

Growth and Content of Seaweed Carrageenan *Kappaphycus alvarezii* Cultivated at Bottom-off method

Devi Suryani Putri¹, Nunik Cokrowati^{1*}, Dewi Putri Lestari¹, Ahmad²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

²Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok, Sekotong, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Article History

Received : March 28th, 2022

Revised : April 25th, 2022

Accepted : May 27th, 2022

*Corresponding Author:

Nunik Cokrowati

Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram
Email:

nunikcokrowati@unram.ac.id

Abstract: *Kappaphycus alvarezii* is a red alga that produces kappa-carrageenan which can be used as raw material for processed foods, medicines, cosmetics, and bacterial media materials. The production of *K. alvarezii* is increasingly being sought to increase to meet consumer demands. This study aimed to analyse the growth rate and content of carrageenan in *K. alvarezii* cultivated using the bottom-off method. This research was conducted at the Seaweed Center of Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL), Gerupuk, Pujut District, Central Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province. The research method used was experimental with a completely randomized design consisting of five spacing treatments. The treatments in this study were P0 (distance 15 cm as control), P1 (distance 10 cm), P2 (distance 15 cm), P3 (distance 20 cm), P4 (distance 25 cm). *K. alvarezii* cultivation was carried out for 40 days. The result of this study is the highest yield of carrageenan was obtained at P4 of 6.846%. The highest absolute weight of *K. alvarezii* was obtained in treatment P4 (25 cm) which was 121.67 g. The highest specific growth was found at P4 (25 cm) which was 1.98%/day. This study concludes that *K. alvarezii* spacing significantly affects the growth and carrageenan of seaweed cultivated at the bottom-off method.

Keywords: Carrageenan; growth; *Kappaphycus alvarezii*; marine culture; seaweed.

Pendahuluan

Kappaphycus alvarezii merupakan rumput laut yang tergolong alga merah dan sebagai komoditas utama budidaya perikanan. Rumput laut ini dibudidayakan secara luas karena teknologi produksinya relatif sederhana dan penanganan pasca panen yang relatif mudah. Budidaya *K. alvarezii* dapat memanfaatkan kolom perairan secara maksimal (Wiyanto, 2019). Alga jenis ini termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* yang mampu menghasilkan karagenan dan banyak digunakan di berbagai industri (Baweja, *et al.*, 2016). Rumput laut yang banyak diproduksi di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah *K. alvarezii*. Jenis ini memiliki nilai ekonomi yang penting karena merupakan penghasil karaginan. Karaginan dapat digunakan sebagai bahan baku industri farmasi, kosmetik dan makanan (DKP, 2014).

Keberhasilan budidaya rumput laut dipengaruhi oleh teknik budidaya yang tepat dan dengan metode budidaya yang sesuai. Metode yang hendaknya dipilih dapat memberikan pertumbuhan yang baik, mudah dalam penerapannya dan bahan baku yang digunakan murah serta mudah di dapat. Menurut Atmadja (1996), metode budidaya yang dikembangkan di Indonesia antara lain metode rakit apung, metode lepas dasar atau patok dasar dan metode rawai atau rentang. Metode patok dasar merupakan metode yang dilakukan pada dasar perairan dengan substrat pasir putih dan pecahan karang. Budidaya dengan metode ini dilakukan dengan mengikat bibit *K. alvarezii* pada tali ris yang diikatkan pada patok yang terbuat dari kayu atau bambu (Kamla, 2011).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *K. alvarezii* yang dibudidayakan adalah kondisi substrat, cahaya, nutrisi arus, kualitas bibit, dan

