

Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada Aklimatisasi di Tambak

Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum*, Andi Parenrengi dan Emma Suryati

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros, Sulawesi Selatan 90512 Indonesia
Telp (0411) 371544; Fax (0411) 371545
Email: titut_suryanto@yahoo.com

Abstrak

Aklimatisasi eksplan rumput laut hasil kultur jaringan merupakan proses adaptasi eksplan dengan lingkungan budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan dan perkembangan eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* yang diaklimatisasi di tambak dan mendapatkan informasi awal mengenai prospek pengembangan budidaya rumput laut *G. gigas* di tambak. Eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* hasil kultur jaringan dipelihara dalam hapa berukuran 50x50x50 cm dengan berat awal 15 g.hapa⁻¹ dan dipelihara di tambak. Desain penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam unit penelitian terdiri dari tiga ulangan untuk masing-masing spesies. Pemeliharaan eksplan dilakukan selama 60 hari dan setiap 15 hari dilakukan pengukuran bobot, panjang dan perkembangan eksplan serta monitoring terhadap kualitas air. Pengamatan histologi sel rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* dilakukan dibawah mikroskop. Analisis data pertumbuhan dilakukan dengan uji komparatif independent t-test sedangkan data perkembangan eksplan dan histologi sel rumput laut dianalisis secara deskriptif. Pada pemeliharaan di tambak kedua jenis rumput laut memiliki pertumbuhan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Rumput laut *G. verrucosa* memiliki bobot mutlak lebih tinggi (221,82 g) dari *G. gigas* (51,94 g) dan LPH (laju pertumbuhan harian) bobot lebih tinggi (3,27%) dari *G. gigas* (2%). Rumput laut *G. verrucosa* juga memiliki pertambahan panjang yang lebih tinggi (5,28 cm) dari *G. gigas* (2,71 cm) dengan LPH panjang masing-masing sebesar 3,06% dan 2,18%. Perkembangan eksplan rumput laut *G. verrucosa* lebih cepat daripada *G. gigas* karena faktor fisika dan kimia lingkungan perairan tambak yang tidak sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *G. gigas* yang memiliki susunan sel korteks lebih rapat.

Kata kunci: pertumbuhan, perkembangan, *G. verrucosa*, *G. gigas*, eksplan, tambak

Abstract

Growth and Development of Seaweed Explants *Gracilaria verrucosa* and *Gracilaria gigas* on Pond Acclimatization

Acclimatization of tissue culture seaweed explants was an adaptation process of explants to cultivation environment. This study aims to evaluate the growth and development of *G. verrucosa* and *G. gigas* explants on pond acclimatization as early information of pond aquaculture development of *G. gigas*. Explants of *G. verrucosa* and *G. gigas* were rearing on 50x50x50 cm cage net with 15 g.cage⁻¹ of initial weight and cultured on pond. The study was a completely randomized design with six unit experiment including three replicates for each species. Acclimation was done in 60 days then explants weight, length, development, and water quality were monitored every 15 days. *G. verrucosa* and *G. gigas* cell histology was observed under microscope. Growth data was analyzed comparatively using independent t-test then explants development and cell histology were represented descriptively. The study showed that the growth of both species was significantly different ($P < 0.05$) on pond cultivation. *G. verrucosa* had higher weight (221.82 g) than *G. gigas* (51.94 g) also higher DGR (daily growth rate) (3.27%) than *G. gigas* (2%). *G. verrucosa* also had higher elongation (5.28 cm) than *G. gigas* (2.71 cm) with length DGR of 3.06% and 2.18%, respectively. The development of *G. verrucosa* explants was better than *G. gigas*, because of the physical and chemical environment of pond water was not suitable for *G. gigas* which had dense cortical structure.

Keywords: growth, development, *G. verrucosa*, *G. gigas*, explants, pond

Pendahuluan

Rumput laut *Gracilaria* merupakan golongan alga merah penghasil agar (agarofit) dan merupakan rumput laut yang menjadi prioritas dikembangkan selain *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Porphyra*, *Euclima* dan *Kappaphycus* (Lüning dan Pang, 2003; FAO, 2014). Pemanfaatan rumput laut *Gracilaria* sangat luas sebagai bahan baku industri, sehingga budidaya rumput laut *Gracilaria* banyak dikembangkan di Indonesia, termasuk spesies *G. verrucosa* dan *G. gigas*.

Gracilaria merupakan spesies rumput laut yang mengalami peningkatan produksi dari tahun 1990 hingga 2010 (FAO, 2012), namun permintaan pasar dunia terhadap rumput laut ini terus meningkat hingga 3-5% tiap tahun (Bixler dan Porse, 2011). Intensifikasi budidaya *Gracilaria* terus digalakkan untuk mencukupi kebutuhan industri, salah satunya dengan memperluas kawasan produksi. Rumput laut *G. gigas* lebih banyak dibudidayakan di laut, namun budidaya di tambak saat ini mulai dilakukan sebagai salah satu upaya meningkatkan produksi melalui perluasan kawasan. Sedangkan *G. verrucosa* lebih banyak dibudidayakan di tambak karena dapat hidup pada perairan bersalinitas 15-30 ppt (Anggadiredja et al., 2007).

