Pengaruh Kerapatan Bibit Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss) Di Tambak Budidaya Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan

Oleh:

Patahiruddin¹, Retno Peni Sancayaningsih²

1) Pascasarjana Fakultas Biologi UGM Yogyakarta

2) Fakultas Biologi UGM Yogyakarta

Intisari

Rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) merupakan salah satu jenis alga merah (*Rhodophyta*) yang banyak dibudidayakan di tambak dan menjadi bahan dasar penghasil agar. Agar digunakan sebagai pengental yang larut dalam air dan pengemulsi dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, kertas, tekstil, minyak bumi, dan bioteknologi. Produksi rumput laut *G. verrucosa* di tambak dapat mencapai hasil minimal satu ton kering per hektar setiap periode. Tingginya permintaan komoditas rumput laut untuk industri, memberikan keuntungan terhadap budidaya rumput laut. Harga tinggi, bibit mudah diperoleh dan masa panen yang singkat menjadikan *G. verrucosa* sebagai salah satu komoditas unggulan di sektor perikanan. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Desember 2014 sampai 30 Januari 2015, bertujuan untuk menganalisa pertumbuhan *G. verrucosa* berdasarkan kerapatan bibit dan kondisi ekologis tambak budidaya di Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. Pengambilan sampel dan pengukuran parameter lingkungan (salinitas, suhu, pH (air dan tanah), oksigen terlarut (DO), intensitas cahaya, nitrat dan fosfat (air dan tanah)) dilakukan setiap 10 hari, dan pengamatan dilakukan sebanyak empat kali. Petak percobaan berupa plot segi empat 2m x 4m. *G. verrucosa* ditanam dengan metode lepas dasar dengan tiga variasi kerapatan: 150gr/m², 250 gr/m² dan 350 gr/m². Data dianalisis dengan analysis of variance (ANOVA) kemudian perlakuan dan biomassa dikorelasikan dengan program SPSS rel.17.0. Hasil penelitian di area Suli dan Lare-Lare menunjukkan bahwa laju pertumbuhan biomassa tertinggi terjadi pada padat penebaran 150 gr/m² sebanyak 3,7 % dan 2,5 % berat kering per hari. Kondisi ekologis tambak budidaya yang memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan biomassa rumput laut *G. verrucosa* adalah fosfat dan pH di substrat.

Kata kunci : Alga merah, kandungan agar, kondisi ekologis, plot segiempat, metode lepas dasar.

PENDAHULUAN

Rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya (Anggadiredja dkk., 2006). Rumput laut di Indonesia sedikitnya terdapat 670 jenis, namun hanya ada dua kelompok (*genus*) yang dibudidayakan secara luas yakni *Gracilaria* sp. dan *Eucheuma* sp (Ask and Asanza, 2002). Rumput laut merupakan bahan dasar

penghasil agar, alginat dan karagenan sehingga sangat laku dipasaran baik dalam negeri maupun luar negeri (Alamsjah dkk., 2010). Agar digunakan di seluruh dunia sebagai pengental dan pengemulsi dalam industri makanan, obat-obatan, kosmetik, kertas, tekstil, minyak bumi, dan bioteknologi (Glicksman, 1986). Budidaya *G. verrucosa* merupakan kegiatan budidaya tambak yang populer karena kemampuannya untuk beradaptasi terhadap berbagai kondisi ekologi di tambak, tingkat produksi yang lebih tinggi, dan kualitas gel yang lebih baik (Doty, 1986). Produksi *G. verrucosa* dari tambak dapat mencapai minimal satu ton kering/ha/periode tanam (4-6 minggu) (Alamsjah dkk., 2010).

Faktor utama dalam pencapaian jumlah produksi yang banyak adalah penentuan bibit persatuan luas dan kondisi ekologis tambak. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Faktor-faktor tersebut berupa faktor eksternal atau lingkungan dan faktor internal yang berpengaruh antara lain jenis, galur, ukuran *thallus* dan umur dari *G. verrucosa* terutama di perairan tambak. Dalam pengembangan budidaya *G. verrucosa*, faktor-faktor ekologis dasar yang berkaitan dengan pertumbuhan maupun kehidupannya perlu diketahui. Hasil penelitian Hendrajat dkk. (2010) menunjukkan bahwa produksi rumput laut dengan bobot awal 1 ton/petak (5000m²), produksi biomassa naik menjadi 4,5 ton/petak dengan laju pertumbuhan harian 2,3% dengan lingkungan perairan yang tenang pada substrat berlumpur, kisaran salinitas antara 15- 30ppt dan pH 6,5-9,0.