jenis teknologi yang digunakan (Aditia dan Ilham, 2015). Jarak tanam merupakan faktor teknis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut karena hubungannya dengan penyerapan unsur hara yang saling berkaitan. Hingga saat ini pembudidaya belum mengetahui pengaruh jarak tanam yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan kandungan karaginan. Perbedaan jarak tanam menyebabkan pergerakan air yang lebih luas dalam membawa unsur hara sehingga menyebabkan pertumbuhan rumput laut meningkat. serta menempatkan rumput laut di permukaan perairan yang menyebabkan penyerapan matahari lebih baik untuk fotosintesis dan selanjutnya proses metabolisme. Menurut Prihaningrum (2001) menyatakan pertumbuhan rumput laut di pengaruhi oleh jarak ikat yang berhubungan dengan satuan luas lahan, semakin lebar jarak tanam maka semakin luas lintas pergerakan air. Ponggarang (2013), jarak yang semakin lebar memberikan keluasan air untuk bergerak dan mendistribusikan unsur hara pada rumput laut.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian jarak tanam yang berbeda dalam upaya untuk mengetahui kualitas karaginan dan peningkatan produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju pertumbuhan dan kandungan karaginan pada *K. alvarezii* yang dibudidayakan menggunakan metode patok dasar.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Januari 2022 di *Seaweed Center*, Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Lombok, Gerupuk, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Analisa Karaginan dilakukan di Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Dissolved Oxygen* meter, kamera, penggaris, alat tulis, pH meter, timbangan manual, termometer, refraktometer, blender, kompor gas, pengaduk kayu, wadah perebus, dan Loyang. Bahan yang digunakan adalah bibit *K. alvarezii*, tali polietilen diameter 10 cm, tali

polietilen diameter 4 cm, tali rafia, dan ethanol 70%.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri lima perlakuan dan tiga kali ulangan pada jarak yang berbeda. Perlakuan pada penelitian ini mengacu dengan (Supiandi *et al.*, 2020) adalah sebagai berikut:

P1: Jarak 10 cm

P2: Jarak 15 cm

P3: Jarak 20 cm

P4: Jarak 25 cm

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati dan metode pengamatannya sebagai berikut:

a. Berat Mutlak *K. alvarezii*

Berat mutlak yaitu untuk mengetahui selisih total rumput laut yang telah ditanam (Effendy, 2003 dalam Cokrowati *et al.*, 2018).

$$G = W_t - W_o$$

Keterangan:

G: Petumbuhan mutlak (g)

W_t: Berat akhir (g)

W_o: Berat awal (g)

b. Laju Pertumbuhan *K. alvarezii*

Laju pertumbuhan harian dihitung menggunakan rumus (Ohno *et al.*, 1994 dalam Cokrowati 2021) adalah sebagai berikut:

$$DGR = \frac{\ln\left(\frac{W_t}{W_o}\right)}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

DGR (*Daily Growth Rate*): laju pertumbuhan (%/hari)

W_t: berat segar akhir (g)

W_o: berat segar awal (g)

t : Selang waktu (hari)

c. Rendemen Karaginan

Rendemen karaginan dihitung dengan rumus Atmadja dan Kadi (1988)

$$Kr = \frac{W_c}{W_m} \times 100\%$$

Ketereangan:

Kr: Kandungan karaginan
Wc: Berat karaginan kering(g)
Wm: Berat rumput laut kering (g)

d. Pengukuran Kualitas Air

Kualitas air yang diamati adalah salinitas, suhu, pH, Oksigen terlarut, kedalaman, fosfat dan nitrat.

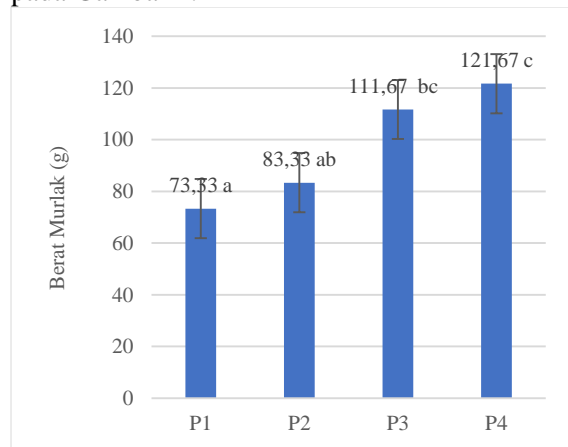
Analisis data

Data selama kegiatan penelitian adalah data kuantitas rumput laut yaitu berat awal, berat akhir serta pertumbuhan spesifik harian. Data dianalisis dengan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh interaksi antar perlakuan dengan kepercayaan 95%. Uji lanjut dilakukan menggunakan uji Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Berat Mutlak

