

PERAN FAKTOR LINGKUNGAN DALAM OPTIMALISASI BUDIDAYA *Kappaphycus alvarezii* THE ROLE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE OPTIMIZATION OF *Kappaphycus alvarezii* CULTIVATION

Yuli Andriani ^{1*}, Rusky I. Pratama ¹, Aisyah ¹

¹)Departemen Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran
*e-mail: yuli.andriani@unpad.ac.id

Abstrak

Kappaphycus alvarezii merupakan salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan karena kemudahan dalam produksi dan pengolahan pascapanen serta perannya sebagai sumber utama kappa-karaginan yang bernilai ekonomi tinggi dan banyak digunakan dalam berbagai industri. Untuk mendukung keberlanjutan produksi, diperlukan budidaya yang memperhatikan faktor lingkungan, seperti nutrisi air, kecerahan, aliran air, suhu, dan salinitas, yang saling berinteraksi memengaruhi fotosintesis, metabolisme, dan keseimbangan fisiologis rumput laut. Salinitas optimal (30–35 ppt) dan suhu ideal (28°C) terbukti penting dalam mendukung pertumbuhan maksimum, sementara metode budidaya seperti keramba jaring apung dan rakit apung memberikan hasil produksi yang lebih baik dibandingkan metode lainnya. Artikel ini membahas karakteristik biologis *K. alvarezii*, mulai dari morfologi hingga habitat idealnya, serta mengulas berbagai perlakuan budidaya untuk jenis-jenis rumput laut lain yang memberikan wawasan tentang strategi optimal dalam meningkatkan hasil dan kualitas *K. alvarezii*. Temuan ini menjadi dasar pengembangan budidaya yang efisien dan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem alami.

Kata kunci: Alga, *K. Alvarezii*, Mariculture, Optimalisasi, Rumput Laut

Abstract

Kappaphycus alvarezii is extensively cultivated due to its straightforward production and post-harvest processing, in addition to being a key source of high-value kappa-carrageenan utilized across multiple sectors. Practices of sustainable cultivation that take into account environmental parameters such as water nutrients, light intensity, water flow, temperature, and salinity are crucial for maintaining ongoing output. These components interact to affect photosynthesis, metabolism, and the physiological equilibrium of seaweed. Optimal salinity (30–35 ppt) and optimal temperature (28°C) are essential for maximal growth, whilst cultivating techniques including floating net cages and raft systems give superior results compared to alternative methods. This article examines the biological traits of *K. alvarezii*, encompassing its shape and preferred habitat, while also evaluating diverse culture methods for different seaweed varieties, offering insights into effective tactics for improving the yield and quality of *K. alvarezii*. These findings underpin the development of efficient and sustainable agricultural strategies that enhance output while mitigating adverse effects on natural ecosystems.

Keywords: Algae, *K. Alvarezii*, Mariculture, Optimization, Seaweed

PENDAHULUAN

Kappaphycus alvarezii adalah rumput laut yang sering dibudidayakan karena mudah untuk diproduksi dan menangani pascapanen. Rumput laut *K. alvarezii* juga merupakan sumber utama karaginan, yang banyak digunakan dalam industri (Nurdjana, 2005; Neksidin dkk, 2013; Irawati, 2016). Pemanfaatan tambahan dari *K. alvarezii* adalah sebagai sumber kappa karaginan dan

memiliki hidrokoloid, yang Karena permintaan pasar yang tinggi, pengembangan budidaya yang berkelanjutan diperlukan untuk kesinambungan produksi hasil budidaya rumput laut.

Karakteristik biologi *Kappaphycus alvarezii*

Dalam perdagangan nasional, jenis alga laut bentik disebut rumput laut atau seaweed. Rumput laut, atau alga yang biasanya disebut

seaweed, adalah jenis tanaman yang biasanya tumbuh pada bagian substrat tertentu (Parenrengi, 2007).

Menurut Parenrengi (2007), morfologi *K. alvarezii* ditandai dengan thallus berbentuk silindris, permukaannya licin, dan memiliki warna yang bervariasi seperti hijau dan warna lainnya. Bentuk thallus dapat, dengan cabang utama yang saling berdekatan menuju pangkal. Sebaliknya, Hitler (2011) menggambarkan morfologi *K. alvarezii* sebagai thallus silindris yang tegak, dengan sisi-sisi yang berbeda ukuran. Gambar 1 menunjukkan adanya tonjolan berupa nodule (tonjolan) dan spine (duri), serta thallus yang bercabang-cabang tidak teratur dan berbentuk silindris atau pipih.



