

Peningkatan Pertumbuhan Rumput Laut *Halymenia* sp. melalui Penentuan Jarak Tanam Rumpun

Growth Enhancement of Seaweed *Halymenia* sp. through Determination of Clumps Planting Distance

Siti Fadilah* & Dhini Arum Pratiwi

Loka Riset Budidaya Rumput Laut, Gorontalo, Indonesia

*Corresponding author, email: siti_fadilah9@gmail.com

Submitted 29 Juli 2019 Revised 08 January 2020 Accepted 30 June 2020

Abstrak Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jarak tanam rumpun yang sesuai untuk budidaya rumput laut *Halymenia* sp. Penelitian dilaksanakan pada bulan September - Oktober 2017 di perairan Desa Patas, Kecamatan Gerokgak, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Desain penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Satu faktor perlakuan yang diuji adalah jarak rumpun yang terdiri atas 4 taraf perlakuan yaitu 10, 15, 20 dan 25 cm. Tali bentangan yang digunakan panjangnya 15 m dengan jarak antar tali bentangan 1 m dan bobot awal rumpun 50 g. Budidaya dilakukan dengan metode *monoline* lepas dasar. Pemeliharaan dilakukan selama 1 siklus (45 hari) dengan sampling pertumbuhan tiap 5 hari dan sampling kualitas air tiap 15 hari. Analisis sampel dilakukan untuk mendapatkan rendemen karaginan dan kualitas air berupa nitrat dan fosfat. Hasil penelitian menunjukkan jarak tanam rumpun 25 cm memberikan laju pertumbuhan terbaik ($p < 0,5$) dan rendemen karaginan yang lebih tinggi dari perlakuan jarak 20 cm ($p < 0,5$).

Kata kunci: *Halymenia*; jarak tanam; rumput laut; pertumbuhan

Abstract The purpose of this study was to determine the suitable planting distance of clumps for *Halymenia* sp. cultivation. The study was conducted in September - October 2017 in the waters of Patas Village, Gerokgak District, Buleleng Regency, Bali Province. The research design used a completely randomized design (CRD). One of the treatment factors tested was the distance of clumps consisting of 4 levels of treatment (10, 15, 20 and 25 cm). The rope length used was 15 m with the distance between the rope length of 1 m and the initial weight of the clump 50 g. Cultivation used bottom monoline method. Maintenance was carried out for 1 cycle (45 days) with growth sampling every 5 days and water quality sampling every 15 days. Sample analysis was carried out to obtain the results of carrageenan and water quality such as nitrate and phosphate. The results showed that the planting distance of 25 cm gave the best growth rate ($p < 0.5$), and obtained carrageenan content of higher than the clump distance of 20 cm ($p < 0.5$).

Key words: *Halymenia*; planting distance; seaweed; growth rate

PENDAHULUAN

Rumput laut kelompok alga merah (*Rhodophyta*) memiliki potensi besar dalam penyediaan bahan baku karaginan. Karaginan sangat dibutuhkan dalam dunia industri pangan, farmasi dan kosmetik karena berfungsi sebagai stabilisator, bahan pengental, pembentuk gel dan pengemulsi (Parenrengi *et al.*, 2011). Rumput laut penghasil karaginan disebut rumput laut jenis karaginofit yaitu meliputi *Kappaphycus* sp., *Eucheuma* sp., *Chondrus* sp., *Hypnea* sp. dan *Gigartina* sp. (Sulistiani & Yani, 2014). Rumput laut *Kappaphycus* sp. dan *Eucheuma* sp. merupakan jenis yang sering dibudidayakan di Indonesia, namun terkadang terdapat kendala pada ketersediaan bibit. Oleh karena itu, diperlukan upaya lain dalam penyediaan bahan baku karaginan yaitu dengan penggunaan jenis alga merah lainnya.

