



**PENGARUH *Chlorella* sp. DARI HASIL PENCUCIAN BIBIT SEL YANG BERBEDA
DALAM FEEDING REGIMES TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN
LARVA KERAPU MACAN (*Epinephelus fuscoguttatus*)**

The Effect of Chlorella sp. from Different Washing Result of Cells Seed in the Feeding Regimes on the Growth and Survival Rate of Brown-Marbled Grouper Larvae (Epinephelus fuscoguttatus)

Panji Budianto, Suminto^{*}, Diana Chilmawati

Program Studi Budidaya Perairan

Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro

Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam budidaya kerapu macan adalah tingkat mortalitas yang tinggi pada fase larva. Kematian larva diduga karena ukuran dan kandungan nutrisi pakan alami yang diberikan kurang sesuai dengan kebutuhan larva, serta adanya kontaminasi berupa bakteri dan mikroorganisme lain didalam pakan alami yang diberikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *Chlorella* sp. dari hasil pencucian bibit sel yang berbeda dalam *feeding regimes* terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dan mengetahui tingkat pencucian sel *Chlorella* sp. terbaik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan. Metode penelitian adalah eksperimental laboratoris menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan. Perlakuan itu adalah pemberian *Chlorella* sp. tanpa pencucian (A), pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian 1 kali (B), pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali (C), dan pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali (D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Chlorella* sp. dari hasil pencucian bibit sel kedalam *feeding regimes* tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang relatif, tetapi berbeda nyata terhadap tingkat kelulushidupan. Nilai pertumbuhan panjang relatif pada masing-masing perlakuan adalah $21,48 \pm 0,20$ %/hari pada perlakuan A, $21,36 \pm 0,21$ %/hari pada perlakuan B, $21,52 \pm 0,24$ %/hari pada perlakuan C, dan $21,54 \pm 0,20$ %/hari pada perlakuan D. Nilai terbaik pada variabel kelulushidupan larva kerapu macan ditunjukkan pada perlakuan D dengan tingkat kelulushidupan larva D_{10} mencapai $7,78 \pm 0,19\%$, dibandingkan pada perlakuan A sebesar $5,22 \pm 0,51\%$.

Kata kunci : *Feeding Regimes*; *Chlorella*; Kerapu; *Epinephelus*; Pertumbuhan; Kelulushidupan

ABSTRACT

One of the problems of brown-marbled grouper culture were high mortality rate in the larval stage. The mortality of larval stage assumed due to the size and nutritional content of live food was given less suitable for larvae requirements, as well as the presence of contaminants such as bacteria and other microorganisms in live food. The aims of this research was to know the effect of *Chlorella* sp. of the results different cell washing seeds in to feeding regimes on the growth and survival rate of brown-marbled grouper (*E. fuscoguttatus*) larvae and to determine the best effect of the level of cell washing *Chlorella* sp. on growth and survival rate. The experiment method was used in this research by completely randomized design (CRD) with four treatments and three replicates respectively. Those treatment were the addition of *Chlorella* sp. without cells seed washing (A), addition of *Chlorella* sp. with one times washed (B), addition of *Chlorella* sp. with two times washed (C), and addition of *Chlorella* sp. with three times washed (D). The results of research on showed that addition of *Chlorella* sp. with washed treatment in feeding regimes had no significant effect on the growth of brown-marbled grouper, but the significantly effect on the survival rate. The growth value of relative length in the treatments, respectively were 21.48 ± 0.20 %/day on treatment A, 21.36 ± 0.21 %/day in treatment B, 21.52 ± 0.24 %/day in treatment C, and 21.54 ± 0.20 %/day in the treatment variable D. However, the best result on the survival rate of brown-marbled grouper larvae shown in treatment D with D_{10} larval survival rate reached $7.78 \pm 0.19\%$, compared to treatment A was $5.22 \pm 0.51\%$.

Key Words: *Feeding Regimes*, *Chlorella*, Grouper, *Epinephelus*, Growth, Survival rate.

* Corresponding author (Email: suminto57@yahoo.com)



PENDAHULUAN

Ikan kerapu merupakan ikan ekonomis penting, salah satu jenis ikan kerapu yang diminati masyarakat adalah ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus*. Usaha budidaya ikan kerapu memiliki prospek yang cerah, akan tetapi terkendala dalam ketersediaan benih (Nursida, 2011). Menurut Widiastuti dan Nismah (2006), kendala dalam budidaya kerapu macan adalah tingkat mortalitas yang tinggi pada fase larva, mencapai 98 – 99%. Penyebab tingginya mortalitas disebabkan faktor lingkungan dan pasokan pakan alami baik ukuran dan kandungan nutrisinya tidak sesuai dengan kebutuhan larva.

Pemberian pakan alami berupa fitoplankton dan zooplankton dalam jumlah yang cukup dan berkualitas baik akan memperkecil persentase larva yang mati (Rostini, 2007). Jenis fitoplankton *Chlorella* sp. banyak digunakan sebagai pakan yang diberikan langsung kepada larva atau digunakan sebagai bahan pengkayaan zooplankton (Chilmawati dan Suminto, 2009). *Chlorella* sp. mengandung nutrisi yang dibutuhkan larva ikan. Berdasarkan hasil penelitian sel *Chlorella* sp. mengandung protein 51-58% (Backer, 2004), karbohidrat berkisar 10-30% (Pranayogi, 2003), asam lemak berkisar 0,21-29,5 % vitamin B₁₂, zat besi, dan mineral (Wirosaputro, 2002). Menurut Chilmawati dan Suminto (2007), *Chlorella* sp. mampu menyerap vitamin B₁₂ didalam media kultur. Pengkayaan dengan penambahan *Chlorella* sp. mampu meningkatkan kandungan nutrisi *Branchionus* sp., serta meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan larva.

