pH	-	7,3-8,6	6-9	Widiastuti (2011)
Salinitas	Ppt	19-25	17-25	Darhin *et al.* (2024)
Cahaya	Lux meter	1714-1750	1750	Halid & Patahiruddin (2020)
Nitrat	(mg/L)	0,187-0,391	0,1-0,7	Azizah (2018)
Fosfat	(mg/L)	0,061-0,087	0,0264-0,1044	Ruslaini (2017)

PEMBAHASAN

Analisis ragam membuktikan bahwa variasi waktu perendaman memengaruhi pertumbuhan mutlak *G. verrucosa* secara nyata (P<0,05). Perlakuan 12 jam menghasilkan pertambahan bobot tertinggi, yaitu 18,29±1,14 g, sedangkan kontrol tanpa perendaman memberikan nilai terendah sebesar 6,27±2,64 g. Perbedaan ini menunjukkan bahwa lamanya kontak bibit dengan pupuk organik cair berkandungan N 3,26% dan P 4,11% berkaitan dengan kemampuan jaringan memperoleh nutrien. Wahid *et al*. (2022) menjelaskan bahwa perubahan interval kontak antara rumput laut dan larutan pupuk dapat menghasilkan respons pertumbuhan yang berbeda. Durasi yang sesuai memberi kesempatan lebih besar bagi thallus untuk menyerap serta menggunakan unsur hara, sehingga pembentukan biomassa

berlangsung lebih efektif. Respons antarperlakuan juga dapat berkaitan dengan kemampuan sel mempertahankan keseimbangan zat terlarut. Mekanisme osmoregulasi mengendalikan kondisi internal melalui pengaturan konsentrasi terlarut di dalam sel (Tilaar *et al*., 2025), sehingga variasi kapasitas osmoregulasi berpotensi menyebabkan perbedaan penyerapan nutrien dan pertumbuhan.

Keunggulan perlakuan C mengindikasikan bahwa perendaman selama 12 jam menyediakan waktu yang lebih memadai untuk pemanfaatan unsur hara dibandingkan dengan durasi lain. Ketika nutrien yang diserap mencukupi kebutuhan metabolisme, pembentukan jaringan dan akumulasi biomassa dapat berlangsung lebih baik. Rahman *et al.* (2021) melaporkan bahwa efektivitas pupuk berkaitan dengan terpenuhinya unsur hara yang dapat diserap rumput laut. Sebaliknya, Aliyas & Hasnawati (2020) menegaskan bahwa waktu perendaman yang terlalu singkat dapat menyebabkan penyerapan berlangsung tidak seimbang dan kebutuhan hara belum tercukupi. Dengan demikian, hasil perlakuan 12 jam memperlihatkan pentingnya kecukupan durasi kontak, bukan hanya keberadaan pupuk di dalam media.

Pertumbuhan yang paling rendah pada kontrol menunjukkan bahwa tanpa perendaman, tambahan nutrien dari pupuk tidak tersedia bagi bibit sebelum pemeliharaan. Kondisi tersebut dapat membatasi pembentukan biomassa meskipun thallus tetap mengalami perkembangan. Darmawati (2017) menjelaskan bahwa pertumbuhan yang rendah dapat terjadi ketika pemanjangan thallus tidak diikuti peningkatan biomassa secara sebanding. Kecukupan nitrogen dan fosfor juga berperan karena kedua unsur tersebut mendukung pembentukan jaringan dan berbagai reaksi metabolisme. Rendiansyah *et al*. (2024) mengaitkan ketersediaan nutrien perairan dengan keberhasilan pertumbuhan rumput laut. Pada penelitian ini, nitrat tercatat sebesar 0,187-0,391 mg/L dan fosfat 0,061-0,087 mg/L; kisaran tersebut masih dapat mendukung pertumbuhan *G. verrucosa*. Nitrat berfungsi sebagai sumber nitrogen untuk perkembangan jaringan, sedangkan fosfat berperan dalam proses metabolisme dan pembentukan sel.