Jenis alga merah yang memiliki potensi besar dalam penyediaan bahan baku karaginan salah satunya adalah *Halymenia* sp. Rumput laut *Halymenia* sp. biasanya tumbuh pada karang batu dan wilayah penyebarannya terdapat

di wilayah Kepulauan Seribu (Laut Jawa) dan Selat Sunda. Rumput laut *Halymenia* sp. memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan rumput laut jenis *Eucheuma* yaitu pertumbuhan yang lebih cepat, tidak diserang penyakit *ice-ice* dan tidak disukai oleh predator rumput laut. Hal ini yang menyebabkan rumput laut jenis ini memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan jenis lainnya (Robledo & Freile-Pelegrin, 2010). Menurut Fadilah & Sari (2018), rumput laut ini sudah mulai dibudidayakan di Bali namun belum menggunakan teknologi budidaya yang sesuai.

Faktor-faktor yang menentukan pertumbuhan rumput laut yaitu kualitas perairan dan teknik budidaya. Faktor lingkungan perairan yang secara langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut adalah salinitas, suhu, nitrat dan fosfat (Pratiwi *et al.*, 2016). Menurut Pong-Masak *et al.* (2011), keberhasilan budidaya rumput laut bergantung pada beberapa faktor yaitu antara lain pemilihan bibit (kualitas bibit, karakteristik bibit), teknik budidaya (kedalaman, jarak tanam, bobot bibit) serta pemilihan lokasi yang sesuai.

Teknik budidaya yang tepat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas budidaya rumput laut yaitu salah satunya dengan memperhatikan jarak tanam rumpun. Jarak tanam bibit merupakan salah satu faktor teknis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut karena hubungannya dengan penyerapan unsur hara serta memungkinkan distribusi nutrisi perairan yang lebih optimal (Rahman, 2010). Menurut Widiastuti (2011), apabila jarak tanam terlalu pendek maka akan banyak terdapat ikatan rumpun pada tali, sehingga setiap cabang rumput laut akan kehilangan kesempatan untuk menyerap unsur hara yang secara langsung dapat memperlambat pertumbuhan. Hasil penelitian Pong-Masak *et al.* (2018) untuk memperoleh produksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang lebih optimal, budidaya dapat dilakukan dengan menggunakan jarak tanam 25 cm karena jarak tanam tersebut mempunyai nilai LPH yang lebih tinggi dibanding yang lainnya. Teknologi budidaya untuk rumput laut *Halymenia* sp. belum banyak dikembangkan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi komponen teknologi budidaya berupa jarak tanam rumpun yang sesuai untuk pertumbuhan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu untuk bibit rumput laut *Halymenia* yang diambil dari perairan sekitar lokasi penelitian. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat wadah budidaya yaitu tali polietilen (PE) diameter 4 mm sebagai tali bentangan (*long line*), tali rafia sebagai tali pengikat rumpun bibit. Peralatan yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan yaitu refraktometer (ATC) untuk salinitas air, termometer air raksa untuk suhu air, pH meter digital (ATC) untuk pH air.

Metode

Desain penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 45 hari (1 siklus) dari bulan September hingga Oktober 2017. Penelitian berlokasi di perairan Desa Patas, Kecamatan Gerogak, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Faktor perlakuan yang diuji berupa jarak tanam rumpun yang terdiri atas 4 (empat) taraf perlakuan yaitu 10, 15, 20 dan 25 cm. Masing-masing taraf diulang sebanyak 3 (tiga) kali.

Persiapan budidaya

Bobot awal rumpun *Halymenia* sp. yang digunakan mengacu pada bobot awal rumpun *K. alvarezii* yaitu sekitar 50 g/ rumpun. Tali bentangan yang digunakan adalah tali *poly ethylene* (PE) berdiameter 4 mm memiliki panjang 15 m dengan jarak penempatan antar tali bentangan masing-masing 1 m. Pemeliharaan dilakukan dengan metode *monoline* lepas dasar. Penempatan rumput laut uji dalam wadah budidaya dilakukan secara acak masing-masing sebanyak 30 rumpun tiap unit percobaan.

