



**PENGARUH PEMBERIAN DIET MIKROALGA YANG BERBEDA (*Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* DAN *Tetraselmis chuii*) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN REPRODUKSI *Diaphanosoma brachyurum***

*The Effect of Different Microalgal Diets (*Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* and *Tetraselmis chuii*) on The Growth and Reproduction of *Diaphanosoma brachyurum**

Hikmatun Ni'mah, Suminto\*), Titik Susilowati

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

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

**ABSTRAK**

Pakan alami dalam akuakultur sangatlah penting bagi pemeliharaan larva. *D. brachyurum* merupakan salah satu pakan alami yang pergerakannya lambat dan berenang bebas dalam kolom air, serta mempunyai nilai kandungan nutrisi yang tinggi. Kultur *D. brachyurum* memerlukan pengkajian diet mikroalga untuk mendapatkan performa pertumbuhan terbaik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh diet mikroalga yang berbeda terhadap performa pertumbuhan (kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan produksi telur) *D. brachyurum* dan mendapatkan diet mikroalga yang memberikan hasil performa pertumbuhan (kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan produksi telur) *D. brachyurum* terbaik. Metode penelitian menggunakan RAL dengan 4 perlakuan 4 ulangan yang kepadatannya 1 ind/ml. Diet yang digunakan untuk kultur *D. brachyurum* adalah *Chlorella vulgaris*; *Chaetoceros calcitrans*; *Nannochloropsis oculata*; dan *Tetraselmis chuii*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian diet mikroalga yang berbeda berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada performa pertumbuhan *D. brachyurum*. Diet *T. chuii* menghasilkan kepadatan terbaik pada anakan (neonata) ( $3,013 \pm 1,582$  ind/ml), juvenil ( $2,513 \pm 0,638$  ind/ml), dewasa ( $7,325 \pm 1,981$  ind/ml), dewasa bertelur ( $4,050 \pm 2,401$  ind/ml) dan dewasa beranak ( $8,975 \pm 1,569$  ind/ml). Kepadatan total juga pada diet *T. chuii* ( $25,875 \pm 1,142$  ind/ml) yang merupakan nilai tertinggi. Diet *T. chuii* juga menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dibanding perlakuan lain pada laju pertumbuhan ( $0,163 \pm 0,002$  /hari). Diet *N. oculata* menunjukkan hasil terbaik serta berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada produksi telur ( $3,446 \pm 0,363$  telur/ind), namun tidak berbeda nyata terhadap *Chaetoceros calcitrans* ( $3,104 \pm 0,705$  telur/ind).

**Kata kunci:** *Diaphanosoma brachyurum*; Performa Pertumbuhan; Diet Mikroalga.

**ABSTRACT**

*The live food organisme in aquaculture is very important for larvae rearing. D. brachyurum is one of the live food organisme which slow movement and has capability as a free swimmer in water column, and has a high nutritional value. The study of D. brachyurum fed by different microalgal diets needs to be conducted in order to perceive its growth performance. This study aimed to determine the effect of different microalgal diets on growth performance (population density, growth rate and egg production) of D. brachyurum and suitable microalgal that supported growth performance (population density, growth rate and egg production) of D. brachyurum. The method of this study was experimental laboratory which used completely random design (CRD) with 4 treatment and 4 replicates. The initial density of D. brachyurum was 1 ind/ml. The diets that used in this study here Chlorella vulgaris; Chaetoceros calcitrans; Nannochloropsis oculata; and Tetraselmis chuii. The results of this study showed that different microalgal diets had significant effect ( $P < 0,05$ ) on growth performance of D. brachyurum. The highest density of the neonata ( $3.013 \pm 1.582$  ind/ml), juvenile ( $2,513 \pm 0.638$  ind/ml), adult ( $7,325 \pm 1,981$  ind/ml), adult spawn ( $4,050 \pm 2,401$  ind/ml) and adult childbearing ( $8,975 \pm 1,569$  ind/ml) was on D treatment (fed by T. Chuii). The highest total density of D. brachyurum ( $25.875 \pm 1.142$  ind/ml) was on D treatment (fed by T. Chuii). D. brachyurum that fed by T.chuii had best growth rate value ( $0.163 \pm 0.002/day$ ) significantly different ( $P < 0.05$ ) than other treatments. D. brachyurum that fed by N. oculata had best egg production value ( $3.446 \pm 0.363$  eggs/ind) significantly different ( $P < 0.05$ ), but not significantly different with egg production value of D. brachyurum that fed by C. calcitrans ( $3.104 \pm 0.705$  eggs/ind).*