Pakan alami berperan penting dalam kegiatan pembenihan ikan sebagai pakan awal larva yang baru menetas. Pakan alami dari jenis fitoplankton, seperti *Chlorella* sp., *Nannochloropsis* sp., *Tetraselmis* sp., dan *Isochrysis* sp. sangat cocok digunakan sebagai pakan zooplankton dan larva ikan yang baru menetas. Beberapa *feeding regime* larva ikan laut lain yang terkait dengan jenis pakan alami yang diberikan antara lain, *feeding regime* larva kerapu lumpur sampai D₅₀ dengan menggunakan *Chlorella* sp. dan *Brachionus* sp. mulai dari D₁ sampai D₃₀, artemia D₂₀ sampai D₅₀, dan ikan rucah D₄₅ sampai D₅₀ (Duray *et al.*, 1996), *feeding regime* larva ikan bandeng sampai umur 25 dengan menggunakan fitoplankton (*Nannochloropsis* sp. dan *Chlorella* sp.) dari D₁-D₂₅, *Brachionus* sp. dengan kepadatan 5-10 ind/ml dari D₂ sampai D₁₀ dan kepadatan 10-20 ind/ml dari D₁₁ sampai D₂₀, naupli artemia dari D₁₈ sampai D₂₅ (Rosario *et al.*, 2005), *feeding regime* larva kakap putih dengan menggunakan *Tetraselmis* sp. dan *Chlorella* sp. dari D₁ sampai D₁₄, *Brachionus* sp. D₂ sampai D₂₀, dan naupli artemia dari D₁₃ sampai D₂₀ (Mayunar, 1991) dan *feeding regime* larva kerapu macan umur D₂₅ dengan menggunakan *Chlorella* sp. dari D₁ sampai D₁₈ atau *Tetraselmis* sp. dari D₁ sampai D₂₅, *Brachionus* sp. dari D₂ sampai D₂₈, dan naupli artemia dari D₁₁ sampai D₂₅ (Alava *et al.*, 1993).

Kontaminasi bakteri atau mikroorganisme lain dalam kultur fitoplankton diduga dapat menyebabkan jumlah produksi sel fitoplankton tersebut rendah, serta kualitas atau nilai nutrisinya menurun. Bilamana bakteri tersebut bersifat patogen bagi larva kultivan budidaya, maka perkembangan larva tersebut dapat terganggu (Fathurrohman, 2012). Pencucian sel untuk memisahkan bibit sel fitoplankton dari kontaminan mikroorganisme dan bakteri diduga mampu memperbaiki kuantitas sel fitoplankton, serta kualitas sel fitoplankton dilihat dari kandungan nutrisinya. Pencucian sel mampu mengurangi jumlah kontaminan bakteri dan mikroorganisme lain dalam kultur fitoplankton yang akan digunakan sebagai pakan alami larva ikan atau udang, sehingga akan mampu meningkatkan hasil produksi benih ikan atau udang (Suminto dan Hirayama, 1996).

Menurut Suminto dan Hirayama (1996), pencucian sel secara mekanik merupakan salah satu upaya dalam meminimalkan adanya kontaminasi oleh bakteri dan mikroorganisme di dalam kultur pakan alami, sehingga akan meningkatkan nilai kandungan nutrisi dari fitoplankton tersebut. Pencucian sel dapat diterapkan didalam kultur *Chlorella* sp. dalam upaya mendapat bibit sel yang bebas kontaminasi. Bibit sel hasil pencucian yang dikultur akan mampu meningkatkan hasil produksi dan kandungan nilai nutrisi, serta mengurangi resiko tingginya kontaminasi bakteri patogenik didalam kultur *Chlorella* sp. tersebut. Meningkatnya nilai nutrisi pada *Chlorella* sp. dan berkurangnya kontaminasi bakteri didalam kultur *Chlorella* sp. diharapkan akan mampu meningkatkan tingkat pertumbuhan dan kelulushidupan larva kerapu macan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh pemberian sel *Chlorella* sp. yang dikultur dari bibit sel hasil pencucian dengan tingkat yang berbeda dalam *feeding regime* terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) dan mengetahui tingkat pencucian sel *Chlorella* sp. terbaik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva kerapu macan (*E. fuscoguttatus*). Hasil penelitian diharapkan mampu dijadikan sebagai salah satu solusi dalam upaya peningkatan produksi benih ikan kerapu macan pada khususnya. Penelitian dilakukan selama 5 bulan, terhitung dari 8 Oktober 2013 sampai 28 Februari 2014 di Laboratorium Pakan Alami BBPAP Jepara dan Hatchery Pembenihan LPWP Jepara.

MATERI DAN METODE

Bahan uji yang digunakan adalah larva kerapu macan umur D₁ yang didapatkan dari Hatchery pembenihan BBPAP Situbondo. Pakan alami yang digunakan berupa *Chlorella* sp. hasil pencucian beberapa



tingkat, *Brachionus* sp., dan naupli artemia. Wadah uji dalam penelitian berupa 12 bak ember berwarna terang dengan volume 10 L yang dilengkapi dengan aerasi pada masing-masing. Wadah disusun didalam bak beton berukuran 1x2 m² dengan ketinggian air berkisar 10-20 cm dengan tujuan untuk menstabilkan suhu dalam media pemeliharaan larva.

Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu: 1) perlakuan A pemberian *Chlorella* sp. tanpa pencucian, 2) perlakuan B pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian 1 kali, 3) perlakuan C pemberian sel *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali, dan 4) perlakuan D pemberian sel *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali dalam *feeding regime* larva kerapu macan. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan. *Feeding regime* larva kerapu macan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:

<div>Naupli artemia ^{b)} 0,5 ind/ml</div>									
<i>Brachionus</i> sp. ^{a)}									
5 ind/ml			8 ind/ml				10 ind/ml		
<i>Chlorella</i> sp. 3 x 10 ⁶ sel/ml ^{a)}									
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10

Keterangan:

1. Dosis kebutuhan dan jenis pakan alami yang digunakan dalam *feeding regime* adalah sama, perlakuan A menggunakan *Chlorella* sp. tanpa pencucian, perlakuan B menggunakan *Chlorella* sp. hasil pencucian 1 kali, perlakuan C menggunakan *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali, perlakuan D menggunakan *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali.
2. Dosis pakan alami yang diberikan pada larva kerapu macan, berdasarkan pustaka:
 - a) Sugama *et al.*, 2012
 - b) Amali, 2005

Gambar 1. *Feeding Regime* Larva Kerapu Macan dalam Waktu Pemeliharaan D1 sampai D10

Tahapan pencucian sel dilakukan dengan mengisolasi bibit sel yang bebas kontaminan dengan menggunakan mikroskop converted, selanjutnya bibit sel hasil isolasi dikultur pada media EV (*Erd-Scriber*) cair. Persiapan kultur semi massal dimulai dengan kultur *Chlorella* sp. hasil pencucian pada skala laboratorium dengan menggunakan media EV secara bertingkat yang dimulai dari volume kultur 30 ml, volume 100 ml, volume 250 ml, volume 1000 ml, dan terakhir volume 3000 ml. Langkah selanjutnya adalah persiapan kultur semi massal dengan menggunakan pupuk teknis yang digunakan di BBPBPAP Jepara. Komposisi pupuk teknis terdiri atas NH₄NO₃ 100 ppm, NaH₂PO₄ 20 ppm, H₂BO₄ 33,6 ppm, NaEDTA 45 ppm, FeCl₃ 1,3 ppm, MnCl₂ 0,36 ppm, dan Vitamin B₁₂ 0,001 ppm.

Pemeliharaan larva dilakukan pada umur larva D₁ sampai D₁₀. Kepadatan penebaran larva kerapu macan adalah 50 ekor/L (Purba,1994). Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 dan 15.00. Perhitungan kepadatan *Chlorella* sp. dan *Brachionus* sp. pada masing-masing wadah pemeliharaan dilakukan sebelum pemberian pakan (Chilmawati dan Suminto, 2007).

Pengkayaan *Brachionus* sp. dilakukan dengan menambahkan *Chlorella* sp. hasil pencucian, vitamin C, vitamin B₁₂, minyak ikan, dan rogi roti. Dosis kebutuhan masing penambahan bahan pengkaya adalah ragi roti dengan dosis 200 µg/mL, vitamin B₁₂ dengan dosis 1,4 µg/mL, vitamin C dengan dosis 4 µg/ml, minyak ikan, dan sel *Chlorella* hasil pencucian dengan kepadatan 2x10⁶ sel/mL (Chilmawati dan Suminto, 2007). Pengkayaan dilakukan dengan mengkultur *Brachionus* sp. pada air laut dengan volume 1000 ml (Aprilia, 2008).

Pengumpulan data yang diamati dalam penelitian meliputi 2 variabel utama, yaitu pertumbuhan panjang relatif dan tingkat kelulushidupan, dan 2 variabel pendukung yaitu tingkat konsumsi pakan alami dan kualitas air media pemeliharaan. Pengukuran pertumbuhan bertujuan untuk mengetahui besarnya laju pertumbuhan larva selama pemeliharaan. Pertumbuhan panjang tubuh larva kerapu macan dihitung dengan menggunakan mikrometer dibawah mikroskop binokuler. Panjang tubuh larva kerapu macan diukur pada awal dan akhir pemeliharaan.



Pertumbuhan panjang relatif larva kerapu macan yang diamati dalam penelitian dihitung dengan menggunakan rumus Effendi (1979), yaitu:

$$PPR = \frac{L_t - L_o}{L_o \times t} \times 100 \%$$

Keterangan : PPR : Pertumbuhan panjang relatif (% / hari)
Lt : Rata-rata panjang total larva pada akhir pemeliharaan (mm)
Lo : Rata-rata panjang total larva pada awal pemeliharaan (mm)
t : Lama waktu pemeliharaan (hari)

Pengamatan data kelulushidupan dilakukan dengan menghitung jumlah pada larva awal pemeliharaan, kemudian jumlah larva dihitung kembali pada akhir pemeliharaan, selanjutnya untuk mengetahui tingkat kelulushidupan larva dihitung dengan menggunakan rumus Effendi (1979), yaitu:

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

Keterangan : SR : Sintasan / Tingkat Kelulushidupan (%)
No : Jumlah larva yang hidup pada awal pengamatan (ekor)
Nt : Jumlah larva yang hidup pada akhir pengamatan (ekor)

Tingkat konsumsi pakan alami dapat diketahui dengan membandingkan jumlah pakan yang diberikan dan jumlah sisa pakan alami pada media pemeliharaan. Jumlah kebutuhan pakan alami yang perlu ditambahkan kedalam media pemeliharaan larva menurut Parado – Estepa *et al.* (1996) dapat dihitung dengan rumus:

$$V_f = \frac{(D_d - D_{lt}) \times V_{lt}}{D_{at}}$$

Keterangan: V_f : Volume pakan alami yang diberikan (mL)
 D_d : Kepadatan Dosis pakan alami pada tempat pemeliharaan (sel/mL)
 D_{lt} : Kepadatan pakan alami yang tersisa pada tempat pemeliharaan (sel/mL)
 V_{lt} : Volume tempat pemeliharaan (mL)
 D_{at} : Kepadatan pada kultur alga atau pakan alami (sel/mL)

