

Kandungan Klorofil-a dan Karotenoid pada *Eucheuma cottoni* yang Dibudidayakan Kedalaman Berbeda di Teluk Cina Pulau Lemukutan

Sukal Minsas¹, Aldhea Rachma Nanda¹, Syarif Irwan Nurdiansyah¹,
Nora Idiawati^{1*}, Sepridawati Siregar²

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Tanjungpura
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Sungai Raya, Kubu Raya, Kalimantan Barat 78115 Pontianak, 78124,
Indonesia

²Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28 Kompleks Balapan Yogyakarta 55222 Indonesia
Email: nora.idiawati@fmipa.untan.ac.id

Abstract

Content of Chlorophyll-A and Carotenoids Seaweed *Eucheuma cottoni* Cultivated at Different Depths in the Waters of the Gulf of China, Lemukutan Island

Seaweed is one of the low-level plant species in the algae group that lives in water which carries out the process of photosynthesis and requires light. The purpose of this study was to see the content of chlorophyll-a and carotenoids at different depths and to determine the correlation between the content of chlorophyll-a and carotenoids with their physical and chemical parameters. This research was conducted in the waters of the Chinese Bay of Lemukutan Island. The method used in this cultivation is floating cages. The benefit of this research is to determine the optimal content of chlorophyll-a and carotenoids, as well as to provide information that can be studied in the Health and Pharmaceutical Sections. Seaweed cultivation is carried out for 50 days from February to April 2022 on Lemukutan Island. *Eucheuma cottoni* seaweed was cultivated at a depth of 30 cm, 60 cm and 90 cm. Measurement of chlorophyll-a and carotenoid content was carried out in the laboratory using a spectrophotometer and analyzed using ANOVA on SPSS. This study found that the chlorophyll-a content at a depth of 30 cm was 2.209 mg/g, at a depth of 60 cm was 1.706 mg/g, and at a depth of 90 cm was 1.970 mg/g. As for the carotenoid content, at a depth of 30 cm, it was 0.281 mg/g, at a depth of 60 cm, it was 0.275 mg/g and at a depth of 90 cm, it was 0.337 mg/g.

Keywords: Chlorophyll-a, Carotenoids, Seaweed *Eucheuma cottoni*, Lemukutan Island, Depth

Abstrak

Rumput laut merupakan salah satu jenis tumbuhan tingkat rendah pada golongan alga yang hidup di air yang melakukan proses fotosintesis dan memerlukan cahaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kandungan klorofil-a dan karotenoid terhadap kedalaman yang berbeda dan mengetahui korelasi antara kandungan klorofil-a dan karotenoid dengan parameter fisika dan kimianya. Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Cina Pulau Lemukutan. Metode yang dipakai dalam budidaya ini yaitu keramba apung. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan klorofil-a dan karotenoid yang optimal, serta memberikan informasi yang dapat dikaji dibagian Kesehatan dan farmasi. Budidaya rumput laut ini dilakukan selama 50 hari dari bulan Februari-April 2022 di Pulau Lemukutan. Rumput laut *Eucheuma cottoni* dibudidayakan pada kedalaman 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. Pengukuran kandungan klorofil-a dan karotenoid dilakukan di laboratorium menggunakan alat spektrofotometri dan dianalisis menggunakan ANOVA pada SPSS. Penelitian ini mendapatkan kandungan klorofil-a pada kedalaman 30 cm yaitu 2,209 mg/g, kedalaman 60 cm yaitu 1,706 mg/g, dan kedalaman 90 cm yaitu 1,970 mg/g. Sedangkan untuk kadungan karotenoid yaitu pada kedalaman 30 cm yaitu 0,281 mg/g, kedalaman 60 cm yaitu 0,275 mg/g dan kedalaman 90 cm 0,337 mg/g.