Kerapatan bibit *G. verrucosa* (biomassa) penting untuk diteliti guna membuktikan pendapat yang menyatakan bahwa kerapatan penyebaran bibit *G. verrucosa* akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan peningkatan produksi. Sulistijo dan Atmadja (1977) menyatakan bahwa bibit awal yang lebih sedikit (1 ton/ha) memberikan pertumbuhan yang lebih cepat, sedangkan Wu *et al* (1984) menyatakan bahwa kerapatan bibit yang tinggi (5-10 ton/ha) akan meningkatkan produksi *G. verrucosa*. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kerapatan bibit yang baik dan faktor ekologis tambak yang berpengaruh terhadap pertumbuhan maksimal *G. verrucosa*

METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan di tambak budidaya *G. verrucosa* di Desa Suli Kecamatan Suli (area A) dan Desa Lare-Lare Kecamatan Ponrang Selatan (area B) Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 20 Oktober 2014 sampai 30 April 2015. Penelitian ini menggunakan 6 petak tambak budidaya dan organisme yang digunakan adalah *G. verrucosa*.

Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Luwu (sumber peta: loketpeta.pu.go.id)

Persiapan tambak yang dilakukan meliputi perbaikan pematang, pintu air dan saringan jangan sampai ada yang bocor. Pengolahan tanah dasar tambak dan pemberantasan hama perairan dari hewan-hewan predator tidak dilakukan dengan asumsi bahwa petakan tambak budidaya *G. verrucosa* masih layak untuk melakukan kegiatan budidaya lanjutan. Tahap selanjutnya adalah pembuatan plot dengan ukuran 2 m x 4 m dengan sub plot 1 m x 2 m. Sebagai perlakuan adalah kerapatan bibit (biomassa), yaitu: 150gr/m², 250gr/m² dan 350gr/m². Pengamatan terhadap pertumbuhan *G. verrucosa* dilakukan empat kali selama satu periode budidaya (40 hari). Parameter yang menjadi pengamatan, yaitu: berat biomassa kering *G. verrucosa*, kandungan klorofil, salinitas, suhu air, pH air, pH tanah, oksigen terlarut (DO), intensitas cahaya, nitrat dan fosfat air, nitrat dan fosfat substrat, dan kandungan agar. Data parameter ekologis dianalisis secara deskriptif sedangkan data pertumbuhan dan kandungan klorofil dianalisis dengan analysis of variance (ANOVA) menggunakan program SPSS rel.17.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tambak yang dipergunakan dengan luas rerata 0,5 ha, kedalaman air rerata 70 cm. Tambak di Desa Suli dan Desa Lare-Lare berada dikawasan pesisir. Batas antara laut dengan kawasan pertambakan yaitu hutan mangrove. Jenis tanah yang berada dikawasan tersebut sulfat masam berdasarkan informasi DKP Sul-Sel (2008). Batas pemukiman penduduk dengan kawasan pertambakan di Desa Suli yang menjadi lokasi penelitian adalah kawasan persawahan, sedangkan di Desa Lare-Lare, kawasan persawahan dengan lokasi penelitian dibatasi oleh pemukiman penduduk. Tambak berada di daerah pasang surut dengan ketinggian air pasang surut berkisar antara 1,5m-2m. Persediaan sumber air tawar di dua

kawasan pertambakan cukup tersedia karena kawasan tambak berada muara sungai.

Pertumbuhan

Hasil anova perlakuan kerapatan bibit terhadap pertumbuhan biomassa *G. verrucosa* di di area Suli menunjukkan hubungan yang nyata pada taraf 5% (sig.0,016). Signifikan jika nilai $p < 0,05$ (Ghomez dan Ghomez, 2010). Berikut disajikan Tabel biomassa kering rumput laut *G. verrucosa*.

