



# Jurnal Sains Akuakultur Tropis

## Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698

Email: [sainsakuakulturtropis@gmail.com](mailto:sainsakuakulturtropis@gmail.com), [sainsakuakulturtropis@undip.ac.id](mailto:sainsakuakulturtropis@undip.ac.id)

**PERFORMA PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)  
YANG DIBUDIDAYAKAN BERSAMA RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.)  
DENGAN PADAT TEBAR YANG BERBEDA MENERAPKAN SISTEM  
INTEGRATED MULTI-TROPHIC AQUACULTURE (IMTA)**

*Growth Performance of the Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Cultivated with Seaweed (*Gracilaria* sp.) using the Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) System*

**Irma Azizah, Sri Rejeki, Restiana Wisnu Ariyati\***

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah –50275, Telp/Fax. +62247474698

\* *Corresponding author*: resti\_wisnoe@yahoo.com

### ABSTRAK

Udang windu merupakan komoditas tambak yang memiliki nilai ekonomis tinggi dibandingkan dengan komoditas udang lainnya. Budidaya udang windu dapat dilakukan dengan sistem monokultur, polikultur dan dengan menggunakan sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Sistem IMTA merupakan salah satu solusi untuk mengurangi dampak lingkungan dari kegiatan budidaya karena sisa pakan dan hasil metabolisme berupa feses yang terakumulasi di dalam tambak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda terhadap pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon*) dan juga mengetahui padat tebar rumput laut yang terbaik dalam mengontrol kualitas perairan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2017 – November 2017 di Desa Tambak Bulusan, Demak, Jawa Tengah. Materi yang digunakan adalah rumput laut (*Gracilaria* sp.). Hewan uji adalah udang windu PL 30 yang berukuran 2,0-2,9 cm. Padat tebar yang digunakan adalah 80 ekor/m<sup>2</sup>. Pakan yang digunakan berupa pelet yang diberikan secara *fix feeding rate* 5%. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan padat tebar rumput laut yang digunakan yaitu 50 g, 100 g, 150 g, dan 200 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat tebar rumput laut yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan relatif, dan kelulushidupan udang windu. Perlakuan padat tebar rumput laut yang terbaik yaitu pada perlakuan A1 dengan padat tebar 50 gram, pada perlakuan A1 dapat meningkatkan nilai pertumbuhan udang windu dengan bobot mutlak sebesar  $1,67 \pm 0,05$  gram; nilai laju pertumbuhan relatif sebesar  $36,36 \pm 1,04\%$ ; dan nilai kelulushidupan sebesar  $78,75 \pm 1,25\%$ . Rumput laut mampu menyeimbangkan kualitas perairan dengan hasil kualitas air nitrat sebesar 0,02 mg/L - 0,08 mg/L, nitrit sebesar 0,00 - 0,42 mg/L, dan kadar ammonia sebesar 0,02 - 0,59 mg/L. Hasil penelitian tersebut dikatakan cukup layak untuk kegiatan budidaya udang windu.

**Kata kunci:** Pertumbuhan, *Penaeus monodon*, *Gracilaria* sp., IMTA

### ABSTRACT

*Tiger shrimp is a fish pond commodity that has high economic value compared to others. Tiger shrimp farming can be done by using a monoculture system, a polyculture system or an Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system. IMTA system is one solution to reduce the environmental impact of cultivation activities because the remaining feed and metabolism results in the form of accumulated feces in the pond. This study aimed to determine the effect of the difference stocking density of *Gracilaria* sp. On the growth of tiger shrimp and determine the best stocking density of the *Gracilaria* sp. controlling the water quality. The research*

was conducted from September 2017 to November 2017 in Tambak Bulusan Village, Demak, Central Java. This research used *Gracilaria* sp. And tiger shrimp (PL 30; 2.0-2.9 cm) with 80 individuals/m<sup>2</sup> as the stocking density. The feed used in the form of pellet given by using a fixed feeding rate of 5%. This research used an experimental method with complete randomized design with 5 treatments and 3 replications. The treatment of of *Gracilaria* sp. stocking were 50 g, 100 g, 150 g, and 200 g. The results showed that different stocking of seaweed had significant effect on growth of weight, relative growth rate, and survival rate of tiger shrimp. The best treatment of seaweed density is the treatment of A1 (50 gram), treatment A1 can increase the value of tiger shrimp growth with absolute weight of  $1.67 \pm 0.05$  gram; the relative growth rate of  $36.36 \pm 1.04$  %; and the survival rate of  $78.75 \pm 1.25$  %. While the best growth value of seaweed is at treatment A1 (50 gram) with weight growth value of  $73,21 \pm 4,26$  gram, and daily growth rate of  $2,15 \pm 0,08$  %/day. Seaweed can balance the quality of waters with the results of nitrate water quality of 0.02 mg / L - 0.08 mg / L, nitrites of 0.00 - 0.42 mg / l, and ammonia levels of 0.02 - 0.59 mg / l. The results are quite feasible for shrimp farming activities.

**Keywords:** growth, *Penaeus monodon*, *Gracilaria* sp., IMTA

## PENDAHULUAN

Udang windu merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya yang potensial bagi Indonesia, karena mempunyai peluang ekspor sehingga mendatangkan devisa bagi negara. Selain itu, udang windu merupakan spesies lokal, secara alami tersedia keanekaragaman varietas induk yang dapat dipergunakan sebagai sumber plasma nutfah. Indonesia pernah menjadi negara produsen sekaligus pengekspor udang terbesar dunia sejak dicanangkan Program Udang Nasional pada tahun 1982 (Dahuri, 2013).

Udang windu (*P. monodon*) merupakan komoditas utama dalam kegiatan budidaya dan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai komoditas sampingan yang berfungsi sebagai penyeimbang kualitas perairan dengan pengembangan budidaya sistem polikultur menjadi sistem budidaya *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA). Sistem IMTA merupakan sistem budidaya yang menggunakan komoditas dengan tingkatan trofik yang berbeda. Penggunaan sistem IMTA dapat membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem karena setiap spesies tertentu memiliki fungsi yang berbeda seperti karnivora, herbivora, dan *filter feeder* sehingga keseimbangan ekosistem mampu terjaga dengan baik. Prinsip dari sistem IMTA yaitu mendaur ulang limbah dari proses budidaya yang dihasilkan oleh spesies utama menjadi sumber energi dan nutrisi bagi komoditas lainnya sehingga menghasilkan produk yang dapat dipanen dan dapat mengurangi dampak lingkungan (Ren *et al.*, 2012).