Berdasarkan analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan jarak tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05\%$) terhadap pertumbuhan berat mutlak. Hasil analisis berat mutlak *K. alvarezii* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik berat mutlak *K. alvarezii*

Berat mutlak merupakan hasil dari berat akhir yang dikurangi dengan berat awal suatu sampel (Basir *et al.*, 2017). Data pertumbuhan berat mutlak *K. alvarezii* terbaik diperoleh pada perlakuan P4 (25 cm), sedangkan pada P1 (10 cm) data pertumbuhan berat mutlak yang diperoleh selama penelitian menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Berat mutlak *K. alvarezii* pada masing-masing jarak tanam berbeda menunjukkan adanya perbedaan. Hasil analisis berat mutlak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* antara jarak tanam P1 (10 cm), P2 (15 cm), P3 (20 cm) dan P4 (25 cm). Pada penelitian ini berat mutlak yang tertinggi terdapat pada P4 (25 cm) dengan nilai rata-rata 121,67 g, karena pada perlakuan P4 (25 cm) jarak tanam pada tali antar rumpun lebih panjang maka akan memberi ruang yang lebih luas bagi rumput laut untuk menyerap nutrient diperairan. Luasnya jarak tanam dapat mempermudah untuk proses fotosintesis karena setiap cabang mempunyai kesempatan untuk memperoleh sinar matahari. Prihaningrum *et al.* (2001) menyatakan bahwa semakin jauh jarak tanam maka semakin luas pergerakan air yang membawa unsur hara sehingga pertumbuhan rumput laut meningkat. Sebaliknya jika jarak tanam terlalu dekat akan mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan rumput laut jadi lambat karena terjadi persaingan dalam mendapatkan nutrient.

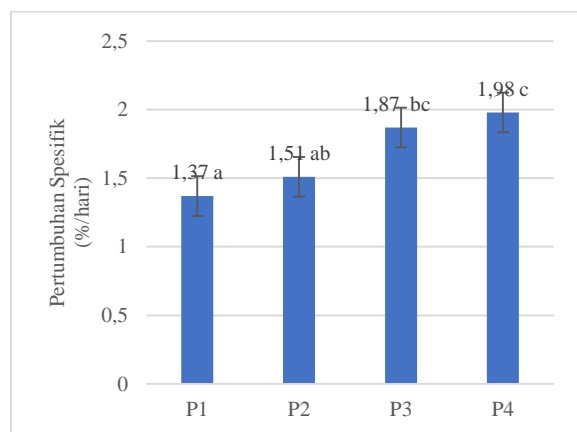
Berat mutlak yang rendah terdapat pada P1 (10 cm), diikuti P2 (15 cm) dan P3 (20 cm) rendahnya pertumbuhan berat mutlak yaitu akibat rendahnya pergerakan air (arus) dan rendahnya intensitas cahaya yang didapat untuk proses fotosintesis. Jarak tanam 10 cm, 15 cm dan 20 cm kerapatan rumput laut lebih tinggi dibandingkan dengan jarak 25 cm, sehingga terjadi persaingan dalam penyerapan unsur hara yang dibawa oleh arus (Abdan *et al.*, 2013). Selain itu jarak yang rapat kemungkinan dapat terjadi pengumpulan kotoran pada talus yang akan menutupi sehingga berakibat terganggunya proses fotosintesis.

