

## PERENDAMAN PUPUK UREA DAN TINGKAT KONSENTRASI PADA KARAGINAN RUMPUT LAUT *Euchemma cottonii*

Stefano M A Rijoly<sup>1</sup>, Amos Killay<sup>1\*</sup>, Joseph A Rupilu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura, Indonesia

\*Corresponding Author e-mail: amoskillay@gmail.com

### ABSTRAK

*Euchemma cottonii* seaweed as carrageenan-producing, growth and development is in need of the quality of light and nutrients such as nitrogen, such as urea. This study aims to determine the combination of long soaking and urea concentration levels that are effective in improving the content of *Euchemma cottonii*. This research method uses long immersion urea treatment 2 hours, 4 hours, 6 hours and without immersion (control) and urea concentration of 1 gram, 1,5 gram, 2 gram and without of urea fertilizer (control), repeat 3 times. The content of carrageenan in each treatment will be analyzed using ANOVA, followed by HSD test at 95% significance level. The results showed that the best carrageenan content (66.52%) in the treatment of long soaking 2 hours with 2 grams of urea concentration and carrageenan content of the lowest (51.33%) obtained in the treatment of long immersion 6 hours with 1 gram of urea concentration. Carrageenan seaweed *Euchemma cottonii* on research generally meets the standards of quality carrageenan for maximum moisture content 35% (SNI Indonesia), and ash content of 15-40% (FAO, FCC), a maximum of 35% (EEC).

**Kata Kunci:** Carrageenan, Concentration, Seaweed, Urea fertilizer.

### PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara Kepulauan yang terdiri dari 13.667 pulau yang mempunyai garis pantai lebih dari 81.000 km serta memiliki potensi rumput laut yang cukup besar. Sebanyak 782 jenis rumput laut Indonesia, hanya 18 jenis dari 5 genus (marga) yang sudah diperdagangkan, dan 5 genus yang ada hanya genus *Euchemma* dan *Gracilaria* yang telah dibudidayakan [1].

Rumput laut merupakan salah satu sumber devisa negara dan sumber pendapatan bagi masyarakat daerah pantai. Komoditi rumput laut merupakan salah satu komoditi andalan sektor perikanan dan kelautan yang sangat strategis untuk dikembangkan. Dianggap strategis karena di samping masa tanamnya yang relatif singkat, yaitu kurang lebih 2 bulan, komoditi ini juga menyerap tenaga kerja yang cukup banyak dan juga pasar lokal dan regional yang menjanjikan serta harga jual yang cukup kompetitif. Di Indonesia sendiri, produksi rumput laut meningkat cukup signifikan dengan peningkatan mencapai 78,4% dari 5,2 juta ton basah rumput laut pada tahun 2011 menjadi 9,2 juta ton pada tahun 2013 [2] [3].

Rumput laut memiliki banyak manfaat terutama sebagai bahan baku industri makanan, farmasi, kosmetik, pupuk, tekstil, kedokteran, dan pupuk organik. Selain itu, dapat menjamin kelestarian lingkungan sumber daya perikanan dan menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat pesisir [4].

Rumput laut *Euchemma cottonii* dapat diolah menjadi karaginan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Karaginan ialah senyawa hidrokolloid yang merupakan senyawa polisakarida rantai panjang dan diekstraksi dari rumput laut jenis karaginofit (rumput laut penghasil karaginan). Karaginan merupakan getah rumput laut yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut merah dengan menggunakan air panas (*hot water*) atau larutan alkali pada temperatur tinggi. Karaginan juga merupakan nama yang diberikan untuk keluarga polisakarida linear yang diperoleh dari alga merah dan penting untuk pangan. Karaginan dibedakan berdasarkan kandungan sulfatnya menjadi dua fraksi yaitu kappa karaginan yang mengandung sulfat kurang dari 28% dan iota karaginan jika lebih dari 30%. Selanjutnya karaginan dapat dibagi menjadi 3 fraksi berdasarkan unit penyusunannya yaitu kappa, iota dan lambda karaginan. Kappa karaginan dihasilkan dari *Euchemma spinosum*, serta lambda karaginan dari *Chondrus crispus*. Pada Industri, karaginan dipakai sebagai stabilisator, pengental, pembentuk gel, pengemulsi, pengikat dan pencegah kristalisasi dalam industri makanan ataupun minuman, farmasi, kosmetik lain-lain [5].

Rumput laut dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter salah satunya adalah nutrisi. Nutrien merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman sebagai sumber energi untuk menyusun berbagai komponen sel selama proses pertumbuhan dan perkembangan. Nutrien yang digunakan dalam pertumbuhan rumput laut adalah unsur hara nitrogen yang bersumber dari pupuk. Nitrogen sebagai alternatif untuk memelihara kesuburan rumput laut karena mampu membuat tanaman menjadi lebih segar dan merupakan salah satu unsur penyusun klorofil [6].

Rumput laut (*Euचेuma cottonii* sp) sebagai tanaman yang hidup di perairan juga membutuhkan sejumlah nutrisi yang cukup dan seimbang guna mencapai produksi yang optimal. Untuk itu, perlakuan pemupukan pada komoditas ini sangat perlu agar produksi rumput laut dapat ditingkatkan dari produksi rumput laut yang biasa dihasilkan pada keadaan alami. Penggunaan pupuk urea rata-rata dapat meningkatkan produksi rumput laut dibandingkan dengan tanpa perlakuan pemupukan [7]. Terjadi pertumbuhan rumput laut dengan perlakuan pemupukan belum diketahui secara pasti. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang pemberian pupuk yakni pupuk urea dengan kandungan karaginan dari rumput laut jenis *Euचेuma* ini. Sehingga petani rumput laut dapat meningkatkan usaha budidaya rumput laut tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimen yang terdiri dari dua tahap yaitu penelitian lapangan dan dilanjutkan dengan analisis laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan pada lokasi budidaya rumput laut di Desa Nuruwe, ekstraksi karaginan dan pengukuran kualitas rumput laut masing-masing dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar dan Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura Ambon.