Kata kunci : Klorofil-a, Karotenoid, *Eucheuma cottoni*, Pulau Lemukutan, Kedalaman

PENDAHULUAN

Eucheuma cottoni adalah jenis rumput laut yang sangat berpotensi untuk dikembangkan karena 70% wilayah Indonesia adalah pesisir, sehingga sangat mendukung potensi budidaya jenis

rumpun laut ini (Kasran *et al.*, 2021). *Eucheuma cottoni* merupakan salah satu jenis rumput laut yang dibudidayakan di Pulau Lemukutan karena memiliki potensi ekonomi yang unggul di perairan laut Kalimantan Barat (Safitri *et al.*, 2021). Menurut (Tamat *et al.*, 2007) rumput laut merupakan salah satu penghasil terbesar karotenoid karena rumput laut secara umum mengandung klorofil-a dan b serta karotenoid yang berfungsi sebagai antioksidan. Rumput laut yang ditanam pada kedalaman yang berbeda menghasilkan komposisi pigmen klorofil-a. Komposisi tersebut berbeda pada setiap kedalaman dan diperkirakan dapat mempengaruhi hasil fotosintesis pada *E.cottoni* (Ikrom & Aunurohim, 2013). Perbedaan kedalaman di suatu perairan menyebabkan intensitas cahaya matahari bervariasi pada setiap zona yang menyebabkan perbedaan pertumbuhan talus pada rumput laut. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya kedalaman perairan sehingga intensitas cahaya yang masuk ke perairan semakin menurun yang dapat menghambat fotosintesis pada tumbuhan akan menurun. (Akmal *et al.*, 2020).

Hasil dari penelitian yang dilakukan di perairan Desa Laikang, Kabupaten Tekalar mendapatkan bahwa kandungan klorofil-a dan karotenoid pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* lebih tinggi pada budidaya di kedalaman 100 cm yang disebabkan tingginya kandungan Magnesium dalam air di kedalaman 100 cm (Akmal *et al.*, 2012). Kemudian hasil penelitian yang dilakukan di daerah provinsi NTB menemukan bahwa kandungan klorofil-a yang tinggi terdapat pada kedalaman 25 cm yang disebabkan perbedaan intensitas cahaya terhadap kedalaman dan lama penyinaran cahaya terhadap rumput laut sehingga diduga mempengaruhi pembentukan klorofil-a (Mahardika *et al.*, 2018). Selanjutnya dari penelitian Ikrom & Aunurohim (2013) yang dilakukan di daerah desa pelasa, Pulau Poteran Madura, kandungan klorofil-a yang tinggi terdapat pada kedalaman 20 yang

Perbedaan kedalaman pada perairan menyebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk bervariasi pada setiap zona yang menyebabkan perbedaan pertumbuhan rumput laut. Proses fotosintesis menyebabkan proses metabolisme yang merangsang rumput laut menyerap unsur hara lebih banyak, serta perbedaan intensitas cahaya matahari menyebabkan perbedaan morfologi, kandungan klorofil-a dan karotenoid dimana semakin bertambahnya kedalaman pada perairan, intensitas cahaya yang masuk akan semakin berkurang dan proses fotosintesis akan mengalami penurunan. Berdasarkan uraian diatas diperlukan kegiatan penelitian ini untuk mengetahui kandungan klorofil-a dan karotenoid pada kedalaman berbeda di perairan Teluk Cina Pulau Lemukutan dan memberikan informasi terkait kedalaman optimal untuk melakukan kualitas pigmen klorofil-a dan karotenoid pada rumput laut *E. cottonii*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan klorofil-a dan karotenoid pada rumput laut jenis *E. cottonii* pada kedalaman berbeda di perairan pulau Lemukutan dan mengetahui korelasi kandungan klorofil-a dan karotenoid dengan parameter fisika kimia perairan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2022 di perairan Teluk Cina Pulau Lemukutan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Sampel dianalisis di Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjung Pura, Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjung Pura, dan Laboratorium Pertanian Universitas Tanjung Pura. Dengan menggunakan alat dan bahan yaitu aseton, aquades, MgCo₃ dan rumput laut *Eucheuma cottoni.*, aluminium foil, alat tulis, bambu, centrifuge merek WIFUG, cooler box, GPS, kapas, keping secchi, kamera, kuvet glass, layang-layang arus, meteran, plastic wrap, palang meter, spatula, spektrofotometer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, tali ris bentang dengan ukuran 8 mm, timbangan, tisu, WQC, dan waring net.