Perbedaan jarak tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput, hal ini sangat berkaitan dengan persaingan setiap individu rumput laut dalam mendapatkan unsur hara sebagai makanannya. Jarak tanam merupakan salah satu faktor teknis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut karena hubungannya dengan penyerapan unsur hara yang saling berkaitan. Jarak tanam terlalu jauh dapat membantu untuk mengantisipasi kerontokan talus, hal ini diduga karena rumpun rumput laut akan saling bersentuhan. Menurut Cokrowati *et al.* (2016), talus antar ikatan (antar rumpun) saling bersentuhan sehingga dapat

memecah gerakan air. Hal ini dapat meminimalkan terjadinya kerontokan talus akibat patah oleh gerakan air.

Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan jarak tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05\%$) terhadap laju pertumbuhan spesifik. Hasil analisis laju pertumbuhan spesifik *K. alvarezii* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik *K. alvarezii*

Jarak tanam yang berbeda mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik rumput laut *K. alvarezii*. Hasil ini dibuktikan dengan analisis rata-rata laju pertumbuhan spesifik pada setiap perlakuan. Laju pertumbuhan spesifik cenderung lebih cepat terdapat pada perlakuan P4 (25 cm) dengan nilai rata-rata 1,98%/hari di bandingkan dengan perlakuan lainnya yakni P1 (1,37%/hari), P2 (1,51%/hari), P3 (1,87%/hari).

K. alvarezii yang ditanam dengan jarak tanam 10 cm antar rumpun memiliki laju pertumbuhan spesifik lebih rendah dengan rata-rata sebesar 1,37%/hari dibandingkan dengan jarak tanam 15 cm sebesar 1,51%/hari, 20 cm dengan rata-rata sebesar 1,87%/hari dan 25 cm dengan rata-rata sebesar 1,98%/hari. Jarak tanam berbeda memberi pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik. Jarak tanam lebih renggang akan mempengaruhi pertumbuhan rumput laut dari aspek pencahayaan (fotosintesis) dan aspek suplai nutrisi, begitu juga sebaliknya. Widiastuti (2011) yang menyatakan bahwa jarak tanam rumput laut pada tali umumnya berkisar antara 20-25 cm. Apabila jarak tanam terlalu pendek maka akan terdapat

banyak ikatan rumput laut sehingga kesempatan setiap cabang rumput laut untuk memperoleh unsur hara sebagai sumber makanan yang dibutuhkan sedikit dan hal ini akan memperlambat pertumbuhan.

Laju pertumbuhan spesifik (%) bernilai dibawah 2%/hari yang berarti pertumbuhan *K. alvarezii* tidak optimal, karena pertumbuhan rumput laut di pengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti jenis, bagian talus dan umur, sedangkan faktor eksternal seperti keadaan lingkungan berupa fisika, kimia yang dapat berubah. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Sulistijo (2002) yang menyatakan bahwa pertumbuhan harian rumput laut diatas 2%/hari sudah menunjukkan pertumbuhan terbaik sedangkan pada pertumbuhan dibawah 2%/hari menunjukkan pertumbuhan yang kurang optimal. Menurut Hilmi *et al.* (2013) dalam Cokrowati *et al.* (2016) menyarankan rumput laut di panen pada umur 30 hari (lebih awal). Hal ini karena rumput laut masih mengalami pertumbuhan yang bagus pada umur ± 30 hari dan pada umur tersebut yang mengalami pertumbuhan bagus tidak mampu mempertahankan talus yang berat setelah melewati umur 30 hari.

Rendemen Karaginan

Rendemen karaginan *K. alvarezii* yang dibudidayakan selama 40 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Karaginan *K. alvarezii*.

Perlakuan	Rendemen Karaginan (%)
P1	4,812
P2	6,076
P3	6,424
P4	6,846

Karaginan merupakan senyawa yang terdiri dari beberapa unsur yang didapatkan melalui proses fotosintesis rumput laut. Menurut Fathmawati *et al.* (2014), karaginan merupakan senyawa hidrokloid yang terdiri dari dari ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer. Syamsuar (2007), karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut dan merupakan penyusun yang besar dari bobot kering rumput

laut yang dibandingkan dengan komponen yang lain.