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pelampung, tali nilon 6 mm untuk tali ris, tali nilon 15 mm untuk tali utama, pisau, perahu, jangkar atau pemberat, baskom plastik, ember, termometer air raksa, pH meter, salinometer, timbangan digital, blender, erlenmeyer 250 ml, kertas saring, spatula, batang pengaduk, corong, gelas ukur 250 ml, cawan petri, cawan porselin, desikator, tanur, oven, dan alat tulis. Bahan utama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bibit rumput laut jenis *Euचेuma cottonii* dan pupuk Urea, serta isopropil alkohol 96%, NaOH 0,1 M dan aquades untuk pembuatan ekstraksi rumput laut *Euचेuma cottonii*.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor utama, yaitu lama perendaman pupuk dengan 4 taraf dan konsentrasi pupuk dengan 4 taraf. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali dengan jumlah satuan percobaan yang diamati adalah  $4 \times 4 \times 3 = 48$  unit. Empat taraf faktor lama perendaman (A) yaitu kontrol (A0), 2 jam (A1), 4 jam (A2) dan 6 jam (A3). Empat taraf faktor konsentrasi pupuk (B) terdiri dari kontrol/konsentrasi pupuk 0 gram (A0), 1 gram (B1), 1,5 gram (B2) dan 2 gram (B3).

Model matematika:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$\mu$  : rata-rata umum

$A_i$  : pengaruh lama perendaman ke-i (i=1,2,3)

$AB_{ij}$  : pengaruh interaksi lama perendaman ke-i (i=1,2,3) dengan konsentrasi pupuk ke-j (j=1,2,3)

$\epsilon_{ij}$  : pengaruh galat percobaan

## Prosedur Kerja

### 1. Budidaya Rumput Laut

#### a. Persiapan

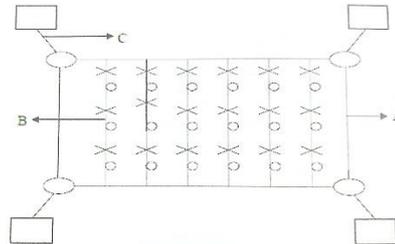
Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi pembuatan tempat budidaya, pemilihan bibit rumput laut, penimbangan bibit awal rumput laut dan pengikatan bibit rumput laut.

### b. Pemberian pupuk

Pupuk urea ditimbang dengan volume masing-masing sebanyak 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram. Masing-masing volume pupuk kemudian dicampurkan dengan air laut sebanyak 10 liter. Bibit kemudian direndam dalam larutan pupuk urea yang telah siap. Proses perendaman dalam pengamatan ini dilakukan selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Setelah direndam kemudian bibit diikat kembali dan dilepaskan di tempat budidaya.

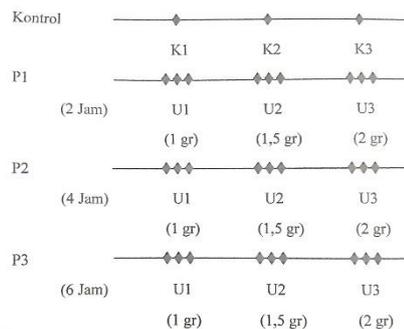
### c. Penanaman rumput laut *Eucheuma cottonii*

Metode budidaya yang dilakukan berdasarkan kebiasaan dan pengalaman penduduk di Desa Nuruwe Kabupaten SBB, dengan sistem *longline* atau dengan sistem tali permukaan pada Gambar 6.



Gambar 1. Desain longline untuk budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* di Desa Nuruwe Kabupaten SBB

Bibit yang telah direndam kemudian diangkat dari larutan pupuk kemudian ikatan pada simpul yang telah siap. Berat bibit pada setiap simpul adalah 100 gram. Setelah bibit diikat dengan tali nilon pada rakit dengan jarak tiap bibit 40 cm dan jarak antar tali 1 meter. Pada rakit diikatkan pengaman berupa botol akua untuk mencegah predator. Pengukuran berat basah tanaman dilakukan seminggu sekali hingga minggu ke 5 karena pada usia 5-6 minggu rumput laut menghasilkan bobot biomassa tertinggi dengan kadar karaginan tertinggi.



Gambar 2. Desain unit perlakuan perendaman di lapangan

### d. Pengamatan di lapangan

Sampel rumput laut ditimbang setiap minggu untuk mengukur berat basah dan kemudian di beri perlakuan pemberian pupuk. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara bersamaan pada saat pengukuran berat basah dan pemberian pupuk dari rumput laut. Faktor-faktor fisik kimia yang diukur adalah suhu, pH, dan salinitas.