**Keywords:** *Diaphanosoma brachyurum*; Growth Performance; Microalgal Diets.

\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))



## 1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor terpenting dalam keberhasilan budidaya ikan adalah penggunaan pakan alami seperti zooplankton (Tavares and Pereira, 2008). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa cladocera memiliki kandungan nutrisi yang tinggi bagi larva ikan, karena ukuran tubuhnya dan tingkat pencernaan yang tinggi, memungkinkan terjadinya perkembangan dan pertumbuhan yang lebih baik bagi larva dibandingkan pakan alami yang lain (Tavares *et al.*, 2014). *Diaphanosoma* sp. merupakan salah satu spesies dari Cladocera yang dapat diberikan kepada larva, dimana memiliki keunggulan diantaranya yaitu mudah di kultur dengan pertumbuhan yang singkat sehingga dapat diproduksi secara massal. Selain itu, *Diaphanosoma* sp. juga mudah dimangsa karena pergerakannya yang lambat dan berenang bebas di kolom air (Hamdhani, 2013). Kandungan nutrisinya yang tinggi pula menjadi salah satu pakan alami yang baik digunakan sebagai makanan kuda laut dan ikan nemo (Maryam *et al.*, 2015). Pertumbuhan dan kandungan nutrisi yang baik serta produksi yang berkesinambungan dari *Diaphanosoma* sp. sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan yaitu fitoplankton.

Fitoplankton dan zooplankton memiliki pola hubungan mangsa dan pemakan. Peristiwa ini menunjukkan bahwa hubungan ketergantungan antara fitoplankton dan zooplankton adalah sangat erat (Tambaru *et al.*, 2014). Fitoplankton dengan jenis yang berbeda-beda akan memberikan pengaruh berbeda pula terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Diaphanosoma* sp. Evaluasi mengenai pemberian diet mikroalga berbeda perlu dilakukan untuk mendapatkan jenis mikroalga yang memberikan performa pertumbuhan terbaik bagi *Diaphanosoma* sp. Berdasarkan penelitian Khatoun *et al.* (2012), diketahui bahwa kandungan nutrisi (protein, karbohidrat dan lemak) *D. celebensis* yang diberikan mikroalga berbeda memberikan nilai nutrisi yang berbeda pula, sehingga berpengaruh terhadap kepadatan populasi dan laju pertumbuhan dari *D. celebensis* tersebut. Penelitian yang dilakukan Tavares and Pereira (2008), juga menunjukkan nilai kandungan nutrisi yang berbeda pada *D. birgei* sehingga mempengaruhi nilai kepadatan populasinya dengan perbedaan pemberian mikroalga.