Tabel 1. Data hasil pengukuran biomassa kering *G. verrucosa*

Area Suli

Perlakuan	Pengamatan Hari Ke-	Rataan Bobot kering (gram)	Standar Deviasi
150gr/m ²	10	10,43 ^a	± 0,343
	20	15,64 ^{ab}	± 0,498
	30	21,32 ^{ab}	± 0,372
	40	26,04 ^c	± 0,125
250gr/m ²	10	16,64 ^a	± 0,701
	20	22,42 ^{ab}	± 0,262
	30	24,80 ^b	± 0,352
	40	31,66 ^c	± 0,543
350gr/m ²	10	24,98 ^b	± 0,724
	20	28,01 ^{bc}	± 0,507
	30	30,85 ^{bc}	± 0,596
	40	33,20 ^c	± 0,274

Area Lare-Lare

Perlakuan	Pengamatan Hari Ke-	Rataan Bobot Kering (gram)	Standar Deviasi
150gr/m ²	10	11,95 ^a	± 0,324
	20	13,47 ^a	± 0,467
	30	15,06 ^a	± 0,118
	40	14,62 ^a	± 1,130
250gr/m ²	10	18,44 ^a	± 0,530
	20	18,50 ^a	± 0,099
	30	20,98 ^a	± 0,256
	40	20,51 ^a	± 1,143
350gr/m ²	10	23,16 ^a	± 0,420
	20	23,73 ^a	± 0,412
	30	25,80 ^a	± 0,171
	40	20,95 ^a	± 1,004

Berikut pola laju pertumbuhan biomassa *G. verrucosa* di area Suli dapat di lihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan *G. verrucosa* area Suli

Laju pertumbuhan terendah terjadi pada pengamatan pertama hari ke-10 pada kerapatan bibit 150 gr/m², rerata pertumbuhan menjadi 10,43± 0,343 gr dengan laju pertumbuhan harian 2,90 % dari kontrol 8,56 gr, mengalami penambahan berat 1,87 gr. Rendahnya laju pertumbuhan pada awal pengamatan karena *G. verrucosa* masih melakukan proses adaptasi terhadap kondisi lingkungan tambak budidaya. Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan rumput laut, yaitu: kondisi substrat perairan, metode budidaya, suhu, arus, salinitas, kecerahan, penyediaan bibit, penanaman bibit, perawatan selama pemeliharaan, hama dan penyakit (Anggadiredja, 2006).

Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada pengamatan keempat hari ke-40 pada kerapatan bibit 250 gr/m². Rerata pertumbuhan menjadi 31,66±0,543 gr dengan laju pertumbuhan harian 4,23 % dari pengamatan hari ke-30, mengalami penambahan berat 6,86 gr. Tingginya laju pertumbuhan pada akhir pengamatan karena *G. verrucosa* telah mencapai pertumbuhan optimum yang didukung oleh persediaan hara substrat yang tinggi. Perkembangan populasi, ditandai dengan peningkatan kerapatan populasi diakhir penelitian akan dipengaruhi oleh laju sintasan dan reproduksi (Shinozaki and Kira, 1956). Brower *et al* (1990) menjelaskan bahwa populasi baik hewan maupun tumbuhan proporsi individu yang muda dan tua selalu berubah dalam unit waktu tertentu.

Hasil penelitian di area Lare-Lare menunjukkan bahwa perbedaan kerapatan bibit *G. verrucosa* terhadap pertumbuhan tidak memberikan hubungan yang nyata ($p > 0,05$). Berikut pola laju pertumbuhan biomassa kering *G. verrucosa* di area Lare-Lare dapat di lihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan *G. verrucosa* area Lare-Lare

Laju pertumbuhan terendah terjadi pada pengamatan keempat hari ke-40 pada kerapatan bibit 350 gr/m². Hasil pengamatan rerata pertumbuhan pada kerapatan 350 gr/m² menjadi 20,95±1,004 gr dengan laju pertumbuhan harian (- 3,88 %) dari pengamatan hari ke-30, mengalami penurunan berat (4,85 gr). Rendahnya laju pertumbuhan pada pengamatan hari ke-40 disebabkan rendahnya pH pada substrat. Menurut Soesono (1989) dalam Alifatri (2012), pengaruh pH bagi pertumbuhan *G. verrucosa* sangat besar dan penting karena kisaran pH yang kurang dari 6,5 akan menekan laju pertumbuhan bahkan tingkat keasamannya dapat mematikan dan tidak ada laju reproduksi

Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada pengamatan pertama hari ke-10 dengan kerapatan bibit 250 gr/m², rerata pertumbuhan 18,44±0,530 gr dengan laju pertumbuhan harian 3,67 % dari kontrol, mengalami penambahan berat 3,93 gr. Kuat dugaan bahwa laju pertumbuhan *G. verrucosa* pada awal musim tanam cukup tinggi karena *G. verrucosa* menyerap nutrisi berupa fosfat dan nitrat cukup tinggi. Hasil penelitian Gordillo *et al.* (2002) menunjukkan bahwa laju penyerapan fosfat dan nitrat berkesesuaian dan memiliki korelasi positif dengan peningkatan laju pertumbuhan. Pertumbuhan dan biomassa dapat tercapai dengan baik bila rumput laut tercukupi oleh kedua unsur tersebut (Buschmann *et al.*, 2004; Martines and Rico, 2004).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan bibit awal 150 gr/m² di area Suli dan Lare-Lare, memberikan total rerata laju pertumbuhan harian yang lebih baik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka pertumbuhan terbaik untuk *G. verrucosa* adalah kerapatan bibit rendah (150 gr/m²). Hasil penelitian sesuai dengan pernyataan Sulistijo dan Atmadja (1977), bibit awal yang lebih sedikit memberikan pertumbuhan yang lebih cepat.

Klorofil adalah zat pembawa hijau daun pada tumbuhan (Carter, 1996 dalam Alamsjah, 2010). Pada algae merah, pigmen-pigmen dalam kloroplasnya terdiri atas; klorofil, fikobilin (fikoeritrin, fikosianin dan allofikosianin) dan karotenoid (karoten dan xantofil) (Luning, 1990). Klorofil a merupakan pigmen fotosintetik utama pada tumbuhan tingkat tinggi maupun alga (Gross, 1991). Sedangkan karotenoid merupakan pigmen tambahan yang berfungsi menangkap energi

cahaya pada panjang gelombang yang tidak dapat ditangkap klorofil untuk ditransfer ke klorofil, kemudian digunakan dalam proses fotosintesis (Schubert et al., 2006). Hasil uji anova klorofil terhadap biomassa *G. verrucosa* di area Suli dan di area Lare-Lare menunjukkan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) tetapi nyata pada ($p > 0,1$) terhadap pertumbuhan. Platt (1981) menyatakan bahwa selain unsur hara dan cahaya, pertumbuhan *G. verrucosa* juga dipengaruhi oleh jumlah klorofil.

Faktor-Faktor Ekologis Tambak Budidaya

Pengukuran parameter ekologi di tambak budidaya *G. verrucosa* selama pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengukuran parameter ekologis tambak budidaya *G. verrucosa*

Parameter	Area	Satuan	Pengamatan Hari Ke-				Refrensi Pembanding
			10	20	30	40	
Salinitas	A	ppm	27	30	30	30	23-30
	B		27	30	30	27	(Alamsjah dkk, 2010)
Suhu	A	°C	33,8	32,7	34,2	33,1	26-33
	B		33,0	33,7	33,1	32,8	(Alifatri, 2012)
pH air	A	-	8,4	8,6	8,6	8,6	6-9
	B		6,6	6,8	6,8	6,8	(Zatnika, 1994)
pH tanah	A	-	7,7	7,8	7,8	7,8	6-9
	B		6,4	6,2	6,4	6,4	(Zatnika, 1994)
DO	A	ppm	6,08	5,05	4,52	4,22	3-8
	B		4,56	3,47	3,34	3,25	(Zatnika, 1994)
Intensitas Cahaya	A	lux	908	968	940	906	4750
	B		881	886	883	837	(Mustofa, 2013)
Nitrat air	A	ppm	0,080	0,079	0,115	0,087	0,9-3,50
	B		0,076	0,073	0,087	0,077	(Andarias, 1991)
Nitrat Substrat	A	mg/l	2,895	2,748	2,744	2,809	0,9-3,50
	B		2,428	2,504	2,374	2,179	(Andarias, 1991)
Fosfat Tersedia	A	mg/l	23,81	22,71	21,80	20,93	0,018-17,80
	B		19,23	19,21	18,55	17,71	(Patadjai, 2007)
Fosfat total	A	mg/l	39,57	32,96	30,59	29,18	0,018-17,80
	B		27,25	24,52	23,00	21,46	(Patadjai, 2007)

