

EFISIENSI PRODUKSI RUMPUT LAUT *E. cottonii* DENGAN METODE BUDIDAYA LONG LINE VERTIKAL SEBAGAI ALTERNATIF PEMANFAATAN KOLOM AIR

Lestari Lakhsmi Widowati, Sri Rejeki, Tristiana Yuniarti, dan Restiana Wisnu Ariyati

Program Studi Bdidaya Perairan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl Prof Soedarto, SH Kampus Tembalang Semarang 50275

Email : rrwidowati@yahoo.com

Diserahkan tanggal 2 Juli 2015., Diterima tanggal 12 Agustus 2015

ABSTRAK

Kualitas dan kuantitas rumput laut yang baik dan berkelanjutan merupakan hal yang masih menjadi tantangan bagi usaha budidaya. Metode budidaya dan lama pemeliharaan yang tepat diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk menghasilkan kuantitas dan kualitas budidaya yang berkelanjutan. Metode long line vertikal diterapkan untuk mengetahui kolom air yang dapat digunakan untuk pertumbuhan optimum rumput laut. Kualitas terbaik kandungan karaginan dilihat dari lama pemeliharaan. Tujuan penelitian adalah (1) Mengetahui interaksi lama pemeliharaan dan kedalaman terhadap produksi biomassa dan kualitas rumput laut. (2) Mengetahui lama pemeliharaan dan kedalaman yang terbaik terhadap produksi biomassa dan kualitas rumput laut. (3) Mengetahui kedalaman kolom air yang masih menghasilkan pertumbuhan rumput laut secara optimal. Penelitian dilakukan di perairan laut Pulau Pasir Kabupaten Brebes dengan lama pemeliharaan 45 hari dan 60 hari, serta 3 perlakuan pada kedalaman 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan faktorial 2 x 3. Variabel yang diamati adalah laju pertumbuhan dan kandungan karaginan. Hasil yang didapatkan yaitu laju pertumbuhan selama 45 hari pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm berturut-turut adalah 117%, 158%, 111%, dan pada pemeliharaan selama 60 hari adalah 198%, 182% dan 136%. Pada pemeliharaan 45 hari laju pertumbuhan harian pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm berturut-turut adalah 2,26%/hari, 2,10%/hari dan 1,66%/hari, dan pada pemeliharaan 60 hari adalah 1,82%/hari, 1,73%/hari dan 1,43%/hari. Dari segi kualitas dilihat pada kandungan karaginan menghasilkan rata-rata karaginan 76,3% pada pemeliharaan 45 hari dan 96,3% pada pemeliharaan selama 60 hari. Kesimpulan yang diambil adalah bahwa (1) Kedalaman dan lama pemeliharaan memberikan pengaruh terhadap produksi biomassa dan kandungan karaginan rumput laut. (2) Produksi biomassa tertinggi dihasilkan pada pemeliharaan selama 45 hari pada kedalaman 30 cm dengan pertumbuhan harian 2,26 %/hari dan kedalaman 60 cm dengan laju pertumbuhan 2,10 %/hari. Kandungan karaginan rata-rata sebesar 96,3% didapatkan pada pemeliharaan selama 60 hari. (3) Kedalaman optimal untuk pemeliharaan rumput laut dengan metode longline vertikal adalah sampai dengan 60cm.

Kata kunci : long line vertikal, *E. cottonii*, karaginan

ABSTRACT

Good quality, quantity and sustainable still a challenge for aquaculture. The right method and duration of cultivation is expected to be one of the solutions to produce a sustainable quantity and quality of seaweed culture. Long line vertical method is applied to find out the column of water that can be used for optimum growth of seaweed. The best quality of carrageenan content was observed in duration of cultivation. The purpose of the study was (1) To find out the interaction between duration of cultivation and depth for the production of biomass and quality of seaweed. (2) To know the best duration of cultivation and depth for production of biomass and quality of seaweed. (3) To find out the depth of the water column which still produces the growth of seaweed optimally. Research conducted in sea water at Pulau Pasir, Brebes Regency with duration of cultivation were 45 days and 60 days, with 3 treatments at the depth of 30cm, 60cm, and 90cm. Each treatment was repeated three times. The research used 3 x 2 factorial design. The observed variables were growth rate and carrageenan content. The results are obtained, relative growth rate for 45 days at a depth of 30 cm, 60 cm and 90 cm was 117%, 170%, 110%, and for duration of cultivation 60 days was 187%, 185% and 136%. In 45 days duration of cultivation, the specific growth rate at depth of 30 cm, 60 cm and 90 cm was 2.26%/day, 2.10%/day and 1.66%/day, and on duration of cultivation 60 days is 1.82%/day, 1.73% and 1.43%/day. In terms of the quality of seaweed the average of karaginan content was 76.3% in 45 days duration of cultivation and 96.3% on 60 days duration of cultivation. The conclusions were (1) The depth and period of cultivation influence the production of biomass and karaginan content of seaweed. (2) The highest biomass production on 45 days period of cultivation at a depth of 30 cm with specific growth rate of 2.26%/day and in depth of 60 cm with specific growth rate of 2.10%/day. The content of carrageenan an average of 96.3% obtained on maintenance for 60 days. Optimal depth for the maintenance of seaweed with vertical longline method is up to 60 cm.

Keywords : long line vertikal, *E. cottonii*, karaginan

PENDAHULUAN

Permintaan rumput laut yang berkualitas dan dapat disuplai secara kontinyu merupakan tantangan yang belum bisa dipenuhi hingga saat ini. Menurut Ditjenkanbud (2005) Indonesia setiap tahunnya baru bisa menghasilkan rumput laut sekitar 4,3 juta ton/tahun, sedangkan kebutuhan pasar setiap tahun mencapai 7-10 juta ton. Seiring dengan kebutuhan yang semakin meningkat tersebut, baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri, maka cara terbaik untuk tidak selalu menggantungkan persediaan dari alam adalah dengan budidaya rumput laut. Budidaya rumput laut di Indonesia semakin dikembangkan, baik secara ekstensif maupun intensif, dengan menggunakan lahan yang ada.

Keberhasilan budidaya rumput laut selain tergantung dari musim dan kesesuaian lahan, antara lain ditentukan oleh metode yang digunakan. Penentuan metode budidaya yang kurang tepat akan berakibat pada produksi dan kualitas rumput laut yang kurang maksimal. Selama ini metode budidaya rumput laut *Euchema cottonii* dilakukan dengan metode rakit dan atau longline horizontal sejajar permukaan laut. Metode loglinehorizontal dapat dibangun sangat panjang mencapai satuan kilometer sehingga keberadaannya dapat mengganggu jalur pelayaran. Selain itu penggunaan metode tersebut di perairan terbuka sangat rentan dengan kegagalan produksi yang disebabkan oleh keterbatasan dalam pengontrolan dan faktor lingkungan, salah satunya adalah serangan hewan herbivora pemakan rumput laut seperti beronang, penyu, abalon, dan bulu babi. Di sisi lain pemanfaatan kolom air belum dimanfaatkan secara maksimal.