Pada tahap penanaman rumput laut membutuhkan bibit rumput laut *Eucheuma cottoni* seberat 100 gr. Bibit rumput laut diikat menggunakan tali ris yang dilakukan di darat dan tidak terkena sinar matahari langsung. Bibit rumput laut yang telah diikat dipasang ke dalam keramba dimana tali tersebut dibentang sepanjang 25 cm. Terdapat 3 line pada keramba masing-masing berukuran 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. selanjutnya rumput laut ditanam dan dilakukan pemanenan selama 50 hari, rumput laut juga akan diukur selama 10 hari yaitu untuk mengukur kualitas perairan

dan analisis yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui kandungan klorofil-a dan karotenoid. Lokasi budidaya rumput laut harus terlindungi dari hempasan ombak yang besar di area bagian depan budidaya yang mempunyai penghalang yaitu karang.

Selanjutnya sampel rumput laut diambil dan dibersihkan menggunakan air laut kemudian dimasukkan ke dalam plastic es dan disimpan ke dalam *cold box* agar sampel tidak rusak selama di perjalanan. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium Ilmu Kelautan FMIPA UNTAN untuk dianalisis. Sampel dihancurkan menggunakan blender dan ditimbang sebanyak 3 gram larutan aseton (untuk klorofil-a ditambahkan 5 tetes $MgCO_3$) sampel ditambahkan akuades sebanyak 100 mL dan sampel ditutup menggunakan aluminium foil dan kapas direkatkan menggunakan plastik wrap agar aseton tidak menguap. Sampel di centrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setelah sampel dicentrifuge, sampel dibawa ke laboratorium Kimia FMIPA UNTAN untuk dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer dengan gelombang 645 nm, 663 nm untuk klorofil. Kandungan klorofil yang telah didapatkan dihitung sesuai dengan metode (Arnon, 1949).

$$\text{Chlorophyll a (mg/g)} = \frac{12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}}{a \times 1000 \times W} \times V \dots \dots \dots (1)$$

Adapun pada gelombang 480 nm untuk pengukuran karotenoid. Kandungan karotenoid yang telah didapatkan dihitung menggunakan metode (Krik, 1965).

$$\text{Karotenoid} \left(\frac{mg}{g} \right) = \Delta A_{480} + (0,114 \times \Delta A_{663}) - (0,638 \times \Delta A_{645}) \dots \dots \dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kandungan klorofil-a dilakukan pada rumput laut *Euचेuma cottoni* yang ditanam pada tiga kedalaman yang berbeda selama 50 hari dan diukur setiap 10 hari sekali. Kisaran yang didapatkan pada hasil panen dari hari ke 10 sampai hari ke 50 yaitu mendapatkan kisaran 1,31-2,63 mg/g dengan nilai yang terendah terdapat pada kedalaman 60 cm pada hari ke 10 dan nilai tertinggi terdapat pada kedalaman 30 cm pada hari ke 50 (Gambar 1). Hasil analisis kandungan klorofil-a pada rumput laut *Euचेuma cottoni* yang ditanam pada kedalaman pada tiga kedalaman yang berbeda selama 50 hari. Nilai yang didapatkan dari pengukuran kandungan klorofil-a pada rumput laut *Euचेuma cottoni* yang ditanam pada kedalaman berbeda dapat dilihat pada Gambar 1

Kandungan klorofil-a pada rumput laut *Euचेuma cottoni* di kedalaman berbeda disajikan pada gambar 2. Hasil rata-rata yang didapatkan pada kandungan klorofil-a 2,20-1,70 mg/g hasil yang didapatkan ini tidak terlalu mengalami perbedaan yang begitu jauh. Kedalaman 30 cm menghasilkan kandungan klorofil-a tertinggi yaitu 2,20 mg/g. Kandungan klorofil-a pada urutan kedua berada pada kedalaman 90 cm yaitu 1,97 mg/g dan kandungan klorofil-a yang paling rendah pada kedalaman 60 cm yaitu 1,70 mg/g. Hasil analisis ANOVA memperlihatkan bahwa perbedaan kedalaman tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil-a dengan nilai P sebesar 0,634 ($P > 0,05$). Hasil uji lanjut T sebesar 0,607 ($P > 0,05$) menunjukkan kedalaman rumput laut tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil-a

