

BIOMASS PRODUCTION, GROWTH RATE, AND CARRAGEENAN CONTENT OF *Kappaphycus alvarezii* PERFORMED BY VERTICULTURE METHOD WITH DIFFERENT INITIAL WEIGHT

Agus Kurniawan B^{1*} · Asriani¹ · Muhammad Subhan Hamka²

ABSTRACT *Kappaphycus alvarezii* seaweed is important for the processing industry because it contains carrageenan used as a stabilizer, thickener, material forming an emulsifier. This study aimed to find the best and optimal initial seed weight treatment for maximum biomass production, growth rate, and carrageenan content. The research location was in the waters of Aeng Batu-Batu Village, Takalar Regency, South Sulawesi in August-September 2022. The randomized block design method (RAK) consisted of 4 treatments each with 4 repetitions. Seaweed seedlings from spores were weight of 20 g, 40 g, 60 g, and 80 g planted at 60 cm depth

respectively and maintained for 45 days. Data analysis used (ANOVA) and W-Tuckey to determine the differences between treatments. The result of the analysis of variences showed that the weight of 40 g, 60 g, and 80 g had an effect on the biomass production, growth rate, and K. alvarezii carrageenan content. However, the highest yield was obtained at a weight of 20 g which had a very significant effect ($p < 0.01$).

Keywords: Biomass, carrageenan, growth, *Kappaphycus alvarezii*, weight.

¹ Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Puangrimaggalatung.

* E-mail: aguskurniawanb.uniprima@gmail.com

² Program Studi Budidaya Perikanan Air Tawar Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong

PENDAHULUAN

Rumput laut yang mempunyai potensi untuk dibudidayakan di Indonesia adalah *Kappaphycus alvarezii* yang juga dikenal sebagai *Eucheuma cottonii* dan memiliki kandungan karagenan yang tinggi. Karagenan merupakan produk fotosintesis yang dilakukan di kloroplas sel talus rumput laut. Kebutuhan Rumput laut jenis *K. alvarezii* sangat penting bagi industri karena mengandung kappa karagenan yang bermanfaat sebagai stabilisator, bahan pengental, pembentuk gel, pengemulsi, dan sebagainya. Dari hal-hal tersebut, 80% dimanfaatkan dalam produk makanan, untuk obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat, pasta gigi dan industri lainnya (Zainuddin, 2016).

Keberhasilan usaha budidaya rumput laut sangat tergantung terhadap faktor yang memengaruhinya yaitu faktor eksternal yang berkaitan dengan pemilihan lokasi dan faktor internal seperti asal bibit dan bobot bibit yang digunakan (Kaya dan Hutabarat, 2013). Umumnya para petani menggunakan bibit dari teknik vegetatif yang terus menerus, hal ini menyebabkan penurunan kualitas bibit. Salah satu cara yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara teknik penyediaan bibit melalui persporaan. Penggunaan bibit asal spora dapat meningkatkan kualitas rumput laut karena bibit ini masih keturunan baru.

Bobot bibit awal merupakan salah satu faktor yang apabila berada dalam tingkat yang optimal akan memberikan respon yang maksimal untuk kualitas rumput laut. Bobot bibit awal yang lebih kecil memberikan respon yang bagus terhadap pertumbuhan rumput laut. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu

dilakukan penelitian mengenai produksi biomassa, laju pertumbuhan dan kualitas *K. alvarezii* asal spora dengan bobot awal yang berbeda yang dipelihara pada kedalaman yang sama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2022. Lokasi penelitian yaitu di Perairan Desa Aeng Batu batu, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



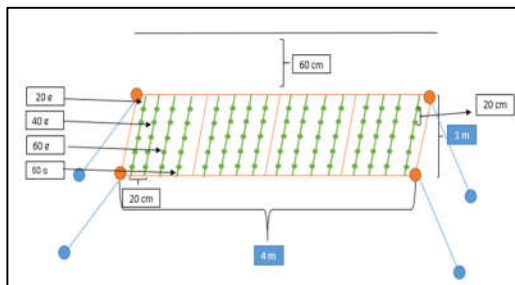
Gambar 1. Peta lokasi pemeliharaan rumput laut *K. alvarezii*