Perkembangan budidaya udang windu sudah mencapai tingkat yang cukup tinggi dengan adanya budidaya secara monokultur dan polikultur. Namun, dalam kegiatan budidaya tersebut terdapat permasalahan seperti terjadi kegagalan panen karena kematian massal, penurunan kualitas perairan tambak yang diakibatkan dari aktivitas limbah budidaya berupa partikel organik yang larut maupun tidak larut dalam air yang berasal dari feses, urin, residu pakan, respirasi dan osmoregulasi bahkan mikroorganisme yang mati yang dapat memicu timbulnya bahan organik berbahaya yang terakumulasi dalam perairan. Untuk mengurangi permasalahan tersebut, maka dalam budidaya udang windu perlu ditambahkan rumput laut untuk mendaur ulang dan menyerap unsur nutrisi berlebih yang berasal dari kegiatan budidaya. Rumput laut dapat dibudidayakan bersama udang karena keduanya memerlukan kondisi perairan yang sama untuk kelangsungan hidupnya. Rumput laut jenis *Gracilaria* sp. termasuk rumput laut yang bersifat *euryhaline*, yaitu mampu hidup di perairan bersalinitas 15 – 40 ppt, dengan begitu *Gracilaria* sp. dapat dibudidayakan di daerah pantai atau tambak (Hasan, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda terhadap pertumbuhan udang windu (*P. monodon*) dan juga mengetahui padat tebar rumput laut yang terbaik dalam mengontrol kualitas perairan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2017- November 2017 di Desa Tambak Bulusan, Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Demak, Jawa Tengah.

## MATERI DAN METODE

Hewan uji yang digunakan adalah benih udang windu pada stadia PL 30 dengan ukuran kisaran 0,11–0,13 gram. Padat penebaran benih udang windu yang digunakan adalah 80 ekor/m<sup>2</sup> (Astria, 2015). Pakan yang digunakan selama proses pemeliharaan benih udang windu adalah pakan pelet merk Feng Li yang diberikan sebanyak 5% dari bobot biomassa setiap 2 kali dalam sehari, yaitu pagi dan sore hari.

Alat yang digunakan dalam penelitian selama pemeliharaan adalah timbangan digital yang digunakan untuk menimbang bobot udang windu, jangka sorong, milimeter block yang digunakan untuk mengukur panjang udang windu dan aerator sebagai suplai oksigen. Alat lain yang digunakan adalah DO meter yang digunakan untuk mengukur kandungan oksigen yang terkandung dalam perairan, pH *paper* digunakan untuk mengukur pH, refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas, thermometer yang digunakan untuk mengukur suhu dalam perairan, dan juga spektrofotometer yang digunakan untuk mengukur kandungan nitrat, nitrit dan ammonia dalam

perairan. Bahan uji yang digunakan adalah rumput laut (*Gracilaria* sp.) metode *longline* dengan perlakuan padat tebar yang berbeda. Masing-masing perlakuan yaitu 50 gram, 100 gram, 150 gram, dan 200 gram (Hasan, 2015).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan 3 kali pengulangan (Steel dan Tori, 1991). Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Perlakuan A1: Perlakuan dengan padat tebar rumput laut 50 gram  
 Perlakuan A2: Perlakuan dengan padat tebar rumput laut 100 gram  
 Perlakuan A3: Perlakuan dengan padat tebar rumput laut 150 gram  
 Perlakuan A4: Perlakuan dengan padat tebar rumput laut 200 gram  
 Perlakuan A5: Perlakuan tanpa pemberian rumput laut.

### Pengumpulan Data

Variabel yang diukur pada penelitian ini meliputi bobot mutlak udang windu, laju pertumbuhan relatif (RGR) udang windu, kelulushidupan (SR) udang windu, dan kualitas air. Data kualitas air yang diukur meliputi DO, suhu, pH, dan salinitas yang diukur setiap hari selama penelitian, serta nitrat, nitrit, dan ammonia setiap satu minggu sekali di laboratorium.

#### a. Bobot mutlak

Menurut (Effendi, 1997) pertumbuhan bobot udang windu (*P. monodon*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W = W_t - W_o$$

Keterangan:	W	= laju pertumbuhan relatif (g)
	$W_t$	= bobot tubuh rata-rata akhir pemeliharaan (g)
	$W_o$	= bobot tubuh rata-rata awal pemeliharaan (g)

#### b. Laju pertumbuhan relatif (RGR)

Laju pertumbuhan relatif (*Relative Growth Rate*) udang windu dihitung dengan menggunakan rumus RGR bobot (Takeuchi, 1988), yaitu :

$$RGR = \frac{W_t - W_o}{W_o \times t} \times 100\%$$

Keterangan:	RGR	= laju pertumbuhan relatif (%/hari)
	$W_t$	= bobot tubuh rata-rata akhir pemeliharaan (g)
	$W_o$	= bobot tubuh rata-rata awal pemeliharaan (g)
	t	= lama pemeliharaan (hari)

#### c. Kelulushidupan/Survival Rate (SR)

Menurut Effendi (2003), kelulushidupan merupakan presentase kelulushidupan kultivan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:	SR	= kelulushidupan (%)
	$N_t$	= jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)
	$N_o$	= jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

#### d. Kualitas air

Kualitas air yang diukur setiap hari selama penelitian dengan menggunakan DO meter, refraktometer, pH *paper*, thermometer, dan spektrofotometer. Variabel yang diukur adalah tingkat keasaman (pH) air, salinitas, dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen/DO* (mg/L) dan suhu (°C). Sedangkan variabel yang diukur tiap seminggu sekali adalah nitrat, nitrit, dan amonia yang dilakukan dengan menggunakan reagen di dalam laboratorium.