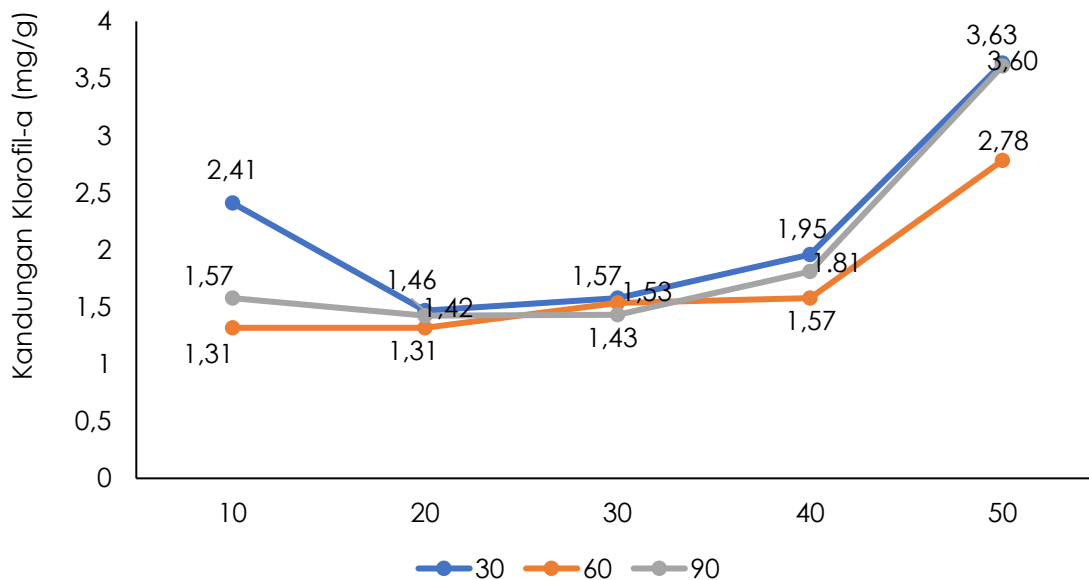
Rumput laut mengalami proses pertumbuhan melalui proses respirasi dan fotosintesis serta dari kualitas air dan unsur hara yang terkandung didalamnya (Cokrowati *et al.*, 2019). Dalam pertumbuhan rumput laut pada kegiatan budidaya tidak hanya dipengaruhi oleh teknik dan kualitas perairan tetapi pigmen fotosintesis juga berhubungan seperti klorofil-a. Jika kandungan klorofil-a menyerap cukup cahaya maka proses fotosintesis berlangsung normal dan pertumbuhan pada rumput laut akan meningkat. Kandungan klorofil-a begitu penting untuk pertahanan atau kompetisi hidup bagi rumput laut dalam suatu habitat tertentu.

Rata-rata nilai kandungan klorofil-a tertinggi pada kedalaman 30 cm yaitu 2,20 mg/g. Dimana pada kedalaman 30 cm pada budidaya rumput laut *Eucheuma cottoni* pada kedalaman berbeda bahwa meningkatnya kandungan klorofil-a dikarenakan mendapatkan cahaya berupa sinar matahari yang cukup sesuai dengan kebutuhannya. Cahaya merupakan sumber penting dalam melakukan proses fotosintesis dimana dalam proses fotosintesis rumput laut dapat meningkatkan kemampuan untuk memperoleh unsur hara untuk pertumbuhannya. Penetrasi cahaya merupakan salah satu factor pembatas dalam pertumbuhan yang dilakukan oleh rumput laut apabila cahaya yang diterima pada tidak sesuai maka energi untuk melakukan fotosintesis tidak seimbang, dan sebaliknya jika cahaya yang diterima dilakukan secara terus menerus tumbuhan akan mati (Chen & Lee, 2012).