Upaya peningkatan produksi juga dilakukan melalui penyediaan bibit dengan teknik setting spora (Yudiati et al., 2004) atau dengan kultur jaringan. Mikropropagasi kultur jaringan banyak digunakan untuk propagasi klon dalam skala besar untuk mendapatkan berbagai sifat unggul tertentu dari tanaman (Reddy et al., 2008). Salah satu metode yang sering digunakan adalah kultur talus, dimana propagasi dimulai di laboratorium dan kemudian dikembangkan secara massal di lingkungan budidaya dengan terlebih dahulu melalui proses aklimatisasi.

Metode ini merupakan metode vegetatif dengan fragmentasi langsung dan pemotongan talus yang sering digunakan pada perbanyakan makro alga baik pada skala budidaya maupun laboratorium (Yokoya et al., 2003; Skurzynski dan Bocia, 2011; Yong et al., 2013; Mulyaningrum et al., 2014). Penyediaan bibit rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* melalui kultur jaringan dengan aklimatisasi di tambak telah dilakukan, namun studi mengenai perkembangan eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* pada pemeliharaan di tambak masih sangat terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan dan perkembangan eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* yang

diaklimatisasi di tambak dan mendapatkan informasi awal mengenai prospek pengembangan budidaya rumput laut *G. gigas* di tambak.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan di tambak percobaan desa Taipa kabupaten Takalar. Eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* hasil kultur jaringan dipelihara dalam hapa berukuran 50x50x50 cm dengan berat awal 15 g.hapa⁻¹. Hapa diikat pada pancang bambu dengan ketinggian ±15 cm di atas dasar tambak. Pemeliharaan eksplan dilaksanakan selama 60 hari. Pada 30 hari pertama digunakan hapa berwarna hijau yang memiliki ukuran mesh ±0,5 mm agar eksplan yang masih berukuran kecil dapat terlindungi dengan baik. Pada 30 hari kedua digunakan hapa berwarna hitam yang memiliki ukuran mesh ± 4,5 mm agar eksplan yang sudah mulai berkembang mendapatkan sirkulasi air dan nutrisi yang baik (Gambar 1).

Setiap 15 hari dilakukan pengukuran bobot, panjang eksplan dari pangkal hingga ujung tunas serta monitoring terhadap kualitas air. Laju pertumbuhan bobot harian (LPH bobot) dihitung menggunakan rumus berikut (Dawes et al., 1993):

$$\text{LPH bobot (\%)} = \frac{\ln W_t / W_o}{t} \times 100$$

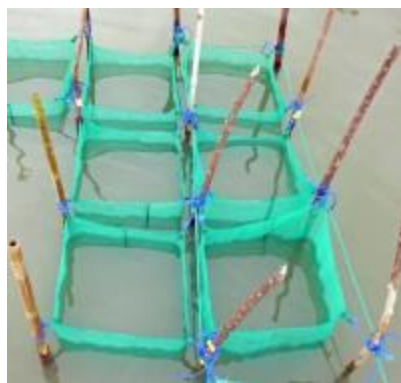
dimana: W_t = bobot bibit (g) pada t hari
 W_o = bobot awal bibit (g)
 t = masa pemeliharaan

Laju pertumbuhan panjang harian (LPH panjang) dihitung menggunakan rumus berikut (Rueness dan Tananger, 1984):

$$\text{LPH panjang (\%)} = \frac{\ln L_t / L_o}{t} \times 100$$

dimana: L_t = panjang bibit (g) pada t hari
 L_o = panjang awal bibit (g)
 t = masa pemeliharaan

Desain penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam unit penelitian terdiri dari tiga ulangan untuk setiap spesies rumput laut. Pengamatan perkembangan eksplan dilakukan dengan mengambil gambar menggunakan kamera, sedangkan sel talus rumput laut diamati dibawah mikroskop Olympus IX71 untuk mengetahui susunan sel talus rumput laut kedua spesies.



(a)



(b)

Gambar 1. Aklimatisasi eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* menggunakan hapa berukuran mesh 0,5 mm pada awal-30 hari masa aklimatisasi (a); dan hapa berukuran mesh 4,5 mm pada 30-60 hari masa aklimatisasi (b).

