

Kandungan Klorofil-*a* dan Fikoeritrin *Kappaphycus alvarezii* Hasil Kultur Jaringan dan dibudidayakan pada Jarak Tanam Berbeda

Nunik Cokrowati^{1*}, Salnida Yuniarti L¹, Nanda Diniarti¹, Muhammad Supiandi¹, Bangun²

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

² Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok-Stasiun Gerupuk, Gerupuk, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

Riwayat artikel

Received : 16 April 2020

Revised : 20 April 2020

Accepted : 21 April 2020

Published : 22 April 2020

*Corresponding Author:

Nunik Cokrowati

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
Email:

nunikcokrowati@unram.ac.id

Abstrak: Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* dipengaruhi oleh jumlah klorofil-*a*, fikoeritrin serta faktor kualitas lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak tanam yang berbeda terhadap kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin pada *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan yang dibudidayakan pada patok dasar. Penelitian ini dilakukan di Perairan Pantai Siwak Desa Gerupuk Kecamatan Sengkol Kabupaten Lombok tengah. Budidaya *Kappaphycus alvarezii* dilakukan selama tiga puluh hari yaitu pada tanggal 10 Maret sampai dengan 9 April 2020 dengan menggunakan metode patok dasar. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan yaitu perlakuan A (jarak tanam 10 cm), B (jarak tanam 15 cm), C (jarak tanam 20 cm), D (jarak tanam 25 cm sebagai kontrol). Bibit *Kappaphycus alvarezii* yang digunakan adalah hasil kultur jaringan yang telah diadaptasikan di pantai. Pengukuran klorofil-*a* dan fikoeritrin dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri dan selanjutnya data dianalisa secara statistik. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa jarak tanam 25 cm (kontrol) menghasilkan kandungan klorofil-*a* tertinggi yaitu 5,4986 mg/l dengan kandungan fikoeritrin 0,0049 mg/l. Kandungan fikoeritrin tertinggi adalah jarak tanam 10 cm yaitu 0,0057 mg/l dengan kandungan klorofil-*a* sebanyak 4,7662 mg/l. Jarak tanam 25 cm dapat meningkatkan kandungan klorofil-*a* yang lebih baik karena dengan jarak tanam tersebut memberikan ruang bagi semua bagian thallus rumput laut *K. alvarezii* untuk bisa menerima cahaya matahari yang cukup dan sesuai untuk kebutuhannya. Jarak tanam 10 cm memberikan kandungan fikoeritrin yang tertinggi, yaitu 0,0057 mg/l karena terlalu rapatnya jarak ini menyebabkan semakin banyak terbentuknya naungan sehingga mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam dinding sel rumput laut. Pada bagian thallus yang sedikit atau tidak menerima cahaya matahari ini diduga terjadi pembentukan fikoeritrin yang lebih banyak sebagai bentuk adaptasi thallus rumput laut pada kondisi tidak mendapatkan cahaya matahari yang optimal. Kesimpulan penelitian ini adalah jarak tanam mempengaruhi kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin. Jarak tanam yang ideal adalah 25 cm untuk menghasilkan kandungan klorofil-*a* yang optimum untuk mendukung pertumbuhan.

Kata kunci: Fotosintesis, cahaya matahari, talus, pertumbuhan, unsur hara.

Abstract: The growth of *Kappaphycus alvarezii* is influenced by the amount of chlorophyll-*a*, phycoerythrin and the quality factors of the aquatic environment. This study aims to determine the effect of different plant spacing on the content of chlorophyll-*a* and phycoerythrin on *Kappaphycus alvarezii* tissue culture results that are cultivated on the bottom-off method. This research was conducted in the waters of Siwak Beach, Gerupuk Village, Sengkol District, Central Lombok Regency. *Kappaphycus alvarezii* cultivation is conducted for thirty days, from March 10 to April 9, 2020, using the bottom-off method. The study design used was a completely randomized design with four treatments, namely treatment A (10 cm spacing), B (15 cm spacing), C (20 cm spacing), D (25 cm spacing as a control). *Kappaphycus alvarezii* seeds used are the result of tissue culture that has been adapted on the beach. Measurements of chlorophyll-*a* and phycoerythrin were carried out using