## 2. Ekstraksi Karaginan

Penentuan konsentrasi karaginan dilakukan menggunakan metode Ainsworth dan Blanshard [8]. Ekstraksi karaginan menggunakan rumput laut kering sebanyak 10 gram dari masing-masing kelompok perlakuan lama perendaman 2 jam (A1), 4 jam (A2), 6 jam (A3), dan konsentrasi pupuk 1 gram (B1), 1,5 gram (B2) dan 2 gram (B3). Karaginan hasil ekstraksi kemudian dianalisis kadar air dan kadar abu. Penentuan karaginan terbaik dipilih berdasarkan kedua parameter tersebut sesuai standar mutu karaginan. Proses ekstraksi karaginan sebagai berikut:

- 1) Rumput laut dicuci dengan menggunakan air sampai semua kotoran dan bahan asing yang menempel hilang. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 12 jam.
- 2) Sampel rumput laut yang telah kering dipotong-potong sebesar 2-4 cm, ditimbang sebanyak 10 gram.
- 3) Rumput laut yang sudah ditimbang, direbus atau diekstraksi dengan air panas (85-95°C) dalam suasana basa (pH 9) selama 4 jam.
- 4) Sampel rumput laut hasil ekstraksi kemudian diblender hingga halus, setelah itu, disaring dengan kain kasa kemudian ampasnya dibuang.
- 5) Rumput laut yang telah disaring, ditambahkan isopropil alkohol sebanyak 75 ml dan dibiarkan selama 5 jam, kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan karaginan.
- 6) Sampel karaginan yang sudah disaring kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 100°C, kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Berat hasil penimbangan dikurangi dengan berat wadah pada waktu kosong, maka diperoleh berat karaginan bersih (gram).

### 3. Perhitungan kandungan karaginan

Setelah menjadi karaginan kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik dan dihitung kandungan karaginan dengan menggunakan rumus sebagai berikut [9]

$$\text{Kadar Karaginan (\%)} = \frac{\text{bobot karaginan isolasi}}{\text{berat bobot contoh rumput laut kering}} \times 100\%$$

Persamaan diatas digunakan untuk mengetahui kandungan karaginan pada rumput laut *Eucheuma cottonii*. Untuk itu hasil perhitungan kandungan karaginan perlu dilanjutkan dengan analisa data untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh antara konsentrasi pupuk dan lama proses perendaman terhadap kandungan karaginan pada rumput laut *Eucheuma cottonii*.

### 4. Analisa Kualitas Karaginan

Kadar Abu [10]

Penentuan kadar abu didasarkan menimbang sisa mineral sebagai hasil pembakaran bahan organik pada suhu sekitar 550°C. Cawan porselin dikeringkan didalam oven selama satu jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan selama 30 menit didalam desikator dan ditimbang hingga mendapatkan berat tetap (A). Contoh ditimbang sebanyak 2 g (B), dimasukkan kedalam cawan porselin dan dipijarkan diatas nyala api pembakar bunsen hingga tidak berasap lagi. Setelah itu, dimasukkan kedalam tanur listrik (*furnace*) dengan suhu 650°C selama ± 12 jam. Selanjutnya cawan didinginkan selama 30 menit pada desikator, kemudian ditimbang hingga mendapatkna berat tetap (C). Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu(\%)} = \frac{(A + B) - A}{B} \times 100\%$$

Kadar Air [10]

Penentuan kadar air didasarkan pada perbedaan berat contoh sebelum dan sesudah dikeringkan. Cawan porselin yang digunakan, dikeringkan terlebih dahulu kira-kira 1 jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang hingga beratnya tetap (A). Sebanyak 2 g (B) ditimbang dalam cawan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 5 jam atau beratnya tetap. Cawan yang berisi contoh didinginkan di dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang hingga beratnya tetap (C). Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(A + B) - C}{(B)} \times 100\%$$

### Analisa Data

Data pada penelitian ini dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada taraf signifikan 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Apabila hasil analisis menunjukkan bahwa lama perendaman dan tingkat konsentrasi pupuk berpengaruh terhadap kandungan karaginan *Eucheuma cottonii* maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Tukey.

**HASIL DAN PEMBAHASAN****HASIL****Pertumbuhan *Eucheuma cottonii***

Berdasarkan pengamatan selama lima minggu penanaman, pertumbuhan rumput laut menunjukkan hasil yang bervariasi. Rata-rata pertumbuhan rumput laut dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 8.

Tabel 1. Rata-rata Pertumbuhan Rumput Laut (Berat Basah) dan Kandungan Karaginan *Eucheuma cottonii*

Perlakuan		Rerata Berat (gram)	Rerata Kandungan Karaginan (%)
Lama Perendaman (Jam)	Konsentrasi Pupuk Urea (gram)	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )
Kontrol (0)	Kontrol (0)	139,06	54,63
	1	129,55	52,24
	1,5	126,63	54,43
	2	122,04	55,78
2	0	124,73	55,06
	1	119,73	58,02
	1,5	136,27	55,69
	2	120,57	66,52
4	0	135,94	57,05
	1	124,83	59,85
	1,5	145,91	57,52
	2	120,21	55,21
6	0	122,26	53,55
	1	126,81	51,33
	1,5	141,33	54,85
	2	137,36	54,16

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada pertumbuhan rumput laut dengan konsentrasi pupuk urea 1 gram, berat rumput laut *Eucheuma cottonii* tertinggi pada lama perendaman 6 jam (126,81 gram). Konsentrasi pupuk urea 1,5 gram, berat rumput laut *Eucheuma cottonii* tertinggi yaitu pada lama perendaman 4 jam yaitu 145,91 gram. Konsentrasi pupuk urea 2 gram, berat rumput laut *Eucheuma cottonii* tertinggi yaitu pada lama perendaman 6 jam yaitu 137,36 gram. Selain itu juga terlihat bahwa perlakuan konsentrasi pupuk urea dan lama perendaman yang berbeda menghasilkan pertumbuhan rumput laut yang berbeda pula. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram yang terdapat pada gambar 8.