### Analisis Data

Analisa data yang dilakukan meliputi nilai bobot, laju pertumbuhan relatif (RGR), laju pertumbuhan harian (SGR), kelulushidupan (SR) dan kualitas air. Variabel yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Analisis ragam dapat dilakukan, jika hasil keempat uji tersebut menunjukkan bahwa data menyebar normal, homogen dan additive. Apabila diketahui terdapat perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai tengah dari perlakuan, sehingga dapat diperoleh hasil perlakuan yang terbaik (Srigandono, 1981). Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

**HASIL**

**1. Pertumbuhan udang windu (*P. monodon*)**

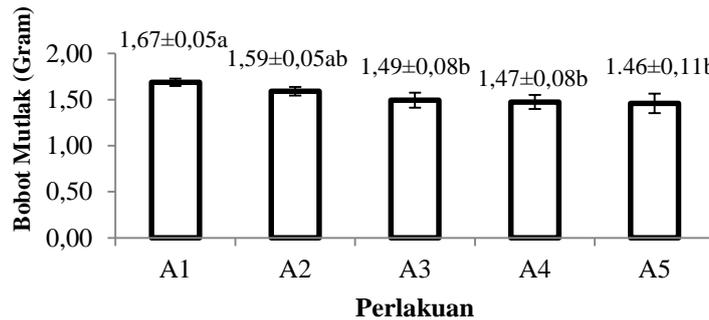
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 42 hari pada bulan September 2017 sampai November 2017 dapat diketahui bahwa pertumbuhan bobot udang windu pada sistem IMTA yang dibudidayakan bersama rumput laut dipengaruhi oleh kepadatan *Gracilaria* sp. Demikian sebaliknya pertumbuhan rumput laut juga dipengaruhi oleh populasi udang windu. Pertumbuhan udang yang terbaik adalah pada perlakuan A1 dengan padat tebar rumput laut yang terbaik yaitu pada perlakuan A1 dengan padat tebar 50 gram, dimana pada perlakuan A1 dapat meningkatkan nilai pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) udang windu (*P. monodon*).

Tabel 1. Nilai Rata-rata Pertumbuhan Bobot, Laju Pertumbuhan Relatif (RGR), Kelulushidupan (SR) udang windu (*P. monodon*)

Perlakuan	Variabel yang diamati		
	Bobot (g)	RGR (%/hari)	SR (%)
A1	1,67±0,05 <sup>a</sup>	36,36±1,04 <sup>a</sup>	78,75±1,25 <sup>a</sup>
A2	1,59±0,05 <sup>ab</sup>	33,43±0,84 <sup>a</sup>	74,17±1,91 <sup>ab</sup>
A3	1,49±0,08 <sup>b</sup>	31,37±0,65 <sup>b</sup>	68,75±3,75 <sup>b</sup>
A4	1,47±0,08 <sup>b</sup>	30,95±0,22 <sup>b</sup>	56,67±6,88 <sup>c</sup>
A5	1,46±0,08 <sup>b</sup>	29,86±1,37 <sup>b</sup>	67,50±6,61 <sup>d</sup>

**a. Bobot mutlak udang windu (*P. monodon*)**

Berdasarkan hasil pengukuran bobot yang telah dilakukan pada awal sampai akhir penelitian yang dipelihara selama 42 hari, telah diperoleh data pertumbuhan bobot mutlak udang windu (*P. monodon*). Hasil terbaik adalah pada perlakuan A1 dengan perlakuan padat tebar rumput laut sebanyak 50 gram. Data hasil perhitungan rerata pertumbuhan bobot mutlak tersaji pada Gambar 1.



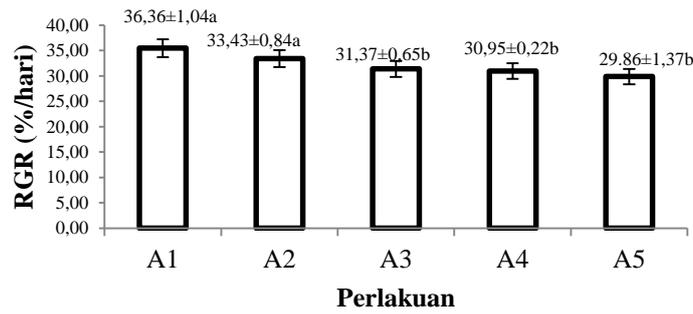
Gambar 1. Pertumbuhan Bobot mutlak Udang Windu (*Penaues monodon*) dengan perlakuan padat tebar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda.

Keterangan:

- Notasi a = Perlakuan A1 (bobot awal rumput laut 50 gram) berpengaruh nyata terhadap perlakuan A3, A4, dan A5
- Notasi ab = Perlakuan A2 (bobot awal rumput laut 100 gram) tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan A1, A3, A4, dan A5
- Notasi b = Perlakuan A3 (bobot awal rumput laut 150 gram), A4 (bobot awal rumput laut 200 gram), dan A5 (tanpa pemberian rumput laut) tidak saling berpengaruh nyata.

**b. Laju pertumbuhan relatif (RGR) udang windu (*P. monodon*)**

Berdasarkan hasil pengukuran bobot diperoleh data laju pertumbuhan (RGR) relatif pada udang windu (*P. monodon*). Hasil terbaik adalah pada perlakuan A1 dengan padat tebar rumput laut sebanyak 50 gram. Data hasil perhitungan rerata tingkat RGR tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) Udang Windu (*P. monodon*) dengan perlakuan padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda.

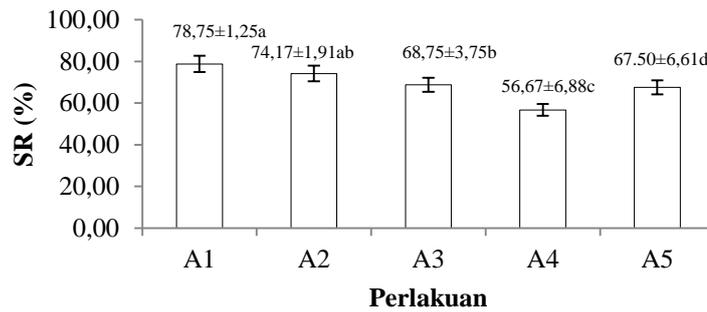
Keterangan:

Notasi a = Perlakuan A1 (bobot awal rumput laut 50 gram), dan perlakuan A2 (bobot awal rumput laut 100 gram) berpengaruh nyata terhadap perlakuan A3, A4, dan A5

Notasi b = Perlakuan A3 (bobot awal rumput laut 150 gram) A4 (bobot awal rumput laut 200 gram), dan A5 (tanpa pemberian rumput laut) tidak saling berpengaruh nyata.

