



PENGARUH KOMBINASI PAKAN ALAMI *Chlorella vulgaris* DAN PAKAN ORGANIK AMPAS TAHU, BEKATUL DAN TEPUNG IKAN YANG DIFERMENTASI TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN *Tigriopus* sp.

*The Effect of Combination of Live Food Organisms of *Chlorella vulgaris* and Fermented Organic Feed of Tofu Waste, Rice Bran and Fish Meal on The Growth Performances of *Tigriopus* sp.*

Risma Dwi Nugraheni, Suminto^{*}, Titik Susilowati

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

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

ABSTRAK

Tigriopus sp. adalah salah satu pakan alami untuk larva termasuk dalam Copepoda Harpacticoida. Kultur *Tigriopus* sp. belum dikembangkan secara optimal, faktor penunjang pertumbuhan *Tigriopus* sp. yaitu pakan. Pakan organik yang difermentasi dapat ditambahkan pada pakan *Tigriopus* sp. untuk meningkatkan nilai nutrisi pakan. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi dan mengetahui kombinasi pakan terbaik terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan tiga kali ulangan. Kultur *Tigriopus* sp. dilakukan di botol kaca 50 ml dengan volume air 20 ml dan kepadatan awal *Tigriopus* sp. yaitu 1 ind/ml. Pemeliharaan *Tigriopus* sp. dilakukan selama 21 hari. Perlakuan dalam penelitian yaitu perlakuan A (100% *Chlorella vulgaris*), B (75% *Chlorella vulgaris* : 25% fermentasi), C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi), D (25% *Chlorella vulgaris* : 75% fermentasi) dan E (100% fermentasi). Kebutuhan pakan untuk satu individu *Tigriopus* sp. adalah 0.01 mg/individu/hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp. Perlakuan C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi) merupakan kombinasi pakan terbaik. Kepadatan total *Tigriopus* sp. dari perlakuan C (50% fitoplankton : 50% fermentasi) mencapai 143.98 ± 12.94 ind/ml, kepadatan nauplii 99.87 ± 8.03 ind/ml, kepadatan copepodit 12.83 ± 0.84 ind/ml, kepadatan dewasa 23.56 ± 2.35 ind/ml dan kepadatan betina bertelur 8.90 ± 0.87 ind/ml. Laju pertumbuhan populasi dan produksi telur masing-masing sebesar 0.310 ± 0.006 ind/hari dan 15.356 ± 0.235 telur/ind

Kata kunci: *Tigriopus* sp., Pakan Kombinasi, Pertumbuhan

ABSTRACT

Tigriopus sp. one of the live food organisms for larvae included Harpacticoid Copepod. *Tigriopus* sp. culture has not been developed optimally, growth supporting factors of *Tigriopus* sp. that is feed. Fermentation of organic feed can be added of feed *Tigriopus* sp. to increase nutritional value of feed. The purpose of the research to determined the effect of combination of live food organisms of *Chlorella vulgaris* and fermented organic feed and determine the best combination feed on the growth performances of *Tigriopus* sp. Experimental design used completely randomized design (CRD) with five treatments and three replicates. The culture was conducted in 50 ml of glass bottle with water volume 20 ml and with initial density of 1 in/ml. Maintenance of *Tigriopus* sp. was carried out for 21 days. Those treatments were A (100% *Chlorella vulgaris*), B (75% *Chlorella vulgaris* : 25% fermentation), C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentation), D (25% *Chlorella vulgaris* : 75% fermentation) and E (100% fermentation). The results showed combination of live food organisms of *Chlorella vulgaris* and fermented organic feed were significantly effected ($P < 0.05$) on the growth performances of *Tigriopus* sp. Treatment C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentation) was the best combination feed. Total density of *Tigriopus* sp. of treatment C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentation) reached 143.98 ± 12.94 ind/ml, nauplii density reached 99.87 ± 8.03 ind/ml, copepodit density reached 12.83 ± 0.84 ind/ml, adult density reached 23.56 ± 2.35 ind/ml and ovigerous female density reached 8.90 ± 0.87 ind/ml. Population growth rate and egg production were respectively 0.310 ± 0.006 ind/day and 15.356 ± 0.235 egg/ind.

Keywords: *Tigriopus* sp., Food Combination, Growth

^{*}Corresponding author (email: suminto57@yahoo.com)



1. PENDAHULUAN

Tigriopus sp. termasuk dalam ordo Harpacticoida umumnya bersifat detritivora (pemakan detritus) dan dapat memakan berbagai jenis mikroalga dan bakteri, toleran terhadap perubahan kondisi lingkungan, mempunyai produktivitas tinggi dan dapat dikultur dalam kepadatan tinggi (Nugraha dan Intanurfemi, 2011). Penelitian yang telah dilakukan mengenai *Tigriopus* sp. sebagai pakan alami diantaranya: bagi kuda laut (Redjeki, 2007), ikan ayu atau *Plecoglossus altivelis* (Kasahara dan Toshio, 1976), ikan buntal (Park *et al.*, 1998), dan ikan kakap merah (Park *et al.*, 1998; Hagiwara *et al.*, 2016).

Faktor yang mendukung pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. salah satunya adalah pemberian pakan berupa fitoplankton. Fitoplankton yang telah digunakan dalam kultur *Tigriopus* sp. yaitu *Isochrysis galbana* (Lee *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2015), *Chlorella* sp. (Park dan Sung, 1993; Lee, 1991; Kasahara dan Toshio, 1976; Zainuri *et al.*, 2008), *Thalassiosira* sp. (Shaw *et al.*, 1994; Shaw *et al.*, 1995; Suchy *et al.*, 2013), *Chaetoceros* sp. (Wang *et al.*, 2015), *Nannochloropsis oculata* (Park dan Sung, 1993), *Nannochloris* sp. (Mujica *et al.*, 1995), *Skeletonema* sp. (Wang *et al.*, 2015), *Tetraselmis* sp. (Park dan Sung, 1993; Davenport *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2012) dan *Dunaliella* sp. (Lazzaretto dan Benedetto, 1992).

