Suksesi Tingkat Penempelan *Biofouling* pada Rumput Laut (*Eucheuma denticulatum*) yang Dipelihara dengan Metode Rakit Jaring Apung dan Long Line di Perairan Tanjung Tiram, Kabupaten Konawe Selatan

Stickness Succession Level of *Biofouling* on seaweeds (*Eucheuma denticulatum*) which protected using Floating Cages and Long Line on the Water of Tanjung Tiram, South Konawe Regency

Isman Septian Ismail^{1)2*)}, Ma'ruf Kasim³⁾, Rahmad Sofyan Patadjai³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Ilmu Perikanan Program Pascasarjana Univ. Halu Oleo, Kendari, Indonesia

²⁾ Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Kendari, Indonesia

³⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

Corresponding authors ^{*)}: Isman_septian@yahoo.com, ³⁾marufkasim@hotmail.com, ³⁾yb8khr_unhalu@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of the problem faced by seaweed cultivation is stickness of *biofouling* on thallus and substrate that become a competitor of seaweed growth. This study was aimed at finding out types of *biofouling* that's sticks on substrate and seaweed and its influence to seaweed growth. This research was conducted from December 2016 to February 2017 on the water of Tanjung Tiram, South Konawe Regency. The research process was carried out by placing 100 *thallus* of seaweed were cultivated using Floating Cages and Long Line then observed in term of *biofouling* stickness succession on the *thallus* and substrate for 7 weeks. *Biofouling* was observed on substrate using 10x10 cm² transects placed randomly in five points, while on *thallus* observed using 1x1 cm² transects with using loop. The types of *biofouling* were 21 species, among others, *Hypnea asperi*, *Caetomorpha crassa*, *Cladophora* sp., *acanthopora spicifera*, *Ulva fasciata*, *Udotea flabellum*, *Laurencia nidifica*, *polysiphonia* sp., *Gracilaria Salicornia*, *Elachista flaccida*, *Padina Australis*, *Dictyota dichotoma*, *agelas clathrodes*, *Diddemnum molle*, *Patella vulgata*, *Nucella lapillus*, *Turbo brunneus*, *Mytilopsis sallei*, *Brachidontes maritimus*, *Hemigrapsus crenulatus* and *unidentified molusca*.

Keywords : Succession, biofouling, floating cage, long line

ABSTRAK

Salah satu permasalahan dalam kegiatan budidaya rumput laut adalah penempelan *biofouling* pada *thallus* maupun substrat yang menjadi kompetitor sehingga menyebabkan terganggunya pertumbuhan rumput laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis *biofouling* yang menempel pada substrat dan rumput laut serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan rumput laut. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2016 – Februari 2017 di perairan Tanjung Tiram, Kabupaten Konawe Selatan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 100 *thallus* rumput laut yang dibudidayakan pada rakit jaring apung dan Long Line selama 7 minggu. Pengamatan *Biofouling* pada substrat dilakukan dengan menggunakan transek 10 x 10 cm² yang diletakkan secara acak pada lima (5) titik, sedangkan pada *thallus* dilakukan dengan menggunakan transek 1x1 cm² dengan bantuan loop. Adapun jenis *Biofouling* yang ditemukan sebanyak 21 spesies diantaranya *Hypnea asperi*, *Caetomorpha crassa*, *Cladophora* sp., *acanthopora spicifera*, *Ulva fasciata*, *Udotea flabellum*, *Laurencia nidifica*, *polysiphonia* sp., *Gracilaria Salicornia*, *Elachista flaccida*, *Padina Australis*, *Dictyota dichotoma*, *agelas clathrodes*, *Diddemnum molle*, *Patella vulgata*, *Nucella lapillus*, *Turbo brunneus*, *Mytilopsis sallei*, *Brachidontes maritimus*, *Hemigrapsus crenulatus* dan *unidentified moluska*.

Kata Kunci: Suksesi, *biofouling*, rakit jaring apung, long line

DOI: <http://dx.doi.org/10.33772/jsip.v1n2>.