Nilai rendemen karaginan yang dihasilkan oleh *K. alvarezii* dengan perlakuan yang berbeda berkisar antara 4,812% – 6,846%. Hal ini diduga karena metode budidaya yang dilakukan pada rumput laut sama maka parameter yang diterima oleh rumput laut juga sama. Menurut Desy *et al.* (2016), penerapan metode budidaya yang sama, mengakibatkan kualitas lingkungan yang diterima rumput laut juga sama seperti cahaya matahari, salinitas, suhu dan nutrient diperairan. Rendaman karaginan yang di dapatkan pada penelitian ini tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat pada penelitian Basiroh *et al.* (2016), dimana nilai rendaman karaginan pada hari ke-45 sebesar 42,08%. Kadar karaginan rumput laut terus menerus mengalami peningkatan dari hari ke-35, 40 hingga 45 hari.

Rendahnya nilai rendemen karaginan pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh kandungan nitrat yang berkisaran antara 0,48-0,55 mg/l yang berlebihan sehingga mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan), kualitas

bibit rumput laut dan umur panen 40 hari. Menurut Peranginangin *et al.* (2013) bahwa mutu rumput laut *Kappaphycus* sp. paling tinggi dengan rendemen karaginan serta kekuatan gel yang optimal berada pada umur panen berkisaran 45-55 hari (6-8 minggu). Freile Pelegrin *et al.* (2006), bahwa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas karaginan adalah benda asing, musim, cahaya, nutrient, suhu, dan salinitas yang dapat menurunkan kualitas dari rumput laut. Nurjannah (2003) kandungan karaginan dari masing-masing rumput laut beragam, hal tersebut di pengaruhi oleh spesies, lokasi budidaya dan iklim lokasi budidaya.

Kualitas Air

Nilai parameter kualitas lokasi budidaya *K. alvarezii* dapat dilihat pada Tabel 2. Parameter kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Menurut Basir *et al.*, (2017) pengukuran kualitas air merupakan hal yang penting dalam keberlangsungan budidaya.

Tabel 2. Nilai parameter kualitas air

Parameter	Hari Ke-				Ideal	Pustaka
	10	20	30	40		
Suhu (°C)	27	29	29,2	28	26-32	SNI (2011)
Oksigen terlarut (mg/l)	8,2	9,0	7,6	8,3	> 4	SNI (2011)
Salinitas (ppt)	31	29	30	32	28-34	SNI (2011)
pH	8,2	7,0	8,3	7,8	7-8,5	SNI (2011)
Nitrat (mg/l)		0,48		0,55	>0,04	SNI (2011)
Fosfat (mg/l)		<0,01		<0,06	>0,1	SNI (2011)

Selain dipengaruhi oleh jarak tanam pertumbuhan *K. alvarezii* juga di pengaruhi oleh kualitas air yaitu suhu. Hasil pengukuran suhu selama penelitian yakni berkisar antara 27 °C – 29,2 °C, hal ini menunjukkan bahwa perairan Gerupuk masih memiliki kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan *K. alvarezii*. Pendapat yang

sama yang dikemukakan oleh BSN (2011) bahwa suhu perairan 26 °C - 32 °C merupakan standar optimum untuk pemeliharaan rumput laut.

Hasil pengukuran salinitas yang dilakukan selama penelitian yaitu berkisaran antara 29 ppt - 32 ppt, dimana salinitas pada budidaya tersebut baik untuk pertumbuhan *K. alvarezii*, hal ini

sesuai dengan pernyataan Patang (2010) bahwa *K. alvarezii* bahwa dapat tumbuh dengan baik pada perairan yang tenang dengan kisaran salinitas 28 ppt – 35 ppt.