Kultur *Tigriopus* sp. belum dikembangkan secara optimal, faktor penunjang pertumbuhan *Tigriopus* sp. yaitu pakan. Hal ini perlu dilakukan pengkayaan melalui pemberian pakan organik yang telah difermentasi untuk meningkatkan nutrisi pakan *Tigriopus* sp. Fermentasi pakan organik dapat memperbaiki fisiologi inang melalui penambahan protein, asam amino, vitamin B12, vitamin C, dan PUFA (Vine *et al.*, 2005). Fermentasi dengan probiotik dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan di saluran gastrointestinal larva dan memfasilitasi pemanfaatan nutrisi sehingga meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan (Sun *et al.*, 2013). Pendapat lain oleh Afifah *et al.* (2015), pemberian pakan pada copepoda dengan kombinasi pakan sel fitoplankton dan fermentasi pakan organik dapat memberikan nutrisi untuk performa pertumbuhan. Beberapa penelitian tentang kebutuhan mikroalga pada kultur *Tigriopus* sp. mengamati parameter budidaya seperti kelulushidupan stadia naupli-dewasa (Wang *et al.*, 2015), produksi nauplii (Kim *et al.*, 2009) dan pertumbuhan populasi produktivitas *Tigriopus* sp. (Lee *et al.*, 2012).

Penelitian mengenai pemberian pakan *Tigriopus* sp. dengan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) telah dilakukan (Lee, 1991; Park dan Sung, 1993; Carli *et al.*, 1995; Mujica *et al.*, 1995), namun penelitian mengenai kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi belum dilakukan. Pakan organik yang digunakan yaitu ampas tahu, bekatul dan tepung ikan. Penelitian ini dilakukan dari bulan Desember 2016 – Maret 2017 di BBPBAP Jepara. Tujuan penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan yang difermentasi terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp. dan kombinasi pakan terbaik dari *Chlorella vulgaris* dan pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan yang difermentasi terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Kultur *Tigriopus* sp.

Tigriopus sp. yang dikultur berasal dari BBPBAP Jepara. Penelitian menggunakan botol kaca berukuran 50 ml yang diisi air laut steril 20 ml. Kepadatan stadia awal yang digunakan adalah 1 ind/ml *Tigriopus* sp. dewasa. Kultur dilakukan pada suhu 22°C (Park and Sung, 1993), salinitas 35‰ (Lazzaretto, 1994) dan pH 7 (Wang *et al.*, 2015) dan penyinaran selama 24 jam. Pergantian air dilakukan sebanyak ±20% dari volume air pada saat dilakukan sampling.

Kultur *Chlorella vulgaris* dan Fermentasi Pakan Organik

Fitoplankton yang digunakan adalah *Chlorella vulgaris* berasal dari kultur murni di Laboratorium Pakan Hidup BBPBAP Jepara. Berat kering dari sel *Chlorella vulgaris* adalah 12 pg/sel (Lee *et al.*, 2006). Kultur fitoplankton dilakukan pada salinitas 25 ppt (Creswell, 2010), suhu 25°C dan pH 8-9 (Gong *et al.*, 2014) serta penyinaran selama 24 jam. Kultur fitoplankton pada wadah bervolume 1 l sebanyak dua buah yang telah diisi air laut steril. Masing-masing wadah diberi media Walne dan vitamin sebanyak 1 ml tiap 1000 ml media kultur. Wadah kultur diletakkan dekat dengan sumber cahaya dan media kultur diberi aerasi. Volume inokulan yang digunakan yaitu 25% dari volume media kultur. Kepadatan stok alga (sel/ml) dihitung setiap hari dengan mengambil sampel fitoplankton dan dihitung dibawah mikroskop perbesaran 10-40 x dengan *haemocytometer* (*Improved Neubauer*) volume 0,0025 mm³. Hasil kultur fitoplankton disentrifugasi menggunakan centrifuge MSE Minor 35 dengan kecepatan 3000 rpm selama 15-20 menit sebelum diberikan sebagai pakan *Tigriopus* sp.

Pakan organik yang digunakan yaitu berupa ampas tahu, bekatul dan tepung ikan. Ampas tahu, bekatul dan tepung ikan terlebih dahulu disaring halus menggunakan saringan bertingkat *Retsch Test Sieve* dengan lebar jaring 0.212 mm dan mesh no.70. Prosentase masing-masing pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan



yaitu 35% : 35% : 30%. Prosentase masing-masing bahan ditentukan berdasarkan kandungan protein tertinggi. Hasil analisis proksimat fermentasi bahan organik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Proksimat Fermentasi Bahan Organik (Ampas Tahu, Bekatul, Tepung Ikan)

Kadar dalam 100% bahan kering	Sebelum fermentasi (%)	Sesudah fermentasi (%)
Protein	13.23	23.70
Lemak	3.31	4.21
Serat kasar	20.43	13.46
Kadar abu	8.52	4.60
BETN	54.51	54.03

Sumber : Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian (2017)

Fermentasi dilakukan dengan melakukan aktivasi bakteri probiotik EM4 dengan menambahkan molase sebanyak 1:1 (ml) kemudian ditambahkan akuades 100 ml, kemudian didiamkan ± 3 jam. Kemudian disiapkan campuran bahan organik yang akan difermentasi. Pakan organik yang telah terfermentasi dicampur kedalam wadah bervolume 200 ml, lalu ditambahkan probiotik EM4 yang telah diaktifasi. Wadah ditutup rapat dan bahan yang sudah difermentasi didiamkan ±4 hari, setelah disimpan 4 hari, hasil fermentasi disimpan pada suhu rendah. Pemberian pakan *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi pada perlakuan mengacu pada Lee *et al.* (2006), kebutuhan pakan untuk satu individu *Tigriopus* sp. yaitu 0,01 mg berat kering/*Tigriopus* sp./hari. Selama pemeliharaan berlangsung diamati pertumbuhan populasi melalui kepadatan populasi *Tigriopus* sp. dalam tiga stadia yaitu nauplii, copepodit, dan dewasa serta kepadatan betina bertelur. Tahap akhir dari pemeliharaan dilakukan perhitungan laju pertumbuhan populasi dan produksi telur yang selanjutnya dianalisis. Jumlah pemberian pakan kombinasi untuk satu individu *Tigriopus* sp. dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Pemberian Pakan Kombinasi untuk Satu Individu *Tigriopus* sp.