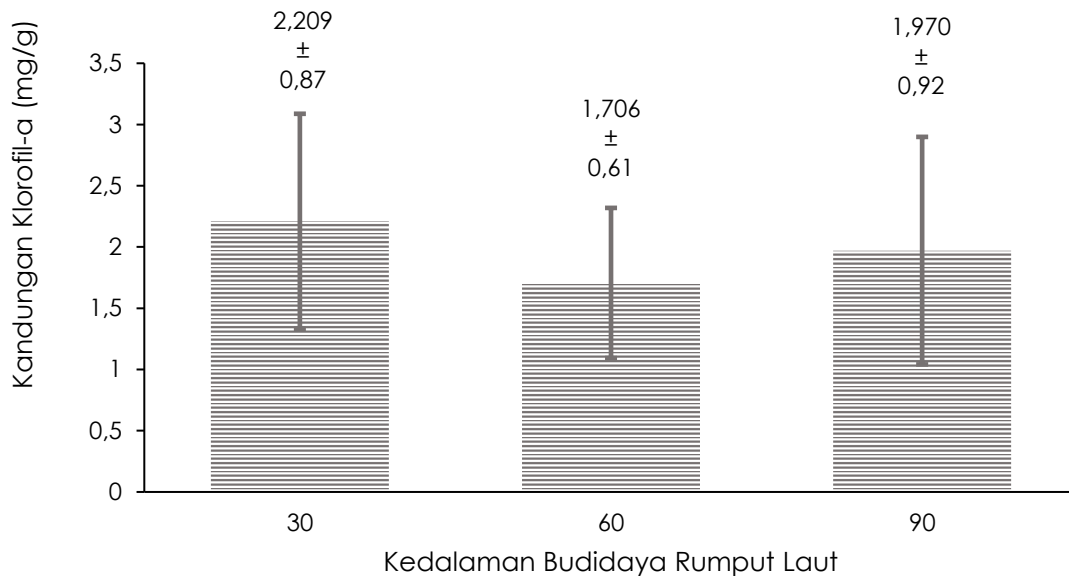
Menurut penelitian Akmal *et al.* (2012) pada kedalaman 20 cm terjadi kerusakan klorofil-a dan karotenoid yang disebabkan oleh kelebihan intensitas cahaya dan pengaruh radiasi ultraviolet akibat cahaya yang terlalu tinggi. Intensitas cahaya yang tinggi akan menurunkan aktivitas nitrat reductase yang akan menghambat reaksi fotosintesis dan respirasi (Peni & Solichatun, 2003). Nitrat adalah salah satu kandungan unsur hara yang dapat meningkatkan kandungan klorofil-a. (Cokrowati *et al.*, 2019). Sementara pada kedalaman 60 cm memberikan rata-rata kandungan klorofil-a yang lebih rendah.

Diduga pada kedalaman yang rapat sehingga pada saat rumput laut bertambah besar saling menutupi thallus dan menghalangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam dinding sel rumput laut sehingga dapat menurunkan kandungan klorofil-a. Rumput laut yang hidup pada lapisan dalaman akan menerima sedikit cahaya dengan Panjang gelombang efektif diserap oleh klorofil yang mendorong proses foto sintesis.

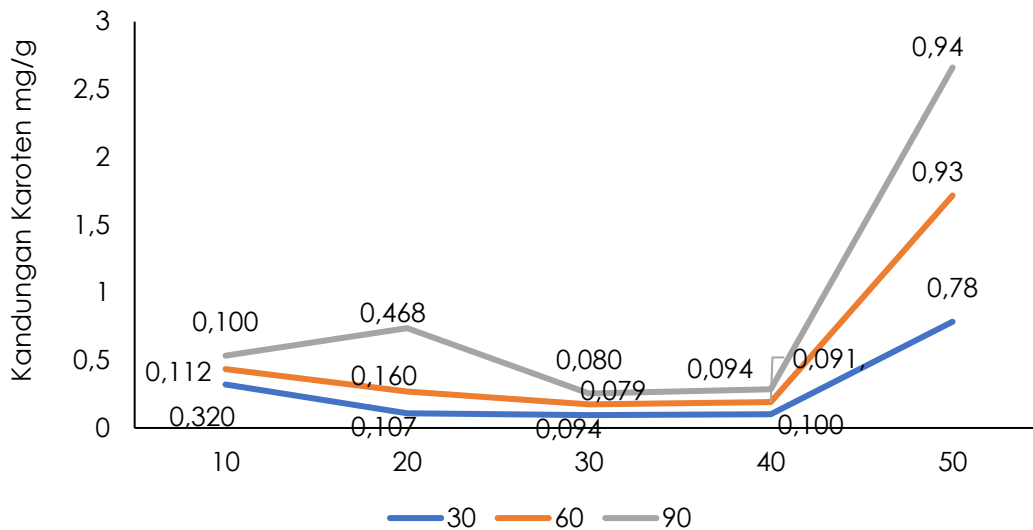
Analisis kandungan karotenoid dilakukan pada rumput laut *Eucheuma cottonii* yang ditanam pada tiga kedalaman yang berbeda selama 50 hari dan diukur setiap 10 hari sekali (Gambar 3.). Kisaran yang didapatkan pada hasil panen dari hari ke 10 sampai 50 hari yaitu mendapatkan kisaran 0,079-0,944 mg/g dengan nilai terendah terdapat pada kedalaman 60 cm pada hari ke 30 dan nilai tertinggi terdapat pada kedalaman 90 cm pada hari ke 50. Hasil kandungan karoten pada rumput laut *Eucheuma cottoni* yang didapatkan pada tiga kedalaman berbeda selama 50 hari. Nilai karoten yang didapatkan pada rumput laut *Eucheuma cottoni* pada kedalaman berbeda (Gambar 4).