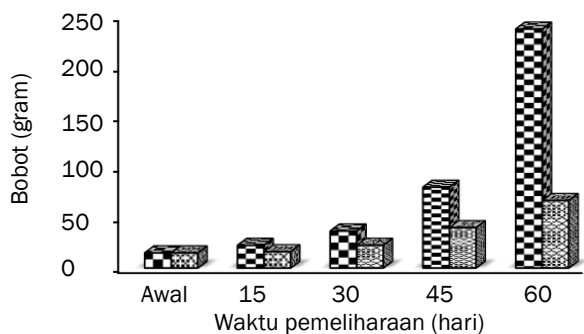
Analisis data pertumbuhan dilakukan dengan uji komparasi *independent t-test*, sedangkan perkembangan eksplan dan histologi sel rumput laut dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan eksplan

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa eksplan dari kedua spesies mengalami peningkatan bobot selama aklimatisasi. Eksplan kedua spesies dapat tumbuh di tambak, namun terdapat perbedaan pola pertumbuhan eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas*, dimana eksplan *G. verrucosa* memiliki bobot mutlak yang lebih tinggi (221,82 g) daripada *G. gigas* (51,94 g) (Gambar 2.).

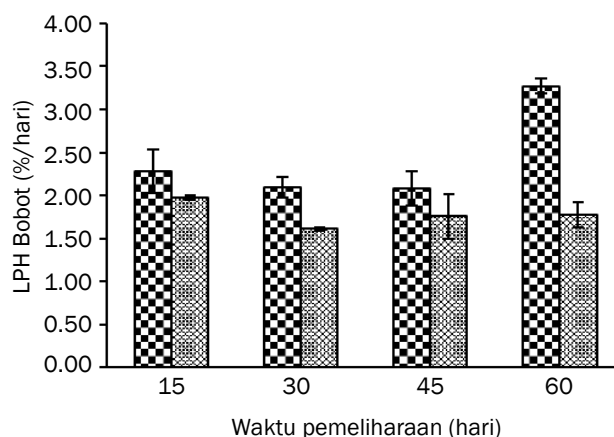
Terdapat perbedaan bobot mutlak yang signifikan antara eksplan *G. verrucosa* dan *G. gigas* ($P=0,000$). Peningkatan bobot mengindikasikan bahwa eksplan dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan perairan tambak yang mendukung untuk pertumbuhan.



Gambar 2. Bobot eksplan rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* selama aklimatisasi. Keterangan: = *G. verrucosa*, = *G. gigas*

G. verucosa memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan perairan tambak yang lebih baik daripada *G. gigas*, hal ini terlihat dari hasil pengukuran LPH bobot eksplan dimana rumput laut *G. verrucosa* memiliki LPH bobot yang lebih tinggi (3,27%) daripada *G. gigas* (2%). Terdapat perbedaan yang signifikan antara LPH bobot *G. verrucosa* dan *G. gigas* ($P=0,000$). Selama aklimatisasi di tambak, LPH eksplan rumput laut *G. verrucosa* berada pada kisaran 2,09–3,27%, dan *G. gigas* pada kisaran 1,61–2% (Gambar 3). Hasil penelitian sebelumnya memberikan informasi bahwa LPH untuk *G. verrucosa* berkisar 1,59–4,95% dan *G. chorda* pada kisaran 0,91–4,47% (Choi *et al.*, 2006); *Gracilaria* spp. pada kisaran 10–12% dan 10,5% (Ren *et al.*, 1984; Hurtado-Ponce, 1990).

Peningkatan bobot eksplan terjadi karena talus semakin membesar dan peningkatan jumlah tunas, selain itu juga terjadi peningkatan panjang eksplan. Peningkatan panjang eksplan rumput laut

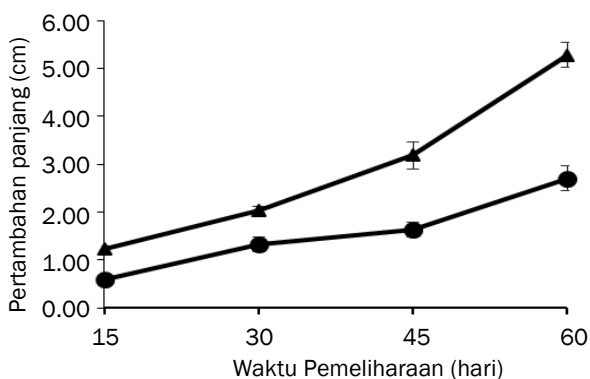


Gambar 3. Laju pertumbuhan bobot harian rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* selama aklimatisasi. Keterangan: = *G. verrucosa*, = *G. gigas*

