

Budidaya *Kappaphycus Striatum* Hasil Pembenihan Kombinasi dengan *Ulva Lactuca* dan *Sargassum* Sp. di Perairan Pulau Semau, Kabupaten Kupang

Elisabeth Purnamawati Miming^{1*}, Marcelien Dj. Ratoe Oedjoe²,
Welem L. Turupadang³

¹⁻³Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan,
Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Email: elisabethpurnamawatim@gmail.com¹, lien@staf.undana.ac.id², wturupadang@staf.undana.ac.id³

*Penulis Korespondensi: elisabethpurnamawatim@gmail.com

Abstract. This study analyzed the effects of combining *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. during nursery culture on the growth, production, and incidence of ice-ice disease in *Kappaphycus striatum*. The experiment was conducted from August to October 2025 in the coastal waters of Batu Hopon, Huilelot Village, Semau Island, Kupang Regency. A randomized block design comprising four treatments and five replicates was employed. Seedlings were maintained in floating net cages for 21 days under four combination levels: P0 as the control, P1 as the low level, P2 as the medium level, and P3 as the high level. The seedlings were subsequently cultivated using the longline method for 45 days. ANOVA showed significant treatment effects on absolute growth ($p=0.032$) and production ($p<0.05$), but not on average daily growth ($p=0.33$) or specific growth rate ($p=0.79$). Production under P0, P1, P3, and P2 was 1,632, 1,405, 1,185, and 976 g/m, respectively. The LSD test showed that P0 differed significantly from P2 and P3, but not from P1. Ice-ice incidence ranged from 8% to 13% and was lowest under P2. P1 was the most effective combination, although it did not outperform the control.

Keywords: *Kappaphycus Striatum*; Nursery; Production; *Sargassum* Sp; *Ulva Lactuca*.

Abstrak. Penurunan kualitas bibit dapat membatasi pertumbuhan dan produksi *Kappaphycus striatum* sehingga diperlukan inovasi pembenihan yang sesuai dengan kondisi perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kombinasi *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. pada tahap pembenihan terhadap pertumbuhan, produksi, dan insidensi penyakit ice-ice pada *Kappaphycus striatum*. Penelitian dilaksanakan pada Agustus–Oktober 2025 di pesisir Batu Hopon, Desa Huilelot, Pulau Semau, Kabupaten Kupang, menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Pembenihan dilakukan dalam Keramba Jaring Apung selama 21 hari dengan tingkat kombinasi P0 atau kontrol, P1 rendah, P2 sedang, dan P3 tinggi. Bibit selanjutnya dipelihara menggunakan metode longline selama 45 hari. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak ($p=0,032$) dan produksi ($p<0,05$), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian rata-rata ($p=0,33$) dan laju pertumbuhan spesifik ($p=0,79$). Produksi P0, P1, P3, dan P2 masing-masing sebesar 1.632, 1.405, 1.185, dan 976 g/m. Uji BNT menunjukkan P0 berbeda nyata dengan P2 dan P3, tetapi tidak dengan P1. Insidensi ice-ice berkisar 8–13%, dengan nilai terendah pada P2. P1 merupakan kombinasi paling efektif, meskipun belum melampaui kontrol.

Kata Kunci: *Kappaphycus Striatum*; Pembenihan; Produksi; *Sargassum* Sp; *Ulva Lactuca*.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia mempunyai sumber daya rumput laut yang melimpah dan berpotensi dikembangkan sebagai komoditas pangan serta bahan baku industri. Rumput laut bernilai ekonomis, mudah diperoleh, dan dapat diolah menjadi beragam produk (Peñalver et al., 2020). Data Kementerian Kelautan dan Perikanan yang dikutip Sri dan Basri (2025) menunjukkan bahwa produksi rumput laut Indonesia pada 2024 mencapai 10,80 juta ton atau sekitar 38% dari pasokan global. Besarnya kontribusi tersebut menempatkan rumput laut sebagai komoditas strategis bagi pembangunan ekonomi nasional. Permintaan pasar juga terus berkembang dalam bentuk rumput laut kering maupun produk olahan untuk kebutuhan domestik dan ekspor

(Yudasmaru, 2011; Sahat, 2013). Secara biologis, rumput laut merupakan organisme multiseluler bertalus yang tidak memiliki akar dan daun sejati serta hidup sebagai makrobentik (Rao & Vaibhav, 2006; Lokollo, 2019). Di wilayah pesisir, rumput laut berfungsi sebagai produsen primer yang menopang rantai makanan laut (Williams & Smith, 2007; Harley et al., 2012). Keberadaannya juga menyediakan habitat, tempat berlindung, dan lokasi pemijahan bagi berbagai biota serta mendukung keanekaragaman hayati, keseimbangan ekosistem, dan produktivitas perairan (Roy et al., 2015; Kepel et al., 2018). Salah satu rumput laut hijau yang ditemukan di perairan Indonesia adalah *Ulva lactuca* (Alwahida & Syam, 2023). Pemanfaatannya masih terbatas sebagai bahan pembuatan nori, keripik, dan peyek, padahal spesies ini mengandung 16 jenis asam amino. Salah satunya ialah asam glutamat yang dapat digunakan sebagai penguat cita rasa. *Ulva lactuca* juga mengandung bromofenol yang menghasilkan karakteristik aroma laut atau menyerupai makanan laut (Jelantik et al., 2022). Selain itu, spesies ini mampu tumbuh cepat, menyerap nitrogen dan fosfor, serta mengikat CO₂ terlarut melalui fotosintesis (Beer et al., 2023). *Sargassum* sp. merupakan rumput laut cokelat yang juga potensial dikembangkan di Indonesia. Spesies ini memiliki talus bercabang menyerupai jari, berwarna cokelat, berukuran relatif besar, dan tumbuh pada substrat yang kuat (Atmadja et al., 1996).