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan alga laut yang hidup pada perairan yang dangkal (mendominasi lingkungan benthik). Rumput laut menjadi sumber makanan utama dan juga sebagai habitat untuk berbagai organisme laut (Ahmed and Taparhudee, 2005; Athithan, 2014). Hingga saat ini, rumput laut telah dibudidayakan dan telah berkembang di banyak Negara seperti Jepang, Cina, Korea, Taiwan, Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand (Ask and Azanza, 2002; Onho, 2004; Kavale *et al.*, 2016).

Pada umumnya budidaya rumput laut menggunakan metode *long line* (Ask and Azanza, 2002). Metode *long line* merupakan suatu metode budidaya yang tidak berbasis substrat dasar perairan sehingga memungkinkan rumput laut terbebas dari hama bulu babi akan tetapi sangat rentan terhadap penempelan dari *biofouling* dan pemangsaan organisme herbivora (Soegiarto, 2005). Aktivitas pemangsaan oleh organisme herbivora dapat menurunkan total produksi rumput laut hingga mencapai 60% (Kasim and Asnani, 2012).

Saat ini telah dikembangkan metode budidaya yang dapat memproteksi rumput laut dari organisme herbivora yaitu metode rakit jaring apung. Metode rakit jaring apung merupakan metode budidaya dengan cara menyimpan rumput laut di dalamnya tanpa mengikatnya dengan demikian dapat terlindung dari organisme herbivora (Kasim, 2016). Metode rakit jaring apung dapat melindungi rumput laut dari pemangsaan organisme herbivora akan tetapi dapat menyebabkan penempelan dari *biofouling* karena adanya jaring yang dapat menjadi media penempelan *biofouling*.

Biofouling merupakan hasil dari penempelan dan pertumbuhan berbagai kumpulan tumbuhan dan hewan (Evans & Hoaglands, 1986; Railkin, 2004). Kehadiran *Biofouling* dapat memberikan efek negatif bagi pertumbuhan rumput laut maupun substrat metode budidaya. *Biofouling* dapat menjadi kompetitor bagi organisme dalam pemenuhan zat hara (Sievers *et al.*, 2013) dan menghalangi rumput laut dalam menyerap sinar matahari dan dapat mempengaruhi daya tahan *thallus* rumput laut terhadap penyakit sehingga pertumbuhan *thallus* rumput laut menjadi kerdil dan kurus dan laju pertumbuhan akan rendah (Murniati., *dkk.*, 2015), sedangkan penempelan *Biofouling* pada substrat

dapat menyebabkan penambahan bobot pada konstruksi budidaya serta menghambat sirkulasi air dalam rakit (Tan *et al.*, 2002; Braithwaite & McEvoy, 2005; Lacoste *et al.*, 2014).

Kegiatan budidaya rumput laut merupakan kegiatan yang menjadi mata pencaharian untuk masyarakat yang hidup di wilayah pesisir khususnya di perairan Tanjung Tiram. Dalam pelaksanaan budidaya rumput laut sering ditemui adanya *biofouling* yang sering kali menjadi penghambat pertumbuhan dari rumput laut yang dibudidaya sehingga dapat mempengaruhi daya tahan rumput laut tersebut terhadap penyakit. Penelitian tentang metode rakit apung untuk budidaya masih tergolong baru untuk penerapannya bila dibandingkan dengan metode rawai (*long line*) yang selama ini umumnya digunakan oleh pembudidaya. Penelitian ini sangat perlu dilakukan untuk menghadapi beberapa permasalahan yang dihadapi oleh petani rumput laut terhadap penempelan *biofouling* dalam kegiatan budidaya rumput laut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui mengetahui jenis-jenis *biofouling* yang menempel pada rumput laut serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan rumput laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada areal budidaya rumput laut Perairan Tanjung Tiram, Kabupaten Konawe Selatan yang dilaksanakan pada bulan Desember 2016- Februari 2017. Rakit jaring Apung terletak pada posisi 04°01'57.0" LS dan 122°40'30.5" BT yang terletak diatas habitat karang dengan substrat pasir berbatu. *Long line* terletak pada posisi 04°01'57.1" LS dan 122°46'26.5" BT dengan substrat pasir berbatu yang didominasi karang mati.