Variabel parameter kualitas air pemeliharaan larva kerapu macan yang diamati meliputi temperatur, salinitas, pH, dan oksigen terlarut. Analisis data pertumbuhan panjang relatif dan tingkat kelulushidupan larva kerapu macan dilakukan dengan analisis sidik ragam (*Analysis of variant*). Pengambilan keputusan secara statistik dilakukan untuk menguji hipotesis dari penelitian yang dilakukan. Apabila hasil analisis sidik ragam didapatkan nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilakukan uji wilayah Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan. Data tingkat konsumsi pakan alami dan variabel kualitas air yang didapatkan dari hasil pengukuran selama penelitian dianalisis secara deskriptif dan dijadikan sebagai data pendukung untuk membahas variabel utama yang diamati dalam penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Pertumbuhan Panjang Relatif

Hasil perhitungan pertumbuhan panjang relatif larva kerapu macan dalam penelitian tersaji pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Pertumbuhan Panjang Relatif Larva Kerapu Macan (mm)

Ulangan	Perlakuan			
	A	B	C	D
1	21,48	21,54	21,27	21,34
2	21,27	21,14	21,75	21,75
3	21,68	21,41	21,54	21,54
Rerata	21,48±0,20 ^a	21,36±0,21 ^a	21,52±0,24 ^a	21,54±0,20 ^a

Keterangan : Nilai dengan *superscript* yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan ($P < 0,05$)

Tingkat Kelulushidupan

Hasil perhitungan tingkat kelulushidupan larva kerapu macan dalam penelitian tersaji pada Tabel 2 berikut :



Tabel 2. Hasil Perhitungan Tingkat Kelulushidupan Larva Kerapu Macan (%)

Ulangan	Perlakuan			
	A	B	C	D
1	5,67	6,67	7,00	7,67
2	5,33	6,33	7,33	8,00
3	4,67	7,00	7,33	7,67
Rerata	5,22±0,51 ^a	6,67±0,33 ^b	7,22±0,19 ^c	7,78±0,19 ^c

Keterangan : Nilai dengan *superscript* yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0,05$)

Tingkat Konsumsi Pakan Alami

Pakan alami yang diberikan selama pemeliharaan larva kerapu macan adalah *Chlorella* sp., *Brachionus* sp., dan naupli Artemia. Hasil perhitungan tingkat konsumsi pakan alami dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Tingkat Konsumsi Pakan Alami Larva Kerapu Macan Selama Pemeliharaan.

Stadia	Perlakuan	<i>Chlorella</i> sp. (%)	<i>Brachionus</i> sp. (%)	Naupli Artemia (%)
D1	A	19,44	16,67	-
	B	20,37	16,67	-
	C	22,22	20,00	-
	D	24,07	16,67	-
D4	A	50,46	20,83	-
	B	49,07	20,83	-
	C	49,07	20,83	-
	D	48,61	20,83	-
D7	A	61,57	21,67	-
	B	62,96	20,00	-
	C	63,89	23,33	-
	D	63,89	21,67	-
D9	A	66,20	26,65	50,00
	B	67,59	28,33	60,00
	C	68,52	28,33	50,00
	D	68,98	28,33	50,00

Keterangan : Tabel tersebut menunjukkan tingkat konsumsi pakan alami oleh larva pada D1, D4, D7, dan D9.

Kualitas Air

Data kualitas air media pemeliharaan larva selama pemeliharaan tersaji pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air Media Pemeliharaan Larva

Variabel		Perlakuan				Pustaka
		A	B	C	D	
Suhu (°C)	Pagi	26-29	26-30	27-30	27-30	24-31*
	Sore	28-31	27-31	28-31	28-31	24-31*
Salinitas (ppt)		30-31	29-31	30-32	30-31	30-35**
pH		7-8,5	7-8,5	7-8,5	7-8,5	7-8,5***
DO (mg/l)	Pagi	3,9 - 4,4	3,8- 4,4	3,9 - 4,4	4 - 4,5	>3***
	Sore	4 - 4,4	3,9 - 4,5	3,9 - 4,5	3,9 - 4,6	>3***

Keterangan: * : Evalawati, 2001.
 ** : Chilmawati dan Suminto, 2007.
 *** : Aslianti dan Priyono, 2005.

Hasil pengukuran variabel kualitas air menunjukkan bahwa nilai variabel kualitas air pada media pemeliharaan larva selama penelitian masih berada dalam kondisi optimum, hal ini didasarkan dari pustaka tentang kondisi kualitas air yang optimum untuk pemeliharaan larva kerapu macan.

b. Pembahasan

Pertumbuhan

Variabel pertumbuhan yang diukur dalam penelitian ini adalah pertumbuhan panjang relatif. Pertumbuhan panjang relatif menunjukkan besarnya pertambahan panjang larva selama waktu pemeliharaan. Berdasarkan analisis varian, hasil pengukuran pertumbuhan panjang relatif larva dalam penelitian menunjukkan



bahwa pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian tidak berpengaruh pada pertumbuhan panjang relatif larva kerapu macan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Chlorella* sp. dari hasil pencucian bibit sel yang berbeda dalam *feeding regimes* tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang relatif larva. Pemberian *Chlorella* sp. dari hasil pencucian kedalam *feeding regimes* larva kerapu macan dinilai kurang mempengaruhi pertumbuhan larva karena perbedaan nilai nutrisi yang tidak terlalu banyak, selain itu dikarenakan pada masing-masing perlakuan juga diberikan pakan berupa *Brachionus* sp. yang telah diperkaya dan naupli artemia. Menurut Andreas (2014), hasil analisa kandungan protein *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali adalah 54,93 %, kandungan protein *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali adalah 54,62%, kandungan protein *Chlorella* sp. hasil pencucian 1 kali adalah 53,66 %, dan kandungan protein *Chlorella* sp. tanpa pencucian adalah 52,52 %. Sel *Chlorella* sp. tanpa dilakukan pencucian mengandung protein berkisar 51-58 % (Backer, 2004); dan 50 % (Rostini, 2007). Menurut Duray *et al.* (1996), pertumbuhan larva akan terjadi apabila larva mampu mengkonsumsi pakan yang diberikan. Pakan yang dikonsumsi akan digunakan sebagai sumber energi untuk metabolisme tubuh dan pertumbuhan.