Metode longline vertikal atau bisa disebut dengan metode vertikultur adalah metode penanaman rumput laut dengan cara vertikal pada kedalaman tertentu, disesuaikan dengan kemampuan penetrasi cahaya matahari. Metode ini dijalankan dengan pertimbangan untuk optimalisasi pemanfaatan kolom perairan, sehingga produktivitas lahan budidaya meningkat. Hal serupa dikemukakan oleh Syahlun, dkk 2013 bahwa metode vertikultur ini dilakukan dengan mengikatkan bibit-bibit rumput laut dalam posisi vertikal (tegak lurus) pada tali- tali yang disusun berjajar, dengan vertikultur juga bisa memanfaatkan kolom perairan sampai batas kecerahan perairan. Penetrasi cahaya matahari sebagai syarat rumput laut berproduksi dapat diperoleh bukan hanya dari satu sisi permukaan air saja, melainkan dari berbagai sudut elevasi sinar. Disisi lain, kandungan zat hara perairan terdapat pada kisaran kolom air yang optimum. Kedua pola pikir ini mendasari bagaimana penerapan budidaya rumput laut dengan metode long line vertikal atau vertikultur. Serdiati dan Widiastuti (2010) mengemukakan bahwa rumput laut yang dipelihara pada panjang tali vertikultur 100 cm masih terdapat pengaruh pergerakan arus dan gelombang yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut *Euchema cottonii* sehingga memiliki peluang yang cukup besar dalam penyerapan unsur hara. Penelitian mengenai pertumbuhan *Euchema cottonii* pada kedalaman yang berbeda telah dilakukan pula oleh Naguit, dkk, 2009. Hasil yang didapatkan adalah pertumbuhan terbaik dengan laju pertumbuhan 2,85% dengan kandungan karaginan 81,74%. Menurut Syahlun, dkk (2013) laju pertumbuhan spesifik pada metode vertikultur menunjukkan adanya

pengaruh yang nyata, kadar karaginan rumput laut *K. alvarezii* pada metode vertikultur tidak menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan atau tidak berbeda nyata. Safarudin 2011 juga telah melakukan penelitian di Kabupaten Buton mengenai metode vertikultur, dengan hasil yang didapatkan adalah metode vertikultur pada kedalaman 30-120 cm memberikan respon yang tinggi terhadap pertumbuhan. Pada kedalaman ini rumput laut masih dapat tumbuh dengan baik karena masih adanya sinar matahari yang masuk ke dalam perairan dan gerakan air yang membawa zat-zat makanan yang dibutuhkan rumput laut.

Pemanfaatan kolom air seoptimal mungkin menjadi landasan penelitian ini, dengan harapan bahwa dengan diketahuinya kolom air yang optimal, dapat dilakukan pemeliharaan rumput laut secara lebih efisien. Jika dengan metode long line horizontal hanya dapat membudidayakan rumput laut pada satu baris saja, maka pada budidaya long line vertikal dapat dilakukan budidaya beberapa baris pada kolom yang sama. Hasil yang didapat dengan metode budidaya tersebut tentunya akan menghasilkan produksi rumput laut yang lebih banyak. Sebagai alternatif solusi dalam pemenuhan kebutuhan rumput laut khususnya *E. cottonii* dan juga dalam upaya memanfaatkan kolom air maka perlu diteliti lebih lanjut mengenai penerapan metode vertikultur untuk menghasilkan pertumbuhan biomassa sebagai parameter kuantitas, dan kandungan karaginan sebagai parameter kualitas.

Pemenuhan kebutuhan rumput laut dengan kuantitas dan kualitas yang bagus merupakan masalah yang perlu dicarikan solusi yang tepat. Kurang optimalnya produksi budidaya rumput laut pada kolom perairan menjadi hal yang perlu ditindaklanjuti dengan penelitian mengenai metode budidaya yang sesuai dalam membuat kolom perairan menjadi lebih optimal. Selanjutnya perlu diketahui waktu pemeliharaan terbaik untuk menghasilkan karaginan sebagai parameter kualitas.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui interaksi lama pemeliharaan dan kedalaman terhadap produksi biomassa dan kualitas rumput laut *E. cottonii*
2. Mengetahui lama pemeliharaan dan kedalaman yang terbaik terhadap produksi biomassa dan kualitas rumput laut *E. Cottonii*
3. Mengetahui kedalaman kolom air yang masih menghasilkan pertumbuhan rumput laut secara optimal.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa informasi kepada masyarakat mengenai metode budidaya vertikultur. Diharapkan masyarakat dapat menggunakan kolom air untuk membudidayakan rumput laut sehingga dihasilkan produk yang maksimal.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama 8 (delapan) bulan dimulai pada bulan April sampai November 2014. Lokasi penelitian dilaksanakan di perairan laut Pulau Pasir Kabupaten Brebes dan analisa karaginan dilaksanakan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Yogyakarta.

Materi Penelitian

Materi uji

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa rumput laut jenis *Eucheuma Cottonii*, yang didapat dari perairan Kabupaten Jepara.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan faktorial 2×3 .

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Metode eksperimen adalah metode untuk mendapatkan data dengan melakukan percobaan, baik dilakukan di lapangan maupun di laboratorium (Hanifah, 2004). Pada metode eksperimen, peneliti dapat mengatur atau memberi perlakuan tertentu pada suatu variabel (Srigandono, 1989).

Faktor pertama adalah lama pemeliharaan selama 45 hari dan 60 hari. Faktor kedua adalah kedalaman yaitu 30cm, 60cm, dan 90 cm. Kombinasi perlakuan pada penelitian adalah sebagai berikut :

- A1B1 : lama pemeliharaan 45 hari dengan kedalaman 30 cm
- A1B2 : lama pemeliharaan 45 hari dengan kedalaman 60 cm
- A1B3 : lama pemeliharaan 45 hari dengan kedalaman 90 cm
- A2B1 : lama pemeliharaan 60 hari dengan kedalaman 30 cm
- A2B2 : lama pemeliharaan 60 hari dengan kedalaman 60 cm
- A2B3 : lama pemeliharaan 60 hari dengan kedalaman 90 cm

Variabel yang diamati

Data yang diamati pada penelitian ini adalah :

a. Laju Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan relatif atau *Relatif Growth Rate* adalah presentase pertumbuhan selama masa pemeliharaan, dapat dihitung dengan rumus menurut Effendi, 1997 :

$$RGR = \frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan :

- RGR : Relatif Growth Rate / Laju pertumbuhan relatif (%)
- W_o : Bobot tanaman uji pada awal pemeliharaan (gram)
- W_t : Bobot tanaman uji pada akhir pemeliharaan (gram)

b. Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian atau *specific growth rate* adalah presentase dari selisih berat akhir dan berat awal yang dibagi lamanya waktu penanaman. Hal ini sesuai dengan rumus dari Effendi (1997), yaitu :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{\ln W_o \times t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR : Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)
- W_o : Bobot tanaman uji pada awal pemeliharaan (gram)
- W_t : Bobot tanaman uji pada akhir pemeliharaan (gram)
- t : Waktu pemeliharaan

c. Kandungan Karaginan

Untuk menentukan kadar karaginan digunakan rumus Munoz, et al., (2004) yaitu:

$$Kr = \frac{Wc}{Wm} \times 100\%$$

Keterangan:

- Kr = Kadar karaginan (%)
- Wc = Berat karaginan ekstrak (g)
- Wm = Berat rumput laut kering (g)

d. Parameter kualitas air meliputi parameter fisika perairan yaitu meliputi : suhu, kedalaman, kecepatan arus, pasang surut, kekeruhan, kecerahan dan parameter kimia yaitu salinitas, oksigen terlarut, nitrat dan phosphat.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian yaitu data kuantitas rumput laut berupa RGR, SGR dan data kualitas rumput laut *E. Cottonii* berupa kandungan karaginan. Sebelum dianalisis sidik ragam, terlebih dahulu data diuji Normalitas, uji Homogenitas dan uji Additivitas (Steel dan Torrie, 1993). Uji normalitas dilakukan untuk menunjukkan bahwa data tersebut menyebar normal yang kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas dan aditivitas, untuk menunjukkan bahwa data homogen dan bersifat aditif sebagai syarat dilakukannya Uji ANOVA.

Data dianalisis dengan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh interaksi antar perlakuan dengan taraf kepercayaan 95% dan 99%. Jika terdapat pengaruh yang nyata dari tiap perlakuan maka dilakukan uji nilai tengah yaitu Uji Duncan. Analisis data tersebut dilakukan untuk melihat nilai tengah yang paling tinggi pada setiap perlakuan untuk menentukan kombinasi perlakuan yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan

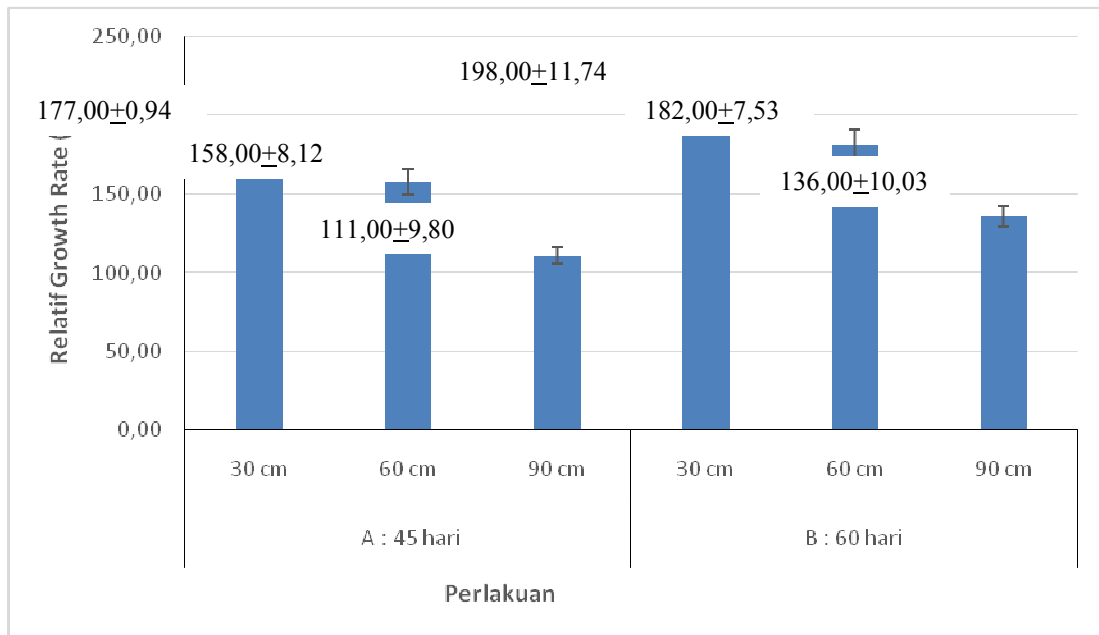
Pertumbuhan rumput laut dilihat dari pertambahan berat selama masa pemeliharaan. Pada Tabel 1 ditampilkan berat awal rumput laut pada saat penebaran dan berat akhir rumput laut pada saat panen, berdasarkan perlakuan lama pemeliharaan. Laju pertumbuhan dibedakan menjadi dua, yaitu pertumbuhan relatif (*Relatif Growth Rate/RGR*) dan pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate/RGR*). Pertumbuhan relatif merupakan pertumbuhan total selama masa pemeliharaan, sedangkan pertumbuhan spesifik adalah pertumbuhan rumput laut setiap harinya. Jika dilihat dari bobot rumput laut pada masing-masing kedalaman, nampak bahwa bobot yang dihasilkan pada pemeliharaan selama 60 hari lebih besar daripada pemeliharaan selama 45 hari, demikian juga ketika dihitung RGR (Gambar 1) nampak bahwa masa pemeliharaan selama 60 hari memberikan pertumbuhan rumput laut yang lebih besar. Namun setelah dilakukan Berdasarkan perhitungan SGR, memberikan informasi bahwa pertumbuhan harian pada pemeliharaan selama 60 hari ini lebih rendah daripada pemeliharaan selama 45 hari. Hal ini berarti bahwa walaupun berat yang dicapai pada pemeliharaan selama 60 hari lebih besar, namun diperlukan waktu yang lebih lama, dan jika diperhitungkan dengan laju pertumbuhan setiap hari, masih

memiliki laju pertumbuhan yang lebih rendah daripada pemeliharaan 45 hari. Dengan demikian, laju pertumbuhan rumput laut setelah 45 hari mengalami penurunan. Hasil analisis ini menyimpulkan bahwa pemeliharaan selama 60 hari

tidak efektif, dikarenakan rumput laut sudah tidak dapat tumbuh lagi secara optimal. Grafik RGR dapat dilihat pada Gambar 1 dan grafik SGR rumput laut *E. cottonii* selama masa pemeliharaan 45 hari dan 60 hari tersaji pada Gambar 2.

Tabel 1. Berat Rumput Laut yang Dipelihara dengan Metode Long Line Vertikal Selama 45 Hari dan 60 Hari

	Lama Pemeliharaan (hari)					
	45			60		
	Kedalaman (cm)					
Berat Awal (gram)	100	100	100	100	100	100
Berat Akhir (gram)	276,67±9,4	257,50±8,1	211,25±9,8	298,33±11,74	282,08±7,53	236,25±10,03



Gambar 1. Grafik Laju Pertumbuhan Relatif (%) selama Masa Pemeliharaan Selama 45 dan 60 Hari

Analisis varian dilakukan untuk masing-masing parameter pertumbuhan yaitu RGR dan SGR. Hasil analisis varian RGR dan SGR menunjukkan bahwa terdapat interaksi pada beberapa perlakuan, namun ada juga perlakuan yang tidak memiliki interaksi dengan kedalaman dan kandungan karaginan. Hal ini berarti bahwa perlakuan kedalaman dan lama pemeliharaan ada yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan karaginan rumput laut, dan ada pula yang tidak memberikan pengaruh.