Data pada gambar 8 menunjukkan bahwa, pertumbuhan rumput laut tertinggi selama penelitian terdapat pada perlakuan lama perendaman 4 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 1,5 gram dan diikuti perlakuan lama perendaman 6 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 1,5 gram. Selanjutnya diikuti oleh perlakuan lama perendaman 6 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 2 gram dan perlakuan lama perendaman 2 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 1,5 gram. Pertumbuhan rumput laut terendah terdapat pada perlakuan lama perendaman 2 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 1 gram, dan diikuti perlakuan lama perendaman 4 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 2 gram. Setelah itu perlakuan lama perendaman 2 jam dengan perlakuan konsentrasi pupuk urea 2 gram dan perlakuan lama perendaman 4 jam dengan konsentrasi pupuk urea 1 gram. Keadaan ini menunjukkan bahwa rumput laut yang direndam dalam pupuk urea dengan konsentrasi 1,5 gram menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik bila dibandingkan dengan konsentrasi pupuk urea 1 gram dan 2 gram. Sedangkan untuk waktu perendaman terlihat bahwa lama perendaman 4 jam sampai 6 jam memberikan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan lama perendaman 2 jam.

**Kandungan Karaginan Pada Rumput Laut *Eucheuma cottonii***

Berdasarkan rata-rata hasil analisa laboratorium, kandungan karaginan pada setiap perlakuan berkisar antara 51,33 – 66,52%. Konsentrasi kandungan karaginan tertinggi didapatkan pada perlakuan lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk urea 2 gram yaitu 66,52%. Sedangkan untuk konsentrasi kandungan karaginan terendah diperoleh pada perlakuan lama perendaman 6 jam dengan konsentrasi pupuk urea 1 gram yaitu 51,33%. Hasil analisa laboratorium juga menunjukkan adanya fluktuasi rata-rata

kandungan karaginan pada tiap perlakuan yang diberikan selama lima minggu pengamatan. Jika dikaitkan dengan pertumbuhan rumput laut, terlihat bahwa pertumbuhan rumput laut yang tidak tinggi meningkatkan konsentrasi kandungan karaginan. Karena pertumbuhan rumput laut pada lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram adalah rendah (120,57), namun rata-rata presentasi karaginnannya sangat tinggi (66,52%).

Pada perlakuan lama perendaman 2 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1 gram diperoleh kandungan karaginan sebesar 58,02%, lama perendaman 2 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1,5 gram diperoleh kandungan karaginan 55,69%. Kandungan karaginan sebesar 66,52% ditunjukkan pada perlakuan lama perendaman 2 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 2 gram. Perlakuan lama perendaman 4 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1 gram kandungan karaginnannya sebesar 59,85%, lama perendaman 4 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1,5 gram kandungan karaginan 57,52%, serta pada perlakuan lama perendaman 4 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 2 gram diperoleh kandungan karaginan 55,21%. Untuk perlakuan lama perendaman 6 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1 gram, kandungan karaginan 51,33%, perlakuan lama perendaman 6 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 1,5 gram diperoleh kandungan karaginan 54,85%, sedangkan perlakuan lama perendaman 6 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 2 gram, kandungan karaginan 54,16%. Untuk kontrol diperoleh kandungan karaginan sebesar 54,63%.

Hasil analisa varians tentang pengaruh lama perendaman dan tingkat konsentrasi pupuk terhadap kandungan karaginan *Eucheuma cottonii* disajikan pada tabel 6.

Tabel 2. Hasil analisa varians pengaruh lama perendaman dan tingkat konsentrasi pupuk terhadap kandungan karaginan *Eucheuma cottonii*.

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5% (0,05)
Lama perendaman (A)	3	61,08	20,36	4,15*	3,325
Konsentrasi Pupuk (B)	3	231,90	77,3	15,74*	
Kombinasi (AB)	9	263,94	29,33	5,97*	
Galat	32	157,07	4,91		
Total	47	713,99			
KK = 25%					

Data pada tabel 6 menunjukkan bahwa nilai F hitung > F tabel. Hal ini berarti lama perendaman dengan tingkat konsentrasi pupuk yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan karagina rumput laut *Eucheuma cottonii*.

Tabel 3. Hasil Uji BNP Pengaruh Konsentrasi Pupuk Urea terhadap Kandungan Karaginan

Perlakuan	Rata-rata Kandungan Karaginan (%)	Kontrol	1 gram	1,5 gram	2 gram
Kontrol	55,07	-	-	-	-
1 gram	55,36	0,29 <sup>tn</sup>	-	-	-
1,5 gram	55,62	0,55 <sup>tn</sup>	0,26 <sup>tn</sup>	-	-
2 gram	57,92	2,85*	2,56*	2,3*	-
BNJ 0,05 = 1,97					

Data pada tabel 7 menunjukkan bahwa kelompok *Eucheuma cottonii* yang tidak diberi pupuk urea (kontrol) tidak berbeda nyata dengan kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk urea dengan konsentrasi 1,5 gram, namun berbeda nyata dengan kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk urea dengan konsentrasi 2 gram. Kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk dengan konsentrasi 1 gram tidak berbeda nyata dengan kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk dengan konsentrasi 1,5 gram, namun berbeda nyata dengan kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk urea dengan konsentrasi 2 gram. Selanjutnya kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk urea dengan konsentrasi 1,5 gram berbeda nyata dengan kelompok *Eucheuma cottonii* yang diberi pupuk urea dengan konsentrasi 2 gram.