Pertumbuhan mutlak sebesar 18,29±1,14 g pada perlakuan 12 jam juga melampaui nilai yang dilaporkan Rahmawati & Rahim (2025). Dalam penelitian tersebut, pupuk organik cair dibuat dari campuran kotoran sapi, daun kering, ampas tahu atau limbah sawi putih, air, dan EM4, kemudian *G. verrucosa* dipelihara selama 35 hari. Pertumbuhan mutlak yang diperoleh masing-masing sebesar 6,33±2,55 g dan 7,00±2,63 g. Perbandingan ini memperlihatkan bahwa respons biomassa dapat berbeda menurut formulasi pupuk, bobot awal, lama pemeliharaan, dan prosedur aplikasinya.

LPS tertinggi pada hari ke-7 diperoleh perlakuan C sebesar 2,51±0,70%. Nilai tersebut menunjukkan respons awal yang kuat setelah bibit memperoleh tambahan unsur hara, terutama nitrogen, selama perendaman. Mulai hari ke-14, LPS seluruh perlakuan cenderung menurun hingga akhir pemeliharaan. Penurunan nilai relatif ini dapat terjadi ketika biomassa bertambah, sementara cadangan unsur hara yang tersimpan dalam thallus semakin terbatas. Akmal *et al.* (2015) menyatakan bahwa laju pertumbuhan harian dapat menurun seiring peningkatan bobot meskipun bibit sebelumnya memperoleh nutrien melalui perendaman. Silviana (2008) juga mengemukakan bahwa tanpa penambahan hara lanjutan, pertumbuhan harian dan pemanjangan rumput laut dapat menjadi lebih rendah.

Pada hari ke-42, perlakuan C mempertahankan LPS tertinggi sebesar 1,56±0,07%. Angka tersebut sedikit lebih besar daripada LPS 1,45% yang dilaporkan Abeng *et al.* (2021) pada *Gracilaria sp.* berbobot awal 100 g yang dipelihara selama 45 hari dengan perlakuan pupuk organik cair. Keunggulan perlakuan C diduga berhubungan dengan durasi 12 jam yang

memungkinkan nitrat, fosfat, dan unsur lain dari pupuk berkandungan N 3,26%, P 4,11%, dan K 3,45% memasuki jaringan secara lebih efektif. Liah *et al*. (2023) menyebutkan bahwa pupuk organik cair dirancang untuk menyediakan nutrisi lengkap, termasuk unsur hara makro, lemak, protein, asam organik, dan zat perangsang pertumbuhan. Ketersediaan komponen tersebut dapat menunjang metabolisme serta mempercepat pembentukan biomassa.

Durasi 12 jam tampaknya menjadi interval yang paling sesuai dalam kondisi eksperimen ini karena memberi waktu bagi thallus untuk memperoleh dan menggunakan nutrien sebelum pemeliharaan. Yusna *et al.* (2025) melaporkan bahwa perendaman selama 12 jam dapat menjadi durasi efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan pertambahan biomassa rumput laut. Sarira *et al*. (2018) menambahkan bahwa manfaat pupuk ditentukan oleh kesesuaian dosis dan cara aplikasi dengan kebutuhan fisiologis organisme. Selain pasokan unsur hara, perbedaan LPS juga mungkin dipengaruhi oleh kemampuan fisiologis sel dalam mempertahankan keseimbangan osmotik. Menurut Fiett (2014), proses osmoregulasi memengaruhi cara sel menyerap dan memanfaatkan zat terlarut. Oleh karena itu, keragaman kapasitas osmoregulasi antarunit perlakuan dapat ikut membentuk respons pertumbuhan yang diamati.