A. Prosedur penelitian

1. Persiapan rakit

Tempat budidaya rumput laut yang digunakan adalah rakit berukuran 4x1 m². Bahan material meliputi kayu yang digunakan sebagai patok dan rangkaian tali gantung. Pelampung dipasang dengan diikatkan pada rakit menggunakan tali polietilen ukuran 4 mm. Tali vertikal dan horizontal menggunakan tali polietilen ukuran 2 mm. Bibit rumput laut dipasang dengan berat yang berbeda (20 g, 40 g, 60 g, dan 80 g) dan berjarak 20 cm. Tali utama di pasang pada ketinggian 60 cm dari dasar perairan untuk menghubungkan patok kayu satu dengan lainnya dengan tali

utama berdiameter 6 mm. Ilustrasi detail rakit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rakit yang digunakan untuk pemeliharaan rumput laut *K. alvarezii*

2. Persiapan bibit

Bibit rumput laut yang digunakan yaitu bibit asal spora yang dibudidayakan oleh petani rumput laut. Kondisi rumput laut jenis *K. alvarezii* yang dipilih adalah yang muda, segar, bersih serta bebas dari gulma laut. Bibit rumput laut yang sudah disiapkan terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran-kotoran atau organisme penempel. Setelah itu, ditimbang dengan bobot awal yang berbeda sesuai dengan perlakuan yaitu: 20 g, 40 g, 60 g, dan 80 g, ditanam pada masing-masing kedalaman 60 cm.

3. Pemeliharaan rumput laut

Rumput laut dipelihara selama 45 hari dan dilakukan pengontrolan rumput laut setiap 3 hari sekali yaitu dengan membersihkan tali ris gantung dan alat-alat lainnya dari lumut yang melekat serta melakukan kontrol kualitas air. Panen dilakukan pada hari ke 45 sesuai dengan percobaan untuk menentukan pertumbuhan rumput laut.

4. Rancangan penelitian

Percobaan dirancang menurut percobaan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan masing-masing 4 kali pengulangan. Perlakuannya sebagai berikut:

1. Perlakuan 1 (B1) = Bobot awal 20 gram
2. Perlakuan 2 (B2) = Bobot awal 40 gram
3. Perlakuan 3 (B3) = Bobot awal 60 gram
4. Perlakuan 4 (B4) = Bobot awal 80 gram

B. Pengukuran peubah

Adapun pengukuran peubah yang diamati pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Produksi Biomassa rumput laut

Perhitungan hasil produksi rumput laut dilakukan untuk mengetahui hasil panen keseluruhan yang diperoleh dari tingkat efisiensi produksi rumput yang dibudidayakan (Patadjai, 2007).

$$Pb = \left(\frac{Wt - Wo}{A} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Pb : Produksi biomassa rumput laut (g/m²)

Wt : Bobot akhir rumput laut (g)

Wo : Bobot awal rumput laut (g)

A : Luas area penanaman (m²)

2. Pertumbuhan mutlak

Pertumbuhan mutlak rumput laut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$H = Wt - Wo \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

H : Pertumbuhan mutlak (g)

Wt : Berat rata-rata bibit pada saat panen (g)

Wo : Berat rata-rata bibit pada saat penanaman (g)

3. Laju pertumbuhan harian (LPH)

Untuk menghitung LPH digunakan Pers. 3 (Patadjai, 2007).

$$LPH = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{T} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

LPH : Laju pertumbuhan harian (%)
 Wt : Bobot pada waktu akhir penelitian (g)
 Wo : Bobot pada awal penelitian (g)
 T : Lama pemeliharaan (hari)