Penelitian Lapangan

Pengamatan suksesi penempelan dilakukan dengan menggunakan rakit jaring apung dan *long line*. Berat awal masing-masing rumput laut adalah sebesar 20 g per rumpun dimana masing-masing petak rakit jaring apung diisi sebanyak masing-masing 25 rumpun. Pada *long line* jumlah rumput laut yang diikat setiap bentangan sebanyak 25 rumpun dengan total 4 bentangan.

Pengamatan *biofouling* dilakukan selama 7 minggu dalam rentang waktu 1 minggu dengan pengambilan mulai hari ke-0 penanaman rumput laut hingga hari ke-7 pengambilan pertama. Untuk pengamatan *biofouling* pada *thallus* rumput laut dilakukan dengan cara mengambil masing-masing 3 rumpun pada setiap petak rakit jaring apung dan *long line* kemudian diamati menggunakan transek 1x1 cm² yang diamati dengan bantuan loop.

Pengamatan *biofouling* pada substrat dilakukan dengan cara menempatkan transek 10 x 10 cm² yang diletakkan secara acak pada lima (5) titik. *Biofouling* yang ditemui pada substrat dan *thallus* diidentifikasi jenis dan dihitung jumlah individu dari setiap spesiesnya. *Biofouling* jenis *C. crassa* yang tidak bisa dihitung, ditimbang dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 g.

Untuk mengetahui pengaruh kehadiran *biofouling*, setiap minggu penelitian dilakukan pula penimbangan *thallus* rumput laut baik yang dipelihara dengan rakit jaring apung maupun *long line*.

Identifikasi *Biofouling* dilakukan mengacu pada pedoman Trono (1986), Dawes (1981), Barret & Yonge (1985) dan identifikasi *online* yaitu www.algabase.com.

Biofouling yang ditemukan dihitung jumlahnya dan dianalisis kepadatannya menggunakan persamaan :

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Dimana: Di = Kepadatan jenis *biofouling* (ind/m³);
ni = Jumlah total individu spesies ke-i; A = Luas area (m³).

(a)

(b)

(c)

Gambar 1. (a) Peta Lokasi Penelitian; (b). Rakit Jaring Apung; (c). *Long line*

No	Kelas	Spesies	Thallus							Substrat						
			Minggu Ke -													
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Chlorophyta	<i>H. asperi</i>	-	-	-	-	-	-	-	700	1200	1900	2100	2300	2600	
2		<i>C. crassa</i>	-	-	500	-	1900	-	-	-	2700	6000	13300	15700	-	
3		<i>Cladophora</i> sp.	-	-	200	400	-	-	-	1100	500	700	800	1400	2600	2900
4	Rhodophyta	<i>A. spicifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	3100	1900	1600	1900	2100	2600	
5		<i>U. fasciata</i>	-	-	-	-	-	300	600	-	-	-	-	400	900	
6		<i>U. flabellum</i>	-	-	-	200	-	-	-	-	-	200	-	-	-	
7		<i>L. nidifica</i>	-	-	-	-	-	-	-	700	2300	3100	3500	3700	4100	4700
8		<i>Polysiphonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1900	3600	2700	3100	4500	4900
9	Phacophyta	<i>G. Salicornia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	600	900	1400	
10		<i>E. flaccida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1300	1900	2100	2900	3400	4100
11		<i>P. Australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1800	3400	4100	4700	4100	3500	2200
12	Sponge	<i>D. dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	700	1300	1600	2100	
13		<i>A. clathroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14		<i>D. molle</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	Tunicata	<i>P. vulgata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1200	3200	3900	4600	6100	6300	
16	Gastropoda	<i>N. lapilus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	600	1100	
17		<i>T.brunneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	300	900	1400	1500	1300	1800
18		<i>M. sallei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	600	1100	1500
19	Bivalvia	<i>B. maritimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	300	500	900	
20	Crustacea	<i>H. crenulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	200	-	100	200	300	200	
21	Moluska	<i>Unidentified spesies</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	
Total (Ind/m ²)			0	0	700	1700	1900	300	600	3600	17600	26600	37500	44200	35300	40400
Total Keseluruhan (Ind/m ²)			5200							205200						