**c. Kelulushidupan (SR) udang windu (*P. monodon*)**

Kelulushidupan merupakan parameter keberhasilan dalam kegiatan budidaya. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah udang windu (*P. monodon*) yang dihitung pada awal dan akhir penelitian diperoleh data kelulushidupan pada udang windu (*P. monodon*). Hasil perhitungan kelulushidupan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Kelulushidupan/survival rate (SR) Udang Windu (*P. monodon*) dengan perlakuan padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda.

Keterangan:

Notasi a = Perlakuan A1 (bobot awal rumput laut 50 gram), berpengaruh nyata terhadap perlakuan A3, A4, dan A5

Notasi ab = Perlakuan A2 (bobot awal rumput laut 100 gram), berpengaruh nyata terhadap perlakuan A4 (bobot awal rumput laut 200 gram)

Notasi b = Perlakuan A3 (bobot awal rumput laut 150 gram), berpengaruh nyata terhadap perlakuan A4 (bobot awal rumput laut 200 gram)

Notasi c = Perlakuan A4 (bobot awal rumput laut 200 gram), berpengaruh nyata terhadap perlakuan A5 (tanpa pemberian rumput laut)

Notasi d = Perlakuan A5 (tanpa pemberian rumput laut), berpengaruh nyata terhadap perlakuan A1 (bobot awal rumput laut 50 gram).

**2. Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 42 hari pada bulan September 2017 sampai November 2017 dapat diketahui bahwa padat tebar rumput laut yang berbeda dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut itu sendiri. Nilai pertumbuhan rumput laut dari awal pengukuran sampai akhir pengukuran mengalami kenaikan. Hasil perhitungan data pertumbuhan bobot rumput laut tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Awal dan Akhir Pertumbuhan Rumput Laut Selama Penelitian

NO.	KOLAM	DATA AWAL (gram)	DATA AKHIR (gram)
1	A1.1	50	128.12
2	A1.2	50	121.11
3	A1.3	50	120.41
4	A2.1	100	203.7
5	A2.2	100	195.8
6	A2.3	100	206
7	A3.1	150	350.12
8	A3.2	150	349.12
9	A3.3	150	345.98
10	A4.1	200	350.18
11	A4.2	200	357.17
12	A4.3	200	364.39

**3. Kualitas air**

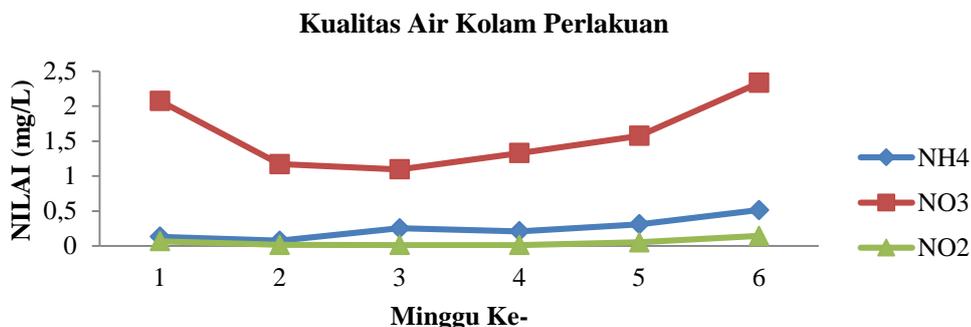
Kualitas air merupakan parameter terpenting dalam kegiatan budidaya. Parameter kualitas air yang diukur diantaranya oksigen terlarut, suhu, salinitas, pH, nitrat, nitrit, dan amonia. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) selama pemeliharaan tersaji pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan Udang Windu (*P. monodon*) Selama Penelitian

Variabel	Perlakuan					Kelayakan
	A1	A2	A3	A4	C	
Oksigen terlarut (mg/l)	3.71-6.44	3.42-8.63	3.81-6.29	3.75-5.43	3.42-8.74	>4 <sup>a</sup>
Suhu (°c)	27.3-31.3	27.0-31.5	27.3-31.5	27.7-31.8	27.4-31.5	29-32 <sup>a</sup>
pH	7.9-8.96	7.88-8.92	7.99-8.90	7.85-8.95	7.98-9.17	7,5-8,5 <sup>a</sup>
Salinitas (ppt)	26-46	24-46	29-45	28-43	25-44	10-35 <sup>b</sup>
Nitrat (mg/L)	0.77-3.14	0.70-2.53	0.96-2.66	1.02-3.3	0.61-3.72	0,09-3,5 <sup>c</sup>
Nitrit (mg/L)	0.003-0.21	0.002-0.3	0.004-0.18	0.003-2.9	0.002-0.02	≤1 <sup>a</sup>
Amonia (mg/L)	0.02-0.53	0.03-0.59	0.02-0.8	0.03-0.78	0.02-0.48	0,1 <sup>a</sup>

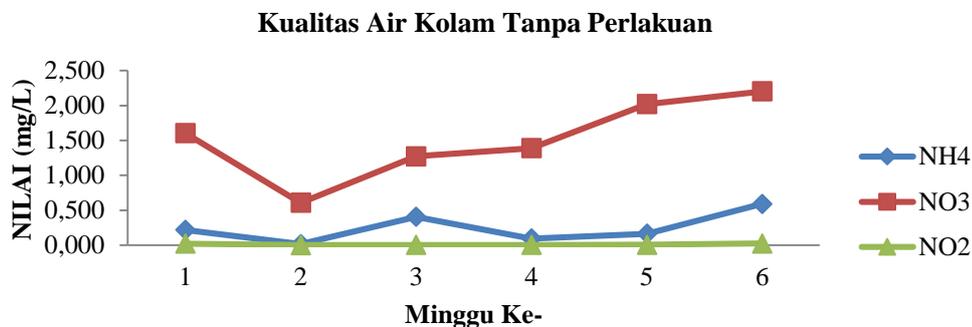
Keterangan: a = (KKP, 2016), b = (Amri, 2003), c = (Schmittou, 1991)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan setiap satu minggu sekali selama penelitian yang dipelihara selama 42 hari, diperoleh tren perubahan kualitas air amonia, nitrit, dan nitrat pada kolam perlakuan tiap parameter lebih stabil jika dibandingkan dengan kolam tanpa perlakuan. Hasil kualitas air kolam tanpa perlakuan tersaji pada Gambar 6.