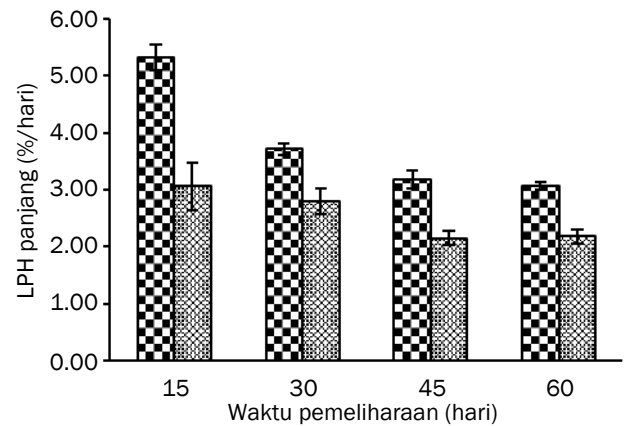
G. verrucosa pada kisaran 1,22–5,28 cm sedangkan *G. gigas* pada kisaran 0,58–2,71 cm (Gambar 4). *G. verrucosa* memiliki LPH panjang lebih tinggi (3,06%) daripada *G. gigas* (2,18%) (Gambar 5). Hasil analisis komparatif uji t memperlihatkan bahwa LPH panjang kedua spesies rumput laut berbeda nyata ($P=0,000$).

Menurut Yong et al. (2014), suatu organisme bila dipindahkan ke habitat baru akan melakukan penyesuaian diri terhadap kondisi lingkungan baru, rumput laut yang cepat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya akan mampu tumbuh dengan cepat, sehingga pertumbuhan optimal. Perbedaan pertumbuhan eksplan *G. verrucosa* dan *G. gigas* terjadi karena adanya perbedaan kemampuan beradaptasi pada lingkungan tambak. Habitat rumput laut. *G. verrucosa* lebih banyak di dekat pantai pada kedalaman 1-2 m dan tumbuh baik pada tanah yang memiliki komposisi pasir dan lumpur, sedangkan *G. gigas* tumbuh baik di perairan muara yang tenang dengan komposisi dasar pasir dan batu.

Rumput laut *G. verrucosa* dapat tumbuh pada kisaran salinitas yang lebar yakni 5–35 ppt, dan tumbuh optimal pada 15–30 ppt (Ohmi, 1958; Choi, 2006). Rumput laut *G. verrucosa* lebih banyak dibudidayakan di tambak sedangkan *G. gigas* lebih banyak dibudidayakan di laut, kondisi ini diduga menjadi alasan mengapa respon pertumbuhan rumput laut *G. verrucosa* lebih baik dari *G. gigas* pada pemeliharaan di tambak. Budidaya rumput laut pada lingkungan yang berbeda akan menghasilkan produktivitas yang berbeda. Menurut Diana et al. (2014), produktivitas rumput laut *G. gigas* yang dibudidayakan di laut lebih tinggi daripada budidaya di tambak.



Gambar 4. Pertambahan panjang rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* selama aklimatisasi. Keterangan : ▲ = *G. verrucosa*, ● = *G. gigas*



Gambar 5. Laju pertumbuhan panjang harian rumput laut *G. verrucosa* dan *G. gigas* selama pemeliharaan. Keterangan: ▨ = *G. verrucosa*, ▩ = *G. gigas*

Perkembangan eksplan

Eksplan rumput laut *G. verrucosa* berkembang lebih cepat daripada *G. gigas*. Lihat Gambar 6. Pada awal pemeliharaan, eksplan kedua spesies dari laboratorium memiliki tunas apikal. Pada hari ke-15 eksplan rumput laut *G. verrucosa* mulai tumbuh cabang lateral pada tunas apikal, kemudian pada hari ke-30 percabangan lateral tersebut mulai berkembang. Percabangan talus semakin banyak pada hari ke-45 hingga hari ke-60 sehingga eksplan berkembang menjadi rumpun rumput laut

Perkembangan eksplan *G. gigas* memiliki perbedaan dengan *G. verrucosa*, dimana eksplan *G. gigas* cenderung memiliki tunas apikal saja dari awal hingga hari ke-60. Tunas apikal pada eksplan *G. gigas* cenderung terus bertambah panjang hingga hari ke-60 dan tidak membentuk percabangan lateral. Selain itu percabangan talus pada eksplan *G. gigas* cenderung tidak berubah dari hari ke-15 hingga hari ke-60 masa aklimatisasi.

Aklimatisasi merupakan proses yang penting dimana rumput laut hasil kultur jaringan secara perlahan menyesuaikan dengan perubahan lingkungan seperti suhu, kelembaban, fotoperiode dan pH. Kesuksesan proses aklimatisasi merupakan kunci penting untuk industri kultur jaringan rumput laut. Pemeliharaan rumput laut hasil kultur jaringan tanpa proses aklimatisasi dapat menyebabkan kematian rumput laut karena akan mengalami stres akibat perubahan kondisi lingkungan yang mendadak (Yong et al., 2014).

Struktur sel

Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi susunan sel tanaman tersebut, susunan sel mempengaruhi proses difusi nutrisi, air dan mineral yang diperlukan untuk melakukan ekspansi pertumbuhan tanaman (Ortega, 2010). Susunan sel *G. gigas* lebih rapat dan lebih teratur dibandingkan susunan sel *G. verrucosa*. Pada Tabel 1. terlihat bahwa sel medula rumput laut *G. verrucosa* memiliki susunan yang tidak teratur, berbentuk lonjong dan banyak terdapat ruang yang kosong antar sel. Sel korteks pada *G. verrucosa* memiliki susunan yang kurang rapat. Sel medula rumput laut *G. gigas* memiliki susunan sel yang teratur dan rapat, susunan sel korteks juga lebih rapat dan teratur.