Perlakuan	Jumlah Sel <i>Chlorella vulgaris</i> (x 10 ⁵ sel)	Jumlah Sel <i>Chlorella vulgaris</i> (x 10 ⁻² mg)	Fermentasi (x 10 ⁻² mg)
A	8.33	1	-
B	6.25	0.75	0.25
C	4.16	0.5	0.5
D	2.08	0.25	0.75
E	-	-	1

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen laboratories..Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Adapun perlakuan penelitian ini adalah sebagai berikut: perlakuan A menggunakan 100% *Chlorella vulgaris*, perlakuan B menggunakan 75% *Chlorella vulgaris* : 25% fermentasi, perlakuan C menggunakan 50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi, perlakuan D menggunakan 25% *Chlorella vulgaris* : 75% fermentasi dan perlakuan E menggunakan 100% fermentasi.

Pengambilan dan Perhitungan Data

Kepadatan Total *Tigriopus* sp.

Kepadatan total *Tigriopus* sp. terdiri dari kepadatan nauplii, copepodit, dewasa dan betina bertelur yang dilakukan dengan menghitung individu *Tigriopus* sp. dari semua volume air. Jumlah kepadatan total *Tigriopus* sp.(ind/ml) pembagian jumlah keseluruhan *Tigriopus* sp. terhadap 20 ml volume kultur

$$\text{Kepadatan total} = N/V$$

Keterangan :

N : Jumlah total *Tigriopus* sp. (individu)

V: Volume kultur (ml)

Laju Pertumbuhan Populasi

Menurut Odum (1985) dalam Tavares *et al.* (2014), laju pertumbuhan populasi (ind/hari) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r = \ln N_t - \ln N_0/t$$

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



Keterangan :

No : Kepadatan awal *Tigriopus* sp.

Nt : Kepadatan puncak *Tigriopus* sp.

T : Waktu puncak.

Produksi telur

Produksi telur dihitung dengan memodifikasi perhitungan laju produksi telur yang dilakukan Zamora-Terol *et al.*, (2014). Produksi telur (telur/ind) dihitung dengan membandingkan kelimpahan telur dan jumlah betina bertelur. Kelimpahan telur dihitung dengan mengalikan jumlah kantung telur dengan rata – rata jumlah telur tiap kantung (Zamora-Terol *et al.*, 2014). Rumus perhitungan produksi telur adalah sebagai berikut :

$$\text{Produksi Telur} = \frac{\sum s \times e}{\sum n}$$

Keterangan :

s : Kantung telur

e : Rata-rata jumlah telur setiap kantung (telur)

n : Betina bertelur (ind)

Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan pada tiap-tiap perlakuan. Ragam data kepadatan total, laju pertumbuhan dan produksi telur diuji normalitas, homogenitas dan *additivitas* terlebih dahulu. Apabila hasil pengujian tersebut bersifat menyebar normal, homogen dan *additive*, selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui apakah perlakuan yang diuji coba berpengaruh terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp. Apabila diketahui terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji wilayah ganda dari *Duncan* (Ghozali, 2006). Kepadatan populasi data disajikan dalam bentuk grafik, tabulasi dan dianalisis secara deskriptif.

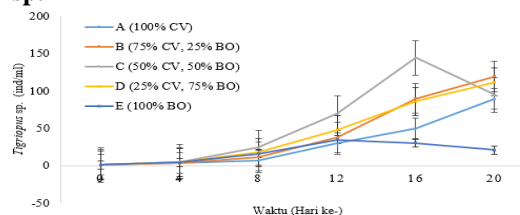
3. HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil

Tabel 3. Tabulasi Rerata Kepadatan Total Akhir, Laju Pertumbuhan dan Produksi Telur dari *Tigriopus* sp.

No.	Variabel	Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1.	Kepadatan Total (ind/ml)	89.3±8.65 ^b	119.18±11.53 ^a	94.33±9.23 ^b	111.81±11.14 ^a	20.48±1.26 ^c
	a. Nauplii	56.33±5.22	69.20±6.13	39.69±3.40	61.72±5.54	4.64±0.45
	b. Copepodit	22.31±1.99	28.56±2.49	20.80±1.72	18.69±1.50	1.23±0.066
	c. Dewasa	7.72 ±0.73	16.65±1.36	25.45±2.62	22.19±2.28	12.50±1.23
	d. Betina bertelur	2.92±0.29	4.62±0.49	8.10±0.79	9.27±0.86	2.12±0.14
2.	Laju Pertumbuhan (ind/hari)	0.224±0.005 ^d	0.239±0.005 ^c	0.310±0.006 ^a	0.236±0.005 ^c	0.295±0.007 ^b
3.	Produksi Telur (telur/ind)	10.027±0.556 ^d	13.321±0.854 ^b	15.356±0.235 ^a	11.937±0.261 ^c	15.149±0.440 ^a

Keterangan: Tanda *superscript* berbeda menandakan nilai antara perlakuan berpengaruh nyata (P<0,05) dan tanda *superscript* sama menandakan bahwa nilai antar perlakuan tidak berpengaruh nyata (P>0.05)

1. Kepadatan Total *Tigriopus* sp.



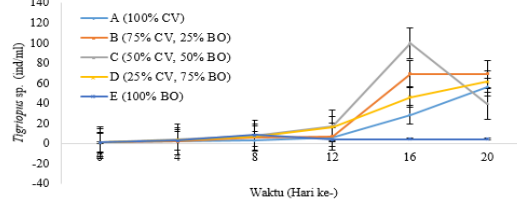
Gambar 1. Kepadatan Total *Tigriopus* sp.

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



Kepadatan total perlakuan C pada hari ke-16 mencapai nilai puncak sebesar 143.98 ± 12.94 ind/ml merupakan nilai terbaik diantara perlakuan lain, kemudian diikuti perlakuan B pada hari ke-20 sebesar 119.18 ± 11.53 ind/ml, perlakuan D pada hari ke-20 sebesar 111.81 ± 11.14 ind/ml, perlakuan A pada hari ke-20 sebesar 89.3 ± 8.65 ind/ml dan perlakuan E pada hari ke-12 sebesar 20.48 ± 1.26 ind/ml.