Pengukuran variabel pengamatan

Pengamatan pertumbuhan bobot dilakukan tiap 5 hari pada rumput laut uji. Pengamatan rumput laut dari gangguan biologis juga dilakukan selama pemeliharaan. Sebagai data dukung, juga dilakukan pengukuran kualitas perairan secara *in situ* (suhu, salinitas, pH, kecepatan arus) tiap 15 hari dan

ex situ (nitrat dan fosfat). Pengambilan sampel rumput laut dilakukan setiap 15 hari selama 1 siklus (45 hari) budidaya untuk pengukuran karaginan, unsur jaringan dan proksimat. Analisis kualitas air *ex situ* dilakukan di Balai Riset Observasi Laut (BROL) Perancak Bali, sedangkan analisis proksimat dilakukan di Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP) Gondol Bali. Analisis karaginan dan rumput laut di laboratorium kualitas air Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAP) Maros Sulawesi Selatan. Analisis unsur jaringan rumput laut di laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.

Analisis data

Laju pertumbuhan harian rumput laut *Halymenia* sp. dihitung menggunakan persamaan (Dawes *et al.*, 1984) sebagai berikut:

$$LPH = \frac{h W - h_0 W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

LPH : laju pertumbuhan harian (%/hari)

Wt : bobot rumput laut pada waktu t (g)

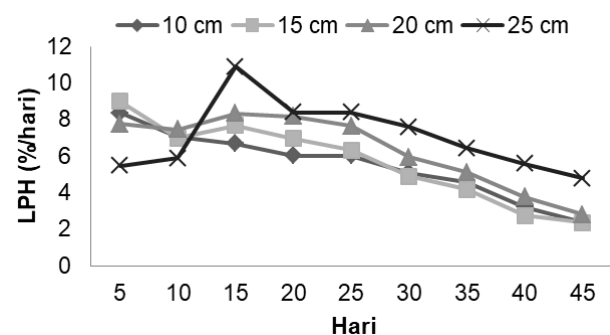
Wo : bobot rumput laut awal (g)

t : waktu pengamatan

Pengaruh perlakuan jarak tanam terhadap pertumbuhan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), jika ada pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjutan dengan taraf kepercayaan 95%. Analisis uji menggunakan software SPSS versi 16.

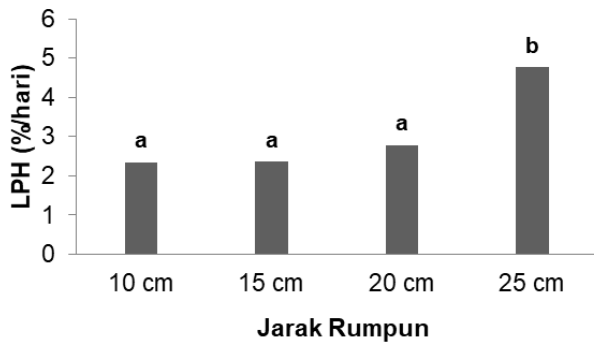
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dengan jarak antar rumpun 25 cm, rumput laut memiliki laju pertumbuhan harian (LPH) tertinggi pada akhir siklus pemeliharaan (Gambar 1). Walaupun pada hari ke-5 dan ke-10 memiliki LPH terendah, namun pada pemeliharaan hari ke-15 terjadi peningkatan LPH yang drastis. Pada hari ke-20 hingga akhir pemeliharaan terjadi penurunan LPH, dikarenakan kondisi rumput laut yang semakin rimbun dan bertambah bobot sehingga banyak rumpun yang rontok. Pengamatan harian menunjukkan terjadi pembusukan dan perubahan warna menjadi pirang, dan kuning kehijauan dibagian thalus yang rimbun, terutama pada perlakuan jarak rumpun 10 dan 15 cm. Pertumbuhan rumput laut yang pesat dengan jarak rumpun semakin pendek membuat ruang gerak pertumbuhannya semakin sempit, sehingga terjadi pembusukan dan akhirnya rontok.