spectrophotometry and then the data were analyzed statistically. The results of this study found that the spacing of 25 cm (control) resulted in the highest chlorophyll-*a* content of 5.4986 mg/l with a phycoerythrin content of 0.0049 mg/l. The highest content of phicoeritrin is a spacing of 10 cm which is 0.0057 mg/l with a chlorophyll-*a* content of 4.7662 mg/l. A spacing of 25 cm can increase the chlorophyll-*a* content better because the spacing gives space for all parts of the *Kappaphycus alvarezii* thallus to be able to receive sufficient sunlight and is suitable for their needs. A spacing of 10 cm gives the highest content of phycoerythrin, which is 0.0057 mg / l because of the too-close this distance causes more shading to form and thus reduces the intensity of light entering the seaweed cell wall. On the part of the thallus that receives little or no sunlight, it is thought that the formation of phycoerythrin is more likely to occur as a form of adaptation of the seaweed thallus in conditions that do not get optimal sunlight. This study concludes that the spacing affects the chlorophyll-*a* and phicoeritrin content. The ideal spacing is 25 cm to produce the optimum chlorophyll-*a* content to support growth.

Keywords: Photosynthesis, sunlight, thallus, growth, nutrients

Pendahuluan

Rumput laut yang dibudidayakan di Pulau Lombok menurut Cokrowati *et al.*, (2017) adalah *Kappaphycus alvarezii* dan *Gracillaria* sp. *Kappaphycus alvarezii* dibudidayakan di beberapa negara untuk kepentingan komersil sebagai penghasil karaginan (Bindu, 2011). *Kappaphycus alvarezii* merupakan komoditas budidaya yang mudah dibudidayakan, biaya dan modal budidaya dapat dijangkau masyarakat dan waktu panen singkat (Mulyaningrum *et al.*, 2012). Budidaya *Kappaphycus alvarezii* di pulau Lombok dilakukan di Teluk Gerupuk, Teluk Ekas, pantai Buwun Mas, dan Teluk Seriweh. Metode budidaya yang digunakan oleh pembudidaya disesuaikan dengan kondisi perairan yaitu metode patok dasar, metode longline dan metode rakit apung. Bibit yang digunakan saat ini adalah bibit konvensional dan bibit hasil kultur jaringan. Pemerintah dalam hal ini Kementerian Kelautan dan Perikanan melalui Seaweed Centre Gerupuk yang merupakan unit pelaksana Balai Pengembangan Budidaya Laut Lombok Sekotong menyediakan bibit *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan. Bibit tersebut diharapkan dapat menggantikan bibit konvensional yang sudah lama dipakai berulang sehingga menyebabkan kualitas bibit menurun. Sulistiani (2014) menjelaskan bahwa bibit yang dihasilkan dari kultur jaringan mempunyai keunggulan yaitu sifat yang identik dengan induknya dan memiliki daya imunitas yang lebih tinggi sehingga lebih tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan dan serangan hama dan penyakit.

Penggunaan bibit kultur jaringan masih banyak membutuhkan kajian dan penelitian lanjutan pada saat bibit tersebut dibudidayakan di perairan. Hal tersebut untuk mendukung optimalisasi pertumbuhan dan waktu

pemeliharaan yang efektif dan efisien sesuai tujuan kepentingan pemanenan. Kajian tersebut diantaranya adalah kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin pada *Kappaphycus alvarezii* karena kedua komponen tersebut terkait dengan pertumbuhan dan karaginan yang akan dihasilkan.

Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* dipengaruhi oleh jumlah klorofil yang merupakan zat hijau daun yang dimiliki oleh tumbuhan. Henley *et al.*, (2012) menerangkan bahwa klorofil terdiri dalam bentuk klorofil *a*, *b*, *c*, *d* dan *e*, tetapi dalam alga laut yang dapat diisolasi hanya klorofil *a*, *b* dan *c*. Klorofil *a* terdapat pada semua jenis alga, sedangkan pada klorofil *b* dan *c* hanya pada golongan tertentu. Klorofil *a* merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses fotosintesis dan dimiliki oleh sebagian besar alga yang hidup di laut. Jumlah klorofil-*a* juga lebih dominan dibandingkan klorofil *b* dan *c*. Hal itu juga yang menyebabkan jumlah klorofil *a* lebih berpengaruh terhadap proses pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* dibandingkan dengan jumlah klorofil *b* dan *c*.