Hasil analisis Anova pada parameter RGR menunjukkan bahwa secara umum, terdapat interaksi antar perlakuan kedalaman dan lama pemeliharaan terhadap pertumbuhan rumput laut *E. Cottonii* yang dibudidayakan secara longline vertikal. Namun pada perlakuan A1B1 dan A1B2, A2B1 dan A2B2 didapatkan hasil F tabel < F hitung, yang berarti tidak ada pengaruh interaksi antara kedalaman 30 cm dan 60 cm dan lama pemeliharaan terhadap RGR. Pertumbuhan rumput laut pada kedalaman 30 cm dan 60 cm tidak memiliki perbedaan yang berarti, baik pada pemeliharaan 45 hari maupun pada kedalaman 60 hari. Uji Nilai Tengah dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang memberikan hasil terbaik. Hal ini diketahui dari melihat perbedaan nilai tengah masing-masing

perlakuan. Perlakuan yang memberikan nilai tengah tertinggi sehingga merupakan perlakuan yang menghasilkan pertumbuhan terbaik yaitu perlakuan A2B1 (pemeliharaan selama 60 hari dengan kedalaman 30 cm). Hasil RGR berturut-turut dari yang terbaik adalah A2B1, A2B2, A1B1, A1B2, A2B3, dan A1B3.

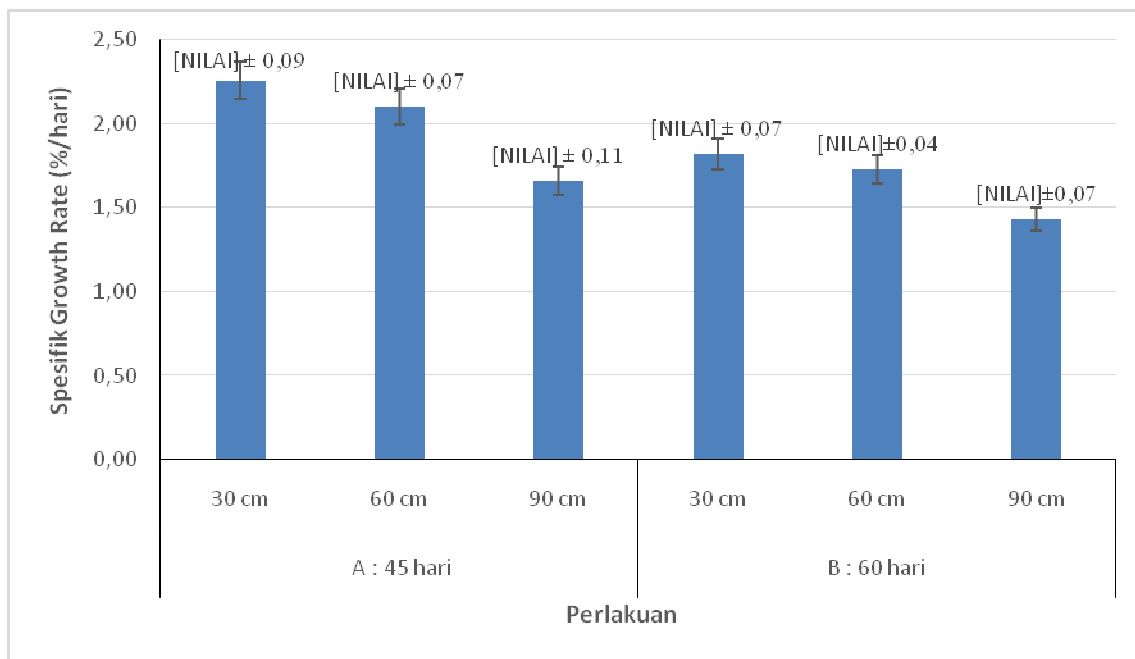
Gambar 1 memberikan ilustrasi untuk memperjelas hasil analisis statistik pada parameter RGR. Grafik tersebut memberikan informasi bahwa pada perlakuan A2B2 dan A2B1 memiliki nilai RGR 198% dan 182 % dimana nilai ini paling tinggi dibanding perlakuan yang lain. Hal ini berarti bahwa pada masa pemeliharaan selama 60 hari pada kedalaman 30 cm dan 60 cm memberikan hasil kuantitas rumput laut lebih banyak daripada pemeliharaan selama 45 hari pada berbagai kedalaman. Secara morfologis, rumput laut yang dipelihara selama 60 hari mempunyai batang besar dan kuat dibandingkan masa pemeliharaan selama 45 hari. Sedangkan dilihat dari thallus, rumput thallus pada pemeliharaan 45 hari nampak lebih rimbun. Rumput laut tumbuh melalui proses fotosintesis, sebagai organisme produsen sehingga menghasilkan sel-sel sebagai hasil dari metabolisme dan digunakan untuk memperbanyak jumlah thallus sehingga ukuran dan jumlah

thallus semakin lama semakin banyak. Berdasarkan pengamatan morfologis, pada minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-5 pertumbuhan rumput laut *E. Cottonii* nampak sangat pesat, dilihat dari rimbunnya dan munculnya thallus-thallus baru. Sedangkan mulai minggu ke-7 sampai dengan minggu ke-9, pertumbuhan rumput laut nampak tidak begitu pesat. Pada waktu tersebut, rumput laut telah mengalami puncak masa pertumbuhan, sehingga yang terjadi hanya penambahan besarnya batang thallus, namun tidak nampak thallus-thallus muda yang tumbuh. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rasyid, 2003 bahwa jika penambahan pembesaran sel sudah sampai batas tertinggi pada kondisi optimum, maka sudah tidak dapat meningkat lagi. Berdasarkan umur panen, atau lama pemeliharaan didapatkan hasil RGR lebih tinggi pada pemeliharaan selama 60 hari, namun hasil SGR memberikan pertumbuhan harian terbaik pada pemeliharaan selama 45 hari. Erpin, 2013 menjelaskan bahwa rumput laut mempunyai rentang waktu tertentu untuk mencapai pertumbuhan optimal, bahwa penambahan pembesaran sel sudah sampai batas tertinggi pada kondisi optimumnya. Hal ini berarti bahwa pertumbuhan optimum rumput laut setiap harinya terjadi secara optimum pada lama pemeliharaan selama 45 hari. Berkaitan dengan efisiensi dan

efektivitas serta sisi ekonomis budidaya rumput laut, lebih disarankan pemeliharaan selama 45 hari karena dinilai lebih baik dari sisi pertumbuhan hariannya.

Pada parameter SGR berdasarkan hasil analisis ANOVA, pada perlakuan A1B1 dan A1B2 nilai F tabel < F hitung, berarti tidak ada pengaruh interaksi antara kedalaman 30 cm dan 60 cm dan lama pemeliharaan terhadap SGR. Demikian juga dengan perlakuan A2B1 dan A2B2 diketahui bahwa nilai F tabel < F hitung, sehingga berarti tidak ada interaksi antara pengaruh lama pemeliharaan dan kedalaman terhadap SGR. Uji Anova dengan perlakuan yang lain yaitu A1B3 dan A2B3 memberikan hasil yang berpengaruh nyata, dilihat dari F hitung > F tabel. Hal ini berarti bahwa terdapat interaksi faktor lama pemeliharaan dan kedalaman terhadap SGR.