Protein merupakan salah satu makro-nutrien penting yang berpengaruh pada pertumbuhan larva. Menurut Marzuqi dan Anjusary (2013), salah satu nutrisi dalam pakan yang diperlukan oleh larva adalah protein, dimana protein tersebut merupakan sumber energi yang dibutuhkan oleh larva untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Larva ikan kerapu cenderung membutuhkan pakan dengan konsentrasi protein yang tinggi yaitu berkisar antara 45-55% (Marzuqi dan Anjusary, 2013); dan 47,8-60 % (Sutarmat *et al.*, 2010).

Pertumbuhan larva kerapu setelah kuning telur habis dipengaruhi oleh pakan alami yang diberikan. Pakan alami yang diberikan merupakan sumber energi untuk proses metabolisme dan pertumbuhan larva. Kandungan nutrisi didalam pakan alami hanya mampu untuk mencukupi kebutuhan metabolisme dasar, sehingga menyebabkan pertumbuhan larva dalam penelitian relatif sama yaitu $21,48 \pm 0,2$ % pada perlakuan A, $21,36 \pm 0,21$ pada perlakuan B, $21,52 \pm 0,24$ % pada perlakuan C, dan $21,54 \pm 0,20$ % pada perlakuan D. Menurut Aslianti dan Priyono (2005), pemberian pakan alami berupa fitoplankton, rotifer dan Artemia hanya mampu memenuhi kebutuhan nutrisi sebagai syarat kelangsungan hidup larva. Pemberian pakan alami sangat diperlukan untuk larva karena memiliki tingkat pencernaan yang tinggi.

Tingkat Kelulushidupan (Survival Rate)

Hasil perhitungan tingkat kelulushidupan larva menunjukkan bahwa pemberian *Chlorella* sp. hasil pencucian berpengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupan larva kerapu macan. Tingkat kematian larva kerapu macan yang tinggi diduga disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain adanya masa peralihan asupan makanan dari kuning telur berubah menjadi pakan alami setelah kuning telur habis, ukuran pakan alami yang kurang sesuai dengan lebar bukaan mulut larva, dan adanya kontaminasi mikroorganisme lain atau bakteri yang terdapat dalam pakan alami.

Kuning telur merupakan sumber energi bagi larva setelah menetas. Habisnya kuning telur pada larva mendorong larva harus mendapatkan asupan makanan dari luar. Pakan harus sesuai dengan bukaan mulut dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi larva. Pakan dengan ukuran lebih besar dari bukaan mulut larva akan menyebabkan larva tidak dapat memakannya, sehingga kebutuhan nutrisi larva tidak tercukupi dan akan menyebabkan kematian larva. Menurut Amali (2005), kematian larva tertinggi terjadi pada hari ke-3 sampai hari ke-7 dengan tingkat kematian mencapai 90%, hal ini terjadi karena struktur pada organ tubuh larva yang masih sederhana dan lebar bukaan mulut yang masih kecil pada fase larva tersebut, sehingga respon terhadap pemangsaan pakan sangat kurang. Hal ini diperkuat oleh Chilmawati dan Suminto (2007), yang menyatakan bahwa permasalahan dalam pembenihan kerapu adalah mengatasi masa kritis, yaitu masa peralihan dari *endogenous feeding* ke *exogenous feeding*.

Sel *Chlorella* sp. hasil kultur massal umumnya masih terkontaminasi bakteri dan mikroorganisme lain. Kontaminasi bakteri tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sel *Chlorella* sp., sehingga dapat menurunkan kuantitas dan kualitas dilihat dari kandungan nutrisinya. Menurut Chilmawati (2009), tingginya populasi bakteri yang berasosiasi didalam kultur fitoplankton menyebabkan kerusakan pada bagian inti sel fitoplankton, sehingga menyebabkan penurunan nilai nutrisi sel fitoplankton tersebut. Pencucian sel merupakan alternatif untuk menghasilkan kultur fitoplankton yang relatif lebih murni dengan jumlah kontaminasi bakteri atau mikroorganisme lain yang lebih rendah, sehingga meningkatkan kuantitas maupun kualitas produksi fitoplankton tersebut, baik dari segi anatomi maupun kandungan nutrisinya.

Perlakuan D dalam penelitian menunjukkan tingkat kelulushidupan larva kerapu macan yang lebih tinggi yaitu $7,78 \pm 0,19$ % dibandingkan perlakuan A, B dan C, hal ini diduga karena *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik dibandingkan *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali, 1 kali dan tanpa pencucian dan kontaminasi bakteri pada *Chlorella* sp. hasil pencucian 3 kali relatif lebih rendah dibandingkan pada *Chlorella* sp. hasil pencucian 2 kali, 1 kali, dan tanpa pencucian. Kontaminasi bakteri



menyebabkan kerusakan pada sel fitoplankton seperti nukleus, dinding sel, dan mitokondria, sehingga pada akhirnya menyebabkan penurunan nilai nutrisi dari fitoplankton (Suminto dan Hirayama, 1996) dan Fathurrohman (2012). Pencucian sel mampu mengurangi jumlah populasi bakteri yang berasosiasi didalam kultur *Chlorella* sp., sehingga akan mengurangi tingkat kerusakan sel dan mengurangi resiko adanya kontaminasi bakteri yang bersifat patogen masuk kedalam media pemeliharaan larva. Menurut hasil penelitian Chilmawati (2009), pencucian sel mampu mengurangi kontaminasi bakteri didalam kultur fitoplankton dari jenis *C. gracilis* dan *S. Costatum* dan meningkatkan nilai nutrisi fitoplankton tersebut.