Selain menjadi habitat berbagai biota, *Sargassum* sp. berperan sebagai produsen primer yang menghasilkan oksigen terlarut dan menyerap CO₂ sehingga mendukung keseimbangan ekosistem serta siklus karbon laut (Brooks et al., 2014). Rumput laut komersial lainnya adalah *Kappaphycus striatum* atau sakol yang telah dibudidayakan secara intensif untuk memenuhi kebutuhan industri dan pasar ekspor (Sri & Basri, 2025). Namun, budidayanya masih menghadapi persoalan penurunan kualitas benih yang ditandai oleh pertumbuhan lambat, ukuran talus relatif kecil, dan kerentanan terhadap penyakit *ice-ice*. Permasalahan tersebut juga dijumpai di Perairan Desa Huilelot, Pulau Semau, berupa pertumbuhan yang belum optimal, produksi yang berfluktuasi, teknik pembenihan konvensional, serta belum maksimalnya pemanfaatan *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah budidaya kombinasi, yakni pemeliharaan dua atau lebih spesies secara bersamaan untuk membentuk fungsi budidaya yang saling mendukung (Wangge et al., 2022). Penerapannya dapat memanfaatkan Keramba Jaring Apung sebagai struktur pemeliharaan terapung (Majariana & Zulhamsyah, 2005), sedangkan metode *longline* menempatkan rumput laut di kolom air eufotik dekat permukaan menggunakan tali sepanjang 25–50 meter. Kajian mengenai interaksi *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. dalam pembenihan *Kappaphycus striatum* masih terbatas. Efektivitas kombinasi kedua makroalga tersebut terhadap pertumbuhan dan produksi

Kappaphycus striatum, khususnya di Perairan Desa Huilelot, belum diketahui secara pasti. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penggunaan *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. dalam sistem pembenihan terhadap pertumbuhan dan produksi *Kappaphycus striatum* sebagai dasar pengembangan teknik budidaya yang lebih produktif dan sesuai dengan kondisi perairan setempat.

2. KAJIAN TEORITIS

Jenis Rumput Laut

Kappaphycus striatum merupakan rumput laut merah penghasil karaginan yang banyak dibudidayakan di wilayah tropis. Spesies ini mempunyai talus bercabang pendek, padat, tidak beraturan, dan berujung tumpul. Bentuknya cenderung membulat seperti bola atau kembang kol dengan warna hijau gelap (Tan et al., 2013). *Kappaphycus striatum* tumbuh pada perairan dangkal dengan substrat keras, arus sedang, salinitas stabil, dan cahaya yang cukup (Zhou et al., 2025). Di Indonesia, spesies ini ditemukan di berbagai wilayah, termasuk Nusa Tenggara, Sulawesi, Bali, dan Maluku (Sunarpi et al., 2013). *Ulva lactuca* merupakan rumput laut hijau yang memiliki talus tipis berbentuk lembaran menyerupai daun dengan tepi berombak (Valério et al., 2023). Spesies ini dapat tumbuh pada batu, karang, cangkang moluska, dan berbagai substrat buatan di daerah intertidal hingga subtidal dangkal (Wijesekara et al., 2017). *Ulva lactuca* mampu menyerap nitrogen dan fosfor karena memiliki permukaan talus yang luas (Msuya & Neori, 2008). Dalam kondisi terkontrol, spesies ini dapat menyerap hingga 90% amonium dari limbah budidaya (Neori et al., 2004). Kemampuan tersebut menjadikan *Ulva lactuca* berpotensi sebagai biofilter untuk membantu memperbaiki kualitas air. *Sargassum* sp. adalah rumput laut cokelat yang memiliki talus bercabang, batang semu, lembaran menyerupai daun, gelembung udara, dan bagian pelekak berbentuk cakram (Anggadiredja et al., 2006). Spesies ini umumnya tumbuh pada batu dan karang di perairan dangkal (Kadi, 2005). *Sargassum* sp. dapat menyerap amonium, nitrat, nitrit, dan fosfat melalui permukaan talusnya. Dalam kondisi terkontrol, spesies ini mampu menurunkan konsentrasi amonium hingga 80% dan fosfat hingga 65% dari air limbah budidaya (Mata et al., 2010). Oleh karena itu, *Sargassum* sp. juga dapat digunakan sebagai biofilter dalam sistem budidaya rumput laut.