Aktivitas fotosintesis menjadi faktor lain yang dapat menjelaskan variasi LPS. Energi cahaya digunakan rumput laut untuk membentuk senyawa organik yang selanjutnya mendukung metabolisme, pembelahan sel, pembentukan jaringan, dan peningkatan biomassa. Majid *et al*. (2018) menempatkan cahaya sebagai komponen utama dalam berlangsungnya fotosintesis rumput laut. Senyawa organik yang dihasilkan kemudian dialokasikan untuk membentuk sel baru serta memperbesar ukuran dan jumlah thallus. Namun, peningkatan intensitas cahaya tidak selalu diikuti kenaikan fotosintesis. Sunarto (2009) menjelaskan bahwa cahaya berlebih dapat menimbulkan fotoinhibisi, sedangkan cahaya yang terlalu rendah membatasi produksi fotosintat. Dengan demikian, tingkat pencahayaan yang proporsional diperlukan agar fotosintesis dan pertumbuhan *G. verrucosa* berlangsung secara optimal.

Keberhasilan budidaya rumput laut sangat ditentukan oleh kondisi media karena seluruh proses fisiologis berlangsung di dalam air. Suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya, dan nutrien merupakan parameter yang dapat mengubah respons pertumbuhan (Tassakka et al., 2014). Di antara unsur nutrien, nitrat dan fosfat mempunyai peran penting dalam mendukung pembentukan jaringan serta metabolisme rumput laut (Yudiastuti *et al*., 2018). Oleh sebab itu, interpretasi pengaruh perendaman perlu mempertimbangkan keadaan kualitas air selama pemeliharaan.

Suhu media selama penelitian berada pada 27-30 °C. Rentang ini mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan *G. verrucosa* karena suhu secara langsung memengaruhi laju proses fisiologis (Yudasmara, 2014). Mulyaningrum *et al*. (2015) menyebutkan kisaran 26-30 °C sebagai kondisi yang baik bagi spesies tersebut. Gracilaria juga dilaporkan mempunyai toleransi suhu yang luas, yaitu sekitar 0-35 °C (Kim *et al*., 2016), sementara Ukabi *et al*. (2012) menemukan peningkatan pertumbuhan alga pada 31,5-32,5 °C. Meskipun toleransinya relatif lebar, suhu yang melampaui atau berada jauh di bawah kebutuhan organisme dapat menghambat pertumbuhan dan pada kondisi ekstrem menyebabkan kematian (Astriana *et al*., 2023).

Nilai pH media berkisar 7,4-8,6 selama pemeliharaan. Kisaran tersebut masih sesuai bagi kehidupan dan pertumbuhan *G. verrucosa*. Nuraini *et al.* (2022) melaporkan bahwa pH 7,4-8,7 tergolong normal untuk mendukung pertumbuhan spesies ini. Kondisi pH yang relatif

stabil membantu mempertahankan proses metabolisme dan ketersediaan unsur hara di dalam media.

Salinitas yang tercatat selama penelitian adalah 19-25 ppt. Nilai tersebut berada dalam rentang 18-30 ppt yang dinyatakan sesuai bagi pertumbuhan *G. verrucosa* oleh Syam *et al*. (2020), walaupun Bezzera & Marinho-Soriano (2010) melaporkan kisaran optimum 30-35 ppt. Salinitas berkaitan dengan tekanan osmotik antara cairan sel dan lingkungan. Andreyan *et al*. (2021) menjelaskan bahwa kondisi salinitas yang sesuai membantu menjaga fungsi membran dan mendukung penyerapan nutrien untuk fotosintesis. Salinitas yang terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan tidak normal serta warna thallus memucat, sedangkan salinitas yang terlalu tinggi dapat menimbulkan warna pucat kekuningan dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit (Amiruddin, 2024).