Perlakuan A dengan pemberian sel *Chlorella* sp. tanpa pencucian menunjukkan tingkat kelulushidupan yang terendah dalam penelitian yaitu $5,22 \pm 0,51$ %, hal ini diduga karena ukuran pakan alami yang terdapat dalam *feeding regimes* kurang sesuai dengan bukaan mulut larva, serta banyaknya koloni bakteri yang berasosiasi dengan *Chlorella* sp. yang diberikan dan dimungkinkan bersifat patogen. Menurut Ismi dan Asih (2010), ukuran lebar bukaan mulut larva kerapu umur D₃ adalah 1,25 μ m, sehingga memerlukan pakan yang lebih kecil dari bukaan mulut larva. Ukuran sel *Chlorella* sp. adalah 2-8 μ m (Shah *et al.*, 2003), ukuran *Brachionus* sp. adalah 100-340 μ m (Purba, 1995), dan ukuran naupli artemia adalah 420–520 μ m (Leger dan Sorgeloos, 1992). Menurut Chilmawati (2009), tanpa pencucian menyebabkan masih banyaknya sel fitoplankton terkontaminasi dengan bakteri dan mungkin bersifat patogen bagi larva. Menurut Hatmanti *et al.* (2008), serangan bakteri patogen pada kegiatan pembenihan kerapu dapat menyebabkan kematian larva atau benih dan pada akhirnya menyebabkan kegagalan panen.

Keberadaan bakteri, terutama bakteri yang bersifat patogen didalam kultur *Chlorella* sp. akan menyebabkan munculnya resiko terjadinya kematian pada larva. Pencucian sel merupakan salah satu alternatif dalam upaya mengurangi jumlah kontaminasi bakteri didalam kultur *Chlorella* sp., sehingga akan mampu mengurangi resiko masuknya bakteri patogen kedalam media pemeliharaan larva. Menurut Andreas (2014), pencucian bibit sel mampu mengurangi jumlah populasi bakteri yang berada di dalam kultur *Chlorella* sp., dimana populasi bakteri pada kultur *Chlorella* sp. tanpa pencucian adalah $9,20 \pm 0,62$ log CFU/ml, menurun menjadi $7,70 \pm 0,62$ log CFU/ml pada pencucian 1 kali, kemudian $7,09 \pm 0,86$ log CFU/ml pada pencucian dua kali, dan $6,39 \pm 0,82$ log CFU/ml pada pencucian tiga kali. Jenis-jenis bakteri yang ditemukan didalam kultur *Chlorella* sp. antara lain *Vibrio* sp., *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., dan *Sinorhizobium* sp. (Natrah *et al.*, 2013) dan *Flavobacterium* sp., *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Escherichia* sp. (Ueda *et al.*, 2009).

Tingkat Konsumsi Pakan Alami

Tingkat konsumsi pakan alami dalam penelitian pada awal pemeliharaan masih cukup rendah. Rendahnya tingkat konsumsi pakan alami pada awal pemeliharaan disebabkan karena organ pencernaan pada fase awal larva menetas masih belum sempurna. Organ pencernaan larva yang belum sempurna menyebabkan larva belum mampu memanfaatkan pakan alami yang diberikan secara maksimal. Tingkat konsumsi pakan alami meningkat seiring dengan bertambahnya umur larva, dimana tingkat konsumsi *Chlorella* sp. oleh larva D₄ yang berkisar antara 48,61–50,46 % meningkat menjadi 66,2–68,98 % pada larva D₉, sedangkan tingkat konsumsi *Brachionus* sp. oleh larva D₄ pada setiap perlakuan adalah 20,83 % meningkat menjadi 26,65–28,33 % pada larva D₉. Peningkatan konsumsi pakan alami dikarenakan pembentukan organ pencernaan pada larva yang semakin baik dengan bertambahnya umur larva. Menurut Setyadi (2007), kemampuan daya cerna larva ikan karnivora masih cukup terbatas. Larva yang baru menetas memiliki usus yang pendek dan belum sempurna, sehingga kemampuan usus untuk mencerna makanan hanya mampu dalam jumlah yang relatif kecil dan waktu yang relatif tidak lama. Ketersediaan pakan alami dalam media pemeliharaan larva harus selalu tersedia. Kapasitas lambung larva kerapu juga turut menentukan banyak sedikitnya jumlah pakan yang dikonsumsi.

Tingkat konsumsi pakan alami erat kaitannya dengan pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan larva. Tingkat konsumsi pakan alami pada masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang relatif hampir sama, dimana tingkat konsumsi *Chlorella* sp. oleh larva kerapu macan D₉ pada perlakuan A adalah 66,2 %, pada perlakuan B adalah 67,59%, pada perlakuan C adalah 68,52 %, dan pada perlakuan D adalah 68,98 %; tingkat konsumsi *Brachionus* sp. pada perlakuan A adalah 26,65 %, pada perlakuan B, C, dan D adalah 28,33 %; serta tingkat konsumsi naupli artemia pada perlakuan pada perlakuan B adalah 60%, pada perlakuan A, C, dan D adalah 50%. Tingkat konsumsi pakan alami yang relatif hampir sama menyebabkan pertumbuhan larva yang hampir sama pula. Larva yang tidak mampu mengkonsumsi pakan akan kekurangan energi untuk metabolisme tubuh, sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Menurut Aprilia (2008), pertumbuhan terjadi apabila larva mampu mengkonsumsi pakan yang diberikan, nutrien yang terkandung dalam pakan akan diserap oleh tubuh larva untuk metabolisme tubuh, pergerakan, perawatan bagian tubuh, mengganti sel yang rusak, dan sisanya untuk pertumbuhan. Menurut Ismi dan Asih (2010), kekurangan pakan alami secara berkelanjutan akan menyebabkan turunnya kondisi larva sehingga pada akhirnya larva lemas dan terjadi banyak kematian.