Kappaphycus alvarezii membentuk pigmen lain yang disebut sebagai fikoeritrin sebagai bentuk adaptasi untukantisipasi terhadap keterbatasan cahaya. Fikoeritrin berfungsi sebagai pigmen pelengkap ("accessory pigment"), untuk optimasi penangkapan cahaya matahari dalam perairan. Distribusi alga secara vertikal berkaitan dengan kemampuan beradaptasi dalam membentuk pigmen pelengkap fikoeritrin. Dawes (1981) menjelaskan bahwa fikoeritrin berperan dalam membantu rumput laut menangkap cahaya yang digunakan klorofil-*a* dalam proses fotosintesis. Pada saat rumput laut kesulitan dalam membentuk pigmen klorofil-*a*, maka rumput laut tersebut akan membentuk fikoeritrin sebagai respon terhadap kondisi tersebut, sehingga energi cahaya yang diserap oleh fikoeritrin selanjutnya diteruskan ke klorofil-*a*, dan

rumpun laut tetap dapat melakukan aktivitas fotosintesis secara optimum.

Kandungan klorofil-*a* dan fikoeretrin berpengaruh terhadap pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii*. Jika kandungan kedua komponen tersebut maksimal maka pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* juga akan maksimal karena proses fotosintesis berlangsung secara maksimal. Sehingga diperlukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh jarak tanam yang berbeda terhadap kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin pada *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan yang dibudidayakan dengan menggunakan metode patok dasar.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Perairan di Perairan Pantai Siwak Desa Gerupuk Kecamatan Sengkol Kabupaten Lombok tengah. Budidaya *Kappaphycus alvarezii* dilakukan selama tiga puluh hari pada tanggal 10 Maret sampai dengan 9 April 2020 dengan menggunakan metode patok dasar. Analisa klorofil-*a* dan fikoeritrin dilakukan di Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok di Sekotong Lombok Barat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap dengan empat (4) perlakuan yaitu penanaman *Kappaphycus alvarezii* dengan jarak tanam berbeda dan diulang sebanyak empat kali. Perlakuan tersebut adalah A (jarak tanam 10 cm), B (jarak tanam 15 cm), C (jarak tanam 20 cm), D (jarak tanam 25 cm). Dimana perlakuan D (jarak tanam 25 cm) merupakan perlakuan kontrol. Bibit *Kappaphycus alvarezii* yang digunakan adalah hasil kultur jaringan yang sudah diadaptasikan di perairan pantai. Bibit yang ditanam setiap rumpun sebanyak 50 gram. *Kappaphycus alvarezii* ditanam pada patok dasar di perairan pantai yang masih tergenang air saat surut terendah. Pengambilan sampel talus *Kappaphycus alvarezii* dilakukan pada hari ke nol, hari ke tujuh, hari ke lima belas dan hari ke tiga puluh. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan setiap tujuh hari selama masa pemeliharaan *Kappaphycus alvarezii*.

Bahan yang digunakan adalah *Kappaphycus alvarezii*, tali polyethilen diameter 5 mm, tali polyetilen diameter 10 mm, tali rafia, patok kayu sepanjang 75 cm, plastik, aseton, buffer fosfat. Alat yang digunakan diantaranya palu, pisau, perahu, timbangan kue, penggaris, kamera, tagging, blender, mortal, timbangan analitik, tabung reaksi, sentrifuge, kertas saring, spektrofotometri, termometer air, refraktometer, Dissolved Oxygen (DO) meter dan pH meter.

Analisa klorofil dan fikoeretrin dilakukan dengan cara menghaluskan sampel segar talus *Kappaphycus alvarezii*, kemudian ditimbang sebanyak 2 gram. Sampel digerus dengan mortal kemudian tambahkan aseton 10 ml (untuk klorofil) dan tambahkan buffer fosfat 10 ml (untuk

fikoeretrin). Masukkan larutan dalam tabung reaksi kemudian sentrifuge dan saring. Selanjutnya diukur menggunakan spektrofotometri. Perhitungan klorofil dan fikoeretrin dilakukan dengan formula sebagaimana pada Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok (2020):