4. Kandungan karagenan

Rumus untuk menentukan kandungan/kadar karagenan adalah sebagai berikut:

$$Kr = \frac{Wc}{Wds} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Kr : Kadar karagenan rumput laut
 Wc : Berat rumput laut yang diekstraksi (g)
 Wds : Berat karagenan yang diekstraksi (g)

5. Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (Anova). Apabila hasilnya berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut W-Tuckey. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif. Adapun parameter yang diamati selama penelitian berlangsung yaitu suhu, kecerahan, pH, salinitas, kecepatan arus, dan nitrat.

lisis secara deskriptif. Adapun parameter yang diamati selama penelitian berlangsung yaitu suhu, kecerahan, pH, salinitas, kecepatan arus, dan nitrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

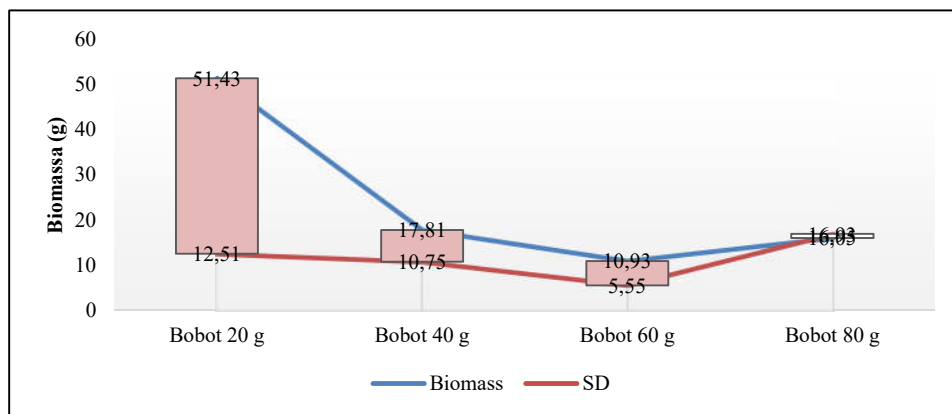
A. Produksi biomassa

Nilai rata-rata produksi biomassa rumput laut *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal yang berbeda disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Produksi biomassa rumput laut *K. alvarezii* pada bobot bibit awal yang berbeda.

Perlakuan	Rata-rata Produksi Biomassa (g) ± SD
Bobot 20 g	51,43 ± 12,51 ^a
Bobot 40 g	17,81 ± 10,75 ^b
Bobot 60 g	10,93 ± 5,55 ^b
Bobot 80 g	16,5 ± 16,93 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).



Gambar 3. Produksi biomassa *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal yang berbeda

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa rumput laut yang dipelihara dengan bobot bibit awal yang lebih kecil yaitu 20 g memiliki produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan bobot yang lebih besar yaitu 40 g, 60 g, dan 80

g. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan berat bibit yang lebih sedikit dapat menghasilkan produksi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan berat bibit yang lebih banyak karena dengan jumlah *thallus* yang lebih sedikit dan tidak terlalu rimbun sehingga *thallus*

rumpuit laut dapat memperoleh nutrisi dan cahaya matahari yang relatif lebih besar sehingga memungkinkan bagi rumput laut untuk tumbuh dan berkembang lebih cepat dibanding berat awal yang lebih berat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ruslaini *et al* (2018) yang menunjukkan bahwa produksi biomassa terbesar diperoleh pada perlakuan dengan bobot bibit awal yang kecil.

Berdasarkan hasil analisis ragam Anova menunjukkan bahwa bobot bibit awal yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* dimana nilai $P < 0,05$. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan berat bibit awal rumput laut terhadap pertumbuhan mutlak maka dilanjutkan dengan uji W-Tuckey, di

mana perlakuan 20 g berbeda nyata terhadap perlakuan 40 g, perlakuan 60 g, dan perlakuan 80 g.