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Kandungan Klorofil-a per-10 Hari



Gambar 2. Histogram nilai rata-rata kandungan klorofil-a rumput laut *Eucheuma cottoni*



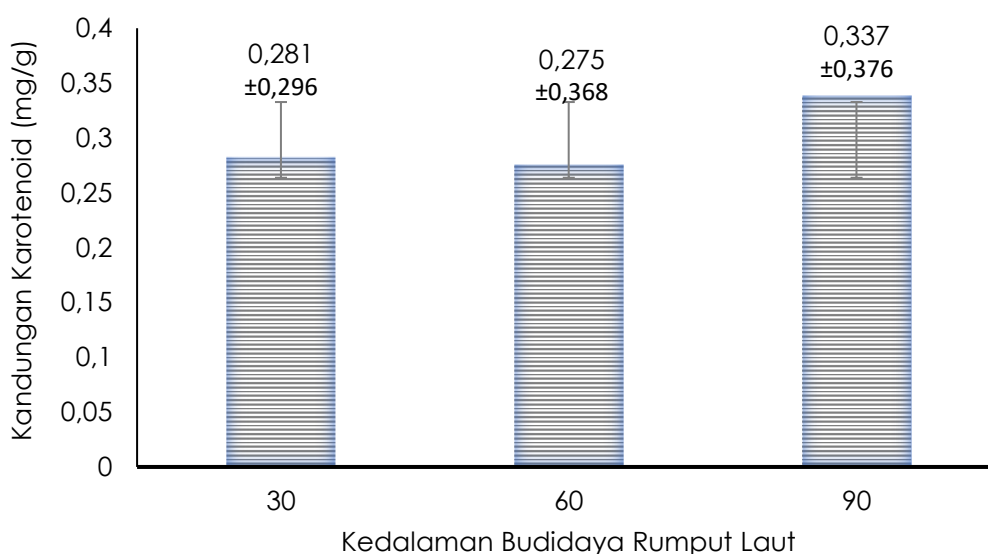
Gambar 3. Grafik Rata-Rata Kandungan Karotenoid per- 10 Hari

Kandungan karotenoid pada rumput laut *Eucheuma cottoni* di kedalaman berbeda disajikan pada Gambar 4. Hasil rata-rata yang didapatkan pada kandungan karoten berkisar 0,275– 0,337 mg/g. Hasil kedalaman 90 cm menghasilkan kandungan karotenoid tertinggi yaitu 0,337 mg/g. Kandungan karoten pada urutan kedua berada pada kedalaman 30 cm yaitu 0,281 mg/g, dan kandungan karotenoid terendah pada kedalaman 60 cm yaitu 0,275 mg/g. Rata-rata nilai karotenoid yang didapatkan pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian (Palawe & Tumonda, 2018) dengan rata-rata 0,432 mg/g serta pada penelitian Darmawati *et al* (2016) yang mendapat rata-rata sebesar 12,532 mg/g.