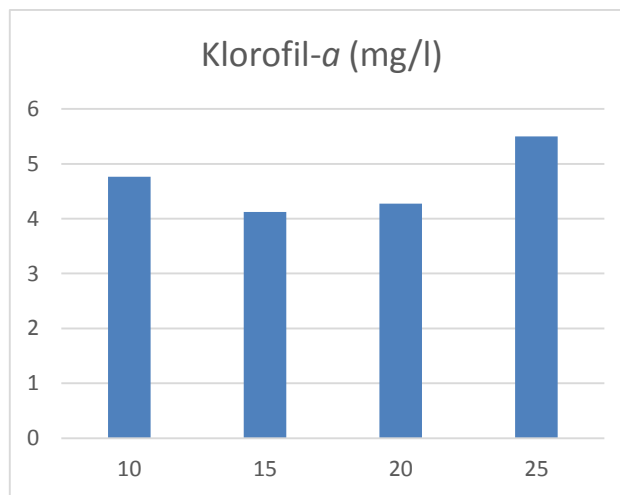
- Chlorofil (mg/l) : 11,93 (A664) – 1,93 (A647)
- Phycoeritrin (mg/l): $((A564-A592)-(A455-A592)0,20)) * 0,12$.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jarak tanam yang berbeda pada budidaya *Kappaphycus alvarezii* terhadap kandungan klorofil *a* dan fikoeritrin. Untuk mengetahui apakah jarak tanam memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin *Kappaphycus alvarezii*, maka dilakukan pengujian ANOVA pada taraf signifikan 95%. Jika terdapat pengaruh, maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT. Pengujian statistik tersebut dilakukan dengan menggunakan program Excel.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan Klorofil-*a*

Kandungan klorofil-*a* pada setiap jarak tanam yang berbeda disajikan pada gambar di bawah ini. Jarak tanam 25 cm (kontrol) menghasilkan kandungan klorofil-*a* tertinggi yaitu 5,4986 mg/l. Jarak tanam 25 cm merupakan jarak tanam yang digunakan oleh pembudidaya pada umumnya. Kandungan klorofil-*a* urutan kedua adalah pada jarak tanam 10 cm yaitu 4,7662 mg/l kemudian diikuti oleh jarak 20 cm dengan kandungan klorofil-*a* sebanyak 4,2745 mg/l. Kandungan klorofil terendah terdapat pada perlakuan jarak tanam 15 cm yaitu 4,1196 mg/l.

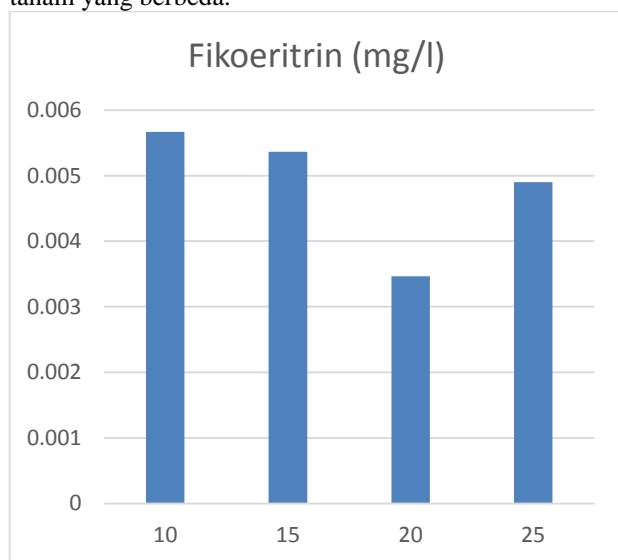


Gambar 1. Grafik kandungan klorofil-*a* pada masing-masing jarak tanam.

Hasil analisa ANOVA memperlihatkan bahwa perbedaan jarak tanam memberi pengaruh sangat nyata terhadap kandungan klorofil-*a*, nilai P adalah 0,00624 berarti $P < 0,001$. Hasil uji lanjut BNT ($P < 0,05$) menunjukkan bahwa setiap perbedaan jarak tanam tidak berbeda nyata antar perlakuan terhadap kandungan klorofil-*a* *Kappaphycus alvarezii*.

Fikoeritrin

Kandungan fikoeritrin *Kappaphycus alvarezii* pada setiap jarak tanam menunjukkan nilai yang sangat berbeda. Kandungan fikoeritrin tertinggi 0,0057 mg/l terdapat pada perlakuan 10 cm. Urutan kedua adalah jarak tanam 15 cm yaitu 0,0054 mg/l selanjutnya diikuti oleh jarak 25 cm dengan kandungan fikoeritrin sebanyak 0,0049 mg/l. Kandungan fikoeritrin terendah yaitu 0,0035 mg/l didapatkan pada jarak tanam 20 cm. Berikut ini adalah grafik histogram kandungan fikoeritrin pada setiap jarak tanam yang berbeda.