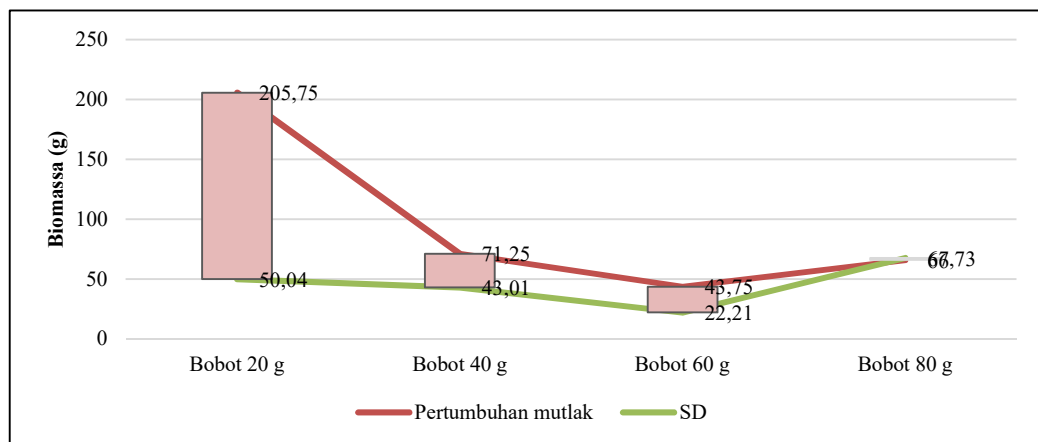
B. Pertumbuhan mutlak

Nilai rata-rata pertumbuhan mutlak rumput laut *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal berbeda dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Pertumbuhan mutlak *K. alvarezii* pada bobot bibit awal yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan mutlak (g) \pm SD
Bobot 20 g	205,75 \pm 50,04 ^a
Bobot 40 g	71,25 \pm 43,01 ^b
Bobot 60 g	43,75 \pm 22,21 ^b
Bobot 80 g	66 \pm 67,73 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).



Gambar 4. Pertumbuhan mutlak *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal yang berbeda



Gambar 5. *K. alvarezii* yang dibudidaya selama 45 hari

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa perlakuan dengan bobot 20 g memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan dengan bobot bibit 40 g, 60 g, dan 80 g. pada perlakuan bobot 20 g memiliki rata-rata pertumbuhan mutlak yaitu 205,75 g, perlakuan 40 g dengan rata-rata 71,25 g, dan perlakuan 60 g dengan rata-rata 43,75 g, serta perlakuan 80 g dengan rata-rata pertumbuhan mutlak yaitu 66 g. Sama halnya dengan penelitian Ismail *et al.* (2015) dengan perlakuan bobot bibit awal yang berbeda dimana bobot yang digunakan yaitu 50 g, 100 g, dan 150 g. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh bahwa pertumbuhan mutlak tertinggi yaitu pada perlakuan bobot bibit terkecil yaitu pada perlakuan 50 g. Hal ini menunjukkan bahwa rumput laut yang dipelihara dengan bobot bibit awal yang lebih kecil memiliki pertumbuhan yang lebih cepat. Berat bibit awal yang lebih kecil cenderung lebih cepat pertumbuhannya, hal ini disebabkan oleh faktor dalam memperoleh nutrisi. Rumput laut dengan bibit awal yang lebih kecil mendapatkan suplai makanan secara merata karena tidak adanya persaingan talus dalam mendapatkan makanan (Ismail *et al.*, 2015).

Hasil analisis ragam Anova menunjukkan bahwa bobot bibit awal yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* dimana nilai $P < 0,05$. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan berat bibit awal rumput laut terhadap pertumbuhan mutlak maka dilanjutkan dengan uji W-Tuckey, dimana perlakuan 20 g berbeda nyata terhadap perlakuan 40 g, perlakuan 60 g, dan perlakuan 80 g.