Kualitas Air dan Penyakit

Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh suhu, salinitas, pH, kecerahan, dan kecepatan arus. Suhu yang sesuai untuk budidaya rumput laut berkisar antara 26–30°C (SNI, 2011), sedangkan salinitas yang baik berada pada kisaran 28–30 ppt (Ipasar, 2012). Nilai pH yang mendukung pertumbuhan rumput laut berkisar antara 7–9 (Akmal et al., 2008). Kecerahan

diperlukan agar cahaya dapat masuk ke dalam perairan dan mendukung proses fotosintesis. Sementara itu, arus membantu membawa nutrisi serta memperlancar pertukaran gas pada permukaan talus (Hurd, 2000; Hurtado et al., 2019). Perubahan kualitas air secara ekstrem dapat menghambat pertumbuhan dan memicu penyakit *ice-ice* pada *Kappaphycus striatum*. Penyakit ini ditandai dengan munculnya bercak merah pada talus yang kemudian berubah menjadi kuning pucat dan putih. Talus yang terserang akan menjadi rapuh, mudah putus, membusuk, dan mengalami pertumbuhan lambat (Largo et al., 1995). Penyakit tersebut dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu, salinitas, dan kecerahan perairan (Hidayatul, 2020).

Metode Budidaya

Keramba Jaring Apung merupakan metode budidaya yang menggunakan jaring atau keranjang terapung untuk menjaga bibit tetap berada di dekat permukaan air. Metode ini memudahkan pemantauan, mengurangi risiko kehilangan bibit, serta memberikan cahaya dan pergerakan air yang cukup bagi rumput laut (Kordi, 2011; Parenrengi et al., 2012). Adapun metode *longline* menggunakan tali utama yang dibentangkan secara horizontal dengan bibit diikat pada tali-tali kecil berjarak sekitar 20–25 cm (Anggadiredja et al., 2011). Penggunaan *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. dalam pembenihan *Kappaphycus striatum* dapat membentuk sistem budidaya kombinasi. Kemampuan kedua makroalga tersebut dalam menyerap nutrisi dan menghasilkan oksigen diperkirakan dapat membantu menjaga kualitas perairan. Kajian ini menjadi dasar untuk menilai efektivitas *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. terhadap pertumbuhan dan produksi *Kappaphycus striatum*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Penelitian dilaksanakan pada Agustus–Oktober 2025 di pesisir Batu Hopon, Desa Huilelot, Pulau Semau, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Bahan penelitian terdiri atas *Kappaphycus striatum*, *Ulva lactuca*, dan *Sargassum* sp. *Ulva lactuca* diperoleh dari perairan Pelabuhan Bolok, sedangkan *Sargassum* sp. berasal dari perairan Desa Huilelot. Peralatan utama yang digunakan meliputi Keramba Jaring Apung (KJA), perangkat *longline*, timbangan digital, termometer, refraktometer, dan pH meter. Penelitian terdiri atas empat perlakuan dengan lima ulangan sehingga menghasilkan 20 satuan percobaan. Komposisi setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Perlakuan Pembenihan.

Perlakuan	Komposisi
P0	5 kg <i>K. striatum</i> tanpa <i>U. lactuca</i> dan <i>Sargassum</i> sp. (kontrol)
P1	4,5 kg <i>K. striatum</i> + 0,25 kg <i>U. lactuca</i> + 0,25 kg <i>Sargassum</i> sp.
P2	3,5 kg <i>K. striatum</i> + 0,75 kg <i>U. lactuca</i> + 0,75 kg <i>Sargassum</i> sp.
P3	2,5 kg <i>K. striatum</i> + 1,25 kg <i>U. lactuca</i> + 1,25 kg <i>Sargassum</i> sp.

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama merupakan pembenihan selama 21 hari menggunakan empat unit KJA berukuran $2 \times 0,8 \times 0,3$ m dengan luas jaring sekitar $4,88 \text{ m}^2$ per unit. Bibit *K. striatum* berukuran 100 g diberi tanda, kemudian dipelihara bersama *U. lactuca* dan *Sargassum* sp. sesuai komposisi perlakuan. Kedua makroalga tersebut digunakan sebagai biofilter alami selama tahap pembenihan. Pada tahap kedua, bibit *K. striatum* yang sehat dari setiap perlakuan dipindahkan ke unit *longline* yang berbeda dan dipelihara selama 45 hari. Tali utama sepanjang 5 m dipasang pada kedalaman 20–25 cm dari permukaan air serta dilengkapi jangkar dan pelampung. Bibit seberat 100 g diikat dengan jarak 20–25 cm antartitik tanam. Pemantauan dilakukan setiap minggu, meliputi penimbangan bobot, pemeriksaan kondisi bibit, pembersihan epifit dan sampah, serta pengamatan penyakit *ice-ice*. Parameter penelitian terdiri atas laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan mutlak, produksi, insidensi penyakit *ice-ice*, dan kualitas perairan. Laju pertumbuhan spesifik dihitung menggunakan persamaan Huisman (Dawes, 1994):

$$\text{LPS} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\% \dots\dots\dots (i)$$