Gambar 2. Grafik kandungan fikoeritrin pada masing-masing jarak tanam.

Hasil analisa ANOVA memperlihatkan bahwa perbedaan jarak tanam memberi pengaruh sangat nyata terhadap kandungan fikoeritrin, nilai P adalah 0,00228 berarti $P < 0,01$. Hasil uji lanjut BNT ($P < 0,05$) menunjukkan bahwa setiap perbedaan jarak tanam tidak berbeda nyata antar perlakuan terhadap kandungan fikoeritrin *Kappaphycus alvarezii*.

Kualitas Air

Nilai pengukuran parameter sebagaimana tersaji pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Nilai Parameter Kualitas air

Parameter	Satuan	Kisaran Nilai	Referensi
Suhu	°C	27-30	26-32 (SNI, 2011)
Oksigen terlarut	ppm	4,64-5,16-	> 4 (SNI, 2011)
pH	-	7,9-9	7-8,5 (SNI, 2011)
Salinitas	ppt	31-34	28-34 (SNI, 2011)
Kecepatan arus	cm/s	20-20,49	20-30 (SNI, 2011)
Kedalaman Air	m	0,56-1,13	< 2 m (SNI, 2011)
Phospat	mg/l	0,46	> 0,1 (SNI, 2011)
Nitrat	mg/l	<0,01	> 0,04(SNI, 2011)

Nilai parameter kualitas air secara keseluruhan berada pada kisaran yang disyaratkan untuk budidaya *Kappaphycus alvarezii* sistem patok dasar. Hanya pada nilai Nitrat yaitu $< 0,01$ mg/l termasuk rendah jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan SNI yaitu $> 0,04$ mg/l. Nitrat merupakan unsur hara yang dapat meningkatkan kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin *Kappaphycus alvarezii*.

Pembahasan

Kandungan Klorofil-*a*

Pertumbuhan rumput laut terjadi karena rumput laut melakukan proses respirasi dan fotosintesis serta dukungan dari kualitas air dan unsur hara yang terlarut di dalamnya (Cokrowati *et al.*, 2019). Perkembangan rumput laut dalam kegiatan budidaya tidak hanya dipengaruhi oleh teknik budidaya dan kualitas air yang mendukung tetapi juga dapat berhubungan dengan pigmen fotosintesis, yaitu klorofil-*a*. Jika penyerapan cahaya yang dilakukan klorofil-*a* mencukupi maka proses fotosintesis akan berlangsung optimal sehingga pertumbuhan rumput laut dapat meningkat. Oleh karena itu, klorofil-*a* ini menjadi penting bagi pertahanan hidup rumput laut atau untuk berkompetisi dengan organisme lain dalam sebuah habitat tertentu (Ming-Li *et al.*, 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam 25 cm (kontrol) memberikan rata-rata kandungan klorofil-*a* yang paling tinggi yaitu 5,4986 mg/l (Gambar 1.).

Diduga bahwa penggunaan jarak tanam 25 cm (perlakuan D) pada budidaya *K. alvarezii* dengan metode patok dasar dapat meningkatkan kandungan klorofil-*a* yang lebih baik karena dengan jarak tanam tersebut memberikan ruang bagi semua bagian thallus rumput laut *K. alvarezii* untuk bisa menerima cahaya berupa sinar matahari yang cukup dan sesuai dengan kebutuhannya. Cahaya dari sinar matahari tersebut merupakan sumber energi untuk melakukan proses fotosintesis. Sementara

peningkatan fotosintesis dapat meningkatkan kemampuan rumput laut untuk memperoleh unsur hara atau nutrisi untuk pertumbuhan. Chen and Lee (2012) menyatakan bahwa penetrasi cahaya merupakan salah satu faktor pembatas untuk pertumbuhan rumput laut, apabila cahaya yang diterima berada di bawah tingkat kebutuhan, maka energi yang dihasilkan melalui proses fotosintesis tidak seimbang atau tidak terpenuhi, apabila cahaya yang diterima terus menerus dapat menyebabkan tumbuhan makin lama makin mati. Hal ini juga didukung dengan fungsi klorofil sebagai pelindung alga terhadap radiasi UV yang berlebihan serta melindungi jaringan alga dari stres oksidatif (Yuan, 2007).