Gambar 4. Rerata kualitas air pada kolam perlakuan selama pemeliharaan

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan setiap satu minggu sekali selama penelitian yang dipelihara selama 42 hari, diperoleh tren perubahan kualitas air ammonia, nitrit, dan nitrat pada kolam tanpa perlakuan bahwa kolam tanpa perlakuan hasilnya lebih berfluktuatif jika dibandingkan dengan kolam perlakuan dilihat dari tren masing-masing parameter kualitas air. Hasil kualitas air kolam tanpa perlakuan tersaji pada Gambar 7.



Gambar 5. Rerata kualitas air pada kolam tanpa perlakuan selama pemeliharaan

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian dengan pengaruh padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda terhadap udang windu (*Penaeus monodon*) menunjukkan bahwa adanya penambahan bobot yang signifikan pada setiap perlakuan. Berdasarkan hasil pengamatan, udang windu (*P. monodon*) yang memiliki nilai penambahan bobot yang paling efektif dari yang tertinggi sampai terendah terdapat pada perlakuan A1 padat tebar rumput laut 50 gram sebesar  $1,67 \pm 0,05$  gram; perlakuan A2 padat tebar rumput laut 100 gram sebesar  $1,59 \pm 0,05$  gram; perlakuan A3 padat tebar rumput laut 150 gram sebesar  $1,49 \pm 0,08$  gram; perlakuan A4 padat tebar rumput laut 200 gram sebesar  $1,47 \pm 0,08$  gram; dan perlakuan C tanpa pemberian rumput laut sebesar  $1,46 \pm 0,11$  gram. Hal ini terjadi karena pada perlakuan A1 dengan padat tebar rumput laut 50 gram memberi pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan udang windu (*P. monodon*). Menurut Akhrari (2013) menyatakan bahwa, rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diintegrasikan kedalam kegiatan budidaya udang berdampak positif terhadap peningkatan kualitas air tambak dan pertumbuhan udang. Alga (*Gracilaria* sp.) dapat menyerap kelebihan cemaran dalam pembudidayaan udang (*P. monodon*) yang akan memberikan performa pertumbuhan yang tinggi pada kulturan yang dibudidayakan.

Pengaruh padat tebar rumput laut yang berbeda pada pertumbuhan udang di setiap perlakuan menunjukkan hasil yang cukup signifikan pada tiap perlakuannya. Berdasarkan hasil pengamatan selama 42 hari pengamatan dapat diketahui bahwa udang windu (*P. monodon*) yang memiliki laju pertumbuhan relatif dari yang tertinggi sampai terendah yaitu pada perlakuan A1 sebesar  $36,36 \pm 1,04\%$ /hari, perlakuan A2 sebesar  $33,43 \pm 0,84\%$ /hari, perlakuan A3 sebesar  $31,37 \pm 0,65\%$ /hari, perlakuan A4 sebesar  $30,96 \pm 0,22\%$ /hari, dan perlakuan C sebesar  $29,86 \pm 1,37\%$ /hari. Pertumbuhan bobot pada udang windu terjadi karena pemberian pakan buatan berupa pellet. Pemberian pakan dalam jumlah yang tepat akan mempercepat pertumbuhan udang windu. Hal ini sesuai dengan pendapat Siboro *et al.*, (2014), bahwa pakan buatan yang diberikan sebanyak 3-10% dari berat biomassa dapat memacu pertumbuhan udang windu dengan optimal. Pemberian pakan dalam jumlah yang tepat akan mempercepat pertumbuhan udang. Namun, kekurangan pakan akan memperlambat laju pertumbuhan sehingga dapat menyebabkan kanibalisme, sedangkan kelebihan pakan akan mencemari perairan sehingga menyebabkan udang stres dan menjadi lemah serta nafsu makan udang akan menurun sehingga pertumbuhan juga akan ikut menurun.

Nilai laju pertumbuhan relatif bobot dengan perlakuan A1 paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan A2, perlakuan A3, perlakuan A4, dan perlakuan C. Nilai laju pertumbuhan relatif bobot pada perlakuan padat tebar yang berbeda (A1, A2, A3, A4, dan C) setelah di uji Duncan menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Laju pertumbuhan adalah salah satu parameter yang penting untuk diperhatikan dalam kegiatan budidaya. Keberhasilan dan efektivitas waktu pemeliharaan dalam usaha budidaya diperoleh dengan melihat periode laju pertumbuhan udang tersebut. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya laju pertumbuhan udang adalah baik tidaknya penanganan dalam kegiatan pemeliharaan udang seperti efektivitas waktu pemeliharaan, pakan, dan kontrol lingkungan budidaya. Menurut Prihantoro *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa laju pertumbuhan udang windu dipengaruhi ruang gerak di dalam tambak yang merupakan faktor luar yang mempengaruhi laju pertumbuhan panjang udang windu. Ruang gerak dalam budidaya udang sangat penting karena padat penebaran yang melebihi daya dukung lahan dapat menyebabkan kesulitan udang budidaya dalam mendapatkan ruang serta tingginya kompetisi dalam perolehan oksigen sehingga pertumbuhannya terhambat.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada penambahan bobot rumput laut dengan bobot awal yang berbeda yaitu pada padat tebar 50 gram, 100 gram, 150 gram, dan 200 gram yang dipelihara selama 42 hari bersama udang

windu menunjukkan bahwa adanya peningkatan bobot rumput laut. Penambahan bobot rumput laut yang efektif terdapat pada perlakuan A1 dengan bobot awal rumput laut 50 gram, perlakuan A2 dengan bobot awal rumput laut 100 gram, perlakuan A3 dengan bobot awal rumput laut 150 gram, dan perlakuan A4 dengan bobot awal rumput laut 200 gram. Hal ini diduga karena semakin rendah bobot rumput laut maka pertumbuhan pun akan semakin baik, sebaliknya bila bobot rumput laut tinggi maka pertumbuhan menjadi kurang baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sakdiah (2009) yang mengemukakan bahwa, rumput laut yang diikat dan padat penebaran tinggi bila rumpunnya sudah semakin besar akan mengurangi ruang gerak dari rumput laut itu sendiri. Sehingga padat tebar yang tinggi, menyebabkan ruang gerak menjadi sempit akibatnya sulit untuk berkembang dan kebutuhan nutrisi terus meningkat, dan sangat berpengaruh dalam proses fotosintesis karena dapat memacu aktifitas pembelahan sel, sehingga terjadi pelebaran dan perpanjangan atau pertumbuhan.