Hasil pengukuran salinitas di area Suli dan area Lare-Lare, yaitu 27- 30 ppm, hal ini sesuai pendapat Chen (1994) dalam Alamsjah., (2010) menyatakan bahwa salinitas yang baik untuk pertumbuhan *G. verrucosa* berkisar antara 23 – 30 ppm dan yang optimum adalah berkisar antara 27–30 ppm. Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa kisaran suhu selama penelitian di area Suli, yaitu 32,7-34,2°C, sedangkan kisaran suhu di area Lare-Lare, yaitu 32,8-33,7°C. Suhu selama penelitian cukup tinggi tetapi masih layak untuk pertumbuhan *G. verrucosa*. Menurut Afrianto dan Liviawaty (1993) dalam Alifatri (2012), rumput laut tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan yang memiliki kisaran suhu 26-33 °C. Data hasil pengukuran Derajat keasaman (pH) air di area

Suli, yaitu 8,4-8,6 dan di area Lare-Lare, yaitu 6,6-6,8. Data hasil pengukuran pH tanah di area Suli, yaitu 7,7-7,8 dan di area Lare-Lare, yaitu 6,2-6,4. Kondisi pH di area Suli dan area Lare-Lare relatif stabil dan berada pada kisaran normal dalam mendukung kehidupan dan pertumbuhan rumput laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zatnika (2009) dalam Alifatri (2012), hampir seluruh alga mempunyai kisaran daya penyesuaian terhadap pH antara 6-9.

Oksigen terlarut (DO) berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan dan dibutuhkan oleh organisme untuk mengoksidasi zat hara yang masuk ke dalam tubuhnya (Nybakken, 1988). Hasil pengukuran DO di area Suli, yaitu 4,22-6,08 ppm dan di area Lare-Lare, yaitu 3,25-4,56 ppm. Tijssen *et al.* (1990) menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman. Hasil penelitian sesuai pendapat Zatnika (2009), kondisi oksigen terlarut yang optimal dibutuhkan *G.verrucosa* berkisar antara 3-8 ppm. Hasil pengukuran intensitas cahaya di area Suli, berkisar antara 906-968 lux dan intensitas cahaya di area Lare-Lare berkisar antara 837-883 lux. Intensitas cahaya di kedua area penelitian layak untuk kegiatan budidaya, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dawes (1998) dalam Mustofa (2013), pertumbuhan beberapa *algae* mempunyai toleransi tertentu terhadap intensitas cahaya, pertumbuhan *Gracilaria* sp memerlukan intensitas cahaya yang relatif tinggi, intensitas cahaya yang maksimum untuk pertumbuhan *Gracilaria* sp adalah 4750 lux.

Hasil pengukuran kadar nitrat air di area Suli, yaitu 0,079-0,115 ppm dan di area Lare-Lare, yaitu 0,073-0,087 ppm. Konsentrasi nitrat air yang diperoleh selama penelitian di area Suli, dan area Lare-Lare cukup stabil tetapi konsentrasinya lebih rendah bila di dibandingkan dengan pernyataan Andarias (1992), kisaran nitrat yang layak untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,9-3,5 ppm. Konsentrasi rendah tidak memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan. Hasil pengukuran kadar nitrat substrat di area Suli, yaitu 2,744-2,895 mg/l dan di area Lare-Lare, yaitu 2,179-2,504 mg/l. Konsentrasi tersebut layak untuk melakukan kegiatan budidaya. Penyerapan nitrat beberapa jenis alga memiliki perbedaan, dimana ada jenis alga yang cenderung lebih dahulu menggunakan nitrat dan adapula yang lebih dahulu menggunakan ammonium (Roymont, 1980 dalam Patadjai, 2007).

Hasil pengukuran kandungan kadar fosfat tersedia substrat tambak di area Suli, yaitu 20,93-23,81 mg/l dan kadar fosfat tersedia substrat tambak di area Lare-Lare, yaitu 17,71-19,23 mg/l. Hasil pengukuran kandungan kadar fosfat total substrat tambak di area Suli, yaitu 29,18-39,57 mg/l dan kadar fosfat total substrat tambak di area Lare-Lare, yaitu 21,46-27,25 mg/l. Konsentrasi fosfat yang tinggi di substrat tambak ternyata menjadi penyuplai kebutuhan fosfat untuk pertumbuhan *G.verrucosa*, hal tersebut terlihat dari menurunnya tingkat kadar fosfat substrat setiap pengamatan. Andarias (1992) menyatakan bahwa kisaran fosfat yang baik untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,09-1,80 mg/l. Batas terendah konsentrasi fosfat untuk pertumbuhan optimum alga berkisar antara 0,018-0,09 ppm dan batas tertinggi berkisar antara 8,90-17,8 ppm apabila nitrogen dalam bentuk nitrat, bila nitrogen dalam bentuk ammonium batas tertinggi