Analisis lebih lanjut dari hasil Uji Anova adalah Uji Nilai Tengah untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang memberikan nilai terbaik. Hasil analisis tersebut adalah bahwa perlakuan A1B1 mempunyai nilai tengah yang tertinggi, sehingga perlakuan lama pemeliharaan selama 45 hari dan pada kedalaman 30 cm merupakan perlakuan yang terbaik. Nilai tengah dari tertinggi sampai dengan terendah, berturut turut adalah perlakuan A1B2, A2B1, A2B2, A1B2 dan A1B3.



Gambar 2. Grafik Laju Pertumbuhan Harian (%/hari) selama 45 dan 60 Hari Penelitian

Penjelasan mengenai hasil analisis statistik mengenai SGR secara lebih jelas terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pertumbuhan yang terbaik adalah pada perlakuan A1B1 yaitu pemeliharaan selama 45 hari dengan kedalaman 30 cm, selanjutnya adalah perlakuan A1B2 pada pemeliharaan 45 hari dengan kedalaman 60 cm dan pada perlakuan A2B1 pemeliharaan selama 60 hari pada kedalaman 30 cm. Kondisi

tersebut di duga karena perolehan sinar matahari pada kedalaman 30 cm lebih besar dibandingkan kedalaman 60 cm dan 90 cm yang menyebabkan pertumbuhan pada thallus rumput laut menjadi berbeda. Pratiwi dan Ismail (2004), menyatakan bahwa dalam pertumbuhannya rumput laut memerlukan cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis, karena itu rumput laut hanya dapat tumbuh pada perairan yang memiliki kedalaman tertentu dengan cahaya

matahari mencapai dasar perairan. Menurut Ilalqisny *et al* (2013), di jelaskan bahwa besar kecilnya pertumbuhan dikarenakan penggunaan sistem budidaya yang berkaitan dengan ruang tumbuh, dan penyerapan sinar matahari sebagai pengatur proses fotosintesis. Pertumbuhan rumput laut terlihat ketika terjadi pertambahan *thalus* dan pertambahan berat pada rumput laut, hal ini terlihat ketika dilakukan sampling pada setiap minggu, dimana pada pemeliharaan di kedalaman 30 dan 60 nampak *thalus* muda yang banyak bertunas, sedangkan pada kedalaman 90 cm, pertambahan *thalus* nampak lebih lambat. Rendahnya pertumbuhan rumput laut pada perlakuan diduga ada beberapa kondisi ekologis baik fisika, kimia maupun kondisi ekologis lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Pertumbuhan harian pada penelitian ini dikatakan baik karena angka pertumbuhan harian yang didapatkan memenuhi syarat pertumbuhan yang baik untuk budidaya rumput laut, hal ini sesuai dengan pernyataan (Anggadireja *et al*, 2006) (Azanza and Ask, 2002) bahwa pertumbuhan tanaman dikatakan baik bila laju pertumbuhan hariannya lebih dari 2%/hari.

Perbedaan laju pertumbuhan harian antar perlakuan ini di duga karena penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan berbeda antar perlakuan. Pada perlakuan A1B1 (kedalaman 30 cm) proses fotosintesis untuk pertumbuhan rumput laut terjadi lebih baik dibandingkan dengan perlakuan A1B2 (kedalaman 60 cm) dan perlakuan A1B3 (kedalaman 90 cm) pendugaan tersebut di dukung dengan hasil pengukuran kecerahan perairan yang dilakukan secara insitu selama penelitian di dapatkan pada kisaran 48 – 51 cm sehingga penetrasi cahaya matahari tidak sampai ke dasar perairan. Lebih lanjut Lombardi *et al* (2006) menyatakan faktor kecerahan mempengaruhi pertumbuhan karena sedimen atau pasir menempel pada rumput laut sehingga akan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan untuk fotosintesa. Peranan kedalaman terhadap pertumbuhan rumput laut berhubungan dengan stratifikasi suhu secara vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen dan unsur-unsur hara. Laju pertumbuhan yang kurang maksimal disebabkan oleh karena ketersediaan nutrien dan intensitas cahaya yang kurang untuk pertumbuhan rumput laut. Berkurangnya intensitas cahaya yang masuk mengurangi bahan-bahan organik yang ada, sehingga suplai nutrient oleh rumput laut juga berkurang. (Susilowati, 2012). Aslan (1998) menyatakan rumput laut tumbuh dengan proses penyerapan secara aktif dan penyerapan pasif. Terjadinya penyerapan aktif pada rumput laut karena transpirasi secara langsung dan dipengaruhi oleh lingkungan. Sedangkan penyerapan pasif adalah penyerapan yang terjadi karena adanya transpirasi cepat yang merupakan respon balik oleh rumput laut terhadap lingkungan, cahaya, salinitas, suhu dan oksigen terlarut. Menurut Kune (2007), kedalaman merupakan salah satu faktor penentu dalam laju pertumbuhan rumput laut dengan makin bertambahnya kedalaman penanaman maka penetrasi cahaya makin rendah, dan sirkulasi oksigen makin rendah, disamping itu laju pertumbuhan harian dipengaruhi pula oleh waktu pemeliharaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kedalaman kolom air yang optimal untuk budidaya secara longline vertikal. Keberhasilan pertumbuhan rumput laut

dilihat dari nilai SGR selama penelitian, dimana hasil dari penelitian ini didapatkan nilai SGR lebih dari 2%/hari. Rumput laut dikatakan tumbuh dengan baik jika memiliki nilai SGR lebih dari 2%/hari (Ilalqisny, dik 2013) Berdasarkan hasil yang didapatkan, pada kedalaman 30 cm dan 60 cm nilai SGR 2,10%/hari dan 2,60%/hari. Hasil yang didapatkan mendukung budidaya rumput laut pada kedua kedalaman tersebut, hal inilah yang dimaksud dengan aplikasi vertikultur. Dengan demikian, pada luasan area yang sama, didapatkan hasil dua kali lipat yaitu pada kedalaman 30 dan 60 cm. Keunggulan inilah yang didapatkan dari metode vertikultur. Jika pada pemeliharaan secara longline horisontal pada kedalaman 30 didapatkan hasil panen sebesar 276 gram selama 45 masa pemeliharaan, dengan metode vertikultur didapatkanditambah hasil pada kedalaman 60 cm sebesar 257 gram. Sehingga dalam luas area yang sama didapatkan jumlah total panen yang lebih banyak, yaitu 533 gram, karena pemanfaatan kolom air pada kedalaman 30cm dan 60cm.