C. Laju pertumbuhan harian

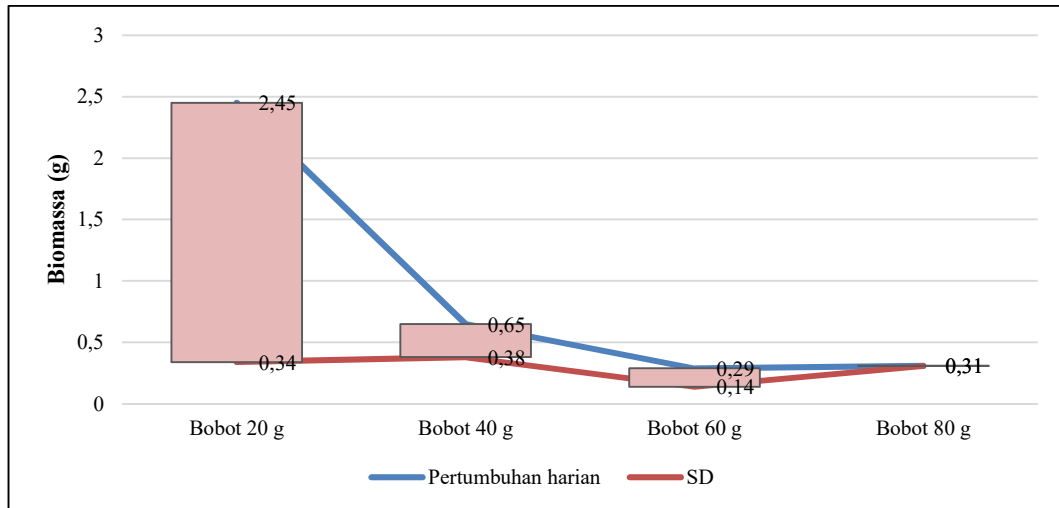
Nilai rata-rata pertumbuhan harian rumput laut *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal berbeda dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pertumbuhan harian rumput laut *K. alvarezii* pada bobot bibit awal yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan harian (%) \pm SD
Bobot 20 g	2,45 \pm 0,34 ^a
Bobot 40 g	0,65 \pm 0,38 ^b
Bobot 60 g	0,29 \pm 0,14 ^b
Bobot 80 g	0,31 \pm 0,31 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil bahwa pada perlakuan dengan bobot bibit 20 g memiliki nilai pertumbuhan spesifik yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan bobot bibit awal 40g, 60 g, dan 80 g. Berdasarkan hasil penelitian Hamid (2009) di mana perlakuan bobot bibit yang digunakan yaitu 25 g, 50 g, 75 g, dan 100 g, dari penelitian ini diperoleh hasil yaitu pertumbuhan harian rumput laut yang tertinggi yaitu pada perlakuan dengan bobot 25 g.



Gambar 6. Pertumbuhan harian *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot yang berbeda.

Rumput laut yang dibudidaya dengan bobot bibit awat yang lebih kecil memungkinkan rumput laut tersebut dapat menyerap nutrisi dengan maksimal karena kurangnya persaingan talus, dan sebaliknya rumput laut yang dibudidaya dengan bobot bibit awal yang lebih berat menjadikan rumput laut sulit untuk menyerap nutrisi sebagai asupan makanannya. Hal ini sesuai dengan pendapat (Iskandar *et. al.*, 2015) bahwa bobot awal yang tinggi, menyebabkan ruang gerak menjadi sempit akibatnya rumput laut sulit untuk berkembang. Dalam perkembangan rumput laut terjadi kompetisi untuk mendapatkan nutrisi, berat bibit yang lebih kecil kompetisinya tidak terlalu ketat dibandingkan dengan berat bibit yang lebih besar sehingga pertumbuhan berat bibit yang lebih kecil relatif lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan rumput laut yang berat bibitnya lebih besar (Hamid, 2009).