Gambar 1. *Kappaphycus alvarezii*

(Tarman *et al.* 2020)

Warna thallus pada rumput laut dapat digunakan sebagai indikator untuk membedakan berbagai kelas alga. Selain itu, warna ini juga dapat mencerminkan kecocokan dengan warna alga dari kelompok Cyanophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae, dan Rhodophyceae. Perbedaan warna pada thallus menunjukkan ciri khas tertentu, seperti alga hijau, coklat, merah, dan biru. Namun, kadang-kadang sulit untuk mengidentifikasi alga hanya berdasarkan warna thallus, karena alga merah bisa muncul dengan warna hijau kekuningan, coklat kehitam-hitaman, atau kuning kecoklatan. Oleh karena itu, warna tidak selalu menjadi acuan yang tepat untuk menentukan kelas alga. Perubahan warna sering kali disebabkan oleh perubahan lingkungan, dengan pengaruh faktor iklim dan oseanografi

yang signifikan, yang dapat memodifikasi atau mengubah bentuk serta fenotip alga secara sementara.

Menurut Parenrengi (2007), rumput laut (alga) adalah makhluk berklorofil dengan tubuh thalus (uniselular atau multiselular), alat reproduksi biasanya terdiri dari satu sel, dan beberapa alga memiliki alat reproduksi yang terdiri dari banyak sel. *K. alvarezii* adalah salah satu spesies dari genus Rhodophyta dan berubah nama menjadi *K. alvarezii* karena salah satu jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) yang menghasilkan fraksi kappa-karaginan (Doty 1985). Karena itu, jenis ini diklasifikasikan sebagai *K. alvarezii* (Doty, 1987). Nama daerah *cottonii* lebih dikenal dalam perdagangan domestik dan internasional.

K. alvarezii terutama berfotosintesis di daerah rata-rata terumbu karang. Oleh karena itu, jenis ini biasanya tumbuh di tempat bagian yang melekat pada substrat dasar yang terbuat dari cangkang moluska, karang hidup, dan karang mati dan terendam air. Tampaknya berkumpul dalam satu kelompok di alam jenis ini sangat penting untuk menyebarkan spora *K. alvarezii*, yang lebih menyukai variasi suhu kecil setiap hari. *K. alvarezii* tinggal di batu karang, cangkang kerang, dan benda keras lainnya. Tumbuh di terumbu karang yang rata-rata dangkal hingga enam meter.

Selain itu, Kadi dan Atmadja (1988) menyatakan bahwa campuran pasir karang dan potongan atau pecahan karang adalah jenis substrat yang paling ideal untuk pertumbuhan rumput laut. Ini disebabkan oleh fakta bahwa perairan yang mengandung substrat ini biasanya melewati arus yang sesuai untuk pertumbuhan rumput laut. Dua faktor yang sangat penting untuk pertumbuhan jenis ini adalah arus yang cukup dan kadar garam yang stabil, yang berkisar antara 28 dan 34 per mil. Akibatnya, jenis ini tumbuh dengan baik di daerah yang jauh dari muara sungai. Jenis ini telah dibudidayakan dengan tali, yang berarti mereka tidak perlu melekat pada substrat karang atau benda lain (Daniel, 2012).

Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Produksi Rumput Laut

Proses budidaya rumput laut yang mempertimbangkan faktor-faktor yang

dibutuhkan rumput laut akan memberikan hasil yang baik dan keberhasilan dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan fisik, kimia, dan biologi. Selain itu, pemilihan lokasi dan metode yang akan digunakan juga menentukan keberhasilan usaha budidaya, yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi rumput laut. Berikut ini merupakan kondisi yang memengaruhi proses reproduksi rumput laut.

1. Nutrisi Air

Hara dalam air sangat memengaruhi produksi rumput laut. Makro nutrien yang dibutuhkan dalam jumlah besar dan mikro nutrien yang dibutuhkan dalam jumlah kecil adalah dua komponen unsur hara yang bertanggung jawab atas pertumbuhannya. Kekurangan nitrogen (N) akan menghambat pertumbuhan rumput laut, menurut Yuniarsih (2014), karena nitrogen (N) adalah unsur makro yang membantu pertumbuhan tumbuhan sehingga dapat berkembang pesat. Nitrogen terdapat dalam 13 cm³/liter air laut, yang membutuhkan energi untuk fotosintesis.