Tabel 8. Hasil Uji BNP Perlakuan Lama Perendaman terhadap Kandungan Karaginan

Perlakuan	Rata-rata Berat	Kontrol	2 jam	4 jam	6 jam
Kontrol	54,27	-	-	-	-
2 jam	58,82	4,55*	-	-	-
4 jam	57,41	3,14*	1,41 <sup>tn</sup>	-	-
6 jam	53,48	0,79 <sup>tn</sup>	3,76*	2,35*	-

**BNJ 0,05 = 1,97**

Keterangan: <sup>tn</sup> = tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ). \* = berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ).

## Pengukuran Faktor Lingkungan Perairan Selama Penelitian

### Suhu

Pengaruh suhu terhadap sifat fisiologi organisme perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fotosintesis disamping cahaya dan konsentrasi fosfat. Hasil pengukuran suhu permukaan laut di lokasi penelitian berkisar antara 28-30°C.

### pH

pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Kisaran pH perairan selama penelitian berkisar antara 7,5-8,0.

### Salinitas

*Eucheuma cottonii* adalah rumput laut yang bersifat stenohaline, yaitu tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas hasil pengukuran di lokasi penelitian berkisar antara 33-35 ppt.

### Kecepatan Arus

Rumput laut merupakan organisme yang memperoleh makanan melalui aliran air yang melewatinya. Gerakan air yang cukup akan membawa nutrisi yang cukup pula dan sekaligus mencuci kotoran yang menempel pada thalus. Kecepatan arus selama penelitian berkisar antara 22-48 cm/det.

## Kualitas Karaginan

### Kadar Air

Kadar air pada rumput laut merupakan komponen yang penting karena berhubungan dengan mutu rumput laut. Kadar air rumput laut pada penelitian ini berkisar antara 6,88-21,29%. Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan lama perendaman 2 jam dan konsentrasi pupuk 2 gram dan terendah pada perlakuan lama perendaman 2 jam dan konsentrasi pupuk 1 gram.

### Kadar Abu

Kadar abu merupakan kandungan abu dari bahan pangan yang menunjukkan residu bahan organik yang tersisa setelah bahan organik dalam makanan didestruksi. Penentuan kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan [11].

Hasil analisis kadar abu berkisar antara 22,10-29,84%. Kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 1 gram dan terendah pada perlakuan 4 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram. Kadar abu rumput laut terutama terdiri dari garam natrium berasal dari air laut yang menempel pada thallus rumput laut. Kadar abu yang diperoleh tersebut sudah sesuai dengan standar kadar abu karaginan yang ditetapkan oleh FAO sekitar 15 – 40% [12].

## PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Rumput Laut

Hasil uji statistika menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk urea serta interaksinya dengan lama perendaman memberikan perbedaan yang nyata terhadap laju pertumbuhan rumput laut. Pada tabel 5 terlihat bahwa pertumbuhan rumput laut yang tertinggi terdapat pada perlakuan lama perendaman 4 jam sekalipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 2 jam dan 6 jam, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada perlakuan lama perendaman selama 2 jam. Semakin lama rumput laut direndam dalam pupuk urea maka semakin tinggi pertumbuhan rumput laut yang diperoleh. Hal ini disebabkan semakin lama dilakukan perendaman maka daya serap bibit rumput laut terhadap pupuk semakin tinggi. Seperti diketahui bahwa pupuk urea mengandung jumlah nutrisi penting seperti nitrogen dan fosfat sehingga dengan lamanya waktu perendaman bibit rumput laut dalam pupuk urea berarti semakin banyak pula nutrisi dan hormon tumuh tanaman yang diserap oleh bibit rumput laut. Diduga bahwa dengan perendaman 4 jam bibit rumput laut sangat efektif dalam menyerap nutrisi pada pupuk urea [7].

Diketahui bahwa semua jenis tanaman sangat memerlukan adanya unsur hara, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro. Pada pupuk urea tersedia sebanyak dua puluh satu unsur-unsur hara (makro dan

mikro) yang mana unsur-unsur tersebut diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Selama pertumbuhan tanaman memerlukan enam belas (16) unsur hara esensial (makro dan mikro). Jika salah satu unsur tidak tersedia maka dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta produktivitasnya terhambat [13].

Pada tabel 5 terlihat bahwa pertumbuhan tertinggi diperoleh dari perlakuan lama perendaman 4 jam dalam konsentrasi pupuk urea 1,5 gram. Sedangkan pertumbuhan terendah diperoleh dari perlakuan konsentrasi pupuk 1 gram dengan lama perendaman 2 jam. Semakin tinggi konsentrasi urea maka semakin tinggi bobot rumput laut yang diperoleh [7].