Menurut Saputra *et al* (2013), faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi rumput laut adalah faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang dimaksud ialah jenis dan kualitas rumput laut yang digunakan, sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain keadaan lingkungan fisika dan kimiawi perairan. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Masyahoro dan Mappiratu (2010), bahwa kandungan nutrisi utama yang diperlukan rumput laut, seperti nitrat dan fosfat, sangat berpengaruh terhadap stadia reproduksinya. Apabila kedua unsur hara tersebut tersedia, maka kesuburan rumput laut meningkat dengan cepat. Nitrat merupakan komponen yang sangat penting untuk pertumbuhan *thallus* rumput laut. Sedangkan fosfat merupakan komponen yang sangat penting untuk merangsang pertumbuhan *thallus*, mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tingkat kelulushidupan udang windu. Nilai rata-rata tingkat kelulushidupan dari tertinggi ke terendah adalah pada perlakuan A1 sebesar  $78,75 \pm 1,25\%$ , perlakuan A2 sebesar  $74,17 \pm 1,91\%$ ; perlakuan A3 sebesar  $68,75 \pm 3,75\%$ ; perlakuan C sebesar  $67,50 \pm 6,61\%$ ; dan perlakuan A4 sebesar  $56,67 \pm 6,88\%$ . Tingkat kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon*) yang dibudidayakan bersama rumput laut (*Gracilaria* sp.) tergolong cukup baik karena tingkat kelulushidupan tiap perlakuan di atas 50%. Perlakuan A4 dengan padat tebar rumput laut 200 gram, merupakan perlakuan dengan nilai kelulushidupan paling rendah. Penambahan rumput laut dalam budidaya udang windu dengan penerapan sistem *Integrated Multi-trophic Aquaculture* (IMTA) memberi dampak kelulushidupan yang tinggi dan juga sebagai biofilter dalam penyerapan logam berat diperairan serta sebagai *shelter* bagi udang windu ketika sedang melakukan pergantian kulit. Menurut Hasan (2015) yang menyatakan bahwa dengan rumput laut dapat meningkatkan *carrying capacity* system sebesar 36%, serta dapat meningkatkan kelulushidupan (SR) udang windu dari 61% menjadi 86%. Kematian udang yang terjadi pada usaha budidaya perikanan umumnya disebabkan karena adanya serangan penyakit, lingkungan yang kurang mendukung dan teknologi yang diterapkan tidak sesuai. Selanjutnya dikatakan untuk mencegah masuknya pencemaran lingkungan ke dalam tambak dapat diatasi dengan menggunakan sistem budidaya perikanan dengan resirkulasi. Pada sistem ini, air yang telah digunakan dan sudah mengalami penurunan mutu diolah kembali (dengan resirkulasi) pada petakan tertentu, sehingga dapat berdayaguna kembali dan juga diterapkan biofiltrasi agar kandungan dan bahan-bahan berbahaya bagi udang dapat difilter guna untuk menjaga kestabilan kualitas perairan. Menurut Putri (2013), menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu hormon, parasit, infeksi penyakit, agen stress, dan status fisiologi dari hewan terkait dengan genetik, umur, reproduksi, dan sebagainya. Faktor eksternal yang penting antara lain pakan (untuk semua hewan), suhu, konsentrasi oksigen, salinitas, dan turbiditas. Perubahan nilai kualitas air seperti suhu, salinitas, DO dan pH yang drastis dapat mempengaruhi fisiologis dan tingkat reproduksi pada udang sehingga membuat udang menjadi stress dan berujung pada kematian masal.

Berdasarkan pengukuran kualitas air yang telah dilakukan yaitu pengukuran parameter kualitas air seperti DO, suhu, pH dan salinitas yang dilakukan setiap hari pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan pada sore hari pukul 15.00 WIB. Sedangkan, untuk pengukuran nitrat, nitrit, dan amonia dilakukan pengukuran setiap minggu selama pemeliharaan. Berdasarkan hasil pengamatan data kualitas air ini masih dalam kondisi layak untuk dilakukan kegiatan budidaya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa oksigen terlarut (DO) air pada pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon*) berkisar 3,42 ppm sampai 8,74 ppm. Kadar oksigen terlarut (DO) selama pemeliharaan berada pada kondisi layak dan mendukung kehidupan udang windu (*P. monodon*). Oksigen dalam kegiatan budidaya sangat dibutuhkan oleh hewan air untuk melakukan respirasi, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan udang windu dan rumput laut. Data hasil penelitian di atas cukup layak untuk kegiatan budidaya, hal ini diperkuat oleh KKP (2016) yang menyatakan, kisaran oksigen terlarut yang baik untuk usaha budidaya udang windu adalah berkisar antara 4 – 8 ppm.

Suhu air pada pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) berkisar  $27,0^{\circ}\text{C}$  - sampai  $31,8^{\circ}\text{C}$ . Meskipun terdapat dalam ruang semi terbuka namun pada area pinggir ditutup dengan terpal sehingga kondisi air pada setiap perlakuan lebih terkontrol. Udang windu merupakan hewan air yang bersifat *eurythermal* yaitu mempunyai kemampuan untuk beradaptasi pada media yang kisaran suhunya cukup luas. Menurut Rachmatun dan Mudjiman

(2003) menjelaskan bahwa suhu air yang terbaik bagi pertumbuhan dan kehidupan udang windu adalah berkisar antara 28 – 32C. Suhu air sangat berpengaruh terhadap proses kimia dan biologi perairan.