Keterangan : LPS: Laju pertumbuhan spesifik rata-rata (%); W_t : Berat bibit pada tI (I = minggu I, minggu II... t); W_0 : Berat bibit awal; t : Periode pengamatan (minggu); Pertumbuhan mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$W = W_t - W_0 \dots\dots\dots (ii)$$

Keterangan: W = Pertumbuhan berat mutlak (gram) W_t = Berat akhir (gram); W_0 = Berat awal (gram); Insidensi penyakit *ice-ice* dihitung berdasarkan perbandingan jumlah talus yang terserang dengan jumlah seluruh talus yang diamati (Sulistiani & Yasir, 2013):

$$I = \frac{N}{n} \times 100\% \dots\dots\dots (iii)$$

Keterangan: I = Insidensi penyakit (%); n = Jumlah thallus yang terserang *ice-ice*; N = Jumlah total thallus yang diamati; Produksi rumput laut dihitung menggunakan persamaan Samawi dan Zainudin (1996, dalam Serdiati et al., 2010):

$$\text{Pr} = \frac{W_t - W_0}{BA} \dots\dots\dots (iv)$$

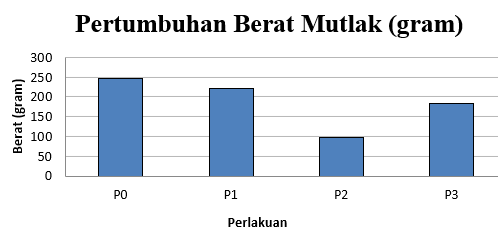
Keterangan: Pr : Produksi (g/m); W_0 : Berat awal bibit rumput laut (g); W_t : Berat akhir penanaman rumput laut (g); A : Panjang tali; B : Jumlah titik tanam. Parameter kualitas perairan

yang diamati meliputi suhu, salinitas, pH, dan kecepatan arus. Suhu diukur menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, pH menggunakan pH meter, sedangkan kecepatan arus diukur secara manual. Data pertumbuhan, produksi, dan insidensi penyakit dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) sesuai RAK untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali dan ditempatkan secara acak dalam kelompok percobaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan *Kappaphycus striatum*

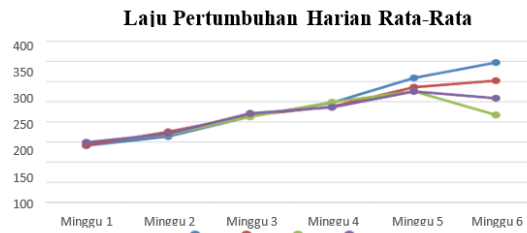
Pertumbuhan mutlak *Kappaphycus striatum* menunjukkan urutan $P0 > P1 > P3 > P2$. Pertumbuhan tertinggi diperoleh pada P0, yaitu sekitar 245–250 g, diikuti P1 sebesar 215–220 g dan P3 sebesar 175–180 g. P2 menghasilkan pertumbuhan terendah, yakni sekitar 90–100 g. Meskipun seluruh perlakuan menghasilkan pertumbuhan positif, selisih antara P0 dan P2 menunjukkan respons biomassa yang cukup besar.



Gambar 1. Pertumbuhan mutlak *Kappaphycus striatum* pada setiap perlakuan.

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Hasil ANOVA memperoleh nilai signifikansi 0,032 ($p < 0,05$), sehingga perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak. Pertumbuhan yang lebih tinggi pada P0 menunjukkan bahwa bibit tanpa kombinasi *Ulva lactuca* dan *Sargassum sp.* mampu mengakumulasi biomassa lebih besar. P1 masih memperlihatkan pertumbuhan relatif tinggi, sedangkan penurunan pada P2 dan P3 menunjukkan bahwa peningkatan proporsi kedua makroalga selama pembenihan tidak menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang linear. Perkembangan bobot selama enam minggu memperlihatkan peningkatan pada seluruh perlakuan hingga minggu kelima. P0 mengalami pertumbuhan paling konsisten, dari 138,6 g pada minggu pertama menjadi sekitar 346 g pada minggu keenam. Bobot P1 meningkat dari 139,2 menjadi sekitar 300 g. P2 meningkat hingga minggu kelima, tetapi turun menjadi sekitar 215 g pada minggu keenam. Pola serupa terjadi pada P3 yang menurun menjadi sekitar 250 g pada akhir pengamatan.



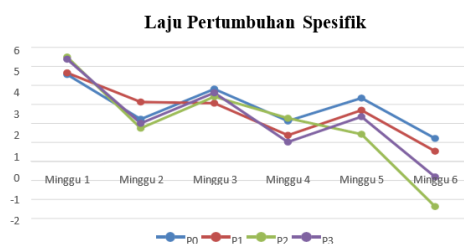
Gambar 2. Perkembangan bobot rata-rata *Kappaphycus striatum* selama enam minggu.