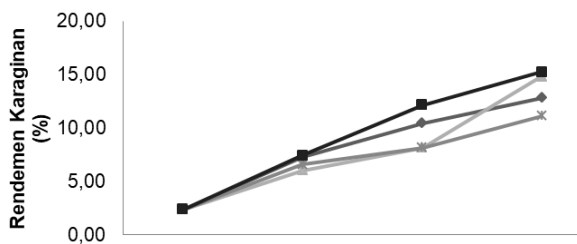
Gambar 1. Laju pertumbuhan harian (LPH) *Halymenia* sp. per 5 hari selama 1 siklus.

Perbedaan jarak rumpun berpengaruh nyata terhadap LPH rumpun laut *Halymenia* sp. (Gambar 2). Laju Pertumbuhan Harian pada jarak rumpun 25 cm berbeda nyata terhadap jarak rumpun 10 cm, 15 cm dan 20 cm. Oleh karena itu, jarak rumpun 25 cm menjadi perlakuan jarak rumpun terbaik untuk *Halymenia* sp. Prihaningrum *et al.* (2001) menyatakan bahwa pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh jarak tanam bibit. Jarak tanam merupakan salah satu faktor teknis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut karena hubungannya dengan penyerapan unsur hara (Abdan *et al.*, 2013). Semakin luas jarak tanam, maka semakin luas pergerakan air yang membawa unsur hara, sehingga pertumbuhan rumput laut dapat meningkat. Selain itu, pergerakan air yang lancar juga dapat melindungi rumput laut dari epifit yang dapat menghambat pertumbuhannya (Apriyani, 2006).

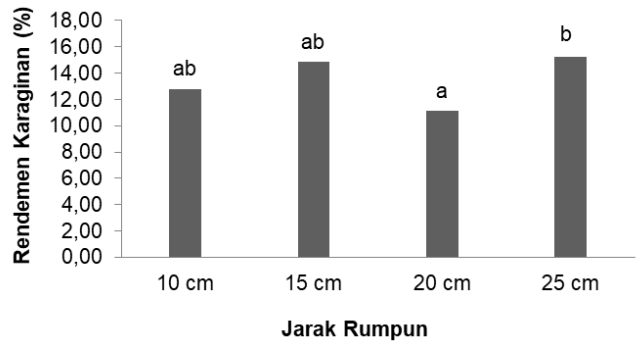


Gambar 2. Laju pertumbuhan harian akhir *Halymenia* sp. pada jarak rumpun berbeda.

Kandungan karaginan rumput laut *Halymenia* pada seluruh perlakuan jarak rumpun memperlihatkan kecenderungan berbanding lurus dengan hari pemeliharaan (Gambar 3). Semakin panjang hari pemeliharaan, semakin tinggi kandungan karaginan. Kandungan karaginan tertinggi dicapai di akhir hari pemeliharaan. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Hayashi *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa kondisi karaginan terbaik dapat dicapai bila rumput laut dibudidayakan selama 45 hari. Selain itu, faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas karaginan adalah benda asing, musim, cahaya, nutrisi, suhu dan salinitas (Freile-Pelegrin, 2006). Menurut Kurniasti (2016), standar rendemen rumput laut *Halymenia* sp. hasil budidaya maupun hasil dari alam yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan kualitas yang ditetapkan FAO yaitu memiliki rendemen 24,13 – 41,35 %.