Kandungan karotenoid yang tinggi pada kedalaman yang disebabkan karena kedalaman yang meningkat dapat mempengaruhi konsentrasi pigmen, karotenoid merupakan pigmen aksesoris yang dapat melindungi kerusakan klorofil-a. Karotenoid berfungsi untuk menyediakan energi klorofil-a pada kedalaman di suatu perairan (Ramus *et al.*, 1976) dan berfungsi untuk

melindungi tanaman dari radiasi ultraviolet yang berlebihan (Hanelt & Roleda, 2009). Hasil analisis SPSS dengan uji Kruskal-Wallis memperlihatkan bahwa perbedaan kedalaman pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karotenoid dengan nilai P sebesar 0,961 ($P > 0,05$). Kandungan karotenoid pada rumput laut *E. cottoni* berkembang lurus dengan perkembangan kandungan klorofil-a. Hal ini dikarenakan kandungan karotenoid merupakan pigmen aksesoris yang dapat melindungi kerusakan kandungan klorofil-a. Pada saat proses fotosintesis memiliki fungsi perlindungan yang berasal dari pigmen yang terdapat pada karoten yaitu pigmen kuning dan orange. Sementara pada kedalaman 30 cm dan 60 cm memberikan kandungan karoten yang lebih rendah dari kedalaman 90 cm, tetapi di kedalaman 30 cm lebih besar yaitu 0,281 mg/g sedangkan pada kedalaman 60 cm yaitu 0,275 mg/g. Hasil yang didapat tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karotenoid dimana nilai P sebesar 0,961 ($P > 0,05$). Uji post hoc tidak dilanjutkan karena nilai P lebih besar dari 0,05. Hasil yang didapatkan pada penelitian Aryayustama *et al.* (2018) membuktikan bahwa pigmen karotenoid pada kondisi gelap lebih baik dibandingkan pada kondisi terang. Semakin karotenoid terpapar sinar cahaya matahari maka karotenoid akan semakin rusak. Hal ini lah mengapa kandungan karotenoid tertinggi pada kedalaman 90 cm karena pada kedalaman tersebut cahaya yang masuk tidak secerah pada kedalaman 30 cm.

Karotenoid berpotensi menjadi antioksidan yang bisa melindungi sel dan organisme dari kerusakan oksidasi dimana disebabkan oleh radikal bebas yang dihasilkan oleh tubuh pada waktu metabolisme. Karotenoid yang memberikan perlindungan mampu meniadakan aktivitas radikal bebas. Proses penghambatan ini dilakukan oleh β -Karoten. Antioksidan yang dihasilkan dari karotenoid mampu melindungi sel dan organisme dari kerusakan oksidasi dimana disebabkan oleh radikal bebas dalam tubuh atau akibat asap rokok, cahaya matahari, radiasi, dan bahan yang tercemar. Pengukuran korelasi dilakukan menggunakan Analisis Faktor Konfirmatori (CFA) untuk mengidentifikasi adanya hubungan antar variabel. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa ada 4 kelompok variable yaitu kelompok 1 (klorofil-a, karotenoid, kecerahan dan arus) Klorofil-a dan karotenoid mempunyai korelasi dengan kecerahan dengan kategori yang signifikan dan linier yaitu apabila nilai kecerahan tinggi maka nilai klorofil-a dan karotenoid juga tinggi, tetapi pada arus masuk kedalam kategori signifikan tidak linier yaitu apabila nilai arusnya tinggi maka kandungan klorofil-a dan karotenoid akan rendah karena nilai arusnya negatif. Pada kelompok 2 yang berisi suhu dan DO, pada suhu mempunyai nilai negatif yaitu termasuk kedalam kategori signifikan tetapi



Gambar 4. Histogram nilai rata-rata kandungan karotenoid rumput laut *Eucheuma cottoni*

Tabel 2. Hasil analisis korelasi (CFA) kandungan klorofil-a dan karotenoid dengan parameter fisika kimia.

Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
Klorofil-a	.920			
Karotenoid	.895			
Suhu		-.888		
Salinitas			.835	
pH				
DO		.827		
Nitrat				.749
Fosfat			.688	
Kecerahan	.973			
Arus	-.617			.563

Extraction Method: Principal Component Analysis.
a. 4 components extracted.