Derajat keasaman (pH) air pada pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) berkisar 7,85-9,17. Menurut Rachmatun dan Mudjiman (2003) bahwa kisaran pH yang optimal untuk kegiatan budidaya udang windu adalah berkisar 6,8-8,7. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa kondisi pH perairan tempat pemeliharaan sesuai dan mendukung kehidupan udang windu (*P. monodon*).

Salinitas pada pemeliharaan udang windu (*P. monodon*) berkisar 24 - 46 ppt. Untuk pembesaran udang windu, kisaran salinitas yang diperoleh di daerah ini berada dalam kondisi yang cukup layak untuk kegiatan budidaya, karena menurut Amri (2003), salinitas untuk pertumbuhan udang windu yang baik diperoleh pada kisaran 10 – 35 ppt. Penurunan salinitas air tambak dibawah sebaiknya dihindari karena kondisi udang menjadi lemah, warnah tubuhnya lebih biru, dan lebih peka terhadap serangan penyakit.

Konsentrasi nitrat yang diperoleh selama penelitian terlihat berfluktuatif pada minggu pertama ke minggu kedua namun terlihat stabil pada minggu ketiga sampai akhir penelitian baik pada kolam perlakuan maupun kolam tanpa perlakuan. Konsentrasi nitrat yang diperoleh berkisar antara 0,017- 0,591 mg/L. Kandungan nitrat mengalami peningkatan pada minggu ketiga sampai akhir penelitian. Peningkatan konsentrasi kandungan nitrat akan memberikan dampak fisiologis terhadap rumput laut (*Gracilaria* sp.) yaitu ketidakmampuan tanaman dalam mentolerir tingginya konsentrasi media sehingga proses penyerapan N dan P menjadi menurun dan menyebabkan pertumbuhan rumput laut terhambat yang ditandai dengan perubahan *thallus* pada rumput laut menjadi mudah patah dan ujung *thallus* berwarna kekuningan. Menurut Mulatsih *et al.*, (2012), bahwa kandungan nitrat yang optimal untuk kegiatan budidaya adalah berkisar 0,09 – 3,5 mg/L. Konsentrasi nitrat dibawah 0,01 mg/L atau diatas 4,5 mg/L merupakan faktor pembatas. Ditinjau dari kandungan nitrat, tambak yang diteliti memiliki kesuburan perairan optimum. Kegiatan budidaya tanpa pemberian rumput laut sebagai bioremediator akan meningkatkan konsentrasi nitrat. Peningkatan konsentrasi nitrat bersumber dari kotoran seperti feses dan urine dari organisme yang dibudidayakan (udang). Kandungan unsur nitrogen (N) mengalami peningkatan karena pada nitrogen diabsorpsi oleh fitoplankton dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan amonia ( $\text{NH}_3^-$ ). Senyawa-senyawa nitrogen ini sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam air, pada saat kandungan oksigen rendah nitrogen berubah menjadi amoniak ( $\text{NH}_3$ ) dan saat kandungan oksigen tinggi nitrogen berubah menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), maka senyawa-senyawa tersebut dimanfaatkan oleh rumput laut. Penurunan kualitas lingkungan perairan tambak antara lain disebabkan oleh tingginya kandungan limbah organik dan nutrisi (bahan pakan) dari buangan air tambak. Buangan limbah organik dan nutrisi yang tinggi berasal dari sisa pakan dan kotoran (feses) yang larut dalam air tambak, kemudian dibuang ke perairan di sekitarnya.

Kadar nitrit terbentuk karena aktivitas mikroorganisme yang merubah sisa pakan udang yang tidak termakan dan kotoran udang serta organisme yang mati dalam perairan. Konsentrasi nitrit yang diperoleh dari minggu pertama sampai akhir penelitian terlihat stabil pada semua kolam perlakuan maupun tanpa perlakuan. Konsentrasi nitrit yang diperoleh berkisar antara 0,002-0,42 mg/L. Konsentrasi nitrit yang sangat rendah ini dikarenakan proses nitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri nitrobacter dan nitrosomonas dimanfaatkan dengan baik. Menurut Palayakan *et al.*, (2016), bahwa nitrit ( $\text{NO}_2$ ) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami dibandingkan nitrat dan amonia, kadarnya lebih kecil daripada nitrat karena nitrit bersifat stabil jika terdapat oksigen. Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) beracun terhadap udang dan ikan karena mengiksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  di dalam hemoglobin. Dalam bentuk ini kemampuan darah untuk mengikat oksigen sangat menurun. Mekanisme toksitas dari nitrit ialah pengaruhnya terhadap transpor oksigen dalam darah dan kerusakan jaringan. Akumulasi nitrit di dalam tambak dan kolam diduga terjadi sebagai akibat tidak seimbang antara kecepatan perubahan dari nitrit menjadi nitrat dan dari amonia menjadi nitrit. Akhrari (2013), berpendapat bahwa pada umumnya, rumput laut (*Gracilaria* sp.) tidak menyerap nitrit secara langsung. Akan tetapi, beberapa jenis rumput laut dapat menyerap nitrit dengan terlebih dahulu mereduksi nitrit menjadi amonia.

Salah satu yang diserap oleh rumput laut adalah nitrogen dalam bentuk amoniak. Amoniak merupakan sumber nitrogen utama bagi tanaman akuatik. Amoniak ( $\text{NH}_4$ ) merupakan produk akhir utama dalam pemecahan protein pada budidaya udang maupun hewan akuatik lainnya. Udang mencerna protein pakan dan mengekskresikan amoniak melalui insang dan feses. Perubahan nilai konsentrasi amoniak terus mengalami peningkatan hingga akhir. Hal ini terjadi karena dengan seiring waktu selama masa pemeliharaan, konsentrasi amoniak akan semakin berakumulasi. Pada awal pemeliharaan, rumput laut dapat berperan dengan baik dalam menyerap amonia, hal ini terlihat dari perubahan penurunan amonia yang rendah pada minggu pertama sampai minggu kedua dan mengalami peningkatan pada minggu ketiga sampai akhir penelitian. Tren dari kolam tanpa perlakuan menunjukkan bahwa nilai amonia dalam kolam tersebut sangat berfluktuasi, itu terjadi karena tidak adanya rumput laut dalam menyerap amonia dalam jumlah yang tinggi. Hasil kadar ammonia selama penelitian berkisar 0,017 – 0,0803 mg/L. Menurut Akhrari (2013), bahwa nitrogen dalam bentuk amonia yang paling utama diserap oleh rumput laut. Semakin tinggi kemampuan rumput laut menyerap amonia di media budidaya, maka semakin besar nilai pertumbuhannya. Hal ini juga akan berdampak pada pertumbuhan udang, karena dengan