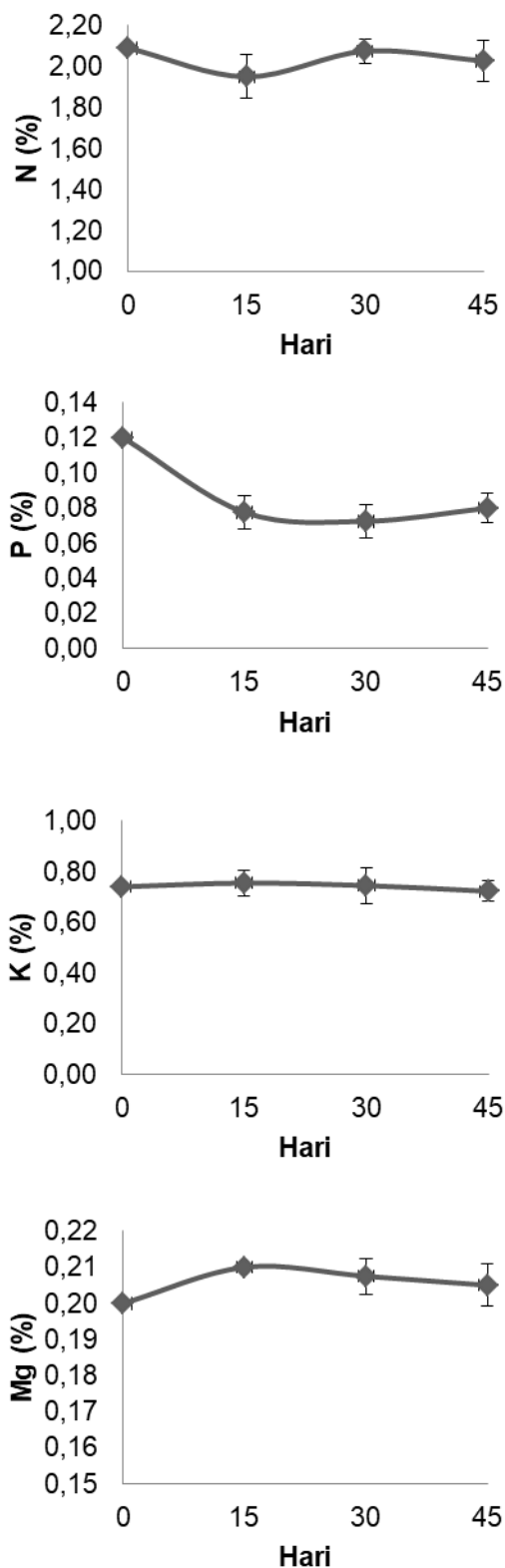
Gambar 3. Rendemen karaginan *Halymenia* sp. dengan jarak rumpun berbeda selama 45 hari pemeliharaan.



Gambar 4. Rendemen karaginan akhir *Halymenia* sp. dengan jarak rumpun berbeda.

Kandungan karaginan pada jarak rumpun 20 cm berbeda signifikan terhadap rendemen pada jarak rumpun 25 cm, namun keduanya tidak berbeda dengan rendemen karaginan rumput laut pada jarak rumpun 10 cm dan 15 cm (Gambar 4). Seperti hasil penelitian Ismal *et al.* (2008) bahwa jarak tanam memberikan pengaruh nyata terhadap setiap perlakuan, perlakuan terbaik dinilai dari indikator kadar air, kadar abu, kadar sulfat dan kadar viscositas serta memenuhi standar mutu karaginan yang dikeluarkan oleh Food Agriculture Organization (FAO). Jarak tanam sangat berpengaruh dalam persaingan mendapatkan unsur hara bagi rumput laut, yang secara langsung akan mempengaruhi kualitas rumput laut. Sesuai pendapat Sudjiharno (2001) bahwa jarak tanam berhubungan dengan persatuan luas lahan. Jarak tanam yang digunakan selain mempengaruhi lalu lintas pergerakan air, juga akan menghindari terkumpulnya kotoran pada talus yang akan membantu pengudaraan sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung optimal.