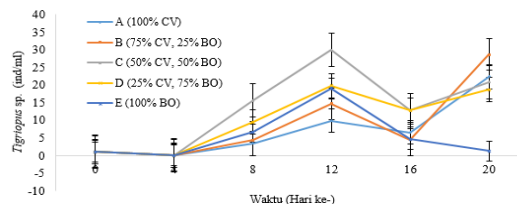
a. Kepadatan Stadia Nauplii



Gambar 2. Kepadatan Stadia Nauplii *Tigriopus* sp.

Kepadatan stadia nauplii perlakuan C pada hari ke-16 mencapai nilai puncak sebesar 99.87 ± 8.03 ind/ml merupakan nilai terbaik diantara perlakuan lain, kemudian diikuti perlakuan B pada hari ke-16 sebesar 69.26 ± 4.76 ind/ml, perlakuan D pada hari ke-20 sebesar 61.72 ± 5.54 ind/ml, perlakuan A pada hari ke-20 sebesar 56.33 ± 5.22 ind/ml dan perlakuan E pada hari ke-8 sebesar 8.4 ± 0.77 ind/ml.

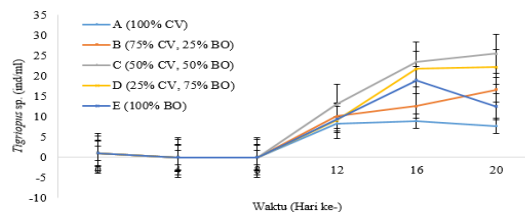
b. Kepadatan Stadia Copepodit



Gambar 3. Kepadatan Stadia Copepodit *Tigriopus* sp.

Kepadatan stadia copepodit perlakuan C pada hari ke-16 mencapai nilai puncak sebesar 29.93 ± 2.39 ind/ml merupakan nilai terbaik diantara perlakuan lain, diikuti perlakuan B pada hari ke-20 sebesar 28.56 ± 2.49 ind/ml, perlakuan A pada hari ke-20 sebesar 22.31 ± 1.99 ind/ml, perlakuan D pada hari ke-12 sebesar 19.78 ± 1.46 ind/ml dan perlakuan E pada hari ke-12 sebesar 18.97 ± 1.22 ind/ml.

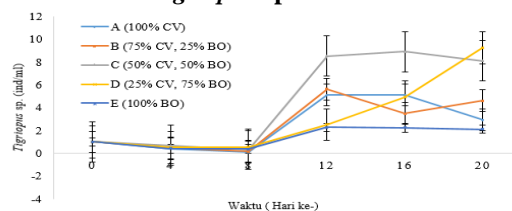
c. Kepadatan Stadia Dewasa



Gambar 4. Kepadatan Stadia Dewasa *Tigriopus* sp.

Kepadatan stadia dewasa perlakuan C pada hari ke-20 merupakan nilai puncak sebesar 25.45 ± 2.62 ind/ml merupakan nilai terbaik diantara perlakuan lain, kemudian diikuti perlakuan D pada hari ke-20 sebesar 22.19 ± 2.28 ind/ml, perlakuan E pada hari ke-16 sebesar 18.98 ± 1.67 ind/ml, perlakuan B pada hari ke-20 sebesar 16.65 ± 1.36 ind/ml dan perlakuan A pada hari ke-16 sebesar 8.91 ± 0.84 ind/ml.

d. Kepadatan Stadia Betina Bertelur

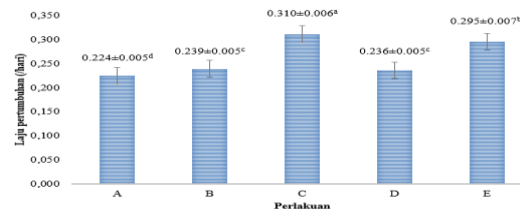


Gambar 5. Kepadatan Stadia Betina Bertelur *Tigriopus* sp.



Kepadatan stadia betina bertelur perlakuan D pada hari ke-20 mencapai nilai puncak sebesar 9.27 ± 0.86 ind/ml merupakan nilai terbaik diantara perlakuan lain, kemudian diikuti perlakuan C pada hari ke-16 sebesar 8.9 ± 0.87 ind/ml, perlakuan B pada hari ke-12 sebesar 5.62 ± 0.56 ind/ml, perlakuan A pada hari ke-12 dan 16 sebesar 5.12 ± 0.53 ind/ml dan perlakuan E pada hari ke-12 sebesar 2.27 ± 0.23 ind/ml. Data rata-rata kepadatan stadia betina bertelur *Tigriopus* sp. tersaji pada Tabel 3.

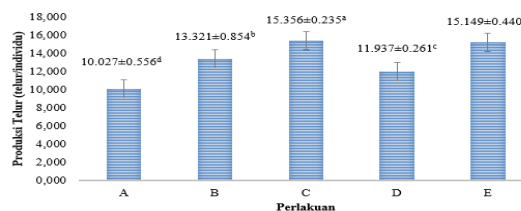
2. Laju Pertumbuhan Populasi



Gambar 6. Histogram Nilai Laju Pertumbuhan *Tigriopus* sp.

Nilai laju pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. tertinggi ditunjukkan pada perlakuan C sebesar 0.310 ± 0.006 ind/hari diikuti perlakuan E sebesar 0.295 ± 0.007 ind/hari, perlakuan B sebesar 0.239 ± 0.005 ind/hari, perlakuan D sebesar 0.236 ± 0.005 ind/hari dan nilai terendah yaitu perlakuan A 0.224 ± 0.005 ind/hari. Data rata-rata laju pertumbuhan *Tigriopus* sp. tersaji pada Tabel 3.

3. Produksi Telur



Gambar 7. Histogram Nilai Produksi Telur *Tigriopus* sp.

Nilai produksi telur *Tigriopus* sp. tertinggi ditunjukkan pada perlakuan C sebesar 15.356 ± 0.235 telur/ind diikuti perlakuan E sebesar 15.149 ± 0.440 telur/ind, perlakuan B sebesar 13.321 ± 0.854 telur/ind, perlakuan D sebesar 11.937 ± 0.261 telur/ind dan nilai terendah yaitu perlakuan A 10.027 ± 0.556 telur/ind.