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Meskipun terdapat perbedaan pola secara deskriptif, hasil ANOVA menunjukkan nilai $p=0,33$ ($p>0,05$). Artinya, perbedaan laju pertumbuhan harian rata-rata antarperlakuan tidak signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan yang terlihat pada grafik masih dipengaruhi oleh variasi antarsampel. Namun, perbedaan pertumbuhan mutlak yang signifikan mengindikasikan bahwa akumulasi perubahan selama pemeliharaan menghasilkan perbedaan bobot akhir yang lebih jelas. Pertumbuhan biomassa terjadi ketika hasil fotosintesis melebihi energi yang digunakan untuk respirasi dan pemeliharaan jaringan. Proses tersebut dipengaruhi oleh kondisi fisiologis talus, cahaya, suhu, salinitas, dan ketersediaan nutrisi (Lobban & Harrison, 1994). Metode *longline* memungkinkan talus memperoleh cahaya, arus, oksigen, dan nutrisi secara langsung sehingga mendukung fotosintesis (Rantetondok & Latama, 2017). Akan tetapi, kerusakan atau patahnya ujung talus pada akhir pemeliharaan dapat mengurangi biomassa dan membuka peluang terjadinya infeksi sekunder. Intensitas cahaya yang tidak sesuai juga dapat membatasi fotosintesis atau menyebabkan fotoinhibisi (Hurd et al., 2014), sedangkan perubahan suhu dan salinitas dapat memengaruhi aktivitas enzim serta keseimbangan osmotik sel (Dawes, 1981).

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik mengalami fluktuasi selama enam minggu pengamatan. Nilai tertinggi terjadi pada minggu pertama dengan kisaran 4,5–5,5%. P2 menghasilkan nilai tertinggi, diikuti P3, P1, dan P0. Pada minggu kedua, nilainya menurun menjadi sekitar 1,5–3%, kemudian kembali meningkat pada minggu ketiga menjadi 3–4%, dengan P0 sebagai perlakuan tertinggi. Pada minggu keempat, laju pertumbuhan kembali turun menjadi 1–2,5%. Peningkatan terjadi pada minggu kelima dengan kisaran 1,5–3,5%, dan P0 kembali menghasilkan nilai tertinggi. Pada minggu keenam, seluruh perlakuan mengalami penurunan tajam. Beberapa perlakuan mendekati 0%, sedangkan P2 mencapai nilai negatif sekitar –2%, yang menunjukkan terjadinya kehilangan biomassa.



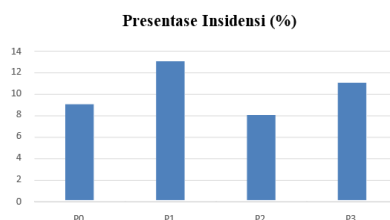
Gambar 3. Laju pertumbuhan spesifik *Kappaphycus striatum* selama enam minggu.

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Hasil ANOVA menghasilkan nilai $p=0,79$ ($p>0,05$), sehingga perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik. Tingginya pertumbuhan pada minggu pertama menunjukkan bahwa bibit masih berada dalam fase pertumbuhan awal yang aktif. Talus pada fase tersebut mempunyai aktivitas fotosintesis, pembelahan sel, dan pembentukan jaringan yang relatif tinggi (Lobban & Harrison, 1994). Fluktuasi pada minggu kedua hingga kelima dapat berhubungan dengan proses penyesuaian bibit setelah dipindahkan dari KJA ke sistem *longline*. Ketersediaan nitrogen dan fosfat juga menentukan pembentukan asam amino, klorofil, dan jaringan baru. Kekurangan nitrogen dapat menurunkan kemampuan fotosintesis dan pertumbuhan rumput laut (Lapointe, 1997). Selain itu, perubahan cuaca, kekeruhan, cahaya, dan suhu dapat menghasilkan variasi fotosintesis antarminggu (Hurd et al., 2014). Penurunan serempak pada minggu keenam menunjukkan bahwa lama pemeliharaan dan kondisi lingkungan pada akhir pengamatan kemungkinan lebih dominan daripada perlakuan pembenihan. Respons awal P2 yang tinggi tetapi berubah menjadi negatif juga memperlihatkan bahwa pertumbuhan awal tidak selalu dapat dipertahankan hingga akhir pemeliharaan.

Insidensi Penyakit *Ice-ice*

Insidensi penyakit *ice-ice* berada pada kisaran 8–13%. Persentase tertinggi terdapat pada P1 sebesar 13%, diikuti P3 sebesar 11%, P0 sebesar 9%, dan P2 sebesar 8%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa serangan penyakit terjadi pada seluruh perlakuan, meskipun tingkatnya relatif rendah hingga sedang.



Gambar 4. Persentase insidensi penyakit *ice-ice* pada setiap perlakuan.