Sementara pada perlakuan jarak tanam 15 cm (perlakuan B) dan 20 cm (perlakuan C) memberikan rata-rata kandungan klorofil-*a* yang lebih rendah dibandingkan jarak tanam 25 cm diduga disebabkan karena jarak tanamnya yang semakin rapat sehingga menyebabkan ketika rumput laut *K. alvarezii* bertambah besar maka sebagian thallus saling menutupi thallus yang lainnya. Akibatnya pada bagian thallus yang saling menutupi tersebut membentuk naungan sehingga diduga naungan ini menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam dinding sel rumput laut. Semakin rapat jarak tanamnya maka naungan yang terbentuk semakin banyak dan besar sehingga menurunkan kandungan klorofil-*a*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jarak tanam 15 cm (perlakuan B) memberikan kandungan klorofil-*a* yang lebih rendah jika dibandingkan perlakuan jarak tanam 20 cm (perlakuan C) (Gambar 1.).

Kandungan Fikoeritrin

Proses fotosintesis pada rumput laut tidak hanya menggunakan klorofil-*a* tetapi terdapat pigmen aksesori atau pelengkap, yaitu fikobiliprotein (R-fikosianin, allofikosianin serta fikoeritrin) (Chakdar *et al.*, 2012; Pugalendren *et al.*, 2012). Struktur dan komposisi pigmen ini bermacam-macam yang terdapat pada *cyanobacteria*, *algae merah (Rhodophyta)*, *Cryptomonads* dan beberapa *Pyrrophyceae* (Niu *et al.*, 2006; Guan *et al.*, 2007). Pigmen aksesori/pelengkap yang dianalisa pada penelitian ini adalah pigmen fikoeritrin. Kandungan fikoeritrin pada rumput laut merah seperti *K. alvarezii* ini yang menyebabkan warna agak kemerahan pada permukaan thallus. Selain itu fikoeritrin akan membantu klorofil untuk menangkap cahaya pada kondisi intensitas cahaya yang kurang. Pugalendren *et al.*, (2012); Tandeau, (2003); Kawsar *et al.*, (2011) menyatakan bahwa fikoeritrin merupakan protein yang bekerja sebagai pigmen pelengkap pada algae merah dan alga biru-hijau yang berfungsi untuk membantu klorofil-*a* dalam menyerap cahaya pada proses fotosintesis. Cahaya yang diserap oleh fikoeritrin secara efisiensi dipindahkan ke fikosianin, kemudian ke allofikosianin, diteruskan ke allofikosianin B dan terakhir ke klorofil.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam 10 cm (perlakuan A) memberikan rata-rata kandungan fikoeritrin yang tertinggi, yaitu 0,0057 mg/l (Gambar 2.). Terlalu rapatnya jarak tanam pada jarak tanam 10 cm (perlakuan A) ini menyebabkan semakin banyak terbentuknya naungan sehingga mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam dinding sel rumput laut. Pada bagian thallus yang sedikit atau tidak menerima cahaya matahari ini diduga terjadi pembentukan fikoeritrin yang lebih banyak sebagai bentuk adaptasi thallus rumput laut pada kondisi tidak mendapatkan cahaya matahari yang optimal. Sementara itu pada perlakuan jarak tanam yang lebih besar, yaitu 25 cm (perlakuan D) menyebabkan kandungan fikoeritrin yang lebih rendah dibandingkan jarak tanam 10 cm (perlakuan A) dan 15 cm (perlakuan B). Hal ini disebabkan karena kandungan klorofil-*a* pada jarak tanam 25 cm (perlakuan D) lebih banyak digunakan untuk penyerapan cahaya bagi proses fotosintesis.