Intensitas cahaya selama penelitian berada pada 1714-1750 lux dengan fotoperiode 12 jam terang dan 12 jam gelap. Cahaya menyediakan energi untuk fotosintesis, sedangkan fase gelap memberi ruang bagi proses respirasi. Amalia (2013) menyatakan bahwa *G. verrucosa* dapat memerlukan intensitas hingga 4750 lux, dan Lideman *et al.* (2013) menjelaskan bahwa siklus 12 jam terang serta 12 jam gelap dapat menjaga keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Kekurangan cahaya membatasi pembentukan energi, sedangkan paparan berlebihan dalam waktu lama berpotensi merusak sistem fotosintesis, menghambat pertumbuhan, dan bahkan menyebabkan kematian alga (Loainak *et al*., 2025).

Konsentrasi nitrat selama pemeliharaan berada pada 0,187-0,391 mg/L. Nitrat merupakan sumber nitrogen yang diperlukan untuk metabolisme dan pembentukan jaringan, sehingga kadarnya menjadi salah satu indikator kesesuaian media budidaya. Hasan *et al*. (2015) menyebutkan kisaran layak 0,60-0,65 mg/L bagi pertumbuhan *G. verrucosa*, sedangkan Ganesan *et al*. (2011) melaporkan rentang optimum 0,6-0,8 mg/L. Meskipun nilai dalam penelitian ini lebih rendah daripada dua kisaran pembanding tersebut, konsentrasinya masih dinyatakan cukup untuk mendukung pertumbuhan *G. verrucosa* selama masa pengamatan.

Fosfat yang terukur berkisar 0,061-0,087 mg/L. Unsur ini diperlukan dalam metabolisme sel dan pembentukan jaringan. Susanto *et al*. (2021) melaporkan kisaran 0,05-0,14 mg/L sebagai kadar yang layak bagi *G. verrucosa*, sedangkan Nadlir *et al*. (2019) menyebutkan rentang 0,071-0,124 mg/L sebagai kondisi optimum untuk budidaya. Menurut Amir (2019), kadar fosfat di atas 2,0 mg/L menunjukkan tingkat yang tinggi dan dapat memicu eutrofikasi melalui peningkatan fitoplankton, yang selanjutnya berpotensi menurunkan oksigen terlarut serta pH. Sebaliknya, konsentrasi yang terlalu rendah juga dapat membatasi pertumbuhan rumput laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen, diperoleh kesimpulan bahwa perbedaan lama perendaman dalam pupuk organik cair memengaruhi laju pertumbuhan *G. verrucosa* dan respons pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (perendaman 12 jam), dengan pertumbuhan mutlak 18,29g±1,14 dan pertumbuhan spesifik 9,72%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara dengan menggunakan biaya pribadi penulis. Manuskrip yang akan dipublikasikan ini merupakan bagian dari hasil penelitian yang telah dimuat dalam skripsi Yulistina. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan manuskrip ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abeng, Patahiruddin, P., Halid, I., Jurniati, J., & Idrus, A. (2021). Analisis pemberian pupuk organik cair terhadap laju pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.). *Fisheries of Wallacea Journal*, *2*(2), 79–86.

Akmal, A., Elman, A., Marwan, M., Mutmainna, M., & Raharjo, S. (2015). Penggunaan pupuk di grow terhadap pertumbuhan dan kualitas karaginan rumput laut *Kappaphycus* sp. *OCTOPUS: Jurnal Ilmu Perikanan*, *4*(1), 327–336.

Aliyas, A., & Hasnawati, H. (2020). Pengaruh lama perendaman pupuk Phonska terhadap pertumbuhan rumput laut (*Eucheuma spinosum*). *Cendekia Eksakta*, *5*(2), 86–91.

Amalia, D. R. N. (2013). *Efek temperatur terhadap pertumbuhan Gracilaria verrucosa* [Skripsi, Universitas Jember]. Universitas Jember.

Amalo, P., Kusuma, N. P. D., Serihollo, L. G., & Pratiwi, R. (2022). Diseminasi pemanfaatan pupuk bionik untuk perbaikan performa pertumbuhan rumput laut. *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi*, *1*(4), 518–525.