berkisar pada 1,78 ppm (Andarian, 1991 *dalam* Patadjai, 2007). Rumput laut memiliki efisiensi penyerapan N 32% dan P 19% (Chandrkrachang *et al.*, 1991).

Perbedaan laju pertumbuhan *G. verrucosa* pada dua area berbeda, selain disebabkan oleh kerapatan bibit, juga disebabkan oleh faktor ekologis tambak budidaya terutama nutrient di substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kadar nitrat dan fosfat di substrat tambak budidaya mengalami penurunan konsentrasi setiap waktu pengamatan. Dugaan semakin kuat ketika hasil pengukuran kadar nitrat air yang rendah dan fosfat air yang tidak terdeteksi tetapi laju pertumbuhan harian *G. verrucosa* di area Suli, tetap tinggi. Berdasarkan hal tersebut, maka faktor ekologis tambak budidaya yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan adalah nutrien di substrat terutama fosfat. Menurut Glenn and Doty (1990), selain suhu, tingkat penyinaran, dan derajat pergerakan air yang tinggi, produktivitas rumput laut secara langsung sangat tergantung pada ketersediaan nutrien perairan. Laju penyerapan nutrien rumput laut bervariasi tidak hanya antar spesies tetapi juga antara lokasi dimana rumput laut tersebut hidup (Tomokazu *et al.*, 2004).

Simpulan

Hasil analisis regresi-korelasi kerapatan bibit (biomassa) *G. verrucosa* dengan pertumbuhan di area Suli menunjukkan hubungan yang signifikan pada taraf 5% artinya terdapat pengaruh nyata kerapatan bibit terhadap pertumbuhan, sedangkan di area Lare-Lare, pengaruhnya tidak signifikan pada taraf 5%, dan kerapatan bibit terbaik untuk pertumbuhan *G. verrucosa* di area Suli dan area Lare-Lare adalah 150 gr/m².

Kondisi ekologis tambak yang memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *G. verrucosa* adalah fosfat dan pH di substrat.

Daftar Acuan

- Alamsjah, M.A., N.O Ayuningtiaz., dan S. Subekti. 2010. Pengaruh lama penyinaran terhadap pertumbuhan dan klorofil *a* *Gracilaria verrucosa* pada sistem budidaya indoor. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 2 No. 1: 21-30
- Alifatri, L. 2012. Laju pertumbuhan dan kandungan agar *Gracilaria verrucosa* dengan perlakuan bobot bibit terhadap jarak tanam di tambak balai layanan usaha produksi perikanan budidaya Karawang. Jawa Barat. Skripsi. IPB. Bogor.
- Andarias, I. 1991. Pengaruh takaran Urea dan TSP terhadap produksi bobot kering klekap. Disertasi Doktor (tidak dipublikasikan). Program Pascasarjana Institut Pertanian. Bogor.
- Anggadiredja, J.T., Zatnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S. 2006. Rumput laut; pembudidayaan, pengolahan dan pemasaran komoditas perikanan potensial. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Armisen, R., and Galatas, F. 1987. *Production, properties and uses of agar. From: Production and Utilisation of Products from Commercial Seaweeds.* FAO Fisheries Technical Paper 288. FAO. Rome. 1-57