Jarak tanam yang sesuai pada budidaya rumput laut sangat membantu dalam distribusi nutrisi dari perairan, sehingga penyerapan nutrisi oleh talus rumput laut pun optimal. Nutrisi dari perairan yang terserap mempengaruhi banyak sedikitnya kandungan unsur dalam jaringan rumput laut yang digunakan untuk mendukung pertumbuhannya. Unsur berupa K (Kalium), N (Nitrogen) dan Mg (Magnesium) dalam jaringan *Halymenia* sp. selama pemeliharaan tampak tidak terlalu fluktuatif (Gambar 5). Sementara unsur P (Fosfor), konsentrasinya tinggi di awal pemeliharaan kemudian menurun sampai hari ke-30 dan sedikit meningkat kembali di hari ke-45.



Gambar 5. Kandungan beberapa unsur dalam jaringan *Halymenia sp.* selama 45 hari pemeliharaan pada percobaan uji jarak rumpun.

Kalium (K) membantu dalam proses pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat jaringan tanaman, dan membentuk ketahanan melawan penyakit (Parnata, 2010). Magnesium (Mg) merupakan unsur penyusun klorofil dan

juga sebagai enzim aktivator fotosintesis, respirasi dan pembentukan energi DNA dan RNA. Sedangkan P adalah komponen penting dari gula fosfat dalam transfer energi, sistem informasi genetik, membrane sel dan fosfoprotein. Fosfor berpindah dari jaringan tua ke jaringan muda, sehingga gejala defisiensi fosfor akan terjadi pada jaringan tua (Gardner *et al.*, 2008).

Komposisi proksimat rumput laut sangat bervariasi tergantung pada spesies, daerah, musim, suhu, iklim, area geografi dan kondisi perairan (Burtin, 2003). Komposisi terbesar rumput laut *Halymenia sp.* kering adalah abu, diikuti protein dan air, sedangkan lemak mempunyai komposisi yang paling sedikit (Tabel 1). Kandungan proksimat rumput laut pada akhir pemeliharaan lebih rendah daripada awal pemeliharaan (Tabel 1), hal tersebut diduga dipengaruhi oleh semakin lamanya waktu tanam. Seperti hasil penelitian Daud (2013) bahwa kadar air, abu dan lemak menurun seiring dengan lamanya masa tanam, sehingga waktu yang diperlukan oleh tanaman dalam mencapai tingkat kandungan bahan utama maksimal merupakan patokan dalam menentukan waktu panen.

Tabel 1. Komposisi proksimat rumput laut *Halymenia sp.* pada percobaan uji jarak rumpun.

Hari pemeliharaan	Kandungan proksimat (%)			
	Air	Abu	Protein	Lemak
Awal	4,11 ^a	48,09 ^a	14,18 ^a	1,14 ^a
Akhir	3,87 ^a	43,71 ^a	10,12 ^b	1,35 ^a

Menurut Syamsuddin *et al.* (2015) bahan pangan terdiri dari 96% bahan organik dan air sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral, unsur-unsur tersebut juga dikenal sebagai zat organik atau kadar abu. Kadar abu dapat menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Rumput laut *Halymenia sp.* memiliki kadar abu (mineral) yang tinggi, hal ini dapat diduga berhubungan dengan penyerapan hara mineral yang tinggi sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan perairan laut yang mengandung mineral dengan konsentrasi tinggi. Penyerapan hara mineral pada rumput laut dilakukan melalui seluruh permukaan talus, tidak melalui akar, sehingga penyerapan hara mineral lebih efektif (Handayani *et al.*, 2004).

Berdasarkan komposisi proksimat, kadar protein rumput laut *Halymenia sp.* di awal pemeliharaan berbeda dengan akhir pemeliharaan. Menurut Burtin (2003), rumput laut merah dan hijau mengandung protein sebesar 6-20% dari berat basah. Kadar lemak paling rendah karena rumput laut memang bukan menjadi penyedia sumber lemak. Rumput laut dan tumbuhan pada umumnya menyimpan cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat terutama polisakarida. Dharmananda (2002) mengemukakan bahwa rumput laut secara umum mengandung lemak sebesar 1-5% dari berat kering.