Faktor lain yang diduga mempengaruhi kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin pada rumput laut adalah unsur hara, terutama nitrogen (N) yang merupakan unsur yang dibutuhkan dalam pembentukan asam amino klorofil. Kim *et al.*, (2007) menyatakan bahwa sintesis klorofil-*a* dan *phycoerythrin* memerlukan N. Sintesis klorofil dapat mengalami kegagalan jika tumbuhan kekurangan senyawa dasar sintesis klorofil, kekurangan N sebagai unsur pembentuk asam amino klorofil dan kekurangan mineral tertentu sebagai pemicu / aktivator enzim pengkatalis biosintesis klorofil (Gogorcena *et al.*, 2001). Nitrogen dapat diperoleh rumput laut melalui unsur-unsur hara yang terlarut dalam perairan. Unsur-unsur hara terlarut ini akan masuk melalui dinding sel rumput laut secara difusi dan osmosis. Diduga bahwa jarak tanam yang terlalu rapat menyebabkan persaingan unsur hara termasuk nitrogen antar thalus rumput laut akan semakin tinggi karena populasi thalus per luasan area budidaya akan lebih banyak dibandingkan perlakuan jarak tanam yang lebih lebar. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi pembentukan klorofil-*a* dan fikoeritrin. Oleh karena itu perlakuan jarak tanam 25 cm (perlakuan D) dapat memberikan ruang bagi thalus rumput laut untuk mendapatkan sinar matahari dan unsur hara (Nitrogen) yang lebih baik dan mencukupi dalam keseimbangan pembentukan klorofil-*a* dan fikoeritrin sehingga dapat memberikan perkembangan rumput laut yang lebih baik selama masa budidaya. Beberapa hasil penelitian sebelumnya tentang pengkayaan unsur hara pada media pertumbuhan rumput laut baik yang dibudidayakan di perairan maupun melalui kultur jaringan juga menunjukkan bahwa penambahan unsur N dan P pada media pertumbuhan dapat meningkatkan kandungan klorofil-*a* dan pertumbuhan rumput laut (Liu *et al.* 2000 ; Kim *et al.*, 2007 ; Lumbessy *et al.*, 2018).

Kesimpulan

Jarak tanam yang berbeda memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil-*a* dan fikoeritrin pada *Kappaphycus alvarezii* hasil kultur jaringan. Pada penelitian ini, jarak tanam 25 cm menghasilkan kandungan klorofil-*a* yang paling tinggi yaitu 5,4986 mg/l dan kandungan fikoeritrin tertinggi 0,0057 mg/l terdapat pada jarak tanam 10 cm.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok Sekotong Nusa Tenggara Barat yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional (2001). Produksi Bibit Rumput Laut Kotoni (*Euclidean cottonii*) Bagian-1: Metode Lepas Dasar. BSN. Jakarta.
[http://kpk.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DIT%20PERBENIHAN/SNI%20Perbenihan/SNI%20Bibit%20Rumput%20Laut%20Cotoni/18671_SNI%207673.1-2011%20\(LK-metode%20lepas%20dasar\)_web.pdf](http://kpk.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DIT%20PERBENIHAN/SNI%20Perbenihan/SNI%20Bibit%20Rumput%20Laut%20Cotoni/18671_SNI%207673.1-2011%20(LK-metode%20lepas%20dasar)_web.pdf)
- Bindu, M.S. & Ira, A.L. (2011). The Commercial Red Seaweed *Kappaphycus alvarezii*—an Overview on Farming and Environment. *Journal of Applied Phycology*, 23:789–796.
DOI 10.1007/s10811-010-9570-2.
- Chen, Y. C. & M. C. Lee (2012). Double-Power Double-Heterostructure Light-Emitting Diodes in Microalgae, *Spirulina platensis* and *Nannochloropsis oculata* Cultures. *Journal of Marine Science and Technology*, 20(2): 233-236.
<https://pdfs.semanticscholar.org/81bc/a245c7aa840e7cb07469d650b2a7f4716a74.pdf>
- Chakdar, H., & S. Pabbi (2012). Extraction and Purification of Phycoerythrin From *Anabaena variabilis* (CCC421). *Phykos*, 42 (1): 25-31.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Extraction-and-purification-of-Phycoerythrin-from-Chakdar-Pabbi/649db230c9e716cd03ccb2e39cc2eda14e96a0e8>
- Cokrowati, N., Dewi, N.S. & Rina, K. (2017). Growth Performance of *Euclidean cottonii* by Immersing in Several Macroalgae Extract. *Jurnal Aquacultura Indonesiana*. 18(1): 26-29. ISSN 2477-69-39.
DOI: <http://dx.org/10.21534/ai.v/8i.72>.
<https://aquasiana.org/index.php/ai/article/view/72/95>
- Cokrowati, N. & Nanda, D. (2019). Komponen *Sargassum aquifolium* Sebagai Hormon Pemicu Tumbuh untuk *Euclidean cottonii*. *Jurnal Biologi Tropis*. Volume 19 Nomor 2. Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP. Universitas Mataram. DOI: [10.29303/jbt.v19i2.1107](https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.1107)
- Dawes, C.J. (1981). *Marine Botany*. A Wiley-International Science Publication. United States.
<https://www.wiley.com/en-us/Marine+Botany%2C+2nd+Edition-p-9780471192084>
- Guan X., Qin S., Zhao F., Zhang X. & X. Tang (2007). Phycobilisomes Linker Family in Cyanobacterial Genomes: Divergence and Evolution. *International Journal Biology Science*, 3: 343-355.
DOI: [10.7150/ijbs.3.434](https://doi.org/10.7150/ijbs.3.434)
- Henley, D. & Felix, L.F. (2012). Physiological and Photomorphogenic Effect of Light on Marine Macrophytes. *Seaweed Biology, Ecological Studies*. Springer. Berlin. 3-7.
DOI: [10.1016/j.aquabot.2003.11.004](https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2003.11.004)
- Kim, J. K., G. P. Kreamer, C. D. Neefus, I. K. Chung & C. Yarish (2007). Effect of Temperature and Ammonium on Growth, Pigment Production and Nitrogen Uptake by Four Species of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) Native to The New England Coast. *Journal of Applied Phycology*, 19: 431-440. DOI: [10.1007/s10811-006-9150-7](https://doi.org/10.1007/s10811-006-9150-7)
- Kawsar S., Yuki F., Ryo M., Hidetaro Y. & Yasuhiro O. (2011). Protein R-phycoerythrin from Marine Red Alga *Amphiroa anceps*: Extraction, Purification and Characterization. *Phytologia Balcanica*, 17(3):347-354.
<https://pdfs.semanticscholar.org/64db/61287ab64acbbd6a52bdab653b3b42a357a6.pdf>
- Liu, J.W., Dong, S.L., Liu, X.Y. & Ma, S. (2000). Responses of The Macroalga *Gracilaria tenuistipitata* var.liui (Rhodophyta) to Iron Stress. *Journal of Applied Phycology* 12, 605-612.
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026523213818>