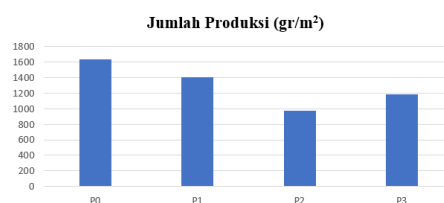
Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Penyakit *ice-ice* berkembang melalui interaksi antara stres lingkungan dan aktivitas mikroorganisme oportunistik. Perubahan suhu, salinitas, intensitas cahaya, arus, dan

ketersediaan nutrisi dapat melemahkan kondisi fisiologis talus sehingga lebih mudah terinfeksi (Tahiluddin & Terzi, 2024). Arus yang memadai membantu distribusi nutrisi dan mencegah penumpukan bahan organik, sedangkan perubahan kondisi perairan secara mendadak dapat meningkatkan risiko penyakit (Largo et al., 2017; Tahiluddin & Terzi, 2021). P2 mempunyai insidensi terendah, tetapi menghasilkan pertumbuhan mutlak dan produksi paling rendah. Sebaliknya, P1 memiliki insidensi tertinggi, tetapi menempati urutan kedua dalam pertumbuhan dan produksi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa insidensi *ice-ice* bukan satu-satunya faktor yang menentukan pertumbuhan. Kehilangan biomassa juga dapat dipengaruhi oleh kerusakan fisik talus, serangan herbivora, epifit, atau faktor fisiologis lain yang tidak diukur. Karena tidak terdapat hasil uji statistik untuk insidensi penyakit, perbedaan persentase antarperlakuan hanya dapat diinterpretasikan secara deskriptif dan belum membuktikan adanya pengaruh perlakuan. Meskipun persentasenya relatif rendah, penyakit *ice-ice* tetap perlu dikendalikan karena dapat menyebabkan talus rapuh, kehilangan biomassa, dan penurunan kualitas karaginan. Pemilihan bibit sehat, pemantauan kualitas air, pembersihan talus, dan penentuan waktu budidaya merupakan langkah penting untuk mengurangi risiko penyakit (Hurtado et al., 2019; Ward et al., 2020).

Produksi Rumpun Laut

Produksi tertinggi diperoleh pada P0 sebesar 1.632 g/m, diikuti P1 sebesar 1.405 g/m, P3 sebesar 1.185 g/m, dan P2 sebesar 976 g/m. Pola tersebut sejalan dengan pertumbuhan mutlak, yaitu P0 menghasilkan kinerja tertinggi dan P2 menghasilkan kinerja terendah.



Gambar 5. Produksi *Kappaphycus striatum* pada setiap perlakuan.

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh signifikan terhadap produksi ($p < 0,05$), dengan F hitung sebesar 8,30 lebih besar daripada F tabel sebesar 3,24. Uji lanjut BNT memperlihatkan bahwa P0 berbeda nyata dengan P2 dan P3, tetapi tidak berbeda nyata dengan P1. Dengan demikian, kombinasi rendah pada P1 masih mampu mempertahankan produksi yang secara statistik sebanding dengan kontrol. Sebaliknya, kombinasi sedang dan tinggi belum memberikan peningkatan produksi. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. selama pembenihan tidak selalu memperbaiki kualitas bibit *Kappaphycus striatum*. Pada kepadatan tertentu, keberadaan beberapa jenis makroalga

dalam satu KJA diduga dapat meningkatkan persaingan memperoleh cahaya, ruang, atau nutrisi. Namun, dugaan tersebut masih memerlukan pengukuran nutrisi dan kondisi mikroperairan pada setiap perlakuan. Mengingat *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. hanya digunakan pada fase pembenihan, hasil produksi lebih tepat dipahami sebagai dampak lanjutan perlakuan terhadap mutu bibit, bukan sebagai efek budidaya kombinasi selama fase *longline*. Menurut prinsip faktor pembatas, pertumbuhan ditentukan oleh faktor yang ketersediaannya paling rendah dibandingkan kebutuhan organisme (Boyd, 2015; Effendi, 2003). Oleh karena itu, penambahan biofilter tidak serta-merta meningkatkan produksi apabila cahaya, nutrisi, kondisi talus, atau ruang menjadi faktor pembatas. Secara praktis, P1 lebih layak dipertimbangkan daripada P2 dan P3 karena mempertahankan produksi yang tidak berbeda nyata dari kontrol. Meskipun demikian, manfaat ekologis sebagai biofilter belum dapat dipastikan karena penelitian ini tidak mengukur penurunan nitrogen, fosfat, atau bahan organik pada setiap perlakuan.

Kualitas Air

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu, pH, salinitas, kedalaman, dan kecepatan arus berada dalam kisaran yang sesuai bagi budidaya *Kappaphycus striatum* menggunakan metode *longline* (Tabel 2).

Tabel 2. Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya.

Parameter	Satuan	Hasil pengukuran	Nilai standar	Sumber
Suhu	°C	29–31	26–32	SNI (2010)
pH	–	7,9–8,3	7,0–8,5	Indriani dan Sumiarsih (1991)
Salinitas	ppt	34–35	32–35	SNI (2010)
Kedalaman	cm	20–25	20–50	Anggadiredja et al. (2008)
Kecepatan arus	m/s	0,3–0,4	0,2–0,4	SNI (2010)

Sumber: Diolah Peneliti (2026).