Pembahasan

Pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan yang difermentasi dapat diterapkan untuk kultur *Tigriopus* sp. Kombinasi pakan *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi dapat mendukung pertumbuhan hingga produksi telur *Tigriopus* sp. Perlakuan C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi pakan organik) menghasilkan kepadatan total tertinggi sebesar 143.98 ± 12.94 ind/ml pada hari ke-16. Kepadatan nauplii tertinggi juga dihasilkan dari perlakuan C sebesar 99.87 ± 8.03 ind/ml pada hari ke-16, nilai tersebut lebih tinggi dari penelitian sebelumnya dengan pemberian pakan *Chlorella*, mikroalga lain atau fermentasi pakan organik saja.

Penelitian yang dilakukan oleh Park dan Sung (1993) menyatakan bahwa pemberian *Chlorella ellipsoidea* pada *Tigriopus japonicus* menghasilkan kepadatan nauplii sebesar 34.57 ± 2.37 ind/ml. Pendapat lain oleh Yamasaki and Jose (1980) mengenai pemberian bekatul pada harpacticoid *Tisbintra elongata* menghasilkan kepadatan total sebesar 16.2 ind/ml. Penelitian Sutomo (2007) bahwa kepadatan total *Tigriopus* sp. dengan pemberian pakan *Tetraselmis* sp. (60 ind/30 ml), *C. gracilis* (57.25 ind/30 ml), *T. iso* (54.5 ind/30 ml), *I. galbana* (41.75 ind/30 ml), *N. oculata* (31 ind/30 ml) dan *Thalassiosira* sp. (2.75 ind/30 ml). Penelitian lainnya oleh Mujica *et al.* (1995) dengan pemberian pakan kombinasi *Nannochlorosis* sp. dan *Saccharomyces* sp. menghasilkan kepadatan total *Tigriopus* sp. sebesar 78 ind/100 ml.

Laju pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. dengan pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi memberikan pengaruh nyata. Perlakuan C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi pakan organik) merupakan nilai laju pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. yang tertinggi (0.310 ± 0.006 ind/hari) dari perlakuan lainnya. Nilai tersebut lebih tinggi dari penelitian sebelumnya dengan pemberian pakan mikroalga *Tetraselmis suecica* dan *Isochrysis galbana* menghasilkan laju pertumbuhan sebesar 0.086 ± 0.0143 ind/hari (Lee *et al.*, 2012). Penelitian lain oleh Sutomo (2007) bahwa laju pertumbuhan relatif pada *Tigriopus* sp. dengan pemberian pakan *Tetraselmis* sp. (0.275 ind/hari), *C. gracilis* (0.271 ind/hari), *T. iso* (0.250 ind/hari), *I. galbana* (0.225 ind/hari) dan *N. oculata* (0.026 ind/hari). Puncak populasi dari *Tigriopus* sp. adalah pada hari ke-16. Faktor yang mendukung pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. salah satunya adalah pemberian pakan.

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



Kualitas pakan seperti ukuran, jenis, bentuk, dan kandungan nutrisi (protein, dan asam lemak) dapat mempengaruhi pertumbuhan populasi *Tigriopus* sp. (Ustun dan Levent, 2014).

Fermentasi pakan organik dapat memperbaiki fisiologi inang melalui penambahan protein, asam amino, vitamin B12, vitamin C, dan PUFA (Vine *et al.*, 2005). Fermentasi pada ampas tahu akan mengubah protein menjadi asam amino dan secara tidak langsung akan menurunkan kadar serat kasar. Proses fermentasi pada pakan organik dapat meningkatkan kandungan protein dan karbohidrat (Chilmawati *et al.*, 2015). Fermentasi pada bekatul merupakan solusi untuk meningkatkan nilai nutrisi, pencernaan bekatul, memecahkan asam phytat, menurunkan serat kasar, dan meningkatkan protein kasar (Supartini dan Eka, 2011). Marjuki (2008) menyatakan bahwa tepung ikan merupakan sumber asam lemak, mengandung lemak sekitar 8–10% dimana 2/3 bagiannya adalah berupa asam lemak tidak jenuh. Kandungan lemak yang cukup tinggi dapat meningkatkan kandungan energi dalam pakan, sedangkan kandungan asam lemak esensial dan asam lemak Omega 3 dan 6 mempunyai fungsi meningkatkan produktivitas dan penampilan reproduksi.

Fermentasi menggunakan probiotik dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan di saluran gastrointestinal dan memfasilitasi pemanfaatan nutrisi sehingga meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan (Sun *et al.*, 2013). Kandungan dari probiotik EM 4 yaitu *Lactobacillus casei* 2×10^6 sel/ml dan *Saccharomyces cerevisiae* 3.5×10^5 sel/ml. Menurut Setiawati *et al.* (2013) bahwa peran dari probiotik adalah mengatur lingkungan mikroba di usus, menghalangi mikroorganisme patogen dengan melepas enzim yang membantu proses pencernaan makanan. *Bacillus* sp. memiliki kemampuan untuk mengsekresikan enzim protease, lipase dan amilase. Pendapat lain oleh Arif *et al.* (2014) mengenai *Lactobacillus* dalam EM4 memiliki peran untuk mengubah karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga pH menjadi rendah/asam. *Lactobacillus* dapat menghambat bakteri patogen dan bakteri pembusuk pada keadaan asam. Keadaan asam juga akan meningkatkan sekresi enzim proteolitik yang merombak protein menjadi asam amino, sehingga dapat dicerna lebih cepat oleh usus. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim protease dan amilase serta sumber vitamin B, sehingga dapat meningkatkan pencernaan dan nutrisi pakan (Mulyono *et al.*, 2009).

Menurut Jung *et al.* (1998) bahwa stadia nauplii dan betina dewasa memanfaatkan bakteri perairan sebagai pakan. Stadia awal nauplii pada kultur murni *Tigriopus* sp. membutuhkan pakan bakteri untuk pertumbuhan dan perkembangan ke stadia berikutnya. *Tigriopus* sp. stadia betina dewasa memanfaatkan bakteri sebagai sumber nutrisi untuk perkembangan telur. Penelitian Lee (1991) dengan pemberian pakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), bakteri (*Acinetobacter* sp. AG-3), *Chlorococcum* sp. dan *Chlorella* sp. didapatkan hasil bahwa pemberian pakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) merupakan pakan yang efektif untuk pertumbuhan *Tigriopus* sp. pada stadia nauplii. Sedangkan *Tigriopus* sp. pada stadia copepodit dan dewasa pemberian pakan yang terbaik adalah kombinasi bakteri (*Acinetobacter* sp. AG-3) dan *Chlorococcum* sp.