Hasil analisis ragam Anova menunjukkan bahwa bobot bibit awal yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata

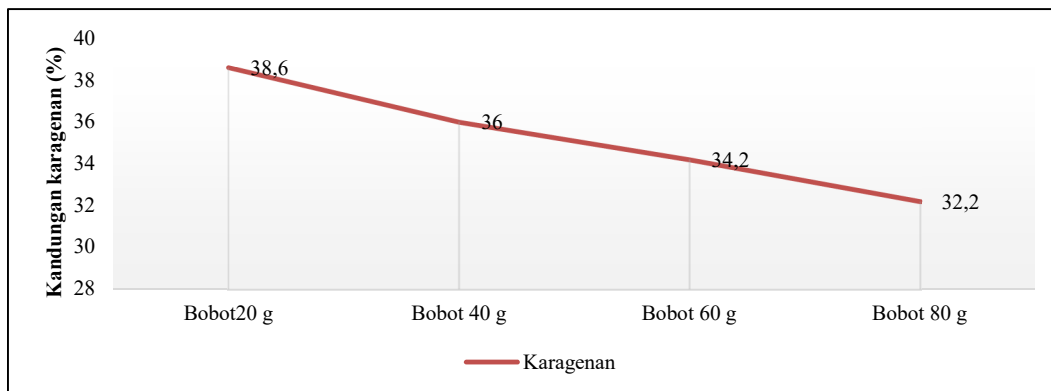
terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* dimana nilai $P < 0,05$. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan berat bibit awal rumput laut terhadap pertumbuhan mutlak maka dilanjutkan dengan uji W-Tuckey, dimana perlakuan 20 g berbeda nyata terhadap perlakuan 40 g, perlakuan 60 g, dan perlakuan 80 g.

D. Kandungan karagenan

Kandungan karagenan rumput laut *K. alvarezii* yang dipelihara dengan bobot bibit awal berbeda dapat dilihat pada Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4. Kandungan karagenan rumput laut *K. alvarezii* pada bobot bibit awal berbeda

Perlakuan	Karagenan (%)
Bobot 20 g	38,6
Bobot 40 g	36,0
Bobot 60 g	34,2
Bobot 80 g	32,2



Gambar 7. Kandungan karagenan *K. alvarezii* pada bobot yang berbeda.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kadar karagenan tertinggi yaitu pada perlakuan A dengan bobot bibit 20 g (38,6 %), selanjutnya perlakuan B dengan bobot bibit 40 g (36,0 %), perlakuan C dengan bobot bibit 60 g (34,2%), dan terendah pada perlakuan D dengan bobot bibit 80 g (32,2 %). Sulistijo dan Atmadja (1996) melaporkan bahwa pertumbuhan rumput laut berkorelasi dengan kandungan karagenanya, dimana saat pertumbuhan tinggi kandungan karagenan menurun. Atmadja (1996)

menambahkan bahwa biomassa rumput laut berkorelasi dengan kandungan karagenannya, dimana saat biomassa tinggi maka karagenan yang dihasilkan juga tinggi.

E. Kualitas air

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran kualitas air. Beberapa parameter kualitas yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* disajikan pada Tabel 5 lengkap dengan nilai kisarannya sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai parameter kualitas air budidaya rumput laut *K. alvarezii* selama penelitian

Parameter	Nilai kisaran kualitas air	Kisaran yang layak	Referensi
Suhu (°C)	26-28	27-30	(Neish., 2005); (Amalia, 2013)
Salinitas (ppt)	31-32	30-37	(Atmadja, 1996)
pH	7-7,5	6,8-9,6	(Asni, 2015)
Kecerahan (m)	2,50-2,60	2,5-5	(Sulistijo, 2002)
Kecepatan arus (m/det)	0,01-0,2	0,33-0,66	(Atmadja, 1996)
Nitrat (ppm)	0,12-0,26	0,9-3,5	(Sulistijo, 2002)
Fosfat (ppm)	0,1-0,21	0,05-1,00	(Indriani, 1991)