Hal lain yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut adalah kandungan nitrat dan fosfat. Syahlun, dkk 2013 bahwa suatu kegiatan budidaya rumput laut dikategorikan baik jika laju pertumbuhan harian minimal 2%. Pada penelitian ini pertumbuhan harian yang dihasilkan pada perlakuan A1B1, A1B2 adalah diatas 2%. Hal ini dimungkinkan karena kandungan nutrien yang ada di perairan tersebut memenuhi suplai untuk pertumbuhan rumput laut. Laju pertumbuhan pada rumput laut *E. Cottonii* yang dibudidayakan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrient yang ada disekitar lokasi penanaman. Nutrien yang dibutuhkan yaitu nitrat dan fosfat. Nitrat diperairan laut digambarkan sebagai makronutrient dan sebagai pengontrol produktivitas primer. Dari hasil analisis kandungan nitrat dan fosfat yang ada di dalam perairan, nampak bahwa kandungan nitrat dan fosfat layak bagi syarat pertumbuhan *Euchema cottonii*. Berdasarkan Efendi, 2003 kandungan nitrat yang baik untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 0,02-0,04 mg/l. Sulistijo dan Atmadja, 1996 menyatakan bahwa kandungan fosfat yang baik berkisar antara 0,02-1 mg/l. Sedangkan pada lokasi penelitian didapatkan hasil nitrat 0,03 mg/l dan kandungan fosfat 0,025 mg/l. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan yang maksimal pada rumput laut. Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi metabolisme sel tanaman.

Hama dan Penyakit

Faktor lain yang menyebabkan kecilnya laju pertumbuhan pada kedalaman 90 cm adalah terdapatnya hama dan penyakit. Hama penyakit yang menyerang rumput laut ini adalah ikan beronang yang masih kecil. Saran selanjutnya adalah diberikan jaring pada keranjang pemeliharaan. Hama berupa ikan baronang ini memakan thallus dan mengakibatkan thallus rusak dan kemudian patah.

Penyakit yang banyak menyerang rumput laut adalah *ice-ice*. Penyakit ini menyerang rumput laut bagian thalus, sehingga thallus menjadi putihdan akhirnya patah. Faktor lingkungan menjadi penyebab munculnya penyakit ini. Fluktuasi lingkungan dan interaksi dengan organisme patogen menyebabkan rumput laut terserang penyakit *ice-ice*. Pada kedalaman yang lebih dari 60 cm, didapatkan thallus pada

rumput laut lebih banyak terkena penyakit ini. Hal ini dikemukakan oleh Ucenyo *et al*, 1981 bahwa ice-ice merupakan penyakit yang menyerang rumput laut *E. Cottonii* pada saat terjadi fluktuasi kualitas air. Penyebab lain adalah serangan hama seperti ikan baronang, sehingga menyebabkan luka pada thallus. Pada kondisi stres rumput laut akan mengeluarkan lendir pada thallusnya dan merangsang bakteri tumbuh di sekitarnya. Pertumbuhan bakteri pada thallus menyebabkan bagian tersebut menjadi putih dan rapuh. Pada kedalaman lebih dari 60 cm, diduga kondisi salinitas dan suhu mengalami penurunan, serta penetrasi cahaya matahari sudah menurun, sehingga menyebabkan terinfeksi rumput laut ini oleh bakteri dan terkena penyakit *ice-ice*.

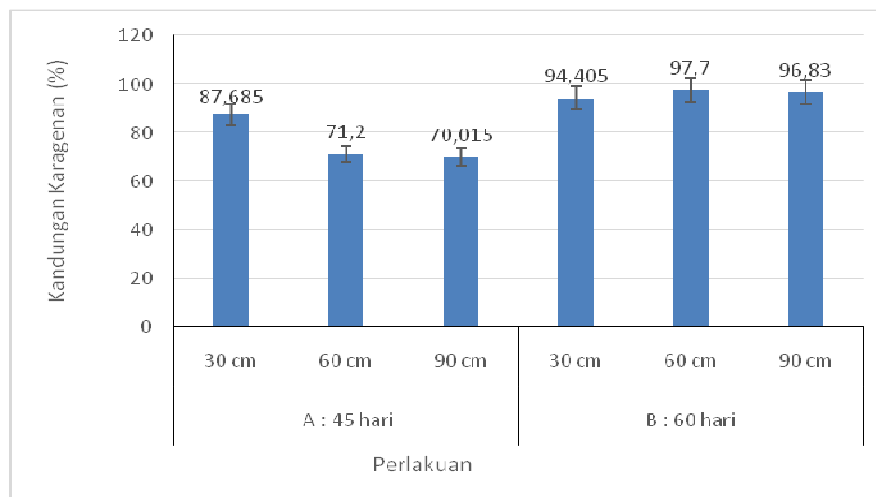
Lama Pemeliharaan

Waktu merupakan salah satu parameter penting yang harus dipertimbangkan dalam pemeliharaan rumput laut. Efisiensi waktu berpengaruh terhadap kuantitas pertumbuhan dan biaya ekonomi. Berdasarkan hasil analisis data dan grafik yang ada pada Gambar 1, pemeliharaandengan waktu 45 hari memberikan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan pemeliharaan selama 60 hari. Hal ini disebabkan karena waktu untuk tumbuh rumput laut *E. Cottonii* yang paling efisien adalah pada rentang waktu 45 hari. Setelah 45 hari, laju pertumbuhan rumput laut mulai melambat. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Erpin dkk, 2013 bahwa lama pemeliharaan rumput laut memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik. Pada lama pemeliharaan yang optimum, menghasilkan laju pertumbuhan yang maksimum, sedangkan pada lama pemeliharaan yang lebih pendek atau lebih lama laju

pertumbuhan rendah atau menurun. Rasyid, 2013 memberikan pernyataan bahwa penambahan pembesaran sel sudah sampai pada batas tertinggi atau optimum. Pada rentang waktu pemeliharaan selama 45 hari sel-sel pada rumput laut memanfaatkan nutrisi yang ada pada perairan secara maksimal, sehingga menghasilkan pertumbuhan yang maksimal. Pada pemeliharaan selama 60 hari, walaupun rumput laut masih dapat tumbuh, namun pertumbuhannya sudah menurun. Hal itu nampak bahwa masih nampak penambahan berat pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm berturut-turut mencapai 298 gr, 282 gr dan 236 gr. Dibandingkan dengan data pertumbuhan pada pemeliharaan selama 45 hari, masih terdapat penambahan bobot rumput laut sebesar 21gr, 25 gr dan 25 gr setiap harinya selama 15 hari pada kedalaman tersebut. Namun penambahan berat antara 21-25 gr dalam 15 hari merupakan pertumbuhan yang tidak maksimal. Yulianto dan Mira, 2009 mengatakan bahwa waktu juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut, hal ini dikarenakan bahwa batang thallus rumput laut memiliki kemampuan beregenerasi seiring dengan penambahan waktu pemeliharaan.