Mikroalga yang digunakan sebagai pakan dalam penelitian adalah *Chlorella vulgaris*. Kandungan nutrisi pada *Chlorella* sp. antara lain EPA 0.31%, DHA 0.3% dan PUFA 38.3% (Otles and Ruhsen, 2001), protein 48.19 g/100 g *Chlorella vulgaris*, karbohidrat 29.85 g/100 g *Chlorella vulgaris*, lemak 5.60 g/100 g *Chlorella vulgaris*, kadar abu 6.87 g/100 g *Chlorella vulgaris*, mengandung mineral, vitamin C dan E (Yusof *et al.*, 2011). Pan *et al.* (2014) berpendapat bahwa kandungan EPA dan DHA berperan dalam perkembangan dan mekanisme fisik copepoda. Selain kandungan EPA dan DHA pada mikroalga, fermentasi bahan organik juga mengandung protein, karbohidrat dan lemak yang dapat dimanfaatkan oleh *Tigriopus* sp. Hasil uji proksimat yang telah dilakukan menunjukkan bahwa adanya peningkatan kandungan nutrisi pakan organik setelah difermentasi apabila dibandingkan dengan nutrisi pakan organik sebelum fermentasi. Fermentasi pada pakan organik membuktikan bahwa dapat meningkatkan kualitas nutrisi dari suatu bahan, fermentasi pada pakan organik juga dapat memperbaiki tingkat daya cerna suatu bahan. Hal tersebut ditunjukkan dengan kandungan serat kasar yang mengalami penurunan setelah fermentasi dilakukan. Kandungan protein dan lemak mengalami peningkatan setelah dilakukan fermentasi. Kandungan karbohidrat sebelum dan sesudah fermentasi tidak jauh berbeda, karbohidrat yang terkandung pada pakan organik tinggi sebesar 54.51% sebelum fermentasi dan 54.03% setelah fermentasi dilakukan.

Produksi telur pada perlakuan C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi pakan organik) sebesar 15.356 ± 0.235 telur/ind merupakan nilai tertinggi dari perlakuan lainnya. Berdasarkan uji lanjut Duncan, perlakuan C tidak berbeda nyata terhadap perlakuan E. Nilai produksi telur ini lebih tinggi dari penelitian Gutiérrez *et al.* (1999) pada Copepoda *Paracalanus parvus* (> 5 telur/ind), *Acartia lilljeborgii* (rata-rata 6.2 telur/ind), *Acartia clausi* (rata-rata 2.7 telur/ind) dan *Centropages furcatus* (rata-rata 13.3 telur/ind). Sedangkan nilai produksi telur pada penelitian ini lebih rendah dari produksi telur pada penelitian Teixeira *et al.* (2010) bahwa produksi telur *Acartia tonsa* sebesar $20.1 \pm 1.0 - 28.0 \pm 0.5$ telur/ind. Menurut Mujica *et al.* (1995) bahwa terdapat 24 butir telur/ind pada *Tigriopus* sp. betina. Pendapat lain oleh Koga (1970) bahwa *Tigriopus* sp. betina yang berukuran rata-rata 0,9 mm menghasilkan 30 butir telur/ind.



Pan *et al.* (2014) menyatakan bahwa produksi telur dan tingkat penetasan telur adalah dua parameter utama yang secara langsung mempengaruhi produktivitas total copepoda. Ustun dan Levent (2014) berpendapat bahwa produksi telur copepoda dipengaruhi oleh faktor endogen seperti tahap perkembangan gonad dan faktor lingkungan seperti salinitas, penyinaran, turbulensi, suhu, kelimpahan dan kualitas makanan. Konsentrasi fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh konsentrasi chlorofil-*a*. Produksi telur copepoda berkaitan dengan kualitas makanan seperti ukuran, jenis, bentuk, dan kandungan nutrisi (protein, dan asam lemak). HUFA pada mikroalga berperan dalam membran sel, sistem hormon, produksi telur dan perkembangan telur di invertebrata. Asam lemak mempengaruhi fekunditas copepoda, perkembangan telur, penetasan telur dan perkembangan embrio (Pan *et al.*, 2014). Nilai produksi telur pada penelitian rendah disebabkan kualitas nutrisi dari fermentasi pakan organik rendah terutama kandungan asam lemak tak jenuh sehingga produksi telur yang dihasilkan juga rendah. Hasil uji proksimat dapat dilihat bahwa kandungan lemak setelah fermentasi hanya 4.21%, sedangkan kadar serat kasar sebesar 13.46%. Fermentasi pakan organik sebagian besar mengandung karbohidrat sebesar 54.03%. Penelitian Park dan Sung (1993) bahwa fekunditas dari betina bertelur menghasilkan 38 nauplii/penetasan. Apabila dibandingkan dengan penelitian dilihat dari jumlah betina bertelur pada hari ke-12 sebanyak 8.52 ± 0.84 menghasilkan naupli pada hari ke-16 sebanyak 99.87 ± 8.03 yang merupakan nilai tertinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa fekunditas betina bertelur dari penelitian yang telah dilakukan sebesar 12 nauplii/penetasan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini bahwa:

1. Pemberian kombinasi pakan alami *Chlorella vulgaris* dan pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan yang difermentasi berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap performa pertumbuhan *Tigriopus* sp.
2. Kombinasi pakan terbaik dari *Chlorella vulgaris* dan pakan organik yang difermentasi yaitu perlakuan C (50% *Chlorella vulgaris* : 50% fermentasi) terhadap pertumbuhan *Tigriopus* sp. dengan nilai kepadatan total (143.98 ± 12.94 ind/ml), kepadatan nauplii (99.87 ± 8.03 ind/ml), kepadatan copepodit (12.83 ± 0.84 ind/ml), kepadatan dewasa (23.56 ± 2.35 ind/ml) dan kepadatan betina bertelur (8.90 ± 0.87 ind/ml). Laju pertumbuhan dan produksi telur pada perlakuan C masing-masing sebesar 0.310 ± 0.006 ind/hari dan 15.356 ± 0.235 telur/ind.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah pengembangan kultur *Tigriopus* sp. lebih lanjut dapat menggunakan kombinasi 50% *Chlorella vulgaris* dan 50% pakan organik ampas tahu, bekatul dan tepung ikan yang difermentasi sehingga dapat meningkatkan nutrisi pakan serta performa pertumbuhan *Tigriopus* sp.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP), Jepar yang telah menyediakan tempat dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini dan rekan-rekan penelitian Jepara sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., N. Fitriani dan S. Subekti. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 6(1) : 49-53.
- Afifah, F. N., Suminto dan D. Chilmawati. 2015. Pengaruh Kombinasi Pakan Alami Sel Fitoplankton dan Bahan Organik (Bekatul, Ampas Tahu, Tepung Ikan) yang Difermentasi terhadap Performa Pertumbuhan *Oithona* sp. Journal of Aquaculture Management and Technology, 4(4) : 11-20.
- Carli, A., G. L. Mariottini, dan L. Pane. 1995. Influence of Nutrition on Fecundity and Survival in *Tigriopus fulvus* Fischer (Copepoda: Harpacticoida). Aquaculture, 134 : 113-119.
- Chilmawati, D., Suminto dan T. Yuniarti. 2015. Pemanfaatan Fermentasi Limbah Organik Ampas Tahu, Bekatul dan Kotoran Ayam untuk Peningkatan Produksi Kultur dan Kualitas Cacing Sutera (*Tubifex* Sp). Pena Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 28(2) : 186-201.
- Creswell, L. 2010. Phytoplankton Culture of Aquaculture Feed. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 5004. 13 p.
- Davenport, J., A. Healy, N. Casey dan J. J. A. Heffron. 2004. Diet-Dependent UVAR and UVBR Resistance in the High Shore Harpacticoid Copepod *Tigriopus brevicornis*. Mar.Ecol.Prog.Ser., 276 : 299-303.
- Gong, Q., Y. Feng, L. Kang, M. Luo dan J. Yang. 2014. Effects of Light and pH on Cell Density of *Chlorella vulgaris*. Energy Procedia., 61 : 2012-2015.



- Ghozali, Imam. 2006. Aplikasi Analisis Multivariate dengan program SPSS Cetakan IV. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang. 318 hlm.
- Gutiérrez, J. G., Ricardo, P-G., Roxana, de S-D., Maria, A. C-C. dan Aida, M-L. 1999. Copepod Daily Egg Production and Growth Rates in Bahía Magdalena, México. *Journal of Plankton Research*, 21(12) : 2227-2244.
- Hagiwara, A., Kim, H-J., Matsumoto, H., Ohta, Y., Morita, T., Hatanaka, A., Ishizuka, R. dan Sakakura, Y. 2016. Production and Use of Two Marine Zooplanktons, *Tigriopus japonicus* and *Diaphanosoma celebensis*, as Live Food for Red Sea Bream *Pagrus major* larvae. *Fisheries Science*, 82(5) : 799-809
- Jung, M-M., S. Rho dan P-Y, Kim. 1998. Feeding of Bacteria by Copepod *Tigriopus japonicus*. *Journal of Aquaculture*, 11(1) : 113-118.
- Kasahara, S. dan T. Akiyama. 1976. Notes on the Dormancy in the Adults of *Tigriopus japonicus*. *J. Fac. Fish. Anim. Husb.*, 15 : 57-65.
- Kim, J. M., J.C. Kim dan S.B. Hur. 2009. Effect of Microalgal Species on Nauplii Production in the Benthic Copepod *Tigriopus japonicus*. *Kor. J. Fish Aquat Sci.*, 42(3) : 268-275.
- Koga, F. 1970. On the Life History of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda). *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, 26(1) : 11-21.
- Lazaretto, I. dan B. Salvato. 1992. Cannibalistic Behaviour in The Harpacticoid Copepod *Tigriopus fulvus*. *Marine Biology*, 113 : 579-582.
- _____, F. Franco dan B. Battaglia. 1994. Reproductive Behaviour in the Harpacticoid Copepod *Tigriopus fulvus*. *Hydrobiologia*, 292/293 : 229-234.
- Lee, W. J. 1991. Efficiency of Various Microbial Foods for *Tigriopus japonicus* Mori. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 24(2) : 117-122.
- Lee, K. W., H. G. Park, S. M. Lee dan H. K. Kang. 2006. Effects of Diets on The Growth of The Brackish Water Cyclopoid Copepoda *Paracyclops nana* Smirnov. *Aquaculture*, 256 : 346-353.
- _____, H. U. Dahms, H. G. Park and J. H. Kang. 2012. Population Growth and Productivity of the Cyclopoid Copepods *Paracyclops nana*, *Apocyclops royi* and the Harpacticoid Copepod *Tigriopus japonicus* in Mono and Polyculture Conditions : a Laboratory Study. *Aquaculture research* : 1-5.
- Marjuki. 2008. Penggunaan Tepung Ikan dalam Pakan Konsentrat dan Pengaruhnya terhadap Pertambahan Bobot Badan Kambing Betina. *Jurnal Ternak Tropika*, 9 (2) : 90-100.
- Milione, M. dan C. Zeng. 2007. The Effects of Algal Diets on Population Growth and Egg Hatching Success of The Tropical Calanoid Copepod, *Tigriopus sinjiensis*. *Aquaculture*, 273 : 656-664.
- Mujica, R. A., C. Carvajal U. dan O. Miranda E. 1995. Cultivo experimental de *Tigriopus* sp. (Copepoda : Harpacticoida). *Invest. Mar.*, 23 : 75-82.
- Mulyono, R. Murwani dan F. Wahyono. 2009. Kajian Penggunaan Probiotik *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Alternatif Aditif Antibiotik terhadap Kegunaan Protein dan Energi pada Ayam Broiler. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.*, 34(2) : 145-151.
- Nugraha, M. F. I. dan Gede S. Sumiarsa. 2009. Spesies Asing sebagai Salah Satu Pembatas dalam Budidaya Copepoda pada Bak Terkontrol. *Media Akuakultur*, 4 (1) : 45-49.
- _____, dan Intanurfemi B. H. 2011. Copepoda: Sumbu Kelangsungan Biota Akuatik dan Kontribusinya untuk Akuakultur. *Media Akuakultur*, 6 (1) : 13-20.
- Otles, S. dan R. Pire. 2001. Fatty Acid Composition of *Chlorella* and *Spirulina* Microalgae Species. *Journal of AOAC International*, 84 (6) : 1708-1714.
- Pan, Y-J., S. Souissi, A. Souissi, C-H. Wu, S-H. Cheng dan J-S. Hwang. 2014. Dietary Effects on Egg Production, Egg-Hatching Rate and Female Life Span of The Tropical Calanoid Copepod *Acartia bilobata*. *Aquaculture Research*, 45 : 1659-1671.
- Park, H. G. dan S. B. Hur. 1993. Optimum Culture Environment of the Benthic Copepod, *Tigriopus Japonicus*. *Journal of Aquaculture*, 6(3) : 147-157.
- _____, dan C. W. Kim. 1998. Culturing Method and Dietary Value of Benthic Copepod, *Tigriopus japonicus*. *Journal of Aquaculture*, 11(2) : 261-269.
- Redjeki, S. 2007. Pemberian Copepoda Tunggal dan Kombinasi sebagai Pakan Alami Kuda Laut (*Hippocampus Kuda*). *Ilmu Kelautan*, 12 (1) : 1-5.
- Setiawati, J.E., Tarsim, Y.T. Adiputra dan S. Hudaidah. 2013. Pengaruh Penambahan Probiotik pada Pakan dengan Dosis Berbeda terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, Efisiensi Pakan dan Retensi Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(2) : 151-162.