tidak linier, apabila semakin tinggi nilai suhu maka nilai DO akan semakin rendah. Selanjutnya pada Kelompok 3 berisi salinitas dan fosfat dengan kategori signifikan linier yaitu semakin tinggi salinitas diikuti dengan tingginya fosfat. Terakhir Kelompok 4 berisi nitrat dan arus, masing- masing masuk kedalam kategori signifikan linier dimana semakin tinggi nilai arus diikuti dengan tingginya nilai nitrat. Berdasarkan hasil analisis pH tidak termasuk kedalam kelompok karena tidak memiliki hubungan antar variable, nilai pada pH tidak menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara kandungan klorofil-a dan karotenoid dengan parameter fisika-kimia yang lain. (Tabel 2).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kandungan klorofil-a dan karotenoid pada rumput laut *Eucheuma cottoni* pada kedalaman berbeda didapatkan hasil tertinggi pada kedalaman 30 cm dengan nilai 2,41 mg/g, dan kandungan karotenoid tertinggi didapatkan pada kedalaman 90 cm dengan nilai 0,033 mg/g. Kandungan klorofil-a dan karotenoid berkorelasi dengan kecerahan dengan kategori yang signifikan dan linier, sedangkan terhadap arus memiliki korelasi signifikan namun tidak linier dikarenakan nilai arus negatif.

DAFTAR PUSTAKA

Akmal, A., Syam, R., & Trijuno, D.D. (2012). Kandungan Klorofil a dan Karotenoid Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan pada Kedalaman Berbeda. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 1(2), 54-58.

Akmal, A., Syamsuddin, R., Trijuno, D.D., & Tuwo, A. (2020). Morfologi, kandungan klorofil a, pertumbuhan, produksi, dan kandungan karaginan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan pada kedalaman berbeda. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 2(2), 39-50

Aryayustama, M.G., Wartini, N.M., & Suwariani, N.P. (2018). Stabilitas Kadar Karotenoid Ekstrak Buah Pandan (*Pandanus tectorius*) Pada Cahaya Dan Suhu Penyimpanan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 6(3), 218-224. doi: 10.14710/jmr.v9i4.27637

Burhanuddin. (2012). Pertumbuhan Dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* yang Dibudidayakan pada Jarak dari Dasar Perairan yang Berbeda Burhanuddin. *Octopus Jurnal Ilmu Perikanan*, 1(2), 76–83.

- Chen, Y.C & Lee, M.C. (2012). Double-power double-heterostructure light-emitting diodes in microalgae, spirulina platensis and Nannochloropsis oculata, cultures. *J. Mar. Sci. Technol.* 20, 233–236. <https://doi.org/10.51400/2709-6998.1843>
- Cokrowati, N. & Nanda, D. (2019). Komponen Sargassum aquifolium Sebagai Hormon Pemicu Tumbuh untuk Eucheuma cottonii. *Jurnal Biologi Tropis*. Volume 19 Nomor 2. Program Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP. Universitas Mataram. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i2.1107>
- Darmawati, N.A., Syamsuddin, R., & Jompa, J. (2016). Analisis kandungan karotenoid rumput laut Caulerpa sp. yang dibudidayakan di berbagai jarak dan kedalaman. In *Seminar Nasional. Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Unmas Denpasar. Bali*.
- Hanelt, D. & Roleda, M.Y. (2009) UVB radiation may ameliorate photoinhibition inspecific shallow-water tropical marine macrophytes. *Aquatic Botany*, 91, p.612. doi: 10.1016/j.aquabot.2008.12.005
- Ikrom, A.B & Aunurohim. (2013). Kandungan Klorofil-a dan Karaginan Kedalaman Berbeda di Desa Palasa , Pulau Poteran. *Teknik Pomits*, 2, 1–6.
- Kasran, Tribuana, C.H. & Patahiruddin. (2021). Kajian Kandungan Klorofil Rumput Laut Eucheuma Cottonii Dengan Bobot Bibit Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Menggunakan Jaring Trawl Di Kabupaten Luwu. *Fisheries of Wallacea Journal*, 2, 45–51. doi: 10.55113/fwj.v2i1.653
- Mahardika, S., Junaidi, M., & Marzuki, M. (2018). Kandungan Klorofil-A Dan Fikoeritrin Pada Rumput Longline Dengan Kedalaman. *E-Journal Budidaya Perairan*, 1, 8-13.
- Nur, A.I., Syam, H. & Patang, P. (2016). Pengaruh Kualitas Air terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1):27–40. doi: 10.26858/jptp.v2i1.5151
- Palawe, J.F.P & Tumonda S.B. (2018). Analisis Kandungan Karotenoid Sebagai Anti Oksidan Dari Rumput Laut (*Euccema cottoni*). *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 4(1), 6-9.