Tabel 2. Kepadatan *Biofouling* pada *Long line*

No	Kelas	Spesies	Thallus							Tali						
			Minggu Ke													
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Chlorophyta	<i>H. asperi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2		<i>C. crassa</i>	300	500	-	400	600	-	-	800	1200	1900	2100	2600	-	-
3		<i>Cladophora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4		<i>A.spicifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		<i>U. fasciata</i>	-	-	-	-	-	300	200	-	-	-	-	-	-	500
6		<i>U. flabellum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Rhodophyta	<i>L. nidifica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8		<i>Polysiphonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	200	500	900	1200	1600	1900
9		<i>G. Salicornia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Phaeophyta	<i>E. flaccida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	400	700	1100	1600	2100	2500
11		<i>P. Australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	200	300	200	400	-	-	-
12		<i>D. dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Sponge	<i>A. clathroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	200	300	400	500	600	700
14	Tunicata	<i>D. molle</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	900
15	Gastropoda	<i>P. vulgata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16		<i>N. lapilus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17		<i>T.brunneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Bivalvia	<i>M. sallei</i>	-	-	-	200	100	-	100	-	-	-	-	200	500	600
19		<i>B. maritimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Crustacea	<i>H. crenulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Moluska	<i>Unidentified species</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Ind/m ³)			300	500	0	600	700	300	300	1000	2300	3600	4900	6100	5400	7100
Total Keseluruhan (Ind/m ³)			2700							30400						

Tabel 3. Parameter Kualitas Perairan selama periode penelitian

Parameter	Rakit Jaring Apung							Long Line							Kelayakan untuk Pertumbuhan <i>Biofouling</i> Menurut Pustaka
	Minggu Ke -														
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
Fisika															
Suhu (°C)	34	32	33	33	32	30	34	34	32	33	33	33	30	34	20 - 35 (Railkin, 2004)
Kecepatan arus (m/s)	16.24	14.18	19.57	16.21	18.91	14.55	13.42	20.36	21.11	21.68	23.79	22.61	16.78	19.71	0,10 - 0,50 (Dubost <i>et al.</i> , 1996); (Railkin 2004)
Kecerahan perairan (m)	5.075	4.9	5.9	5.045	5.75	4.95	4.65	6.25	6.4	6.75	6.85	6.8	5.25	6.05	5 - 10 (Hudson <i>et al.</i> , 2000); (Railkin, 2004)
Kimia															
Salinitas (ppt)	33	33	32	34	33	31	35	33	33	32	34	33	31	34	32 – 35 (Dawes,1981); (Railkin, 2004)
Nitrat (mg/l)	0.011	0.014	0.011	0.017	0.013	0.011	0.012	0.011	0.011	0.012	0.014	0.013	0.011	0.014	0,001 - 0,012 (Railkin, 2004)
Fosfat (mg/l)	0.006	0.007	0.004	0.004	0.009	0.009	0.001	0.004	0.003	0.003	0.005	0.005	0.008	0.001	0,0012 - 0,0055 (Railkin, 2004)

Penempelan *biofouling* pada *long line* minggu ke-1 ditandai dengan penempelan spesies *C. crassa* dan *P. australis* pada substrat sedangkan pada *thallus* rumput laut ditemukan penempelan *C. crassa*. pada minggu ke-2 diikuti dengan kemunculan spesies makroepifit seperti *polysiphonia* sp., *E. flaccida* dan *A. clathroides*. Pada minggu ke-3 tidak ditemukan penempelan spesies baru baik pada *thallus* rumput laut maupun

substrat. Minggu ke-4, ditemukan penempelan spesies makrofauna pada tali yaitu jenis *M. sallei*. Minggu ke-5, penempelan spesies *P. australis* pada tali tidak ditemukan lagi. Memasuki minggu ke-6, penempelan spesies *C. crassa* mulai menghilang dari substrat maupun *thallus* rumput laut, dan digantikan kehadirannya dengan spesies *U. fasciata*