Mikroalga yang memiliki kandungan nutrisi tinggi dan biasa ditemukan di Indonesia adalah *Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* dan *Tetraselmis chuii*. Berdasarkan data dari Coutteau (1996), bahwa kandungan nutrisi protein, karbohidrat serta lemak dengan nilai persentase dari berat kering setiap diet mikroalga *C. calcitrans* adalah 34%, 6%, dan 16%, *N. oculata* adalah 35%, 7,8%, dan 18%, *T. chuii* adalah 31%, 12,1%, dan 17%. Hadiyanto dan Azim (2012), menyatakan nilai persentase kandungan nutrisi protein, karbohidrat serta lemak dari *C. vulgaris* adalah 51%, 12%, 14%. Chia *et al.* (2013), dalam penelitiannya menunjukkan nutrisi yang terkandung dalam *C. vulgaris* yaitu produksi protein sebanyak 50% ( $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), produksi karbohidrat ( $7,36 \mu\text{g.mL}^{-1}$ ), dan produksi lemak total sebanyak 5%. Penelitian terdahulu diantaranya Tavares *et al.* (2014), meneliti mengenai laju pertumbuhan dan waktu perkembangan dari *D. birgei* dengan perbedaan diet mikroalga *Ankistrodesmus gracilis* dan *Haematococcus pluvialis* dimana kedua mikroalga tersebut merupakan jenis mikroalga air tawar. Mikroalga tersebut dijadikan sebagai diet dengan dosis yang berbeda serta adanya mix diet. Maryam *et al.* (2015), meneliti mengenai pengaruh perbedaan foplankton (*Tetraelmis* sp., *Porphyridium* sp. dan *Chaetoceros* sp.) terhadap laju pertumbuhan *Diaphanosoma* sp. Sedangkan penelitian untuk diet mikroalga *C. vulgaris*, *C. calcitrans*, *N. oculata* dan *T. chuii* selama ini belum dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap diet mikroalga tersebut. Penelitian mengenai pemberian diet mikroalga yang berbeda dengan menggunakan dosis yang sama berdasarkan berat kering mikroalga akan menunjukkan kandungan dan kelengkapan nutrisi dari setiap jenis mikroalga tersebut sehingga mempengaruhi performa pertumbuhan *Diaphanosoma* sp. yang diberikan. Hal tersebutlah yang melatarbelakangi penelitian ini untuk dilakukan.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh diet mikroalga yang berbeda terhadap performa pertumbuhan (kepadatan total, laju pertumbuhan dan produksi telur) *D. brachyurum* dan mendapatkan diet mikroalga yang memberikan hasil performa pertumbuhan (kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan produksi telur) *D. brachyurum* terbaik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kultur *D. brachyurum* yang optimal dengan menggunakan diet mikroalga terbaik, serta memberikan informasi bahwa *D. brachyurum* salah satu alternatif pakan alami lain yang berpotensi dan memiliki nutrisi tinggi. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2016 sampai dengan Maret 2017 di Laboratorium Pakan Hidup Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP), Jepara.

## 2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian adalah *D. brachyurum* yang diperoleh dari BBPBAP Jepara. Wadah kultur yang digunakan yaitu botol kaca vial ukuran 50 ml yang diisi air sebagai media dengan volume 20 ml. Bahan uji yang digunakan berupa mikroalga, diantaranya *Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* dan *Tetraselmis chuii*. Kultur mikroalga sebagai pakan disesuaikan dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) Laboratorium Pakan Hidup BBPBAP Jepara. Mikroalga dikultur dalam Erlenmeyer steril volume 3 L yang berisi air laut steril 2 L. Media yang digunakan untuk kultur adalah media walne untuk



kultur *C. vulgaris* dan *N. oculata*, media *guillard* untuk kultur *C. calcitrans* serta media *T. chuii*. Kultur mikroalga dilakukan pada suhu 25-28°C, salinitas 20-30‰, pH 8-9, penyinaran dengan lampu selama 24 jam dan dipasang aerasi. Volume inokulan adalah 25% dari volume media kultur. Pemanenan mikroalga untuk pakan *D. brachyurum* dilakukan pada saat fase eksponensial karena mengandung nutrisi yang tinggi. Berdasarkan penelitian Prabowo (2009), bahwa fase eksponensial dimulai dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang meningkat secara intensif. Bila kondisi kultur optimum maka laju pertumbuhan pada fase ini dapat mencapai nilai maksimal dan pola laju pertumbuhan dapat digambarkan dengan kurva logaritmik. Pada fase ini merupakan fase terbaik untuk memanen mikroalga untuk keperluan pakan ikan atau industri. Kepadatan stok mikroalga (sel.ml<sup>-1</sup>) dihitung setiap hari. Sampel mikroalga diambil dari wadah kultur, kemudian dihitung dengan *haemocytometer* dibawah mikroskop.