Suhu 29–31°C masih berada dalam kisaran 26–32°C yang direkomendasikan untuk budidaya rumput laut. Suhu yang sesuai mendukung aktivitas enzim, fotosintesis, penyerapan nutrisi, dan pembentukan biomassa (Sulistijo, 2002). Nilai pH sebesar 7,9–8,3 juga termasuk dalam kisaran yang mendukung ketersediaan karbon anorganik dan pembentukan jaringan talus. Stabilitas pH diketahui berperan dalam pertumbuhan dan mutu bibit *Kappaphycus striatum* (Parenrengi et al., 2016). Salinitas yang tercatat sebesar 34–35 ppt menunjukkan kondisi perairan laut yang relatif stabil. Salinitas berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik dan penyerapan nutrisi. Kedalaman 20–25 cm memberikan akses cahaya yang cukup bagi talus dan masih berada dalam rentang yang dianjurkan untuk budidaya di perairan dangkal. Kedalaman yang sesuai dapat mendukung fotosintesis serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi *Kappaphycus* (Malina et al., 2014). Kecepatan arus sebesar 0,3–0,4

m/s termasuk dalam rentang yang sesuai. Arus membantu membawa nutrisi, memperbarui massa air, dan mengurangi penumpukan sedimen maupun organisme penempel pada talus (Sindrang et al., 2026). Secara keseluruhan, kualitas air lokasi penelitian mendukung budidaya *Kappaphycus striatum*. Karena parameter tersebut berada dalam kisaran yang layak, perbedaan pertumbuhan dan produksi antarperlakuan kemungkinan tidak hanya ditentukan oleh kondisi umum perairan, tetapi juga berkaitan dengan mutu bibit, respons fisiologis, interaksi selama pembenihan, dan variasi pada tingkat mikro yang tidak terukur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi *Ulva lactuca* dan *Sargassum* sp. pada pembenihan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak *Kappaphycus striatum* ($p=0,032$) dan produksi ($p<0,05$), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian rata-rata ($p=0,33$) maupun laju pertumbuhan spesifik ($p=0,79$). P0 menghasilkan pertumbuhan dan produksi tertinggi, sedangkan P2 menghasilkan nilai terendah. Di antara perlakuan kombinasi, P1 memberikan hasil terbaik dan produksinya tidak berbeda nyata dengan P0, sehingga dapat dinilai sebagai kombinasi paling efektif meskipun belum melampaui kontrol. P2 memiliki insidensi *ice-ice* terendah sebesar 8%, tetapi kondisi tersebut tidak diikuti oleh pertumbuhan dan produksi yang tinggi. Pembudidaya dapat mempertimbangkan kombinasi P1 pada tahap pembenihan yang dilanjutkan dengan metode *longline*, disertai pemantauan kualitas air dan penyakit *ice-ice* secara berkala. Penelitian berikutnya perlu menguji kombinasi tersebut pada musim dan lokasi berbeda serta mengukur kandungan nutrisi, efektivitas biofilter, kualitas karaginan, ketahanan bibit terhadap *ice-ice*, dan efisiensi biaya agar manfaatnya dapat dinilai secara lebih menyeluruh.

DAFTAR REFERENSI

- Anggadiredja, J. T., Zatinika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2008). *Rumput laut: Pembudidayaan, pengolahan, dan pemasaran komoditas perikanan potensial*. Penebar Swadaya.
- Anggadiredja, J. T., Zatinika, A., Purwoto, H., & Istini, S. (2011). *Rumput laut: Pembudidayaan, pengolahan, dan pemasaran komoditas perikanan potensial*. Penebar Swadaya.
- Aris, M., & Ibrahim, T. A. (2020). Laju transmisi penyakit *ice-ice* pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* berdasarkan jarak tanam dengan metode *longline*. *e-Journal Budidaya Perairan*, 8(2), 82–90. <https://doi.org/10.35800/bdp.8.2.2020.30057>