Beberapa faktor penting yang berpengaruh terhadap tingkat konsumsi pakan alami yaitu ukuran larva, jenis dan ukuran pakan alami yang digunakan, nilai nutrisi, dan dosis pemberian. Ukuran pakan alami yang digunakan harus memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan bukaan mulut larva. Menurut Melianawati *et al.* (2012), kesesuaian jenis, ukuran, dan ketersediaan pakan alami sangat menentukan tingkat konsumsi pakan larva tersebut. Keberhasilan larva mengkonsumsi pakan akan berdampak positif terhadap pertumbuhan. Pertumbuhan larva terjadi apabila larva mampu mengkonsumsi pakan yang diberikan. Pertumbuhan larva ikan kerapu dapat dilihat dari pertambahan panjang total dan ukuran duri sirip.

Kualitas air

Kualitas air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan larva. Larva akan dapat tumbuh dan hidup secara baik dalam kondisi kualitas air yang optimum. Variabel kualitas air yang diamati antara lain DO, suhu, salinitas, dan pH.

Hasil pengukuran variabel suhu media pemeliharaan larva pada pagi hari berkisar antara 26-30 °C dan pada sore hari berkisar antara 27-31 °C. Fluktuasi suhu selama pemeliharaan tidak terlalu tinggi dan berada pada kisaran yang normal. Menurut Evalawati *et al.* (2001), suhu yang baik untuk pertumbuhan kerapu berkisar antara 24-31 °C. Suhu diatas atau dibawah batas kisaran optimum berpotensi menghambat pertumbuhan dan dapat menyebabkan kematian larva.

Hasil pengukuran salinitas selama pemeliharaan didapatkan hasil salinitas pada media pemeliharaan berkisar antara 29-32 ppt. Nilai salinitas yang didapatkan tersebut masih dalam kisaran yang layak untuk pemeliharaan larva kerapu macan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chilmawati dan Suminto (2007), kisaran salinitas yang optimum untuk pemeliharaan larva kerapu macan adalah 30-35 ppt.

Hasil pengukuran nilai pH dalam media pemeliharaan didapatkan hasil pH berkisar antara 7-8,5. Nilai pH tersebut masih dalam kisaran optimal untuk pemeliharaan larva kerapu macan. Menurut Aslianti dan Priyono (2005), kisaran nilai pH yang optimal untuk pemeliharaan larva kerapu adalah 6,8 sampai 8,5.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut dalam media pemeliharaan berkisar antara 3,8 – 4,5 mg/L pada pagi hari dan 3,9 – 4,6 mg/L pada sore hari. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut dalam media pemeliharaan masih dalam kisaran yang optimum. Menurut Aslianti dan Priyono (2005), kisaran kandungan oksigen terlarut yang mampu mendukung kehidupan larva kerapu adalah > 3,0 mg/L.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian *Chlorella* sp. dari hasil pencucian bibit sel yang berbeda dalam *feeding regimes* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap tingkat kelulushidupan, akan tetapi tidak berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan larva kerapu macan.
2. Pemberian *Chlorella* sp. dari hasil pencucian bibit sel 3 kali kedalam *feeding regimes* memberikan tingkat kelulushidupan larva ikan kerapu macan yang tertinggi ($p < 0,05$), yaitu $7,78 \pm 0,19$ %.

Saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi jenis bakteri apa saja yang berasosiasi dengan kultur *Chlorella* sp. dan bagaimana pengaruhnya terhadap larva ikan atau udang.

Ucapan Terima Kasih

Kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Djuyoto dan Ibu Nur Cholifah yang telah memberikan bantuan selama penelitian, serta rekan-rekan penelitian Sigmund Qory Andreas, Wawan Setiawan, Vika Ratna Noviani, Umul Fadlilah, M. Elvino Andi R., Chaerulina P., Tri Suci A., dan Anugrah Ramadhani yang telah membantu dalam jalannya penelitian. Disampaikan pula terimakasih kepada Kepala Laboratorium Budidaya Perairan, Laboratorium Pakan Alami BBPBAP Jepara dan LPWP Undip, Jepara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alava, M. N. R., M. L. L. Dolar, and J. A. Luchavez. 1993. *Natural Spawning of Four Epinephelus Species Reared in the Laboratory*. SEAFDEC Aquaculture Department., pp: 65-77.
- Amali, T. F. I., 2005. Pengaruh Pemberian *Nannochloropsis* sp., *Natan* dan *Coccolith* sp. pada Rotifera terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 43 hlm.
- Andreas, S. Q. 2014. Studi Pola Pertumbuhan dan Kualitas Sel *Chlorella* sp. yang Dihasilkan melalui Teknologi Pencucian Sel. [Skripsi]. UNDIP, Semarang. 103 hlm.