Gambar 3. (a) Proses budidaya rumput laut dengan menggunakan rakit jaring apung; (b) *Thallus* rumput laut yang rusak akibat pemangsaan organisme herbivore; (c) *Thallus* rumput laut yang lembek akibat penempelan *biofouling*

Hasil pengukuran kualitas air yaitu suhu berkisar 30-34°C, salinitas berkisar 31-35 ‰, kecepatan arus berkisar 13,42-23,79 m/s, kecerahan berkisar 4,65-6,85 m, nitrat berkisar 0,0107-0,0165 mg/L dan fosfat berkisar antara 0,0011-0,0091 mg/L (Tabel 3).

Pembahasan

Penempelan *biofouling* pada *thallus* rumput laut yang dipelihara pada rakit jaring apung ditemukan sebanyak 4 spesies, sedangkan pada *long line* sebanyak 3 spesies. Hasil penelitian Rejeki (2009) di Perairan Bulang, Batam ditemukan penempelan *biofouling* pada tanaman rumput laut sebanyak 5 spesies. Murniati, *et al* (2015) melakukan penelitian tentang penempelan *biofouling* pada jaring dan ditemukan sebanyak 7 spesies.

Puncak penempelan *biofouling* mulai terjadi pada minggu ke-4 penelitian. Hal tersebut diduga akibat peningkatan konsentrasi unsur hara di perairan (Tabel 3). Peningkatan konsentrasi unsur hara di perairan dapat memacu pertumbuhan *biofouling*. Effendi (2003) melaporkan bahwa ketika kadar nitrat dan fosfat melimpah di perairan maka akan memacu reproduksi dari makroalga.

Tingginya kepadatan *biofouling* pada rakit jaring apung disebabkan oleh pergerakan arus didalam rakit karena terhalang oleh jaring sehingga menyebabkan spora *biofouling* lebih banyak menempel pada jaring. Braithwaite & McEvoy (2005); Willemsen (2006); De sa *et al* (2007) menyebutkan bahwa penempelan *biofouling* pada jaring akan menyebabkan sirkulasi air menjadi terhambat sehingga spora *biofouling* dalam badan air dapat dengan mudah menempel sehingga menyebabkan rakit menjadi lebih berat. Safriel *et al*

(1993); Davis *et al* (1989) melaporkan bahwa kepadatan *biofouling* tertinggi pada jaring adalah spesies *Enteromorpha clathrata*. Hasil penelitian serupa dilaporkan Murniati *dkk* (2015) yang menyebutkan bahwa kepadatan *biofouling* tertinggi pada tanaman rumput laut adalah jenis *Enteromorpha* sp. Tingginya kepadatan jenis *P. australis* dan *C. crassa* di lokasi penelitian dikarenakan jenis ini merupakan jenis makroalga dengan tingkat pertumbuhan yang sangat cepat dibandingkan dengan jenis yang lain. Atmadja (1992) menyebutkan bahwa beberapa jenis makroalga seperti *A. spicifera*, *Padina* dan *Hypnea* memiliki daya penyebaran spora yang luas, daya tahan hidup serta daya lekat yang tinggi.

Banyaknya spesies *biofouling* yang ditemukan pada rakit jaring apung dikarenakan adanya jaring dan pipa yang dapat ditempeli *biofouling*. Adanya jaring dan pipa membuat organisme *fouling* dapat menempel dan membentuk kolonisasi. Abarzua and Jakubowski (1995) melaporkan bahwa permukaan substrat berupa jaring sangat cocok terhadap penempelan bakteri yang menjadi dasar terjadinya koloni *biofouling*. Walaupun rakit jaring apung sangat rentan terhadap penempelan *biofouling*, tetapi pertumbuhan dan produksi bersihnya lebih tinggi dibandingkan *long line* (Gambar 1 dan 2). Kasim *et al* (2016) melaporkan bahwa hasil produksi rata-rata *E. denticulatum* yang dibudidayakan dengan rakit jaring apung mencapai 74-78 kg setiap kurungan, sedangkan produksi rata-rata *long line* mencapai 63-70 kg setiap unit (selama periode penanaman 50 hari). Tingginya pertumbuhan dan produksi bersih rumput laut yang dipelihara menggunakan rakit jaring apung dikarenakan