*D. brachyurum* stok dikultur dalam wadah berupa toples bervolume 5 L, yang telah diisi dengan air laut sebanyak 2 L dengan salinitas 25 ppt. Kultur *D. brachyurum*, menggunakan bibit yang diisolasi dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Pemilihan induk *D. brachyurum* dilakukan dengan cara mengisolasi dari jenis zooplankton lainnya. Pengisolasian dilakukan dengan mengambil satu persatu *D. brachyurum* dari dalam *petridish* yang langsung dimasukkan ke dalam wadah kultur. Induk *D. brachyurum* yang telah diisolasi tersebut dimasukkan kedalam wadah kultur stok dengan kepadatan ±400 ind/L. Pemeliharaan *D. brachyurum* diberikan pakan berupa mikroalga sel *C. vulgaris* dengan jumlah kepadatan 1 x 10<sup>6</sup> sel.ml<sup>-1</sup>, dimana dosis diet mikroalga yang digunakan tersebut berdasarkan penelitian Yan *et al.* (2009). Kultur dilakukan dengan pencahayaan tidak langsung menggunakan lampu selama 24 jam disertai dengan aerasi. Pergantian air dilakukan 5 hari sekali sebanyak 25 – 50% dari volume air. Pergantian air dilakukan dengan cara menyaring *D. brachyurum* menggunakan *planktonet* ukuran T200. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dengan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan dan 4 pengulangan. Pemeliharaan dilakukan selama 20 hari. Perlakuan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Perlakuan A : *Diaphanosoma brachyurum* yang dikultur dengan pemberian pakan sel *Chlorella vulgaris*;  
Perlakuan B : *Diaphanosoma brachyurum* yang dikultur dengan pemberian pakan sel *Chaetoceros calcitrans*;  
Perlakuan C : *Diaphanosoma brachyurum* yang dikultur dengan pemberian pakan sel *Nannochloropsis oculata*;  
Perlakuan D : *Diaphanosoma brachyurum* yang dikultur dengan pemberian pakan sel *Tetraselmis chuii*.

Penelitian dilakukan dalam ruangan tertutup yang dijaga suhu ruangnya berkisar 25-28°C dengan intensitas penerangan pada area penelitian sebesar 250 lux selama 24 jam. Kualitas air pemeliharaan telah disesuaikan berkisar pada suhu 20-25°C (Verbitsky and Verbitskaya, 2011); salinitas 25‰ (Egloff *et al.*, 1997); dan pH 7 (Ajeel *et al.*, 2015). Kepadatan awal yang digunakan adalah 1 ind/ml *D. brachyurum* dewasa yang diambil secara acak dari kultur stok. Pemberian pakan secara *ad libitum* setiap harinya dijaga pada biomassa kering mikroalga (Khatoun *et al.*, 2012). Pemberian mikroalga diberikan berdasarkan perhitungan dari penelitian Yan *et al.* (2009), didapatkan jumlah kepadatan diet sebanyak 1 x 10<sup>6</sup> sel/ml untuk 400 ind/L *D. brachyurum* menggunakan sel mikroalga *C. vulgaris*. Jumlah kepadatan sel mikroalga tersebut jika dikonversikan dengan berat kering didapatkan hasil sebanyak 0,03 mg untuk setiap individu *D. Brachyurum*. Rumus perhitungan jumlah sel mikroalga yang diberikan berdasarkan (Lee *et al.*, 2006) terhadap setiap individu *D. brachyurum* adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah mikroalga (sel)} = \frac{\text{berat pakan diaphanosoma (mg)}}{\text{berat kering mikroalga} \left( \frac{\text{mg}}{\text{sel}} \right)}$$

Mikroalga sebelum diberikan sebagai pakan *D. brachyurum*, hasil kultur mikroalga disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Performa pertumbuhan populasi dilihat melalui hasil kepadatan *Diaphanosoma* total populasi yang meliputi dalam lima stadia hidupnya (anakan, juvenile, dewasa, betina bertelur dan betina beranak), laju pertumbuhan dan produksi telur. Sampling dilakukan setiap 4 hari sekali hingga hari kultur 20.

Perhitungan kepadatan *D. brachyurum* total terdiri dari fase embrionik (anakan), post-embrionik (juvenile sampai dengan dewasa), betina bertelur dan betina beranak dilakukan dengan menghitung dari semua volume air. Perhitungan jumlah *D. brachyurum* diamati dengan hati-hati menggunakan bantuan mikroskop, *petridish*, *slide glass* dan pipet tetes dengan pencahayaan yang cukup. Setelah dihitung, botol kaca pemeliharaan kemudian dibersihkan dan diisi dengan air laut yang baru sebanyak 50% (10 ml) dan air lama sebanyak 50% (10 ml), *D. brachyurum* bersama air medianya dikembalikan ke botol kaca vial baru tersebut. Kepadatan total (ind/ml) dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kepadatan total} = \frac{N}{V}, \text{ dimana:}$$

\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))



N merupakan jumlah seluruh *D. brachyurum* yang terdapat dalam seluruh wadah kultur (ind); dan V adalah volume 20 ml media kultur yang digunakan (ml).