Amir, M. R. (2019). Studi kelayakan tambak untuk budidaya *Gracilaria* sp. di Desa Panyiwi Kecamatan Cenrana Kabupaten Bone. *Jurnal Environmental Science*, *1*(2), 28–43.

Amiruddin, F. (2024). *Pengaruh rasio pemberian pupuk urea dan SP-36 terhadap klorofil dan karotenoid pada rumput laut (Gracilaria verrucosa) yang dibudidayakan secara outdoor* [Disertasi doktoral, Universitas Hasanuddin]. Universitas Hasanuddin.

Andreyan, D., Rejeki, S., Ariyati, R. W., Widowati, L. L., & Amalia, R. (2021). Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap efektivitas penyerapan nitrat dan pertumbuhan (*Gracilaria verrucosa*) dari air limbah budidaya ikan kerapu (*Epinephelus*) sistem intensif. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, *5*(2), 88–98.

Anwar, N. M. (2023). *Pengaruh pupuk urea dan SP-36 terhadap kandungan Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss, 1950 yang dibudidayakan secara outdoor* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Universitas Hasanuddin.

Astriana, B. H., Cokrowati, N., & Putra, A. P. (2023). Analisis tingkat pencemaran perairan di lokasi budidaya rumput laut, Labuhan Sangoro, Teluk Saleh Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Perikanan Unram*, *13*(3), 744–754.

Astuti, W., Eko, A., Basir, B., Lapong, I., & Heriansah, H. (2024). Pengaruh pemberian pupuk vermikompos terhadap laju pertumbuhan dan kualitas rumput laut *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Perikanan Unram*, *14*(1), 160–169.

Bezerra, A. F., & Marinho-Soriano, E. (2010). Cultivation of the red seaweed *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) in tropical waters of northeast Brazil. *Biomass and Bioenergy*, *34*(12), 1813–1817.

Darmawati, D. (2017). *Kajian pertumbuhan dan kualitas rumput laut Caulerpa sp. yang dibudidayakan pada kedalaman dan jarak tanam berbeda: Kajian prospek pengembangan budidaya* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Universitas Hasanuddin.

Fiett, P. P. (2014). *Salinity tolerance and osmoregulatory function of mannitol in Danish ecotype of Saccharina latissima*. Department of Environmental, Social and Spatial Change (ENSPAC), Roskilde University.

Ganesan, M., Sahu, N., & Eswaran, K. (2011). Raft culture of *Gracilaria edulis* in open sea along the south-eastern coast of India. *Aquaculture*, *321*(1–2), 145–151.

Hardiana, A., Mulyawan, A. E., Fathuddin, F., Nursyahran, N., & Heriansah, H. (2023). Analisis kesesuaian perairan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Desa Kambunong Kabupaten Mamuju Tengah menggunakan citra Sentinel-2A. *Jurnal Perikanan Unram*, *13*(1), 169–179.

Hasan, M. R., Rejeki, S., & Wisnu, R. (2015). Pengaruh bobot awal yang berbeda terhadap pertumbuhan *Gracilaria* sp. yang dibudidayakan dengan metode longline di perairan tambak terabrasi Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, *4*(2), 92–99.

Jaelani, M. M., Marzuki, M., & Azhar, F. (2021). Pengaruh pemberian jenis pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup rumput laut kultur jaringan (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Perikanan Unram*, *11*(1), 67–78.

Kim, J. K., Yarish, C., & Pereira, R. (2016). Tolerances to hypo-osmotic and temperature stresses in native and invasive species of *Gracilaria* (Rhodophyta). *Phycologia*, *55*(3), 257–264.

Liah, B., Rahmi, A., & Jannah, N. (2024). Pengaruh pemberian pupuk kompos dan pupuk organik cair Fortune terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) varietas Bonanza. *JAKT: Jurnal Agroteknologi dan Kehutanan Tropika*, *2*(1), 71–84.