Menurut Ohmi (1958), *G. verrucosa* memiliki 2-3 lapisan korteks dimana transisi medula dan korteks memiliki susunan yang acak. Sel-sel medula rumput laut *G. gigas* terdiri dari 5-8 lapisan tidak berpigmen, merupakan sel-sel sferikal dengan vakuola dan sel-selnya dapat meningkat hingga mencapai ukuran diameter 600 µm, bagian korteks tersusun dari sel globular dengan sitoplasma yang padat (Terada dan Ohno, 2000).

Susunan sel kedua spesies (Tabel 1.) dapat menjelaskan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan eksplan *G. verrucosa* dan *G. gigas* pada pemeliharaan di tambak. Faktor fisika dan kimia lingkungan perairan sangat berperan bagi pertumbuhan rumput laut. Salah satu faktor fisika yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut adalah pergerakan arus. Rumput laut *G. gigas* memiliki susunan sel korteks yang lebih rapat dibandingkan *G. verrucosa* sehingga spesies ini memerlukan stimulasi gerakan arus air yang lebih kuat untuk membantu proses osmosis nutrisi ke dalam sel yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Berbeda dengan susunan sel korteks *G. verrucosa* yang terlihat tidak padat sehingga nutrisi dan air mudah masuk dengan pergerakan air yang rendah. Kondisi perairan tambak memiliki pergerakan air yang rendah sehingga lebih cocok untuk rumput laut *G. verrucosa* daripada *G. gigas*.

Lingkungan perairan laut yang memiliki arus yang kuat lebih cocok untuk rumput laut *G. gigas*. Pada budidaya di laut, rumput laut *G. gigas* mendapatkan tekanan pasang surut dan arus serta respon terhadap cahaya yang mengakibatkan pembesaran sel dan pertumbuhan lebih baik dari budidaya di tambak yang cenderung ke arah

reproduktif dengan memperbanyak sel generatif (Dawes *et al.*, 1981; Kadi dan Atmadja, 1988).

Susunan sel korteks rumput laut *G. gigas* yang lebih rapat juga memerlukan lingkungan perairan dengan salinitas yang tinggi agar membran sel mendapatkan tekanan osmosis yang lebih tinggi untuk proses transport nutrisi. Salinitas air tambak selama penelitian berada pada kisaran 2-16 ppt, pada kisaran salinitas ini rumput laut *G. verrucosa* masih dapat tumbuh. Dengan kisaran salinitas tersebut *G. verrucosa* memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang lebih baik daripada *G. gigas* karena *G. verrucosa* memiliki susunan sel korteks yang tidak rapat sehingga pada salinitas yang rendah proses transport nutrisi masih dapat berjalan dengan baik, hal sebaliknya terjadi pada *G. gigas*. Menurut Lobban dan Harrison (1994) dan Choi *et al.* (2010), salinitas sangat berperan dalam pertumbuhan dan morfogenetik rumput laut karena terkait dalam proses osmoregulasi sel.

Apabila salinitas sesuai dengan habitat hidup alga, penyerapan nutrisi dan air berjalan dengan baik maka pertumbuhan dan perkembangan sel akan berjalan dengan baik. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang lambat disebabkan penyerapan nutrisi tidak optimal karena kondisi media kultur tidak sesuai untuk pertumbuhan. Kondisi media kultur yang tidak sesuai dapat mengganggu kerja enzim dan turunnya tekanan turgor di dalam sel dan menghambat pembelahan sel. Salinitas mempengaruhi mekanisme fisiologi dan biokimia terutama tekanan osmosis yang berkaitan erat dengan peran membran sel dalam proses transport nutrisi dan memberikan efek stimulasi terhadap pertumbuhan rumput laut (Yokoya *et al.*, 1999; Rumampuk *et al.*, 2004; Hurtado-Ponce *et al.*, 2009; Luhan dan Sollesta, 2010).