Antara unsur makro nutrien, unsur nitrogen dan fosfor berfungsi sebagai penghalang pertumbuhan dan perkembangan rumput laut, terutama selama proses fotosintesis. (Lapointe, 1987). Selanjutnya dijelaskan bahwa unsur nitrogen dan fosfor dapat diserap dalam bentuk nitrat. Kandungan fosfat yang ideal untuk budidaya rumput laut harus lebih dari 0,005 ppm (Wardoyo, 1992) dan konsentrasi nitrat harus antara 0,9 dan 3,0 ppm. Jumlah fosfat terlarut di permukaan air laut lebih rendah daripada di perairan laut yang lebih dalam. Kalium, bersama dengan nitrogen dan fosfat, adalah salah satu hara makro yang paling penting bagi tumbuhan. Menurut Nicholis (1993), sel-sel tanaman menggunakan kalium dalam proses asimilasi energi yang dihasilkan oleh fotosintesis. Jika ada kekurangan unsur kalium (K), tumbuhan dapat menjadi layu, thallus menjadi tidak kuat, dan mudah sakit. Kekurangan unsur K juga dapat menyebabkan fotosintesis, pertumbuhan, dan respirasi yang lebih cepat (Round (1977).

2. Keadaan lingkungan air

2.1 Kecerahan Air

Perairan berkarang memiliki tingkat kecerahan yang tinggi, yang mendukung proses fotosintesis dengan baik. Kecepatan pertumbuhan rumput laut umumnya berkisar antara 0,94 hingga 6,78 meter pada musim hujan dan 1,65 hingga 7,35 meter pada musim kemarau (Asni, 2015). Semakin terang perairan, semakin sedikit partikel lumpur yang ada dalam kolom air, memungkinkan cahaya masuk dengan intensitas lebih tinggi. Hal ini mendorong fotosintesis dan metabolisme, sehingga rumput laut dapat menyerap lebih banyak unsur hara untuk mendukung pertumbuhannya. Kecerahan perairan yang ideal untuk budidaya rumput laut adalah antara 2,5 hingga 5 meter, dengan kecepatan arus antara 20 hingga 40 cm/detik (Sulistjo, 2002).

2.2 Aliran air

Gerakan air, juga disebut arus, memainkan peran penting dalam menjaga sirkulasi zat hara yang penting untuk pertumbuhan karena nutrien yang diperlukan rumput laut dapat diperoleh langsung dari air laut. Unsur hara terdiri dari dua bagian: hara makro dan mikro. Unsur hara mikro Mn, Cu, Zn, Fe, dan Mo dan hara makro termasuk Mg, C, H, S, Ca, O, P, K.

2.3 Suhu perairan

Spesies ini menunjukkan tingkat pertumbuhan tertinggi pada suhu 28°C dengan kondisi cahaya cukup, menunjukkan preferensi terhadap perairan hangat dibandingkan rumput laut lainnya (Syahrul *et al.*, 2023). Meskipun ada preferensi suhu yang jelas, rumput laut dapat menunjukkan tingkat aklimatisasi tertentu pada berbagai suhu (Eggert, 2012). Kemampuan adaptasi ini sangat penting untuk mendukung kelangsungan hidup di tengah perubahan suhu. Ketika suhu ekstrim di atas kisaran ideal, maka dapat menyebabkan stres dan menurunkan tingkat pertumbuhan. Hal ini berdampak negatif baik pada ekosistem alami

2.4 Kadar Salinitas

Salinitas merupakan faktor penting yang mempengaruhi makroalga cara mengurangi aktivitas pusat reaksi fotosistem

dan menghentikan transfer elektron pada alga. Salinitas optimal untuk pertumbuhan rumput laut berada pada kisaran 30 ppt hingga 35 ppt, yang mendukung keseimbangan fungsi membran sel.

Salinitas, yang berkaitan dengan tekanan osmotik antara rumput laut dan lingkungan sekitarnya, juga mempengaruhi sifat fisik air. Keseimbangan ini mendukung proses penyerapan unsur hara yang penting untuk pertumbuhan dan fotosintesis rumput laut. Arisandi *et al.* (2011) menyatakan bahwa salinitas dapat memengaruhi tanaman dalam berbagai bentuk stres. Peningkatan salinitas yang menyebabkan meningkatnya tekanan osmotik, menghambat penyerapan air, dan memperlambat proses osmosis. Hal ini menyebabkan stres ion, serta keracunan Na⁺ yang terjadi akibat konsentrasi ion Na yang tinggi pada permukaan thallus, yang mengganggu serapan K⁺ dari lingkungan. Stres sekunder dapat menyebabkan kerusakan pada sel dan makromolekul, seperti lipid.