Lideman, Nhisihara, G. N., Noro, T., & Terada, R. (2013). Effect of temperature and light on the photosynthesis of *Kappaphycus* sp. (strain Sumba) from Indonesia. *Journal of Applied Phycology*, *25*(25).

Loainak, M. M., Iyen, H., & Minggo, Y. D. (2025). Analisis pertumbuhan planlet rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Biogenerasi*, *10*(2), 940–946.

Majid, A., Cokrowati, N., & Diniarti, N. (2018). Seaweed growth *Eucheuma cottonii* on different depths in Ekas Bay, Jerowaru District, East Lombok. *Jurnal Aquakultur, Budidaya Perairan*, *6*(2), 150–161.

Mulyaningrum, H. S. R., Parenrengi, A., & Suryati, E. (2015). Pertumbuhan dan perkembangan eksplan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada aklimatisasi di tambak. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, *20*(3).

Nadlir, A., Susilowati, T., Haditomo, A. H. C., Windarto, S., Harwanto, D., & Adi, K. (2019). Production performance of *Gracilaria verrucosa* using verticulture method with various wide planting area in Karimunjawa. *Omni-Akuatika*, *15*(1), 47–58.

Nani, T., Muchdar, F., Irfan, M., Juharni, J., & Andriani, R. (2023). Pengaruh pemberian pupuk NPK dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan metode longline di perairan Kastela. *Jurnal Marikultur*, *5*(1), 27–40.

Nuraini, H., Rejeki, S., Amalia, R., Widowati, L. L., & Wisnu, R. (2022). Pengaruh perbedaan metode budidaya dan asal bibit terhadap pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* yang dibudidayakan di tambak Desa Tambakbulusan Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, *6*(1), 88–95.

Nurfebriani, D. N., Rejeki, S., & Widowati, L. L. (2015). Pengaruh pemberian pupuk organik cair dengan lama perendaman yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut (*Caulerpa lentillifera*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, *4*(4), 88–94.

Patahiruddin. (2020). Pengaruh nitrat substrat terhadap pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak budidaya Desa Lare-Lare Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. *Fisheries of Wallacea Journal*, *1*(1), 1–8.

Purwanti, A., Budi, S., & Mulyani, S. (2024). Pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dengan variasi jarak tanam yang berbeda. *Journal of Aquaculture and Environment*, *7*(1), 01–05.

Rahman, S. A., Sangkia, F. D., Athirah, A., & Pattirane, C. P. (2021). Performa cairan fermentasi daun mangrove *Sonneratia alba* dengan pengenceran berbeda untuk pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Octopus Journal*, *9*(2), 4–9.

Rahmawati, & Rahim, A. R. (2025). Studi pertumbuhan dan hasil rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) pada pemberian pupuk urea dan organik cair di tambak budidaya. *Jurnal Cakrawala Akademika (JCA)*, *1*(6), 2002–2020.

Rukmana, A. (2022). *Pengaruh jarak titik pengikatan bibit terhadap pertumbuhan dan produksi rumput laut Gracilaria changii dengan menggunakan metode apung sistem long line* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Universitas Hasanuddin.

Ruslaini, R. (2017). Kajian kualitas air terhadap pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di tambak dengan metode vertikultur. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, *5*(2), 522–527.

Sangkia, F. D., Gerung, G. S., & Montolalu, R. I. (2018). Analysis of growth and quality of seaweed carrageenan *Kappaphycus alvarezii* in different locations on the Banggai's waters, Central Sulawesi. *Aquatic Science & Management*, *6*(1), 22–26.

Sarira, N. H., Ratnawati, P., & Pratiwi, D. A. (2018). Pengaruh dosis perendaman pupuk organik terhadap pertumbuhan rumput laut *Eucheuma denticulatum*. *Seminar Nasional Tahunan XV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, 185–192.

Siburian, B. I., & Herliany, N. E. (2023). Kajian penggunaan kantong pelindung pada budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. dengan metode rawai lepas dasar di Desa Kaana, Pulau Enggano. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*, *1*(4), 168–176.