Hal ini disebabkan semakin lama dan semakin tinggi konsentrasi pupuk urea dalam larutan perendam, maka daya serap bibit rumput laut terhadap pupuk semakin tinggi. Oleh karena itu, terjadi kecenderungan pada bibit rumput laut untuk melakukan aktifitas pertumbuhan yang lebih baik dan lebih cepat [7]. Kebutuhan tanaman akan unsur hara berbeda-beda bergantung pada umur, jenis tanaman, dan kebutuhan tanaman itu sendiri. Pada masa vegetatif tanaman lebih membutuhkan unsur N, unsur N sangat vital bagi pertumbuhan tanaman karena unsur ini paling banyak dibutuhkan tanaman. Unsur ini fungsi utamanya adalah mensintesis klorofil yang difungsikan tumbuhan dalam melakukan proses fotosintesis. Tanaman tidak dapat menyerap unsur hara dalam bentuk tunggal tetapi tanaman menyerap unsur hara tersebut dalam bentuk ion seperti unsur hara N dapat diserap tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_4$  dan  $\text{NO}_3^-$  begitu juga unsur lain juga diserap tanaman dalam bentuk ion, yang sering disebut sebagai bentuk tersedia bagi tanaman. Tetapi, permasalahannya jika unsur N diberikan dalam jumlah yang berlebih justru dapat mengakibatkan produksi tanaman menurun, hal ini dikarenakan pemberian unsur N dalam jumlah yang banyak melebihi kebutuhan tanaman dapat mengakibatkan fase vegetatif tanaman lebih panjang. Akibatnya selain produktivitasnya menurun, kualitas yang dihasilkan juga menurun [14].

Hal ini terlihat pada perlakuan konsentrasi pupuk 1,5 gram dengan waktu perendaman 4 jam dimana perlakuan ini memberikan respon pertumbuhan terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan konsentrasi pupuk 1 gram tidak memberikan hasil yang optimal diduga disebabkan karena zat hara yang diserap oleh rumput laut sangat sedikit dan perlakuan konsentrasi pupuk 2 gram juga tidak memberikan hasil yang optimal diduga disebabkan karena zat hara yang diserap oleh rumput laut menjadi berlebihan, sehingga menghambat pertumbuhan dari rumput laut itu sendiri [15]. Tersedianya sejumlah unsur hara pada larutan pupuk urea yang diserap oleh bibit rumput laut akan membantu kekurangan unsur hara yang disediakan oleh perairan sebagai lingkungan tumbuh alaminya. Ketersediaan dan keseimbangan unsur hara sangat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan kandungan hara yang cukup maka dapat digunakan sebagai unsur pembentuk klorofil dalam proses fotosintesis [7].

### **Kandungan Karaginan**

Karaginan sangat penting bagi ketahanan rumput laut yang berada pada lingkungan dengan salinitas tinggi karena berperan untuk menjaga keseimbangan ion dalam satu sel. Kandungan karaginan pada *Eucheuma cottonii* terbentuk dari hasil proses fotosintesis. Aktivitas fotosintesis juga berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh *Eucheuma cottonii*. Pertumbuhan alga berhubungan dengan proses pembentukan dan pembelahan sel pada talus. Proses pembentukan talus mempengaruhi metabolisme dinding sel dan pembentukan dinding sel yang meningkat menyebabkan material penyusun dinding sel juga meningkat [16].

Karaginan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya dan karaginan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut dibandingkan dengan komponen yang lain [17]. Berdasarkan Gambar 9, menunjukkan bahwa kandungan karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* pada setiap perlakuan berkisar antara 51,33 – 66,52 gram. Pada perlakuan lama perendaman 2 jam rata-rata kandungan karaginnannya lebih besar daripada perlakuan lama perendaman 4 jam, 6 jam dan kontrol, hal ini dapat dilihat dari presentasi karaginan tertinggi terdapat pada lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram. Hal ini dikarenakan pada kondisi lama perendaman 2 jam dengan tingkat konsentrasi pupuk 2 gram rumput laut *Eucheuma* menyerap zat hara Nitrogen (N) dalam bentuk nitrat dari pupuk dengan baik sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan dari unsur hara tersebut. Berbeda dengan pada perlakuan lama perendaman 6 jam dengan konsentrasi pupuk 1 gram yang menghasilkan presentasi karaginan terendah, hal ini disebabkan karena lamanya perendaman maka semakin banyak unsur nitrogen (N) yang diserap sehingga terjadi kelebihan unsur N yang berpengaruh pada pertumbuhan rumput laut karena rumput laut menjadi lebih rentan terhadap penyakit, lebih banyak mengandung air dan thallus yang berguguran. Hal ini menyebabkan berkurangnya kandungan karaginan rumput laut tersebut [15].

### **Kualitas Karaginan**

#### **Kadar air**

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui kandungan air dalam karaginan. Kadar air karaginan sangat berpengaruh terhadap daya simpannya, karena erat kaitannya dengan aktivitas mikrobiologi yang terjadi selama karaginan tersebut disimpan. Peranan air dalam bahan pangan dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme misalnya aktivitas enzim, aktivitas mikroba, dan kimiawi yaitu terjadinya ketengikan dan reaksi-reaksi non enzimatis. Sehingga hal-hal tersebut dapat menimbulkan perubahan sifat-sifat organoleptik dan gizinya [18].

Hasil pengukuran kadar air karaginan pada penelitian ini berkisar antara 6,88 – 21,29%. Kadar air tepung karaginan yang tertinggi diperoleh dari perlakuan lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram sedangkan terendah dari perlakuan lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram. Kadar air hasil penelitian masih memenuhi standar mutu rumput laut kering yang dikeluarkan oleh SNI 1992 yaitu maksimum 35%.

### Kadar abu

Perbedaan tinggi rendahnya kadar abu karaginan pada umur panen yang berbeda diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan tempat budidaya dalam hal ini kandungan mineral perairan. Analisis kadar abu dilakukan karena pada umumnya terdapatnya perbedaan tinggi rendahnya kadar abu karaginan pada umur panen yang berbeda diduga disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan tempat budidaya dalam hal ini kandungan mineral perairan [19].

Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat dibedakan menjadi dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Selain kedua garam tersebut, kadang-kadang mineral berbentuk sebagai senyawa kompleks yang bersifat organik. Kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan. Bahan-bahan yang menguap selama proses pembakaran berupa air dan bahan volatil lainnya akan mengalami oksidasi dengan menghasilkan CO<sub>2</sub>. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi seperti Na, K, Cl, dan Mg. Nilai kadar abu yang diperoleh dari perlakuan yang diterapkan selama penelitian rata-rata berkisar antara 22,10 – 29,84%. Kadar abu terendah diperoleh dari perlakuan lama perendaman 4 jam dengan konsentrasi pupuk 2 gram, sedangkan tertinggi dari perlakuan lama perendaman 2 jam dengan konsentrasi pupuk 1 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar abu yang diperoleh masih memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO sebesar 15 – 40 % dan FCC menetapkan maksimum 35%.

### Parameter Fisik dan Kimia

Hasil pengukuran suhu permukaan laut di lokasi penelitian berkisar antara 28 – 30°C. Kisaran suhu perairan yang baik untuk rumput laut adalah pada suhu 27-30°C [20]. Suhu yang baik untuk pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 25-27°C [21]. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi suhu perairan di Desa Nuruwe Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku, sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii*. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Kisaran pH selama penelitian berkisar antara 7,5-8,0. Nilai pH selama penelitian cukup baik untuk budidaya *Eucheuma cottonii*. Sebagian besar biota akuatik menyukai kisaran pH antara 7-8,5 [22].

Sementara itu, derajat keasaman (pH) yang baik bagi pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma* adalah antara 7-9 dengan kisaran optimum 7,3-8,2 [23]. *Eucheuma cottonii* adalah rumput laut yang bersifat stenohaline, yaitu tidak tahan terhadap fluktuasi salinitas yang tinggi. Salinitas yang baik berkisar antara 30-34 ppt [24]. Penurunan salinitas akibat masuknya air tawar dari sungai dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut *Eucheuma* sp menurun. Salinitas hasil pengukuran di lokasi penelitian berkisar antara 33-35 ppt. Berdasarkan hal ini, maka perairan Desa Nuruwe Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku sesuai untuk pembudidayaan rumput laut *Eucheuma cottonii*. Pertumbuhan rumput laut maksimum apabila salinitas di perairan tempat budidaya cukup tinggi. *Eucheuma cottonii* mampu hidup dan tumbuh pada perairan dengan kisaran salinitas 33 – 35 ppt, dengan nilai optimum 33 ppt. Salinitas yang tinggi berpengaruh terhadap fotosintesis makroalga. Alga akan menonaktifkan pusat reaksi fotosistem dan menghambat transfer elektron [25] [26]. Hasil penelitian Iksan (2005) melaporkan bahwa kadar karaginan maksimum pada minggu keempat budidaya dimana terjadi peningkatan salinitas sampai pada 35 ppt [27].

Rumput laut merupakan organisme yang memperoleh makanan melalui aliran air yang melewatinya. Gerakan air yang cukup akan membawa nutrisi yang cukup pula dan sekaligus mencuci kotoran yang menempel pada thalus. Besarnya kecepatan arus yang ideal antara 15-50 cm/det. Kecepatan arus selama penelitian berkisar antara 22-48 cm/det. Pergerakan air mempengaruhi bobot, bentuk thalus dan produksi bahan-bahan hidrokolloid *Eucheuma*. Dengan demikian maka kecepatan arus selama penelitian cukup baik untuk pertumbuhan *Eucheuma cottonii*. Arus dan ombak yang berkekuatan besar dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman seperti patah atau terlepas dari tali pengikat atau substratnya. Selain itu, penyerapan unsur hara kurang optimal karena belum sempat diserap oleh rumput laut telah dibawa kembali oleh arus.

Kecepatan arus yang lambat dapat menyebabkan kotoran yang menempel pada thalus tidak seluruhnya dapat dibersihkan dan pasokan unsur hara semakin terhambat karena pergerakan air yang kurang optimal.