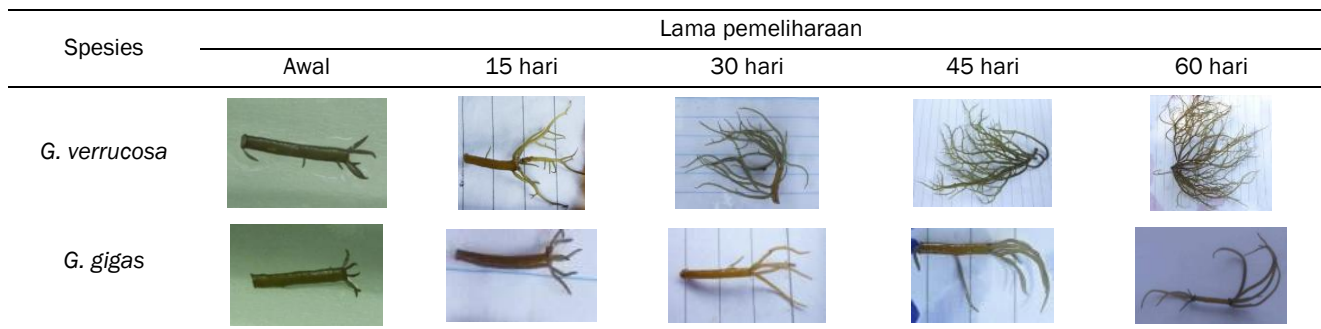
Kualitas air

Kandungan nitrit di perairan berada pada kisaran 0-0,03 mg.L⁻¹, nitrat berada pada kisaran 0,06-0,25 mg.L⁻¹ dan fosfat berada pada kisaran 0,12-0,33, kondisi ini masih layak untuk mendukung kegiatan budidaya. Gambar 7. Kadar nitrit di perairan secara alami berada pada kisaran 0,001 mg.L⁻¹ dan sebaiknya tidak melebihi 0,05 mg.L⁻¹ karena dapat bersifat toksik bagi organisme perairan. Batas toleransi nitrat terendah untuk pertumbuhan alga adalah 0,1-3 mg.L⁻¹ dan kandungan fosfat dalam perairan pada kisaran 0,051-0,2 mg.L⁻¹ digolongkan dalam kategori kesuburan tinggi (Moore, 1991; Effendi, 2003).

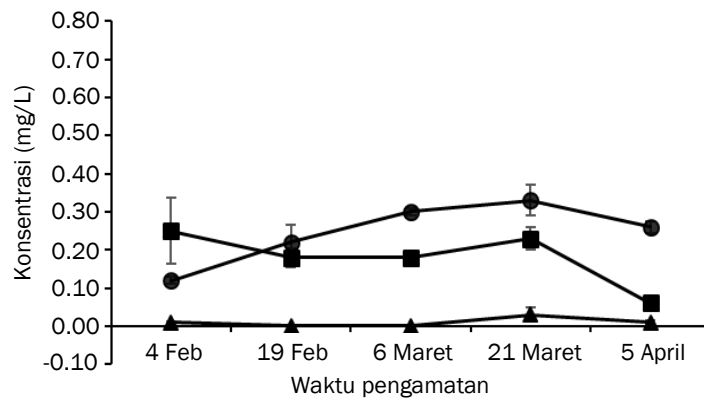
Suhu dan salinitas perairan disajikan pada Gambar 8. Suhu berada pada kisaran 26–29 °C, salinitas air berada pada kisaran 2–16 ppt. Salinitas terendah diperoleh pada awal penelitian (bulan Februari), hal ini disebabkan karena pada bulan Februari merupakan masa peralihan dari musim hujan ke kemarau, sehingga bulan tersebut kadang-kadang masih terjadi hujan yang mengakibatkan salinitas air rendah. Pada salinitas tersebut rumput laut *G. verrucosa* masih dapat tumbuh. Menurut Choi et al. (2006) suhu terbaik untuk pertumbuhan spesies *G. verrucosa* pada kisaran 17–30 °C dan *G. verrucosa* dapat tumbuh pada kisaran salinitas yang lebar, yakni 5–35 ppt, dan tumbuh baik pada kisaran

15–30 ppt. Secara umum kondisi lingkungan perairan tambak masih layak untuk kegiatan budidaya. Lingkungan yang sesuai untuk eksplan hasil kultur jaringan sangat menentukan arah pertumbuhan dan berkembangannya menjadi tumbuhan dewasa.

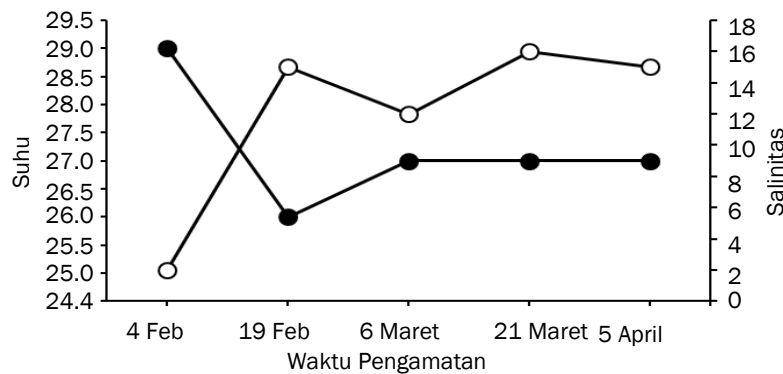
Proses aklimatisasi bagian dari rangkaian proses bioteknologi, merupakan proses adaptasi eksplan dengan lingkungan budidaya. Keberhasilan eksplan dalam beradaptasi dengan lingkungan budidaya merupakan kunci keberhasilan produksi masal bibit rumput laut hasil kultur jaringan (Rorrer dan Cheney, 2004; Yong et al., 2014). Dari