Kisaran nilai parameter kualitas air selama masa pemeliharaan rumput laut masih tergolong layak untuk mendukung keberhasilan budidaya rumput laut *K. alvarezii*. Parameter kualitas air secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas rumput laut

yang dibudidaya, dengan demikian dapat dikatakan bahwa parameter kualitas air merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya rumput laut

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh berat bibit awal yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *K. alvarezii* dapat disimpulkan bahwa, berat bibit awal yang berbeda pada budidaya rumput laut *K. alvarezii* memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan rumput laut dan berat bibit awal 20 g memberikan pertumbuhan terbaik bagi rumput laut *K. alvarezii*.

Acknowledgements

Penulis mengucapkan terima kasih pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Puangrimanggalatung, Pusat Penelitian Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Universitas Puangrimanggalatung, dan Pusat Penelitian Budidaya Perairan dan Keanekaragaman Hayati Universitas Hasanuddin yang telah bekerjasama dalam membantu menyediakan laboratorium kualitas air.

PUSTAKA

- Amalia, D. R. N. (2013). *Efek Temperatur Terhadap Pertumbuhan Gracilaria verrucosa*. [Skripsi]. Universitas Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Asni, A. (2015). Analisis produksi rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) berdasarkan musim dan jarak lokasi budidaya di perairan Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Akuatika*, VI (2): 140-153.
- Atmadja, W.S. (1996). *Pengenalan Jenis Alga Merah (Rhodophyta) dalam Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Hamid, A. (2009). Pengaruh Berat Bibit Awal dengan Metode Apung terhadap Persentase Pertumbuhan Harian Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*). [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang: Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi.
- Indriani, H. (1991). *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya, 108 hal.
- Iskandar, S. N., Rejeki, S., dan Susilowati, T. (2015). Pengaruh bobot awal yang berbeda terhadap pertumbuhan *Caulerpa lentillifera* yang dibudidayakan dengan metode longline di Tambak Bandengan Jepara. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4): 21-27.
- Ismail, A., Tuiyo, R. dan Mulis. (2015). Pengaruh berat bibit awal berbeda terhadap pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 137-141.
- Kaya, I. R. G., dan Hutabarat, S. (2013). Analisis indikator utama faktor produksi budidaya rumput laut di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Prosiding Seminar Tahunan Ke III Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Universitas Diponegoro*. Semarang: 2 November 2013. Hal. 331-334.
- Neish, I. C. (2005). The Eucheuma Seaplant. In *Biology and Culture System* (p. 36). Seaplantnet Technical Monograph.
- Patadjai, R. S. (2007). Pertumbuhan Produksi dan Kualitas Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty pada Berbagai Habitat Budidaya yang Berbeda.

- [Disertasi]. Program Pascasarjana. Universitas Hasanuddin, 307.
- Ruslaini, Syamsuddin, R., Trijuno, D.D., and Soekendarsih, E. (2018.). The effect of different seed weight on the growth and production of seaweed *Gracilaria verrucosa* using long line method in the brackish water pond. *IJSRST*, 4(10): 142-146.
- Sulistijo dan Atmadja, W. S. (1996). *Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi LIPI.
- Sulistijo. 2002. Penelitian Budidaya Rumput Laut (Algae Makro/Seaweed) di Indonesia. *Pidato Pengukuhan Ahli Penelitian Utama Bidang Akuakultur*, Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI.
- Zainuddin, F. (2016). Kualitas karaginan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* asal Maumere dan Tembalang pada budidaya sistem longline. *Jurnal Agrominansia*, 1 (2).
- Kontribusi Penulis:** Kurniawan, A.B.: mengumpulkan data, analisis data, menulis manuskrip, Asriani, Hamka, M.S.: mengumpulkan data, analisis data, menulis manuskrip