Salinitas memengaruhi proses biokimia dan fisiologi karena peran membran sel dalam transportasi nutrisi yang erat kaitannya dengan perubahan tekanan osmosis (Xiong dan Zhu (2002)). Salinitas tinggi dapat memengaruhi pertumbuhan dan perubahan struktur alga, termasuk penurunan ukuran stomata, yang mengurangi penyerapan hara dan air, sehingga menghambat pertumbuhan alga pada tingkat sel, jaringan, dan organ. Seperti yang dijelaskan oleh Hui *et al.* (2014), pada salinitas 20 ppt, hanya stolon yang dapat diregenerasi dari cabang, sedangkan pada salinitas antara 30 hingga 40 ppt, cabang baru dengan ramuli dapat terbentuk dari stolon.

Produksi Rumput Laut *K. Alvarezii* pada suhu dan salinitas yang berbeda

Produksi Rumput Laut *K. Alvarezii* pada suhu dan salinitas yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi Rumput Laut dalam Berbagai Kondisi Budidaya

Jenis Rumput Laut	Perlakuan	Hasil	Referensi
Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	Metode yang berbeda digunakan untuk meningkatkan hasil produksi, yang berdampak pada kecerahan rumput laut. Metode yang digunakan yaitu keramba jaring apung, lepas dasar, rakit apung dan rawai panjang.	Metode keramba jaring apung menghasilkan laju pertumbuhan yang tertinggi.	(Hardan <i>et al.</i> 2020)
Rumput Laut <i>Kappaphycus Alvarezii</i>	Kandungan karotenoid dan klorofil-a yang berbeda pada kedalaman yang bervariasi untuk tempat budidayanya.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman budidaya tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah klorofil dan karotenoid. Kadar klorofil dan karotenoid cenderung lebih tinggi pada kedalaman 100 cm sedangkan kadar terendah ditemukan pada kedalaman 20 cm.	(Akmal, <i>et al.</i> , 2012)
Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	Suhu: 29–31°C, Salinitas: 30–31 ppt	Pertumbuhan optimal dan kandungan karaginan tinggi dengan kondisi lingkungan seimbang.	Lobban & Wynne. (1994); Oedjoe <i>et al.</i> (2020)
Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	Suhu: 34–35°C	Pertumbuhan menurun akibat evaporasi tinggi dan keterbatasan nutrisi.	Fikri <i>et al.</i> (2015)
Rumput Laut	Suhu: 28°C, Salinitas: 33 ppt	Fotosintesis meningkat dan	Anwar <i>et al.</i>

<i>Kappaphycus alvarezii</i>	pertumbuhan maksimum dalam (2013) kondisi terkendali.
Rumput Laut <i>Kappaphycus alvarezii</i>	Suhu: 32-35°C, Salinitas: 33-35 ppt Kandungan karaginan bervariasi, Oedjoe <i>et al.</i> dipengaruhi ketersediaan nutrisi (2022) dan tingkat salinitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran pada berbagai literatur, faktor-faktor lingkungan perairan meliputi nutrient dan kondisi fisik perairan, seperti : suhu, salinitas, cahaya, gerakan air (arus), merupakan faktor yang penting dan sangat berpengaruh terhadap produktifitas rumput laut *K. alvarezii*. Pertimbangan tersebut menjadi rekomendasi yang kuat bagi para pembudidaya untuk melakukan budidaya sesuai dengan kondisi perairan yang sesuai dengan kebutuhan rumput laut *K. alvarezii*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, F., Djunaedi, A., & Gunawan, W. S. (2013). Effect of different concentrations of KOH on alginate quality of brown seaweed *Sargassum duplicatum* J. G. Agardh. *Journal of Marine Research*, 2(1), 7–14.
- Asni, A. (2015). Analisis produksi rumput laut (*K. alvarezii*) berdasarkan musim dan jarak lokasi budidaya di perairan Kabupaten Banteng.
- Arisandi, A., Marsoedi, H., Nursyam, A., & Sartimbul, A. (2011). Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap morfologi, ukuran dan jumlah sel, pertumbuhan serta rendemen karaginan *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16(3), 143–150.
- Dawes, C. J. (1981). *Marine botany*. Wiley-Interscience Publication, University of South Florida.
- Daniel, B. A. (2012). Produktivitas rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan oleh masyarakat pesisir. Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Doty, M. S., & Norris, J. N. (1985). *Biotechnological and economic approaches to industrial development based on marine algae in Indonesia*. Workshop on Marine Algae in Biotechnology, Jakarta, 11–13 Desember 1985. National Academy Press.
- Eggert, A. (2012). Seaweed responses to temperature. In C. Wiencke & K. Bischof (Eds.), *Seaweed biology: Novel insights into ecophysiology, ecology and utilization* (pp. 47–66). Springer.
- Fikri, M., Rejeki, S., & Widowati, L. L. (2015). Produksi dan kualitas rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan kedalaman berbeda di perairan Bulu Kabupaten Jepara. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 67–74.
- Hayashi, L., de Paula, E. J., & Chow, F. (2007). Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of Sao Paulo State, Brazil.
- Hitler, S. (2011). Pengaruh berat bibit awal yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kadar keragenan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) varietas cokelat menggunakan metode vertikultur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Haluoleo, Kendari.
- Hui, G., Zhongmin, S., & Delin, D. (2014a). Effect of temperature, irradiance on the growth of the green algae *Caulerpa lentillifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta). *Chinese Journal of Applied Phycology*. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0358-7>
- Irawati, Badraeni, Abustang, & Tuwo, A. (2016). Pengaruh perbedaan bobot thallus terhadap pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* strain coklat yang dikayakan. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1(2), 82–87.
- Izzati, M. (2004). Kejernihan dan salinitas perairan tambak setelah penambahan rumput laut, *Sargassum plagyophyllum* dan ekstraknya. *Laboratorium Biologi dan Struktur Tumbuhan*, Jurusan Biologi, FMIPA, Undip Semarang.