konstruksi alat yang melindungi rumput laut dari pemangsaan organisme herbivora. Hurtado-Ponce (1992) menyebutkan bahwa peneliti menyarankan agar budidaya rumput laut dilakukan didalam kurungan sehingga dapat mencegah rumput laut dari serangan organisme herbivora (Gambar 3a). Rendahnya pertumbuhan dan produksi bersih *long line* diakibatkan oleh proses pemangsaan organisme herbivora. Dari hasil pengamatan di lapangan ditemukan adanya *thallus* rumput laut yang rusak akibat pemangsaan (Gambar 3b). Perez-Enriquez (1996) melaporkan bahwa tingkat pertumbuhan rumput laut menunjukkan penurunan yang signifikan dikarenakan kehadiran organisme herbivora dan penyakit *ice-ice*.

Hasil yang sama dilaporkan oleh Ganesan *et al* (2008) melaporkan bahwa fenomena pemangsaan ikan herbivora dapat menurunkan produksi rumput laut hingga 10%. Kasim and Mustafa (2017) menyebutkan bahwa kehadiran ikan herbivora (*Siganus* sp.) lebih banyak pada *long line* daripada rakit jaring apung. Hal tersebut dikarenakan konstruksi *long line* yang terbuka sehingga memudahkan organisme herbivora melakukan pemangsaan *thallus*.

KESIMPULAN

Penempelan *biofouling* ditemukan lebih banyak pada rakit jaring apung daripada *long line*. Akan tetapi, pertumbuhan rumput laut yang dipelihara pada rakit jaring apung lebih tinggi dibandingkan dengan *long line*. Rakit jaring apung dapat meminimalisir pemangsaan *thallus* oleh organisme herbivora.

DAFTAR PUSTAKAN

- Abarzua, S., Jakubowski, S. 1995. Biotechnological investigation for the prevention of *biofouling*. Biological and biochemical principles for the prevention of *biofouling*. Marine Ecology Program. 123: 301-312.
- Ahmed, N., Taparhudee, W. 2005. Seaweed Cultivation in Bangladesh : Problems and Potentials. Kasetsart University Fisheries Research Bulletin. 28: 13-21.
- Ask E. I., Azanza, R. V., 2002. Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestions for future research. Aquaculture. 206: 257-277.
- Athithan, S. 2014. Growth performance of a seaweed, *Kappaphycus alvarezii* under lined earthen pond condition in Tharuvaikulam of Thoothukudi coast, South East of India. Research Journal of animal, Veterinary and Fishery Science. 2(1): 6-10.
- Atmadja, W. S. 1992. Rumput Laut Sebagai Obat. OSEANA. 17(1):1-8.
- Barret, J., Yonge, C.M. 1985. Collins Pocket Guide to The Sea Shore. South China Printing Co. Hongkong. 157 pp.
- Braithwaite, R.A., McEvoy, L. 2005. Marine *Biofouling* on Fish Farms and Its Remediation. *Adv. In Marine Biology*. 47: 215-252.
- Dawes, C. J. 1981. Marine Botany. New York: John Wiley and Sons, University of South Florida. 268 pp.
- De Sá, F., Nalesso, R., Paresque, K., 2007. Fouling organisms on *Perna perna* mussels: is it worth removing them? Brazilian J. Oceanogr. 55(2): 155-161.
- Davis, A. R., Targett, N. M., McConnel, O. J., Young, C. M. 1989. Epibiosis of marine algae and benthic invertebrates: natural products chemistry and other mechanisms inhibiting settlement and overgrowth. Bioorg Mar Chem. 3: 85-114.
- Effendie, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Evans, L.V., Hoaglands, K.D. 1986. Algae *Biofouling* : Studies in Environmental Science 28. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York. 318 pp.
- Ganesan, P., Chandini, S.K., Bhaskar, N. 2008. Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected Indian Red Seaweeds. Bioresour. Technol. 99: 2717-2723.
- Hodson, S.L., Burke, C.M., Bisset, A.P. 2000. *Biofouling* of Fish-Cage Netting: The Efficacy of a Silicone Coating and The Effect of Netting Colour. Aquaculture 184: 1277-290.
- Hurtado-Ponce A. Q., 1992 Cage culture of *Kappaphycus alvarezii* var. *tambalang* (Gigartinales, Rhodophyceae). Journal of Applied Phycology 4:311-313.
- Kasim, M., Asnani, 2012. Penentuan musim reproduksi generative dan preferensi perekatan spora rumput laut *Eucheuma cottoni*. Ilmu Kelautan. 17(4): 209-216.