Gambar 6. Perkembangan eksplan *G. verrucosa* dan *G. gigas* selama aklimatisasi di tambak

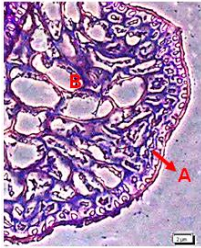
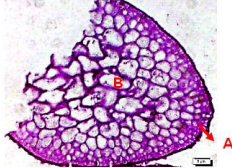


Gambar 7. Kandungan nutrisi perairan selama penelitian; ▲ = NO₂, ● = PO₄, ■ = NO₃



Gambar 8. Suhu dan salinitas perairan selama penelitian; ● = suhu, ○ = salinitas

Tabel 1. Penampang melintang sel medula talus rumput laut *G. verrucosa* (skala bar=2 µm) dan *G. gigas* (skala bar = 5 µm).

Spesies	Irisan melintang sel	Keterangan
<i>G. verrucosa</i>		A = Korteks B = Medula
<i>G. gigas</i>		A = Korteks B = Medula

penelitian diperoleh informasi bahwa rumput laut *G. verrucosa* dapat beradaptasi dengan lingkungan budidaya tambak lebih baik daripada *G. gigas*, sehingga peluang produksi massal bibit rumput laut *G. verrucosa* hasil kultur jaringan di tambak lebih besar daripada rumput laut *G. gigas*.

Kesimpulan

Pada budidaya di tambak, rumput laut *G. verrucosa* memiliki pertumbuhan yang berbeda nyata dengan *G. gigas* ($P < 0,05$). Rumput laut *G. verrucosa* memiliki LPH bobot lebih tinggi (3,27%) dari *G. gigas* (2%) dan LPH panjang lebih tinggi dari *G. gigas*, masing-masing sebesar 3,06% dan 2,18%. Faktor fisika dan kimia lingkungan perairan tambak kurang sesuai untuk pertumbuhan rumput laut *G. gigas* yang memiliki susunan sel korteks yang lebih rapat daripada *G. verrucosa*, sehingga pada budidaya di tambak perkembangan eksplan rumput laut *G. verrucosa* lebih baik daripada *G. gigas*.

Daftar Pustaka

Anggadiredja, J.T., A. Zatinika, H. Purwoto & S. Istini. 2007. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta. 152 hal.

Bixler, H.J. & H. Porse. 2011. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *J. Appl. Phycol.* 23:321–335. doi:10.1007/s10811-010-9529-3.

Choi, H.G., Y.S. Kim, J.H. Kim, S.J. Lee, E.J. Park, J. Ryu & K.W. Nam. 2006. Effect of temperature and salinity on the growth of *Gracilaria verrucosa* and *G. chorda*, with the potential for

mariculture in Korea. *J. Appl. Phycol.* 18:269–277. doi:10.1007/s 10811-006-9033-y.

Choi, T.S., E.J. Kang, J.H. Kim & K.Y. Kim. 2010. Effect of salinity on growth and nutrient uptake of *Ulva pertusa* (Chlorophyta) from an eelgrassbed. *Algae* 25(1):17–25. doi:10.4490 /algae.2010.25.1.017.

Dawes, C.J. 1981. Marine Botany. John Wiley & Sons, Inc. 628 pp.

Dawes, C.J., C. Kovach & M. Friedlander. 1993. Exposure of *Gracilaria* to various environmental conditions II. The effect on fatty acid composition. *Bot. Mar.* 36:289–296. doi:10.1515/botm.1993.36.4.289.

Diana, F., K. Nirmala & D.T. Soelistyawati. 2014. Analisis Kualitas Rumput Laut *Gracilaria gigas* Yang Dibudidayakan Pada Habitat Laut dan Tambak, Nusa Tenggara Barat. *J. Riset Akuakul.* 9(1):59–65.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 257 hal.

FAO. 2012. The State Of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome. 209 pp.

FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome. 223 pp.

Hurtado-Ponce, A.Q. 1990. Vertical rope cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) using vegetative fragments. *Bot. Mar.* 33:477–482. doi:10.1515/botm.1990.33.6.477.