- Aprilia, T. 2008. Aplikasi Pengkayaan Rotifera dengan Asam Amino Bebas untuk Larva Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor, 49 hlm.
- Aslianti, T. dan A. Priyono. 2005. Respon Awal Larva Kerapu Lumpur, *Epinephelus coioides* terhadap Pakan Buatan. *Jurnal Aquacultura Indonesiana*, 6(2): 67-77.
- _____. 2009. Peningkatan Vitalitas dan Kelangsungan Hidup Benih Kerapu Lumpur, (*Epinephelus coioides*) melalui Pakan yang Diperkaya dengan Vitamin C dan Kalsium. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 19(1) : 74-81.
- Backer, W. 2004. *Microalgae in Human and Animal Nutrition. Handbook of Microalgae Culture*. Oxford: Blackwell, 312-351.
- Chilmawati, D. 2009. Pengaruh Pencucian Sel terhadap Pertumbuhan dan Nilai Nutrisi Diatom *Chaetoceros gracilis* dan *Skeletonema costatum*, serta Perkembangan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). [Tesis]. Universitas Diponegoro, Semarang. 133 hlm.
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2007. Aplikasi Pengkayaan Rotifer sebagai Pemacu Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Larva Kerapu Macan. *Jurnal Saintek Perikanan*. 2 (2): 193-203.
- _____. 2009. Penggunaan Media Kultur yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6 (1): 71-78.
- Duray, M. N., C. B. Estudillo, and L. G. Alpasan. 1996. *Larval Rearing of the Grouper Epinephelus suillus Under Laboratory Conditions*. Elsevier. *Aquaculture*, 150(1997):63-76.
- Effendi. 1979. Metode Biologi Perikanan 1. Fakultas Perikanan IPB, Bogor.
- Evalawati, M. Meiyana dan T. W. Aditya. 2001. Biologi Kerapu dalam Pembesaran Kerapu Macan (*E. fuscoguttatus*) dan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) di Keramba Jaring Apung. BBL Lampung. Ditjenkan Budidaya, DKP., hlm: 3-7.
- Fathurrohman, A. 2012. Pengaruh Penggunaan Sel Diatom Frekuensi Pencucian yang Berbeda terhadap Persentase Pencapaian Stadia *Mysis* 3 dan Kelulushidupan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). [Skripsi]. Universitas Diponegoro – Semarang. 66 hlm.
- Hatmanti, A., R. Nuchsin, dan Y. Darmayati. 2008. Studi Penyakit Bakterial pada Budidaya Ikan Kerapu dan Bakteri Penghambatnya di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(1): 51-58.
- Ismi, S. dan Y. N. Asih. 2010. Teknik Pemeliharaan Larva untuk Peningkatan Mutu Benih Kerapu pada Produksi Massal secara Terkontrol. *Jurnal Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm: 331-338.
- Leger, P. dan P. Sorgeloos. 1992. *Optimized Feeding Regimes in Shrimp Hatcheries. Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier Science Publishers., pp: 225-349.
- Marzuqi, M dan D. N. Anjusary. 2013. Kecernaan Nutrien Pakan dengan Kadar Protein dan Lemak Berbeda pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 311-323.
- Mayunar. 1991. Pemijahan dan Pemeliharaan Larva Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Oseana*, 14(4): 21-29.
- Melianawati, R., N. W. W. Astuti, dan B. Slamet. 2012. Pola Pertumbuhan Larva Ikan Kerapu Raja Sunu (*Plectropoma laevis* LACEPEDE, 1801) dan Tingkat Konsumsinya terhadap Zooplankton Rotifer (*Brachionus plicatilis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2): 217-228.
- Natrah, F. M. I., P. Bossier, P. Sorgeloos, F. Md. Yusoff and T. Defoirdt. 2013. *Significance of Microalgal-Bacterial Interactions for Aquaculture*. *Reviews in Aquaculture*, 5: 1-14.
- Nursida, N. F. 2011. Polimerfisme Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus* FORSSKAL) yang Tahan Bakteri *Vibrio alginolyticus* dan Toleran Salinitas Rendah Serta salinitas Tinggi. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin: Makassar. 39 hlm.
- Parado-Esteva, F.D., E.T. Qunitio dan E.L. Borlongan. 1996. *Prawn Hatchery Operations* (Revised Edition). *Aquaculture Extension Manual*, No. 19, Aquaculture Departement, Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan, Iloilo, Philippines.,p: 57.
- Purba, R. 1995. Perkembangan Awal Ikan Kakap Merah, *Lutjanus argentimaculatus*. *Jurnal Oseana*, 19(3): 11-20.
- Pranayogi, D. 2003. Studi Potensi Pigmen Klorofil dan Karotenoid dari Mikroalga Jenis Chlorophyceae. Universitas Lampung, Lampung. 65 hlm.
- Rosario, W. R., C. B. Nipales, and E. C. Roxas. 2005. *Commercial Production of Milkfish Fry (Hatchery Operations)*. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources. Philippines., pp: 33.
- Rostini, I. 2007. Kultur Fitoplankton (*Chlorella* sp. dan *Tetraselmis chuii*) pada Skala Laboratorium. [Karya Ilmiah]. Universitas Padjadjaran: Jatinangor. 28 hlm.



-
- Setyadi, I. 2007. Produksi Massal Larva Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) dengan Ukuran Bak Berbeda. Jurnal Neptunus. 14(1): 42-47.
- Shah, M. M. R., M. J. Alam, and M. Y. Mia. 2003. *Chlorella* sp.: Isolation. *Pure Culture and Small Scale Culture in Brackishwater*. J. Sci. Ind. Res., 38(3-4) : 165 – 174.
- Sugama, K., M. A. Rimmer, S. Ismi, I. Koesharyani, K. Suwiryana, N.A. Giri, dan V.R. Alava. 2012. Pengelolaan Pembenihan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*): Suatu Panduan Praktik Terbaik. Australian Centre for International agricultural Research (ACIAR). 72 hlm.
- Suminto and K. Hirayama. 1996. *Effect of Bacteria Coexistence on the Growth of a Marine Diatome Chaetoceros gracilis*. Fish. Sci., 62: 40-43.
- Ueda, H., S. Otsuka dan K. Senoo. 2009. *Community Composition of Bacteria Co-Cultivated with Microalgae in Non-Axenic Algal Cultures*. Microbiol. Cult. Coll., 25(1): 21-25.
- Wirosaputro, S. 2002. *Chlorella* untuk Kesehatan Global, Teknik Budidaya dan Pengolahan. Yogyakarta: Gajahmada University Press. 84 hlm.
- Widyastuti, E. L. dan Nismah. 2006. Studi Biologi Pemanfaatan Osmolit Organik Taurin pada Larva Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*, Forskal). Jurnal Sains Tek. 12(1): 97-102.