- Kadi, A., & Atmadja, W. S. (1988). Rumput laut (Algae): Jenis, reproduksi, produksi, budidaya, dan pasca panen. Proyek Studi Potensi Sumberdaya Alam Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, Jakarta.
- Knudsen, N. R., Tutor Ale, M., Ajaloueian, F., & Yu, L. (2017). Rheological properties of agar and carrageenan from Ghanaian red seaweed. *Journal of Food Hydrocolloids*, 63, 50–58.
- Lapointe, B. E. (1987). Phosphorus and nitrogen limited photosynthesis and growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida Keys: An experimental field study. *Marine Biology*, 93(4), 561–568.
- Lobban, C. S., & Wynne, M. J. (Eds.). (1981). *The biology of seaweeds* (Vol. 17). University of California Press.
- Neksidin, Utama, K., Pengerang, & Emiyarti. (2013). Studi kualitas air untuk budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Teluk Kolono Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 3(12), 147–155.
- Nicholls, R. E. (1993). Hidroponik tanaman tanpa tanah. *Dahara Prize*.
- Nurdjana, M. L. (2005). Iklim usaha yang kondusif bagi pengembangan akuakultur di Indonesia. Disampaikan pada Konferensi Nasional Akuakultur, Makassar, 23–25 November 2005.
- Oedjoe, M. D. R., Linggi, Y., & Tobuku, R. (2020). Effect of the dry season on growth, production of seaweed *Kappaphycus alvarezii* in Tesabela waters, Kupang Regency, East Nusa Tenggara, Indonesia. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 10(3), 3167–3172.
- Oedjoe, M. D. R., Kangkan, A. L., Turupadang, W., Lukas, A. Y., & Liufeto, F. C. (2022). Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) condition exposed to temperature change in Sulamu waters, Kupang Regency, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Journal of Positive School Psychology*, 6(2), 407–418.
- Parenrengi, A., Suryati, E., & Rachmansyah. (2007). Penyediaan benih dalam menunjang kebun bibit dan budidaya rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*. Makalah disampaikan pada Simposium Nasional Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 7 Agustus 2007.
- Parenrengi, A., & Sulaeman. (2010). Mengenal rumput laut, *Kappaphycus alvarezii*. *Media Akuakultur*, 2(2), 142–146.
- Round, F. E. (1977). *The biology of the algae*. Edward Arnold Publisher.
- Sulistidjo. (2002). Penelitian budidaya rumput laut (Algae makro/seaweed) di Indonesia. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Bidang Akuakultur, LIPI, Pusat Penelitian Oseanografi, Jakarta.
- Tarman, K., Kustiariyah, Sadi, U., Santoso, J., Hardjito, L., & Kim. (2020). Carrageenan and its enzymatic extraction. In *Seaweed polysaccharides: Isolation, biological, and biomedical applications* (pp. 147–159). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119143802.ch7>
- Xiong, I., & Zhu, J. K. (2002). Salt tolerance in the *Arabidopsis*. *American Society of Plant Biologists*.
- Wardoyo, S. E. (1992). Potensi budidaya rumput laut di Sulawesi Utara. *Buletin Penelitian Perikanan No. 1*.
- Yuniarsih, E., Nirmala, K., & Radiata, I. N. (2014). Tingkat penyerapan nitrogen dan fosfor pada budidaya rumput laut berbasis IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) di Teluk Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 487–500.