Derajat keasaman (pH) berperan penting bagi pertumbuhan rumput laut, dimana pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur kimia dan unsur hara yang bermanfaat bagi pertumbuhan rumput laut (Burdames *et al.*, 2014). Hasil pengukuran pH selama penelitian berkisaran antara 7,0 – 8,4. Nilai tersebut menunjukkan kadar pH yang baik untuk melakukan budidaya *K. alvarezii*. Wibowo dan Evi (2012), pH air laut dengan kisaran sekitar 7-9 sangat layak untuk pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii*.

Oksigen terlarut merupakan faktor yang penting dalam kehidupan organisme untuk proses respirasi. Hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar antara 7,6 – 9,0 mg/l, nilai tersebut dapat mendukung pertumbuhan *K. alvarezii*. Menurut BSN (2011) rumput laut akan tumbuh dengan baik pada perairan dengan oksigen terlarut >4 mg/l. Menurut Risnawati *et al.* (2018), nilai oksigen terlarut yang memenuhi syarat untuk hidup dan tumbuh *K. alvarezii* yaitu 4,5 – 9,8 mg/l.

Nitrat merupakan unsur hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan rumput laut. Hasil pengukuran nitrat selama penelitian di peroleh kisaran antara 0,48 – 0,55 mg/l. Jika kadar nitrat lebih dari 0,2 mg/l, akan mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat. Menurut Aslan (2011), bahwa konsentrasi nitrat perairan yang baik untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,0071-0,0169 mg/l. Konsentrasi nitrat yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yaitu berkisaran antara 0,0043 -0,02 mg/l cukup baik bagi pertumbuhan rumput laut. Nitrat merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan rumput laut. Sedangkan konsentrasi nitrat yang diperoleh di penelitian ini terlalu tinggi. Menurut Tambaru (1998), besar kecilnya konsentrasi nitrat dalam perairan bergantung dari masukan air yang berasal dari luar perairan seperti dari sungai, resapan tanah, pencucian ataupun erosi, serta sistem pembentukan yang berlangsung di badan air itu sendiri.

Fosfat merupakan unsur penting yang dibutuhkan rumput laut dalam proses

pertumbuhannya. Fosfat yang diserap rumput laut umumnya dalam bentuk ortofosfat. Hasil pengukuran fosfat selama penelitian berkisar antara <0,01-0,06 mg/l. Kandungan fosfat yang sesuai untuk rumput laut *K. alvarezii* adalah 0,01 -0,051 mg/l (Fatmawaty *et al.*, 1998). Abdan *et al.*, (2013) dan Ariyanti *et al.*, (2007) menjelaskan bahwa kisaran fosfat antara 0,0132-0,0391 mg/l dan 0,081 -0,0435 mg/l masih mendukung pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii*. Sedangkan jika kekurangan fosfat pada rumput laut *K. alvarzii* dapat menyebabkan terakumulasinya lemak dalam jumlah besar dalam sel (Kushartono *et al.*, 2009).

Kesimpulan

Jarak tanam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *K. alvarezii* yang dibudidayakan dengan metode patok dasar. Jarak tanam pada perlakuan P4 (25 cm) memberikan pertumbuhan berat mutlak 121,67 g, dan laju pertumbuhan spesifik 1,98/hari dan memberi nilai rendemen karaginan sebesar 6,846%.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Seaweed Center Gerupuk, Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Lombok, dan Laboratorium Produksi dan Reproduksi Ikan Program Studi Budidaya Perairan yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian ini.

Referensi

- Abdan, A. Rahman & Ruslaini (2013). Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karagenan Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) Menggunakan Metode Long line. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 3(12):113-123. <https://adoc.pub/pengaruh-jarak-tanam-terhadap-pertumbuhan-dan-kandungan-kara.html>
- Aditia, F & Ilham (2015). Budidaya Rumput Laut *Sargassum* sp. dengan Menggunakan Metode Patok Dasar dengan Jarak Tanam Yang Berbeda. *Bul. Tek. Lit. Akualtur*. 13(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/blta.13.2.2015.137-142>