Kandungan Karaginan

Lama waktu pemeliharaan rumput laut *E. Cottonii* memberikan pengaruh terhadap kandungan karaginan. Pada pemeliharaan yang lebih lama memberikan kandungan karaginan yang lebih banyak daripada pemeliharaan pada waktu yang singkat. Kandungan karaginan pada tiap perlakuan di pemeliharaan selama 45 hari dan 60 hari dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Kandungan karaginan *Euchema cottonii* pada pemeliharaan selama 45 dan 60 hari

Berdasarkan analisis Uji Anova, diketahui bahwa nilai F hitung < F tabel pada perlakuan A2B1, A2B2 dan A3B3. Sedangkan pada perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3. Hal ini berarti bahwa tidak terdapat interaksi antara kedalaman dengan kandungan karaginan, namun lama pemeliharaan memberikan pengaruh terhadap kandungan karaginan. Terlihat dari Gambar 2 bahwa pada pemeliharaan selama 60 hari menghasilkan kandungan

karaginan lebih dari 95%, sedangkan pada pemeliharaan 45 hari kandungan karaginan yang dihasilkan 87,68% pada kedalaman 30cm, 71,2% pada kedalaman 60cm dan 70,015 pada kedalaman 90 cm. Berdasarkan hasil uji Anova perlakuan A dan B memiliki perbedaan yang signifikan dilihat dari nilai F hitung > F tabel pada perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3 terhadap A2B1, A2B2 dan A3B3. Kesimpulan yang didapat

adalah bahwa lama pemeliharaan berpengaruh terhadap kandungan karaginan.

Kualitas dari rumput laut ditentukan oleh karaginan yang dihasilkan. Semakin tinggi karaginan yang dihasilkan semakin berkualitas rumput laut tersebut dan mendapatkan harga yang mahal dari konsumen, terutama untuk konsumen skala besar yang mengutamakan kualitas. Lama umur panen memberikan pengaruh terhadap kandungan karaginan rumput laut. Dari hasil penelitian terdahulu oleh Erpin, dkk 2013 bahwa umur panen rumput laut selama 35 hari menghasilkan karaginan yang tinggi. Pada penelitian ini juga memberikan hasil bahwa semakin lama waktu pemeliharaan kadar karaginan semakin tinggi. Penelitian Rima, 2011 pada umur panen selama 42 hari, dihasilkan kandungan karaginan 47,71%, sedangkan pada pemeliharaan selama 35 hari, dihasilkan karaginan 39,95%. Syahputra, 2005 mengatakan bahwa kadar karaginan menurut standart adalah 40%, dan kadar karaginan 30% adalah kadar karaginan untuk rumput laut yang berkualitas rendah. Kandungan karaginan berkorelasi dengan pertumbuhan dan kualitas air. Di sisi lain yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar karaginan adalah cara penanganan saat panen, penjemuran, pengolahan maupun metode. Hal tersebut di dukung Hurtado *et al.* (2001); Selanjutnya Mendoza *et al.* (2006) bahwa jumlah dan kualitas karaginan yang berasal dari Tabel 2. Data Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Kisaran	Kelayakan	Referensi
1	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	28-30	27-30	Aslan, 1991
2	pH	7,8-8,0	7,0-8,5	Indriani dan Sumiarsih, 1991
3	DO (ppm)	3,3 – 7,7	3-8	Ditjenkanbud, 2008
4	Salinitas (‰)	30-32	30-37	Ditjenkanbud, 2008
5	Kedalaman (m)	1,5-3	2-15	Poncomulyo dkk, 2006
6	Kecerahan (m)	1 -1,5	2-5	Anggadireja et al, 2008
7	N-NO ₃ (mg/l)	0,037-0,066	0,02-0,04	Effendi, 2003
8	P-NO ₃ (mg/l)	0-022-0,076	0,02-1	Sulistijo dan Atmadja, 1996

Selama penelitian dilakukan pengukuran terhadap parameter-parameter kualitas air meliputi suhu, derajat keasaman (pH), salinitas, kedalaman, kecerahan dan pengukuran nitrat maupun fosfat.

Kisaran suhu pada penelitian adalah 28-30 $^{\circ}\text{C}$, kisaran tersebut memenuhi syarat sesuai untuk budidaya rumput laut hal ini menurut Menurut Aslan (1991) suhu yang baik untuk budidaya rumput laut jenis *Euचेuma cottonii* berkisar antara 27 $^{\circ}\text{C}$ - 30 $^{\circ}\text{C}$. Suhu dapat mempengaruhi fotosintesa di laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yaitu suhu berperan untuk mengontrol reaksi enzimatik dalam proses fotosintesis. Suhu yang tinggi dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis, sedangkan pengaruh tidak langsung yaitu dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi fitoplankton (Doty, 1985). Suhu dipengaruhi oleh kedalaman, penetrasi cahaya matahari dan sirkulasi air laut. Pada penelitian ini, kondisi suhu perairan masih mendukung untuk pertumbuhan rumput laut. Pengukuran derajat keasaman (pH) selama penelitian berkisar antara 7,8 – 8,0 dimana kisaran tersebut memenuhi syarat sebagai proses budidaya rumput laut. Menurut

budidaya laut bervariasi, tidak hanya berdasarkan strain, tetapi juga umur tanaman, sinar, nutrisi, suhu dan salinitas.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kandungan karaginan meningkat dengan meningkatnya umur panen rumput laut. Pada rumput laut yang dipelihara selama 45 hari memiliki kandungan karaginan yang lebih rendah dibandingkan pada pemeliharaan 60 hari. Hal ini diduga pada thallus yang tua memiliki kadar karaginan yang tinggi. Pendapat serupa dikemukakan oleh Eprin, 2013 bahwa kadar karaginan yang dimiliki oleh rumput laut pada panen umur 45 hari lebih tinggi daripada yang dipanen pada umur 25 hari. Hal ini diduga bahwa pada saat masih muda energi yang ada pada rumput laut digunakan untuk pertumbuhan thallus. Setelah pertumbuhan mencapai titik maksimum, maka energi yang ada digunakan untuk pembentukan karaginan. Hal ini dikemukakan juga oleh Supit (1989) bahwa pada tunas-tunas yang muda presentase karaginan lebih kecil dibandingkan dengan presentase pada thallus yang sudah tua.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian meliputi parameter fisika dan kimia. Data kisaran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

pernyataan Menurut Aslan (1991), kisaran pH yang sesuai untuk budidaya rumput laut adalah yang cenderung basa, pH yang sesuai untuk budidaya rumput laut adalah berkisar antara 7,0 – 8,5. Perairan basa merupakan perairan yang produktif dan berperan mendorong proses perubahan bahan organik dalam air menjadi mineral-mineral yang dapat diasimilasi oleh fitoplankton (Susilowati, dkk, 2012)

Salinitas yang didapatkan selama penelitian berkisar antara 30-32‰ dimana kisaran tersebut masih dalam batas toleransi. Nilai salinitas yang diperoleh sesuai dengan pernyataan Aslan (1991) merekomendasikan salinitas yang cocok untuk budidaya rumput laut jenis ini berkisar antara 30 – 37 ‰. Kebanyakan makroalga atau rumput laut mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan salinitas (Hartanto dan Gunarso, 2001). Begitu pula dengan spesies *Euचेuma cottonii* atau *K. alvarezii* merupakan jenis rumput laut yang bersifat *stenohaline*. Tumbuhan ini tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi pada tumbuhan rumput laut (Aslan, 1991).