Silviana, I. N. (2008). *Pengaruh kombinasi pupuk kompos dan NPK terhadap pertumbuhan jumlah klorofil a dan kadar air Gracilaria verrucosa* [Skripsi, Universitas Airlangga]. Universitas Airlangga.

Sunarto. (2009). Pertumbuhan *Gracilaria* dengan jarak tanam berbeda di tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, *8*(2), 157–161.

Susanto, A. B., Siregar, R., Hanisah, Faisal, T. M., & Antoni. (2021). Analisis kesesuaian kualitas perairan lahan tambak untuk budidaya rumput laut (*Gracilaria* sp.) di Kecamatan Langsa Barat Kota Langsa. *Journal of Fisheries and Marine Research*, *5*(3), 655–667.

Syafi'iy, M., Suheri, H., & Cokrowati, N. (2015). Efektivitas pupuk super bionik dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. *Jurnal Perikanan*, *6*, 35–41.

Syam, A. P., Suardi, S., & Syarifuddin, M. (2020). Analisis pertumbuhan dan kandungan agar rumput laut *Gracilaria* sp. dengan lokasi berbeda di perairan pesisir Kabupaten Luwu. *Fisheries of Wallacea Journal*, *1*(1), 24–30.

Tassakka, A. C. M. A., Latama, G., & Rustam, R. (2014). Pengaruh perbedaan varietas rumput laut (*Kappaphycus* sp.) dan variasi kedalaman terhadap pertumbuhan dan produksi rumput laut menggunakan metode budidaya "top down". *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, *24*(1), 15–23.

Tilaar, S., Wullur, S., & Angkow, E. D. (2025). The effect of salinity on the growth of *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmiah Platax*, *13*(2), 2302–3589.

Ukabi, S., Dubinsky, Z., Steinberger, Y., & Israel, A. (2012). Surveying *Caulerpa* (Chlorophyta) species along the shores of the eastern Mediterranean. *Journal of Mediterranean Marine Science*, *13*(1), 5–11.

Valenzuela, H. (2024). Optimizing the nitrogen use efficiency in vegetable crops. *Journal MDPI*, *5*, 106–143.

Wahid, E., Kurniaji, A., & Zawawi, L. (2022). Pengaruh interval perendaman *Eucheuma denticulatum* dalam pupuk *Provasoli's Enrich Seawater* (PES) terhadap pertumbuhan secara *in vitro*. *Jurnal Perikanan Unram*, *12*(2), 280–291.

Waluyo, W., Permadi, A., Fanni, N. A., & Soedrijanto, A. (2019). Analisis mutu rumput laut *Gracilaria verrucosa* di Bendungan Kabupaten Karawang Jawa Barat. *Kerapu: Jurnal Ilmiah Perikanan*, *10*(1), 32–41.

Yong, Y. S., Yong, W. T. L., & Anton, A. (2013). Analysis of the formulas for the determination of seaweed growth rate. *Journal of Applied Phycology*, *25*(2), 1831–1834.

Yudasmara, G. A. (2014). Budidaya anggur laut (*Caulerpa racemosa*) melalui media tanam rigid quadrant nets berbahan bambu. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, *3*(2).

Yudiastuti, K., Dharma, I. G. B. S., & Puspitha, N. L. P. R. (2018). Laju pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. melalui budidaya IMTA (integrated multi trophic aquaculture) di Pantai Geger, Nusa Dua, Kabupaten Badung. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, *4*(2), 191–203.

Yuliana, E. (2022). *Pertumbuhan dan kualitas rumput laut Gracilaria verrucosa dengan jarak ikatan berbeda di tambak udang* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Universitas Hasanuddin.

Yusna. (2025). *Pengaruh waktu perendaman ekstrak Sargassum aquifolium terhadap pertumbuhan rumput laut (Kappaphycus alvarezii)* [Skripsi, Universitas Halu Oleo]. Universitas Halu Oleo.