- Lumbessy, S. Y., Andayani, S., Nursyam, H. & Firdaus, M. (2018). Concentration of Liquid Pes Media on The Growth and Photosynthetic Pigments of Seaweeds *Cotonii* Propagule (*Kappaphycus alvarezii* Doty) Through Tissue Culture. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 3(75): 133 – 144.
<https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-03.15>
- Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok (2020). Prosedur Analisa Klorofil. Balai Budidaya Pengembangan Budidaya Laut Lombok. Sekotong Lombok Barat Nusa Tenggara Barat. <https://kkp.go.id/djpb/bpblombok/artikel/13972-sejarah-bpbl-lombok>
- Ming-Li, T., W. L. Chu & S. M. Phang (2010). Effect of Temperature Change on Physiology and Biochemistry of Algae: A Review. *Malaysian Journal of Science*, 29 (2) : 82-97.
DOI: [10.22452/mjs.vol29no2.1](https://doi.org/10.22452/mjs.vol29no2.1).
- Mulyaningrum, S. R. H., Happy, N., Yenny, R. & A. Parenrengi (2012). Regenerasi Filamen Kalus Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Formulasi Zat Pengatur Tumbuh yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1):52-60.
<https://jpp.ub.ac.id/index.php/jpp/article/view/118>
- Niu Jian-Feng, Guang-ce W. & Cheng-Kui T. (2006). Method for Large-Scale Isolation and Purification of R-phycoerythrin from Red *Polysiphonia urceolata* Grev. Protein Expression and Purification. 49:23-31.
DOI: [10.1016/j.pep.2006.02.001](https://doi.org/10.1016/j.pep.2006.02.001)
- Pugalendren S., B. Sarangam & R. Rengasamy (2012). Extraction of R-Phycoerythrin from *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva and Analyses of its Physico-Chemical Properties. *Youth Education and Research Trust (YERT)*, 1(7) : 407-411.
<http://jairjp.com/DECEMBER/12%20SANGEETHA.pdf>
- Sulistiani, E. & Samsul, A.Y. (2014). Kultur Jaringan Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus alvarezii*). Seameo Biotrop. Bogor.
http://sl.biotrop.org/index.php?option=com_content&view=article&id=149&Itemid=141
- Tandeau, Nicole. (2003). Phycobiliprotein and Phycobilisome: The Early Observations. Kluwer Academic Publisher. Netherland. *Photosynthesis Research*.76:197-205.