Faktor fisika dan kimia suatu perairan menjadi salah satu penentu keberhasilan budidaya rumput laut. Kualitas fisik dan kimia air laut seperti suhu, salinitas, pH, kecepatan arus, nitrat dan fosfat sangat berpengaruh terhadap produksi

rumpun laut. Seperti yang dilaporkan oleh Nur *et al.* (2016) dalam hasil penelitiannya bahwa parameter salinitas, pH, oksigen, PO₄, suhu dan kekeruhan memberikan kontribusi yang sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan produksi rumput laut. Hasil pengukuran parameter kualitas air baik fisika maupun kimia di lokasi penelitian

telah dilaporkan oleh Fadilah & Sari (2018) (Tabel 2). Kualitas air di lokasi penelitian masih berada dalam batas kesesuaian untuk pertumbuhan rumput laut, hanya saja untuk kecepatan arus memang kurang sesuai namun masih dapat mendukung pertumbuhan *Halymenia* dilihat dari pertumbuhan yang pesat selama budidaya.

Tabel 2. Kualitas Perairan di Lokasi Wadah Budidaya Rumput Laut *Halymenia* sp.

Parameter Kualitas Perairan	Nilai	Kondisi Optimum	Referensi
Fisik :			
Suhu	27-29 °C	26 – 30°C	Anggadiredja <i>et al.</i> ; 2006
Salinitas	32-34 ppt	28 – 33 ppt	Anggadiredja <i>et al.</i> ; 2008
Derajat keasaman (pH)	7,7-8,4	7,5 – 8,4	Anggadiredja <i>et al.</i> ; 2006
Kecepatan arus	0,08-0,11 m/s	0,2 – 0,4 m/s	Anggadiredja <i>et al.</i> ; 2008
Kimia :			
Nitrat	0,046-0,127 mg/l	0,02 – 0,04 mg/l	Effendi, 2003
Fosfat	0,017-0,184 mg/l	0,01 – 0,07 mg/l	Edward & Sediadi, 2004