- Ask, E.I., and R.V. Asanza. 2002. Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestions for future research. *Aquaculture* 206: 257-277
- Brower, J.E., Zar, J.H., and von Ende, C.N. 1990. *Field and laboratory methods for general ecology*. Third edition. America: Wm.C. Brown Publishers.
- Buschmann, A.H., D. Varela., M. Cifuentes., M.C. Hernandez-Gonzalez., L. Henriquez., R. Westermeier., and J.A. Correa. 2004. Experimental indoor cultivation of the carrageenophytic red algae *Gigartina skottsbergii*. *Aquaculture* 241: 357-370
- Chandrkrachang, S., C.J. Chinadit., P.C. Chandayot., and T. Supasiri. 1991. Profitable spin-offs from shrimp Seaweed polyculture. *Infofish International* No. 6: 26-28
- Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Selatan, 2008. Faktor pengelolaan yang berpengaruh terhadap produksi rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) di tambak tanah sulfat masam (studi kasus di kabupaten luwu, provinsi sulawesi selatan. <http://ikanmania.wordpress.com>. Di akses tanggal 20 November 2014.
- Doty, M.S. 1986. Estimating farmer returns from producing *Gracilaria* and *Eucheuma* on line farms. *Monografias Biological* 4: 45-62
- Gordillo, F.J.L., M.J. Dring., and G. Savidge. 2002. Nitrate and phosphate uptake characteristics of three species of brown algae cultured at low salinity. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 234: 111-118
- Glicksman, M. 1986. *Utilisation of seaweed in hydrocolloids in the food industry*. 12th International Seaweed Symposium edited by M.A. Ragan and C.J. Baird. Netherlands. 31-47.
- Gross, J. 1991. *Pigments in vegetables. Chlorophylls and carotenoids*. An avi Book. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Hendrajat, E.A., B. Pantjara., dan Mangampa, M. 2010. Polikultur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*). Prosiding forum inovasi teknologi akuakultur. Hal. 145-150
- Kira, T., H. Ogawa., and N. Sakazaki. 1953. Intraspecific competition among higher plants. I. Competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed populations. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University* 4: 1-16
- Luning, K. 1990. *Seaweeds Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*. John Wiley & Sons. New York. p. 328
- Martinez, B., and J.M. Rico. 2004. Inorganic nitrogen and phosphorous uptake kinetics in *Palmaria palmata* (Rhodophyta). *Journal of Phycology* 40: 642-650
- Mustofa. 2013. Efek spektrum cahaya terhadap pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Jember. 79 hal.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi laut, suatu pendekatan ekologi. Terjemahan. Gramedia Jakarta. 459 hal.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-dasar ekologi. Edisi ketiga. Terjemahan. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.

- Patadjai, R.S. 2007. Pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty pada berbagai habitat budidaya yang berbeda. Disertasi. Program Pascasarjana UNHAS. Makassar.
- Platt, T. 1981. *Physiological bases of phytoplankton ecology*. Canadian bulletin of fisheries and aquatic science. Ottawa-Canada.
- Shinozaki, K., and Kira, T. 1956. Intraspecific competition among higher plants. VII Logistic theory of the C-D effect. *Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University* 12: 69-82
- Sulistijo dan Atmadja WS. 1977. Usaha pemanfaatan bibit stek alga laut *Eucheuma spinosum* (L) J. Agardh di Pulau-pulau Seribu untuk dibudidayakan. Jakarta. LON LIPI. hlm 43-44
- Tijssen, S.B., M. Mulder and F.J. Wetsteyn. 1990. Production and Consumption Rates of Oxygen, and Vertical Oxygen Structure in the upper 300 m in the eastern Banda Sea During and After the Upwelling Season, August 1984 and February/ March 1985. –Proc. Snellius-II Symp., *Neth. J. Sea Res.* 25: 485 - 499
- Trono, G.C. 1986. *Seaweed culture in the Asia-Pacific Region RAPA Publication*. Regional Office for Asia and the Pacific. FAO of the United Nations, Bangkok. Thailand. 41 pp.
- Wu, C., L. Renzhi., L. Guangheng., W. Zhongcun., D. Liangfeng., Z. Jingpur., and H. Xiaohang. 1984. Utilization of ammonium-nitrogen by *Prophyra yezoensis* and *Gracilaria verrucosa*. *Hydrobiologia* 116/1 17: 475-477
- Tomokazu, N., Y. Kosuke., D. Aki., and W. Yoso. 2004. *Nitrate and phosphate uptake rates of Sargassum patens and Sargassum siliquastrum*. Kyoto Furitsu Kaiyo Senta Kenkyu Hokoku, vol. 26. Japan. Page 21-29.
- Zatnika, A. 1994. Teknologi budidaya rumput laut. Makalah pada seminar pekan akuakultur V. Tim rumput laut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Jakarta.

Yogyakarta, 22 Juni 2015
 Pembimbing Utama

Dr. Retno Peni Sancayaningsih, M.Sc