- Shaw, B. A., P. J. Harrison dan R. J. Andersen. 1994. Evaluation of the Copepod *Tigriopus californicus* as a Bioassay Organism for the Detection of Chemical Feeding Deterrents Produced by Marine Phtoplankton. *Marine Biology*, 121 : 89-95.
- _____. 1995. Feeding Deterrence Properties of Apo-Fucoxanthinoids from Marine Diatom. II. Physiology of Production of Apo-Fucoxanthinoids by The Marine Diatoms *Phaeodactylum tricornutum* and *Thalassiosira pseudonana* and their Feeding Deterrent Effects on The Copepod *Tigriopus californicus*. *Marine Biology*, 124 : 473-481.
- Suchy, K. D., J. E. Dower, A. R. Sastri and M. C. Neil. 2013. Influence of Diet on Chitobiase-Based Production Rates for the Harpacticoid Copepod *Tigriopus californicus*. *J. Plankton Res.*, 0(0) : 1-11.
- Sun, Y-Z., Yang, H-L., Huang, K-P., Ye, J-D. and Zhang, C-X. 2013. Application of Autochthonous *Bacillus* Bioencapsulated in Copepod to Grouper *Epinephelus coioides* Larvae. *Aquaculture*, 44-50 p.
- Supartini, N. dan E. Fitasari. 2011. Penggunaan Bekatul Fermentasi *Aspergillus niger* dalam Pakan terhadap Karakteristik Organ Dalam Ayam Pedaging. *Buana Sains*, 11 (2) : 127 – 136.
- Sumoto. 2007. Pertumbuhan Populasi Kopepoda Harpacticoid, *Tigriopus* sp. dengan Jenis Pakan Mikroalga yang Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 9(2) : 297-306.
- Tavares, S.L.H., Truzzi, B.S dan Berchielli, M.F.A. 2014. Growth and Development Time of Subtropical Cladocera *Diaphanosoma birgei* Korinek, 1981 Fed with Different Microalgal Diets. *Braz. J. Biol.* 74(2): 464-471.
- Teixeira, P. F., S. M. Kaminski, T. R. Avila, A. P. Cardozo, J. G. F. Bersano and A. Bianchini. 2010. Diet Influence on Egg Production of The Copepod *Acartia Tonsa* (Dana, 1896). *Annals of The Brazilian Academy of Sciences* 82(2) : 333 – 339.
- Theilacker, G. H. dan A. S. Kimball. 1984. Comparative Quality of Rotifers and Copepods as Foods for Larval Fishes. *CalCOFI*, 24 : 80-86.
- Ustun, F. dan L. Bat. 2014. The Egg Production Rate of *Acartia (Acartiura) clausi* Giesbrecht, 1889(Copepoda) in Sinop Peninsula (Southern Black Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14 : 605-613.
- Vine, N. G., W. D. Leukes dan H. Kaiser. 2005. Probiotics in Marine Larviculture. *FEMS Microbiol Rev.*, 30 : 404 – 427.
- Wang, G., J. Xu, C. Zeng, Q. Jia, L. Wu dan S. Li. 2015. Pelagic Microalgae as Suitable Diets for the Benthic Harpacticoid Copepod *Tigriopus japonicus*. *Hydrobiologia*, 1-8 p.
- Yamasaki, S. dan J.T. Canto. 1980. Culture Experiments on the Harpacticoid Copepod, *Tisbintra elongata* Mori and Evaluation of that Species as a Food Organism for Milkfish Larvae. *Mem.Fac.Fish.*, 29 : 275-291.
- Yusof, Y. A. M., J. M. H. Basari, N. A. Mukti, R. Sabuddin, A. R. Muda, S. Sulaiman, S. Makpol dan W. Z. W. Ngah. 2011. Fatty Acids Composition of Microalgae *Chlorella vulgaris* can be Modulated by Varying Carbon Dioxide Concentration in Outdoor Culture. *African Journal of Biotechnology*, 10(62) : 13536-13542.
- Zainuri, M., H. Endrawati, E. Kusdiyantini dan H. P. Kusumaningrum. 2008. Konsumsi Harian Copepoda terhadap Pakan *Chlorella* sp. pada Volume Media Kultivasi yang Berbeda. *Ilmu Kelautan*, 13 (3) : 121 – 126.
- Zamora-Terol, S., R. Swalethorp, S. Kjellerup, E. Saiz dan T. G. Nielsen. 2014. Population Dynamics and Production of The Small Copepoda *Oithona* spp. in a Subarctic Fjord of West Greenland *Polar Biol.*, 37 : 953 – 965.