- Ariyanti, R. W., Sya'rani, L., & Arini, E. (2007). Analisis Kesusuaian Perairan Pulau Karimunjaya dan Pulau Kemajan Sebagai Lahan Budidaya Rumput Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pasir Laut*. 3(1):27-45. <http://eprints.undip.ac.id/4390/1/3-Resti-27sd45.pdf>.
- Aslan. I., M., Iba, W., & Thamrin, A. N. (2011). Pengaruh Jarak Tali Gantung dan Jarak Tanam Bibit yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Varietas. *Laporan Penelitian*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mataram Haluoleo 60 hal. <https://pdfcoffee.com/jurnal-mina-laut-indonesia-pdf-free.html>.
- Atmadja, W. S & A. Kadi (1988). Rumput Laut (Algae) Jenis, Reproduksi, Budidaya dan Pasca Panen. Sumber Daya Alam. *Laporan*. Proyek Study Potensi Sumberdaya Alam Indonesia *LIPI*. Jakarta. <http://coremap.or.id/downloads/0881.pdf>.
- Atmadja, W.S. (1996). Pengenalan jenis Alga Merah (Rhodophyta) Dalam Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut Indonesia. Jakarta. <http://media.neliti.com/media/publications/220086-mengenal-potensi-rumput-laut-kajian-pema.pdf>
- Baweja, P., S. Kumar, S., D. Sahoo, and I. A. Levine. (2016). Biology of Seaweed. Chapter in Book: Seaweed in Health and Disease Prevention. DOI:[10.1016/B978-0-12-802772-1.00003-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802772-1.00003-8).
- Cokrowati, N. 2013. Buku Ajar Teknologi Rumput Laut. Program Studi Budidaya Perairan. Universitas Mataram. *Buku Ajar*. <https://mai.or.id/archives/2046>.
- Cokrowati, N., A. R. Sapitri, & Rusman (2016). Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Hasil Kultur Jaringan Pada Jarak Tanam Yang Berbeda. *Depik*. 5(1): 12-18. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.740>
- Cokrowati, N., Yenni, R., Muhamad, F., & Sri, A. (2021). Accelerated Growth of *Kappaphycus Alvarezii* Using *Sargassum aquifolium* extract and Its Anatomical Characteristics. *BIODIVERSITAS*. 22 (11). Pages 5195-5202. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221158>
- Desy, A. S., M. Izzati, & E. Prihastanti (2016). Pengaruh Jarak Tanam Pada Metode Longline Terhadap Pertumbuhan dan Rendaman Agar *Gracilaria verrucosa* (Husdon) Papenfuss. *Jurnal Biologi*. 5(2): 11-22. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/download/19486/18480>
- DKP-NTB. (2014). *NTB Ekspor. Rumput Laut Vietnam*. <http://www.m.antaranews.com/berita/469721/ntb-ekspor-rumput-laut-ke-vietnam>.
- Fallu. I., Eddy. S., & Sugeng. H. S. (2016). Peningkatan Kualitas Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Metode Budidaya Keranjang Jaring. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 15(2), 124-131. <https://core.ac.uk/download/pdf/294990712.pdf>
- Fathmawati, D., M. R. P. Abidin, A. & Roesyadi (2014). Studi Kinetika Pembentukan Karaginan dari Rumput Laut. *Journal Teknik Pomist*. 3(1): 27-32
- Fathmawati, D., M. R. P. Abidin, & A. Roesyadi (2014). Studi Kinetika Pembentukan Karaginan dari Rumput Laut. *Journal Teknik Pomist*. 3(1): 27-32. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5557>
- Fatmawati, Sutikno, & Hardjosuwarno (1998). Kesesuaian Budidaya Rumput Laut (*Euचेuma*) di Wilayah Perairan Laut Daerah Tingkat II Kotabaru Kalimantan Selatan. BPPS. Universitas Gajah Mada. 11(3):305-321. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5557>
- Freile-Pelegri Y, Rebledo D, & Azamar J.A. (2006). Carageenan of *Euचेuma isforme* conditions. *Botanica Marina*, 49(1):65-71. Doi: 10.1515/BOT.2006.009. <http://dx.doi.org/10.15578/blta.13.2.2015.137-142>
- Kamla, Y. (2011). Produksi, Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas

- Hasanudin.
<https://media.neliti.com/media/publications/274194.perumbuhan-rumput-laut->
- Kurshartono, E.W., Suryono & M.R. Endah Setyaningrum (2009). Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Teluk Awur Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14(3):164-169.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.14.3.164-169>.
- Nurjannah (2003). Prospek Pemanfaatan Rumput Laut. Seminar Diversifikasi Rumput Laut. Makalah Pada Seminar Rumput Laut tanggal 3 Mei 2003.
<https://doi.org/10.26618/octopus.v2i.524>.
- Peranginagin R., Sinurat E., & Darmawan M. (2013). Memproduksi Karaginan dari Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
<http://opac.depok.go.id:8123/inliste3/opac/detail-opac?id=12575>.
- Ponggarang, D., A. Rahman & W. Iba. (2013). Pengaruh Jarak Tanam dan Bobot Bibit Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Menggunakan Metode Verticular. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 03(12): 94-112.
<https://adoc.pub/queue/pengaruh-jarak-tanam-dan->
- Prihaningrum, Meiyana, & Evalawati. (2001). Biologi Rumput Laut; Teknologi Budidaya Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Petunjuk Teknis*. Dapertemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Laut. Lampung. 66 Hal.
<http://osf.io/v59pt/download>
- Risnawati, Ma'ruf, K., & Haslianti (2018). Studi Kualitas Air Kaitannya dengan Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Pada Rakit Apung Di Perairan Pantai Lakeha Kota Bau-Bau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(2):155-164.
<http://ojs.uho.ac.id/index.php/JMSP/article/download/7162/5272>
- Sulistijo (2002). Penelitian Budidaya Rumput Laut (Alga Makro/Seaweed) di Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. *Puslitbang Oseanografi Lipi*. Jakarta.
<https://journal.unismuh.ac.id/index.php/octopus/article/view/439>
- Supiandi, M., Cokrowati, N., & Rahman, I. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cattoni*) Hasil Kultur Jaringan Dengan Metode Dasar Di Perairan Gerupuk. *Jurnal Perikanan*. 10(2): 158-166.
<https://jperairan.unram.ac.id/index.php/JP/article/download/206/128>
- Syamsuar (2007). Karakteristik Karaginan Rumput Laut *Eucheuma Cattoni* Pada Berbagai Umur Panen. Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi. Bogor. Institut Pertanian Bogor. www. Damandiri.or.id/detail.php?id=457-20k. Institut Pertanian Bogor. Tanggal akses: 10 Februari 2011.
- Tambaru, R. (1998). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Produktivitas Primer dalam Hubungannya dengan Aktivitas Fitoplankton. Karya Ilmiah. Fakultas Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin. Makasar.
http://www.researchgate.net/publication/332397077_Konsentrasi_Nitrat_Phosphat_dan_Klorofil-a_Fitoplankton_Perairan_Estuaria_Kuri_Kabupaten_Maros
- Widiastuti, I. M. (2011). Produksi *Gracillaria verrucosa* yang di Budidayakan di Tambak dengan Berat Bibit dan Jarak Tanam Yang Berbeda. *Jurnal Agrisain*. 12(1): 57-62.
<https://core.ac.uk/download/pdf/298996781.pdf>
- Wibowo, L., & Evi, D. N. (2012). Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma cattoni*) Menjadi Serbuk Minuman Instan. *Iss 1693 – 9085*, 8, 101-109.
<http://repository.polnep.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/81/07-Evi.pdf?sequence=1>
- Wiyanto, T.H., I. Iham, & D.A. Purwanti (2019). Teknik Rumput Laut *Kappahucus alvarezii* dengan Metode Verikultur. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*. Pusat Riset Perikanan. Badan Riset dan Sumberdaya Manusia Kelautan dan

Perikanan. 17(2).
DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/blta.17.2.2019.99-105> .