Kedalaman berhubungan dengan masuknya cahaya matahari sampai dengan rumput laut. Dalam parameter kedalaman selama penelitian berkisar antara 150-180 cm. Kisaran tersebut masih dikatakan baik hal tersebut sesuai dengan pernyataan Aryati *et al.*, (2007) kisaran kedalaman yang baik adalah <3-5 m. Semakin dalam penanaman mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme rumput laut yang ditanam. Kecerahan dalam penelitian berkisar antara 48-52 cm kisaran tersebut dikatakan kurang baik karena sesuai dengan pendapat Doty, 1985 yang mengemukakan bahwa kecerahan yang baik untuk pertumbuhan rumput laut yaitu 60-80 cm.

KESIMPULAN

1. Kedalaman dan lama pemeliharaan memberikan pengaruh terhadap produksi biomassa dan kandungan karaginan rumput laut.
2. Kedalaman yang memberikan produksi biomassa tertinggi adalah pada pemeliharaan selama 45 hari pada kedalaman 30 cm dengan pertumbuhan harian 2,26 dan kedalaman 60 cm dengan laju pertumbuhan 2,10 %/hari. Kandungan karaginan rata-rata sebesar 96,3% didapatkan pada pemeliharaan selama 60 hari.
3. Kedalaman optimal untuk pemeliharaan rumput laut dengan metode longline vertikal adalah sampai dengan 60cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Azanza.RV., Ask E.I. 2002. Advances in Cultivation technology of Comercial Euchematoid species : A Review with Suggestion for Future Research. *Aquaculture* 206 : 257-277.
- Anggadireja J., Zatinika T., Purwoto A., Istini., 2006. Rumput Laut. Penebar Swadaya Jakarta.
- Aryati R.W., Basuki F., Widowati L.L., Rejeki S., 2013. Tingkat Produksi dan Kandungan Agar Gracillaria terhadap Pengembangan Bibit Hasil Seleksi dan Kultur Jaringan. Laporan Penelitian. Undip.
- Aslan, L.M. 2011. Strategi Pengembangan Budidaya rumput Laut di Indonesia. Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar dalam Bidang Budidaya Perairan. Disampaikan pada Rapat Senat Terbuka Luar Biasa Universitas Haluoleo.
- Ditjenkanbud. 2005. Profil Rumput Laut Indonesia. Dinas Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Ditjenkanbud. Jakarta.
- Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. 2008. Petunjuk teknis budidaya rumput laut *Euchema* spp. DKP RI, Ditjenkanbud.Jakarta. Hal 41
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisisus.Yogyakarta hal 155.
- Efendi. 1979. Biologi Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Erpin, Rahman A., Ruslaini. 2013. Pengaruh Umur Panen dan Bobot Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) Menggunakan Metode Long Line. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. Vol 03 No. 12 Sep 2013 : 156-163.
- Hanifah. KA. 2004. Rancangan Percobaan Reori dan Aplikasi. Jakarta.
- Hurtado A.Q. 2001. Carrageenan properties and proximate composition of three morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* Doty (Gigartinales Rhodophyta) grown at two depths. *Bot Mar*. 38 : 215- 219
- Indriani, H dan E. Sumiarsih. 1999. Budidaya, Pengelolaan dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ilaqinsy, I., Dwi, S.W., dan Sarwanto. 2013. Posisi Tanam Rumput Laut dengan Modifikasi Sistem Jaring Terhadap Pertumbuhan dan Produksi *Euchema cottonii* di Perairan Pantura Brebes. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*.
- Kune, S. 2007. Pertumbuhan Rumput Laut Yang Dibudidayakan Bersama Ikan Beronang. *Jurnal Agribisnis*, Juni 2007, Vol. 3 No. 1. Hal 34-42.
- Lombardi, J.V., Marques, de H. L., Pireira R.T.L., Barreto, O.J.S., Paula, E.J. 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii*. Elsevier. *Aquaculture* 258: p 412 -415
- Mendoza, W.G., Fortes, E.T.G., Villanueva R.D., Romero. R.D., Montano M.N.E. 2006. Tissue Age as a Factor Affecting Carrageenan Quantity and Quality in Farmed *Kappaphycus striatum* (Schimtz) Doty ex Silva. *Botanica Marina* Vol 49. Issue 1. Pages 57-64
- Munoz J., Freile-Pelegrin, Y., Robledo, D., 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) Color Strains In Tropical Waters of Yucatan, México. *Aquaculture* 239: 161-171
- Pratiwi, E dan Ismail, W. 2004. Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Pulau Pari. *Warta*, 2 : 11-15
- Poncomulyo T, Maryanah, Kristiani L. 2006. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Rasyid, A. 2003. Alga Coklat (*Phaeophyta*) sebagai Sumber Alginat. *Oseana* 28:33-38
- Rima., 2011. Pengaruh Umur Panen Terhadap Pertumbuhan Dan Kadar Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Varietas Hijau Dengan Metode Vertikultur. Kelurahan Lalowaru Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe. Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo. 50 Hal.
- Serdiati.N., Widiastuti.I.M, 2010. Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Euchema cottonii* pada Kedalaman yang Berbeda. *Media Litbang Sulteng* III (1)21-26
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1993. Principles and Procedure of Statistics, A Biometrical Approach. McGraw-Hill Kogokusha, Ltd. Tokyo
- Srigandono, B. 1990. Rancangan Percobaan. Fakultas Peternakan UNDIP. Semarang.

- Sulistijo dan W.S. Atmadja. 1996. Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia. Puslitbang LIPI. Jakarta.
- Supit. D.S. 1989. Karakteristik Pertumbuhan dan Kandungan Rumput Laut *Eucheuma cotonii* (Doty) yang Berwarna Abu-abu, Coklat dan Hijau yang Ditanam di Coba Lambangan Pasir Pulau Pari. (Skripsi).
- Susilowati, T., Rejeki, S., Dewi., N.E., Zulfitriani. 2012. Pengaruh Kedalaman terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) yang Dibudidayakan dengan Metode Longline di Pantai Mlonggo, Kabupaten Jepara. Jurnal Saintek Vol.8 No.1.
- Syahlun, Rahman, A., Ruslaini, 2013. Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Strain Coklat dengan Metode Vertikultur. Jurnal Mina Laut Indonesia. Vol.1 N0.1. Hal 122-132.
- Yulianto, K., dan Mira S. 2009. Budidaya Makroalga *K. Alvarezii* (Doty) Secara Vertikal Dengan Gejala Penyakit Ice-ice di Perairan Pulau Pari. UPT. Loka Pengembangan Kompetensi SDM Oseanografi Pulau Pari-LIPI. 334 hal.
- Uyenco, F.R., L.S. Saniel and G.S. Jacinco 1981. The ice-ice problem in seaweed farming. *International Seaweed Symposium* X th: 625-630.