penambahan rumput laut dapat mentolerir dan menyerap kandungan amonia yang berasal dari limbah sisa pakan dan feces yang dapat membahayakan organisme tersebut dan mencemari ekosistem dalam perairan tambak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat disampaikan adalah bahwa perlakuan padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan yaitu penambahan bobot, laju pertumbuhan relatif, dan tingkat kelulushidupan udang windu (*P. monodon*). Perlakuan padat tebar rumput laut yang terbaik yaitu pada perlakuan A1 dengan padat tebar 50 gram, pada perlakuan A1 dapat meningkatkan nilai pertumbuhan bobot mutlak sebesar  $1,67 \pm 0,05$  gram; nilai laju pertumbuhan relatif sebesar  $36,36 \pm 1,04\%$ ; nilai laju pertumbuhan harian rumput laut sebesar  $2,15 \pm 0,08$  %/hari dan SR terbaik sebesar  $78,75 \pm 1,25$  %. Rumput laut mampu menyeimbangkan kualitas perairan terbukti dengan hasil kualitas air nitrat sebesar 0,017 mg/L sampai 0,0803 mg/L, nitrit sebesar 0,002-0,42 mg/L, dan kadar ammonia sebesar 0,017-0,591 mg/L. Hasil penelitian tersebut dikatakan cukup layak untuk kegiatan budidaya udang windu.

### Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah padat tebar rumput laut (*Gracilaria* sp.) pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) dengan sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA), sebaiknya menggunakan rumput laut dengan bobot sebanyak 50 gram/m<sup>2</sup>.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada *Project to Design Aquaculture Suporting Mangrove Forest in Indonesia* (PASMI), orang tua dan dosen pembimbing yang telah memberikan doa, dukungan dan financial dalam proses penelitian, terimakasih kepada bapak dan ibu Ghofur yang telah membantu dalam proses penelitian, serta semua pihak yang telah mendukung saya untuk dapat melakukan penelitian dan membantu kelancaran dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhrari H. 2013. Kemampuan Serap Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Terhadap Nitrogen Hasil Buangan Limbah Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*) Dalam Sistem Polikultur. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Amri, K. 2003. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hal 1-2, 28-33.
- Astriana, B.H. 2015. Konseptual Model Dinamika Nitrogen Dalam Sistem *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA) Menggunakan *Penaeus monodon*, *Crassostrea* sp. dan *Gracilaria* sp. BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi. 1(3). 159-165 Hlm
- Dahuri, R. 2013. Usaha pertambakan Udang Vannamei Prospektif BPEN. Jakarta.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Effendi, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Hasan, M.R, Rejeki, S. Wisnu, R. 2015. Pengaruh Bobot Awal Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria* Sp. Yang Dibudidayakan Dengan Metode *Longline* Di Perairan Tambak Terabradi Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(2):92-99 Hal
- Masyahoro dan Mappiratu. 2010. Respon Pertumbuhan pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) di Perairan Teluk Palu. *Media Litbang Sulteng*. ISSN: 1979-5971. 3(2):104-111
- KKP. 2016. Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)
- Mulatsih, S., N.U. Hartanti., dan Narto. 2012. Peranan Rumput Laut sebagai Biofilter terhadap Peningkatan Kualitas Perairan dengan Skala Laboratorium. Desa Randusanga Wetan, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes
- Palayakan, R. A., Badraeni, Azis, H. Y., dan Tuwo, A., 2016. Efektivitas Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Bioremediator Perubahan N dan P dalam Bak Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Rumput Laut Indonesia*. 1(2): 88-93 Hal
- Prihantoro, A.C., Wahyuni, S., Yudha, Adiputra, T., Diantari, R. 2014. Pengaruh Padat Tebar terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Udang Windu (*Penaeus monodon*) pada Sistem Nurseri. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*.
- Putri, Y. S., Susilowati. 2013. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) serta Produksi Biomassa Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) pada Budidaya Polikultur. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3): 12-19 Hal

- Rachmatun M, Mudjiman, A. 2003. Budidaya Udang Windu. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 86 hal..
- Ren, J.S., Dozey, J.S., Plew, D.R., Fang, J., & Gall, M. 2012. *An ecosystem model for opti-mising production in integrated multi-trophic aquaculture system. Journal Eco-logical Modelling*, 246, 34-46
- Schmittou, H.R dan Sachwan. 1991. Budidaya Keramba: Suatu Metode Produksi Ikan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Perikanan. Jakarta. 54 hlm.
- Sakdiah, M. 2009. Pemanfaatan Limbah Nitrogen Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) oleh Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Sistem Budidaya Polikultur. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 212 hlm
- Saputra, R., R.S. Patadjai dan A.M. Balubi. 2013. Analisis Pertumbuhan dan Kadar Karaginan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) pada Lokasi Berbeda di Perairan Sekitar Penambangan Kecamatan Lasolo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 3(12):55-67.
- Siboro, G.F. Melki dan Isnaini. 2014. Laju Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*), Ikan Bandeng (*Chanos chanos*), dan Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*, *Gracilaria* sp.) pada Budidaya Polikultur dengan Padat Tebar yang Berbeda di Desa Sungai Lumpur Kabupaten OKI Sumatera Selatan. *Jurnal Maspari*. 6(1): 46-55 Hal
- Srigandono, B. 1981. Rancangan Percobaan Experimental Design. Universitas Diponegoro, Semarang, 140 hlm.
- Steel, A. M and J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedure Satatistika. Cetakan Kedua. Penerbit Gramedia. Jakarta. 491 hlm.
- Takeuchi, T. 1988. *Laboratory Work-Chemical Evaluation of Dietary Nutrients*. In: *Watanabe, T. (Ed.). Fish Nutrition and Mariculture*. JICA, Tokyo University Fish. pp. 179-229.