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jarak tanam 25 cm merupakan jarak tanam rumput laut *Halymenia* sp. yang memiliki pertumbuhan terbaik dan kadar rendemen karaginan tertinggi.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang mengkombinasikan perlakuan jarak tanam 25 cm antar rumpun dengan perlakuan lainnya untuk memperoleh pertumbuhan optimal pada budidaya rumput laut *Halymenia* sp. sehingga efektif dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada peneliti dan teknisi yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini. Penelitian ini dibiayai dari dana DIPA APBN KKP tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdan, A., Rahman & Ruslaini. 2013. Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan dan kandungan karagenan rumput laut (*Euclima spinosum*) menggunakan metode long line. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 3 (12): 113-123
- Anggadiredja, J.T., A. Zalnika, H. Purwanto & S. Istini. 2006. Rumput Laut: pembudidayaan, pengolahan, dan pemasaran komoditas perikanan potensial. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Anggadireja J.T., A. Zalnika, H. Purwoto & S. Istini. 2008. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta
- Apriyani, D. 2006. Studi Hubungan Karakteristik Habitat Terhadap Kelayakan Pertumbuhan dan Kandungan Karagenan Alga *Euclima spinosum* di Perairan Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chemistry*. 2 (4): 498-503
- Dawes, C.J. 1994. Marine botany. John Wiley & Sons, Inc. Canada, 628 pp.
- Edward & Sediadi. 2004. Pemantauan kondisi hidrologi di Perairan Raha, Pulau Muna, Sulawesi Tenggara dalam kaitannya dengan budidaya rumput laut. Lembaga Oceanologi Nasional dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LON-LIPI). Jakarta. 213 pp
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Fadilah, S. & W.K.P. Sari. 2018. Pengaruh jenis tali pengikat rumpun yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *Halymenia* sp. *Prosiding Jilid I Budidaya Perikanan. Seminar Nasional Tahunan XV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan 28 Juli 2018, Departemen Perikanan Fakultas Pertanian UGM*. Yogyakarta.
- Freile-Pelegrin, Y. 2006. Carageenan of *Euclima isiforme* Conditions. *Botanica Marina*. 49: 65-71 pp
- Gardner F.P., R.B. Pearce & R.L. Mitchell. 2008. Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah: Susilo H. Universitas Indonesia Press. 428 pp.
- Handayani, T., Sutarno & A.D. Setyawan. 2004. Analisis komposisi nutrisi rumput laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh. *Jurnal Biofarmasi* 2 (2): 45-52
- Hayashi, L., E.J.D. Paula & F. Chow. 2007. Growth rate and carrageenan analyses in four strain of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of Sao Paulo State Brazil. *Journal of Applied Phycology*. 19: 393-399
- Ismal, W & Kadirman. 2008. Pengaruh jarak tanam pada budidaya rumput laut (*Euclima cottonii*) terhadap spesifikasi mutu karaginan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4: 242-249
- Kamlasi, Y. 2008. Kajian ekologis dan biologi untuk pengembangan budidaya rumput laut (*Euclima cottonii*) di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Kurniasti, D., 2016. Kualitas karaginan hasil ekstraksi dari rumput laut *Halymenia durvillaei* alami dan hasil budidaya menggunakan pelarut air panas dengan berbagai tingkatan suhu. Abstrak Thesis. Universitas Airlangga
- Nur, A., Ichsan, H. Syam & Patang. 2016. Pengaruh kualitas air terhadap produksi rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*). Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 2: 27-40
- Parenrengi, A., Rachmansyah & E. Suryati. 2011. Budidaya rumput laut penghasil karaginan (karaginofit). Edisi revisi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Parnata, A. 2010. Meningkatkan hasil panen dengan pupuk organik. Agromedia Pustaka. Jakarta. 146 hal.
- Pong-Masak, P.R., Parenrengi, A., Tjahronge, M., & Rusman. 2011. Protokol seleksi varietas bibit unggul rumput laut. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 27 hal
- Pong-masak, P.R., & Nelly H. Sarira. 2018. Penentuan jarak tanam optimal antar rumpun bibit pada metode vertikultur rumput laut. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada 20 (1): 23-30
- Pratiwi, D.A., Muslimin & Wiwin, K.P. Sari. 2016. Penentuan pola musim tanam optimal rumput laut *Eucheuma striatum* di Perairan Kabupaten Pohuwato, Gorontalo. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Balitbang Kementerian Kelautan dan Perikanan. Hal: 431-438.
- Prihaningrum, A., M. Meiyana & Evalawati. 2001. Biologi rumput laut; Teknologi budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*). Petunjuk Teknis. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Laut. Lampung. 66 hal.
- Radiarta, I.N., Erlania & J. Haryadi. 2016. Analisis kesesuaian dan daya dukung perairan untuk pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Simeulue, Aceh. Jurnal Segara 14 (1): 11-22
- Rahman, 2010. Pengaruh jarak tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan metode lepas dasar. Aquahayati. 75 (2): 57-64
- Robledo, D & Y. Freile-Pelegrin. 2010. Prospects for the cultivation of economically important carrageenophytes in Southeast Mexico. J Appl Phycol DOI 10.1007. Springer.
- Samsyuddin, N., Lahming & M.W. Caronge. 2015. Analisis Kesukaan terhadap karakteristik olahan nugget yang disubstitusi dengan rumput laut dan tepung sagu. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. 1: 1-11
- Sudjiharno. 2001. Teknologi Budidaya Rumput Laut. Balai Budidaya Laut. Lampung. 35-46 hal.
- Widiastuti, I.M. 2011. Produksi *Gracilaria verrucosa* yang dibudidayakan di tambak dengan berat bibit dan jarak tanam yang berbeda. Jurnal Agrisains. 12 (1): 57-62