Hurtado-Ponce, A.Q., D.A. Yunque, K. Tibubos & A.T. Critchley. 2009. Use of Acadian Marine Plant

- Extract Powder from *Ascophyllum nodosum* in Tissue Culture of *Kappaphycus alvarezii*. *J. Appl. Phycol.* 21:633–639. doi:10.1007/s10811-008-9395-4.
- Kadi, A. & W. S. Atmadja. 1988. Rumpaut laut (Algae): jenis, reproduksi, produksi, budidaya dan pasca panen. Puslitbang Oseanografi, LIPI, Jakarta, 71 hal.
- Lobban, C.S. & P.J. Harrison. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridges University Press. 366 pp.
- Luhan, M.R.J. & H. Sollesta. 2010. Growing the reproductive cells (carpospores) of the seaweed, *Kappaphycus striatum*, in the laboratory until outplanting in the field and maturation to tetrasporophyte. *J. Appl Phycol.* 22:579-585. doi:10.1007/s10811-00994977.
- Lüning, K. & S. Pang. 2003. Mass cultivation of seaweeds: current aspects and approaches. *J. Appl. Phycol.* 15:115–119. doi:10.1023/A:1023807503255.
- Moore, J.W. 1991. Inorganic Contaminants of Surface Water Research and Monitoring Priorities. Springer-Verlag. New York. 334 p.
- Mulyaningrum, S.R.H., R. Daud & Badraeni. 2014. Propagasi Vegetatif Rumpaut Laut *Gracilaria* sp Melalui Kultur Jaringan. *J. Riset Akuakul.* 4(2): 203–214.
- Ohmi, H. 1958. The species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* from Japan and adjacent waters. *Memoirs Fac. Fisheries Hokkaido Univ.* 6(1):1-66.
- Ortega, J.K.E. 2010. Plant Cell Growth in Tissue. *Plant Physiol.* 154:1244–1253. doi:10.1104/pp.110.162644.
- Reddy, C.R.K., B. Jha, Y. Fujita & M. Ohno. 2008. Seaweed micropropagation techniques and their potentials: an overview. *J. Appl Phycol.* 20: 609–617. doi:10.1007/s 10811-007-9205-4.
- Ren, G.Z., J.G. Wang & M.G. Chen. 1984. Cultivation of *Gracilaria* by means of low rafts. *Hydrobiologia.* 116(117):72–76. doi:10.1007/BF00027642.
- Rorrer, G.L. & D.P. Cheney. 2004. Bioprocess engineering of cell and tissue cultures for marine seaweeds. *Aquacult. Engineering.* 32: 11–41. doi:10.1016/j.aquaeng.2004. 03.007.
- Rueness, J. & T. Tananger. 1984. Growth in culture of four red algae from Norway with potential for mariculture. *Hydrobiologia.* 116(117):303–307. doi: 10.1007/BF00027690.
- Rumampuk, N.D.C., G.S. Grevo, I.F.M. Rumengan, M. Ohji, T. Arai & N. Miyazaki. 2004. Effect of Triphenyltin Exposure on The Red Alga *Euclima denticulatum*. *Coast. Mar. Sci.* 29 (1):81-84.
- Skurzynski, P. & K. Bocia. 2011. Vegetative propagation of *Chara rudis* (Characeae, Chlorophyta). *Phycologia.* 50(2):194–201. doi: 10.2216/09-64.1.
- Terada, R. & M. Ohno. 2000. Notes on *Gracilaria* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) from Tosa Bay and adjacent waters I: *Gracilaria chorda*, *Gracilaria gigas* and *Gracilaria incurvata*. *Bull. Mar. Sci. Fish.* 20:81–88.
- Yokoya, N.S., E.M. Plastino & R. Artel. 2003. Physiological responses and pigment characterization of two colour strains of the carrageenophyte *Hypnea musciformis* (*Rhodophyta*). *Proc. 17th Int. Seaweed Symposium:* 425–434.
- Yokoya, N.S., H. Kakita, H. Obika & T. Kitamura. 1999. Effect of environmental factors and plant growth regulators on growth of the red alga *Gracilaria vermiculophylla* from Shikoku Island, Japan. *Hydrobiologia.* 398/399:339–347. doi: 10.1023/A:1017072508583.
- Yong, W.T.L., S.H. Ting, Y.S. Yong, V.Y. Thien, S.H. Wong, W.L. Chin, K.F. Rodrigues & A. Anton. 2013. Optimization of culture conditions for the direct regeneration of *Kappaphycus alvarezii* (*Rhodophyta*, *Solieriaceae*). *J. Appl Phycol.* 25(5):1597–1606. doi:10.1007/s 10811-013-0191-4.
- Yong, Y.S., W.T.L. Yong, V.Y. Thien, S.E. Ng, A. Anton & S. Yassir. 2014. Acclimatization of micropropagated *Kappaphycus alvarezii* (Doty)Doty ex Silva (*Rhodophyta*, *Solieriaceae*) in outdoor nursery system. *J. Appl. Phycol.* 26(1): 1–7. doi:10.1007/s10811-014-0289-3
- Yudiati, E., E.S. Susilo & C.A. Suryono. 2004. Teknik Setting Spora *Gracilaria gigas* Sebagai Penyedia Benih Unggul dalam Budidaya Rumpaut Laut. *Ilmu Kelautan.* 9(1):37-40.