## KESIMPULAN

Hasil analisa varians lama perendaman dan tingkat konsentrasi pupuk berbeda nyata terhadap kandungan karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii*. Kandungan rumput laut yang terbaik diperoleh pada perlakuan lama perendaman 2 jam dan tingkat konsentrasi pupuk 2 gram dengan kandungan karaginan sebesar 66,52%. Sementara itu, kandungan karaginan terendah diperoleh pada perlakuan lama perendaman 6 jam dan tingkat konsentrasi pupuk 1 gram yaitu 51,33%. Kualitas karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* pada penelitian ini secara umum memenuhi standar mutu karaginan yang ditetapkan oleh FAO, FCC, EEC dan SNI Indonesia yaitu untuk kadar air maksimal 35% (SNI Indonesia) dan kadar abu 15-40% (FAO dan FCC), dengan kadar maksimal 35% (EEC).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. T. Anggadiredja, A. Zatznika, H. Purwoto dan S. Istini, Rumput Laut: Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial, Jakarta: Penebar Swadaya, 2006.
- [2] D. O. Aluman, Hadayani dan Effendy, "Analisis Produksi dan Pendapatan Rumput Laut di Desa Bulagi Dua Kecamatan Bulagi Kabupaten Banggai Kepulauan," J. Agroland, vol. 23, no. 2, pp. 131-140, 2016.
- [3] E. Munadi, "Rumput Laut, Komoditas Potensial Yang Belum Termanfaatkan," dalam Info Komoditi Rumput Laut, Jakarta, Al-Mawardi Prima Anggota IKAPI JAYA, 2015, p. 118.
- [4] I. Latif, "Pengaruh Pemberian Pupuk terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus striatum*," Universitas Hasanuddin, Makassar, 2008.
- [5] M. I. Hudha, R. Sepdwiyaniti dan S. D. Sari, "Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) dengan Variasi Suhu Pelarut dan Waktu Operasi," Jurnal Teknik Kimia, vol. 6, no. 2, pp. 50-53, 2012.
- [6] F. B. Budiyaniti, K. Suwartimah dan Sunaryo, "Pengaruh Penambahan Nitrogen dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*," Journal of Marine Research, vol. 1, no. 1, pp. 10-18, 2012.
- [7] L. M. J. Silea dan L. Masitha, "Penggunaan Pupuk Bionik Pada Tanaman Rumput Laut (*Eucheuma* sp)," Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unidayan, Baubau, 2007.
- [8] P. A. Ainsworth dan J. M. V. Blanshard, "Effect of Thermal Processing on Structure and Rheological Properties of Carrageenan/Carob Gum Gels," Journal of Texture Studies, vol. 11, no. 2, pp. 149-162, 1980.
- [9] T. D. Suryaningrum, S. T. Sukarto dan S. Putro, "Kajian Sifat-Sifat Mutu Komoditi Rumput Laut Budidaya Jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*," Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan, vol. 68, pp. 13-24, 1991.
- [10] AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, Washington DC: Association of Official Analysis Chemists International, 1995.
- [11] S. Lencana, R. Nopianti dan I. Widiastuti, "Karakteristik Selai Lembar Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Penambahan Komposisi Gula," Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, vol. 7, no. 2, pp. 104-110, 2018.
- [12] E. Supriyanti, G. W. Santosa dan A. Dermawan, "Kualitas Ekstrak Karaginan dari Rumput Laut "*Kappaphycus alvarezii*" Hasil Budidaya di Perairan Pantai Kartini dan Pulau Kemojan Karimunjawa Kabupaten Jepara," Buletin Oseanografi Marina, vol. 6, no. 2, pp. 88-93, 2017.
- [13] M. M. Sutejo dan A. G. Kartasapoetra, Pupuk dan Cara Pemupukan, Jakarta: Rineka Cipta, 1990.
- [14] E. Purwadi, "Batas Kritis Suatu Unsur Hara (N) dan Pengukuran Kandungan Klorofil pada Tanaman," Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [15] A. Ruhnayat, "Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla planifolia* Andrews)," Bul. Littro, vol. 28, no. 1, pp. 49-59, 2007.
- [16] F. Zainuddin dan M. M. Rusdani, "Performa Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dari Maumere dan Tembalang pada Budidaya Sistem Longline," Journal of Aquaculture Science, vol. 3, no. 3, pp. 116-127, 2018.

- [17] Samsuari. Penelitian Pembuatan Karaginan dari Rumput Laut *Euclima cottonii* di Wilayah Perairan Kabupaten Jeneponto Propinsi Sulawesi Selatan, Bogor: Institut Pertanian Bogor Program Pasca Sarjana IPB, 2006.
- [18] A. M. Jacob, P. Suptijah dan Z. , “Komposisi Kimia, Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*),” *JPHPI*, vol. 16, no. 1, pp. 86-94, 2013.
- [19] A. N. Asikin dan I. Kusumaningrum, “Karakteristik Fisikokimia Karaginan Berdasarkan Umur Panen yang Berbeda dari Perairan Bontang, Kalimantan Timur,” *JPHPI*, vol. 22, no. 1, pp. 136-142, 2019.
- [20] Neksidin, U. K. Pangerang dan Emiyati, “Studi Kualitas Air untuk Budidaya Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) di Perairan Teluk Kolono Kabupaten Konawe Selatan,” *Jurnal Mina Laut Indonesia*, vol. 3, no. 12, pp. 147-155, 2013.
- [21] B. Lelong. Perbedaan Indikator Kualitas Pertumbuhan dari Dua Bentuk Pecabangan Alga Merah (*Euclima cottonii*) pada Lokasi Budidaya di Perairan Toisapu Kec, Leitimur Selatan, Ambon: Unpatti FKIP Biologi, 2010.
- [22] H. Effendi, Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Jakarta: Kanisius, 2003.
- [23] A. Zatnika dan W. I. Angkasa, “Teknologi Budidaya Rumput Laut,” dalam Seminar Pekan Akuakultur V, Jakarta, 1994.
- [24] A. Kadi dan W. S. Atmadja, Rumput laut (Algae): Jenis, Reproduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca-Panen, Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), 1988.
- [25] E. Afrianto dan E. Liviawati, Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya, Jakarta: Bharanata Pustaka Desa, 1989.
- [26] G. Hui, Y. Jianting, S. Zhongmin dan D. Delin, “Effect of Temperature, Irradiance on the Growth of the Green Algae *Caulerpa lentillifera* (Bryopsidophyceae, Chlorophyta),” *Journal of Applied Phycology*, vol. 27, no. 2, pp. 879-885, 2014.
- [27] K. H. I. Iksan, “Kajian Pertumbuhan, Produksi Rumput Laut (*Euclima cottonii*) dan Kandungan Karagenan pada Berbagai Bobot Bibit dan Asal Thallus di Perairan Desa Guruaping Oba Maluku Utara,” Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2005.