- Kasim, M. 2016. Makroalga, Kajian Biologi, Ekologi, Pemanfaatan dan Budidaya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kasim, M., Mustafa, A., Munier, T. 2016. The growth rate of seaweed (*Eucheuma denticulatum*) cultivated in longline and floating cage. *AACL Bioflux*. 9(2): 291-299.
- Kasim, M., Mustafa, A. 2017. Comparison growth of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) cultivation in floating cage and longline in Indonesia. *Aquaculture Reports*. 6 : 49-55.
- Kavale, M. G., Sreenadhan, N., Singh, V. V. 2016. Cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex P.C. Silva along the coast of Palshet, Guhagar, Maharashtra. *Indian Journal of Geography and Marine Science*. 45(5): 666-670.
- Lacoste, E., Le Moullac, G., Levy, P., Gueguen, Y., Gaertner-Mazouni, N. 2014. *Biofouling* development and its effect on growth and reproduction of the pearl oyster *Pinctada margaritifera*, in suspended cultures of French Polynesia. *Aquaculture*. 434: 18-26.
- Murniati, E., Notowinarto., Ramses. 2015. Distribusi dan keragaman populasi *Biofouling* pada tanaman rumput laut Budidaya di perairan Bolang Batam. *Simbiosis*. 4(1): 21-26.
- Ohno, M. 2004. Development of the seaweed cultivation and industry in Japan. Abstracts, 7th. Asian Fisheries Forum 2004, 226 pp.
- Patadjai, R. S. 2007. Pertumbuhan, Produksi dan Kualitas rumput laut *Eucheuma Denticulatum* (Doty) Doty pada berbagai habitat budidaya yang berbeda. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar. 163 hal.
- Perez-Enriquez. R. 1996 Growth of *Eucheuma isiforme* (C. Agardh) J. Agardh on experimental raft off the coast of Yucatan State, Mexico. *Journal of Applied Phycology* 8: 27-28.
- Railkin, A. I. 2004. Marine *Biofouling*; Colonization Processes and Defence. CRC Press. Florida.
- Rejeki, S. 2009. Suksesi Penempelan Makro Marine-*Biofouling* Pada Jaring Keramba Apung di Teluk Hurun Lampung. *Ilmu Kelautan*. 14(2): 112-117.
- Sievers, C. K., Shanle, E. K., Bradfield, C. A., Xu, W. 2013. Differential action of monohydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons with estrogen receptors α and β . *Toxicol Sci*. 132: 359-367.
- Soegiarto, A., Sulistijo. W, S., Atmaja., Mubarak, H. 1978. Rumput Laut (*Algae*), Manfaat, Potensi, dan Usaha Budidayanya. Lembaga Oseanografi Nasional-LIPI. Jakarta. 49 pp.
- Tan, C.K.F., Nowak, B.F., Hodson, S.L. 2002. *Biofouling* as Reservoir of *Neoparamoeba pemaquidensis*, The Causive Agent of Amoebic Gill Disease in Atlantic Salmon. *Aquaculture*. 210: 49-58.
- Trono, G. C. 1986. Guide To Philippine Flora and Fauna. Natural Resources Management Center, Ministry of Natural Resources and University of The Philippines. Philippine. 84 pp.
- Thirumaran, G., Anatharaman, P. 2009. Daily Growth Rate of field Farming Seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ex. P. Silva in Vellar Estuary. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 1(3): 144-153.