- Atmadja, W. S., Kadi, A., Sulistijo, & Rachmaniar, R. (1996). *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Beer, S. (2023). Photosynthetic traits of the ubiquitous and prolific macroalga *Ulva* (Chlorophyta): A review. *European Journal of Phycology*, 58(4), 390–398. <https://doi.org/10.1080/09670262.2022.2150894>
- Chopin, T., Buschmann, A. H., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G. P., Zertuche-González, J. A., Yarish, C., & Neefus, C. (2001). Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: A key toward sustainability. *Journal of Phycology*, 37(6), 975–986. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.01137.x>
- Gordillo, F. J. L., Jiménez, C., Figueroa, F. L., & Niell, F. X. (1998). Effects of increased atmospheric CO₂ and N supply on photosynthesis, growth and cell composition of the cyanobacterium *Spirulina platensis* (Arthrospira). *Journal of Applied Phycology*, 10, 461–469. <https://doi.org/10.1023/A:1008090402847>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2013). *AlgaeBase*. National University of Ireland. Retrieved August 12, 2026, from <https://www.algaebase.org>
- Hidayatulbaroroh, R. (2020). Teknik dan finansial budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan metode jalur di Kelompok Tani Mitra Bahari Desa Tanjung Pademawu, Pamekasan, Madura. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 2(2), 90–103. <https://doi.org/10.47532/jiv.v2i2.93>
- Hurd, C. L. (2000). Water motion, marine macroalgal physiology, and production. *Journal of Phycology*, 36(3), 453–472. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2000.99139.x>
- Hurtado, A. Q., Neish, I. C., & Critchley, A. T. (2019). Phyconomy: The extensive cultivation of seaweeds, their sustainability and economic value, with particular reference to important lessons to be learned and transferred from the practice of eucheumatoid farming. *Phycologia*, 58(5), 472–483. <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1625632>
- iPasar. (2012). *Rumput laut (seaweed): Industrial grade*. PT iPasar Indonesia.
- Largo, D. B., Diola, A. G., & Marababol, M. S. (2016). Development of an integrated multi-trophic aquaculture system for tropical marine species in southern Cebu, Central Philippines. *Aquaculture Reports*, 3, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.12.006>
- Largo, D. B., Fukami, K., & Nishijima, T. (1995). Occasional pathogenic bacteria promoting ice-ice disease in the carrageenan-producing red algae *Kappaphycus alvarezii* and *Eucheuma denticulatum*. *Journal of Applied Phycology*, 7(6), 545–554. <https://doi.org/10.1007/BF00003941>
- Lobban, C. S., & Harrison, P. J. (1994). *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626210>
- Mamang, N. (2008). *Laju pertumbuhan bibit rumput laut Eucheuma cottonii dengan perlakuan asal thallus terhadap bobot bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara* [Skripsi sarjana, Institut Pertanian Bogor].
- Mata, L., Schuenhoff, A., & Santos, R. (2010). A direct comparison of the performance of the seaweed biofilters, *Asparagopsis armata* and *Ulva rigida*. *Journal of Applied Phycology*, 22(5), 639–644. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9504-z>

- Msuya, F. E., & Neori, A. (2008). Effect of water aeration and nutrient load level on biomass yield, N uptake and protein content of the seaweed *Ulva lactuca* cultured in seawater tanks. *Journal of Applied Phycology*, 20(6), 1021–1031. <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9300-6>
- Muslimin, & Sari, W. K. P. (2017). Budidaya rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode kantong pada beberapa tingkat kedalaman di dua wilayah perairan berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 221–230. <https://doi.org/10.15578/jra.12.3.2017.221-230>
- Neish, I. C. (2003). *The ABC of Eucheuma seaplant production: Agronomy, biology and crop-handling of Betaphycus, Eucheuma and Kappaphycus*. SuriaLink Infomedia.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., Shpigel, M., & Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: Rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231(1–4), 361–391. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.015>
- Peñalver, R., Lorenzo, J. M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., & Nieto, G. (2020). Seaweeds as a functional ingredient for a healthy diet. *Marine Drugs*, 18(6), Article 301. <https://doi.org/10.3390/md18060301>
- Standar Nasional Indonesia. (2011). *Produksi bibit rumput laut kotoni (Eucheuma cottonii)-Bagian 2: Metode long-line (SNI 7673.2:2011)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sulistiani, E., & Yasir, I. (2013). *Penyakit pada rumput laut dan penanggulangannya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Tahiluddin, A. B., & Terzi, E. (2021). Ice-ice disease in commercially cultivated seaweeds *Kappaphycus* spp. and *Eucheuma* spp.: A review on the causes, occurrence, and control measures. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(3), 234–243. <https://doi.org/10.33714/masteb.917788>
- Tahiluddin, A. B., & Terzi, E. (2024). Ice-ice disease prevalence and intensity in eucheumatoid seaweed farms: Seasonal variability and relationship with the physicochemical and meteorological parameters. *Plants*, 13(15), Article 2157. <https://doi.org/10.3390/plants13152157>
- Ward, G. M., Faisan, J. P., Jr., Cottier-Cook, E. J., Gachon, C. M. M., Hurtado, A. Q., Lim, P. E., Matoju, I., Msuya, F. E., Bass, D., & Brodie, J. (2020). A review of reported seaweed diseases and pests in aquaculture in Asia. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(4), 815–828. <https://doi.org/10.1111/jwas.12649>
- Wijesekara, I., Pangestuti, R., & Kim, S.-K. (2011). Biological activities and potential health benefits of sulfated polysaccharides derived from marine algae. *Carbohydrate Polymers*, 84(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.10.062>
- Yustiati, A., Herawati, T., Lili, W., Nurhayati, A., Rosidah, & Suryadi, I. B. B. (2018). Budidaya polikultur ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 44–46.
- Zhou, Z., Ma, Y., Zhang, J., Firdaus, M., Roleda, M. Y., & Duan, D. (2025). Chromosome-level assembly and gene annotation of *Kappaphycus striatus* genome. *Scientific Data*, 12, Article 249. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-04583-y>