Laju pertumbuhan populasi (r) dihitung menggunakan data kepadatan total awal dan puncak dari setiap diet mikroalga. Laju pertumbuhan populasi (r) dihitung dengan mengikuti persamaan (Odum, 1985) yang digunakan oleh Tavares *et al.* (2014) yaitu:  $r = (\ln N_t - \ln N_0)/t$

Keterangan:

r : Laju pertumbuhan (hari<sup>-1</sup>);

t : Lama waktu mencapai t (hari);

N<sub>0</sub> : Kepadatan awal (ind.ml<sup>-1</sup>); dan

N<sub>t</sub> : Kepadatan total *Diaphanosoma brachyurum* waktu puncak (ind.ml<sup>-1</sup>).

Produksi telur dihitung dengan memodifikasi perhitungan laju produksi telur (telur.ml<sup>-1</sup>) dengan membandingkan kelimpahan telur dan jumlah betina bertelur. Betina bertelur tersebut diamati dibawah mikroskop *converted* dengan melakukan pembedahan menggunakan jarum, dimana perbesaran mikroskop 40x - 100x. Kelimpahan telur dihitung dengan mengalikan jumlah kantung telur dengan rata-rata jumlah telur tiap kantungnya (Zamora-Terol *et al.*, 2014). Produksi anak dihitung dengan memodifikasi perhitungan produksi telur (telur/ind), dengan langkah pengamatan yang sama. Rumus perhitungan produksi telur dan anak adalah sebagai berikut:

$$\text{Produksi telur} = \frac{\sum s \times e}{\sum n}, \text{ dimana:}$$

s adalah kantung telur;

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

n merupakan Betina bertelur (ind).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

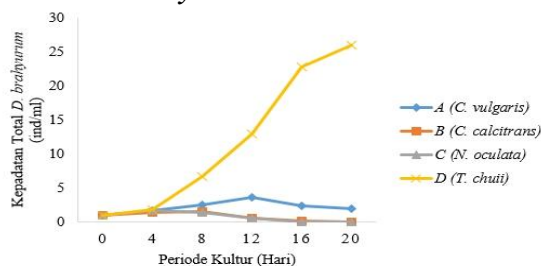
#### Hasil

Tabel 1. Data Rerata Kepadatan Total (Anakan, Juvenile, Dewasa, Dewasa Bertelur dan Dewasa Beranak pada hari ke 20); Laju Pertumbuhan; Produksi Telur; dan Produksi Anak *D. brachyurum* Selama Penelitian.

No.	Variabel Pengukuran Data	Perlakuan				
		A	B	C	D	
1.	Total	1,925±0,104 <sup>b</sup>	0,025±0,029 <sup>c</sup>	0,013±0,025 <sup>c</sup>	25,875±1,142 <sup>a</sup>	
	Kepadatan (ind/ml) Hari ke 20	a. Anakan	0,350±0,071	0,000±0,000	0,000±0,000	3,013±1,582
		b. Juvenile	0,213±0,149	0,000±0,000	0,000±0,000	2,513±0,638
		c. Dewasa	0,388±0,111	0,013±0,025	0,000±0,000	7,325±1,981
		d. D.bertelur	0,663±0,307	0,013±0,025	0,000±0,000	4,050±2,401
e. D.beranak	0,313±0,048	0,000±0,000	0,013±0,025	8,975±1,569		
2.	Laju Pertumbuhan (/hari)	0,108±0,002 <sup>c</sup>	0,052±0,005 <sup>d</sup>	0,127±0,004 <sup>b</sup>	0,163±0,002 <sup>a</sup>	
3.	Produksi Telur (telur/ind)	2,755±0,412 <sup>ab</sup>	3,104±0,705 <sup>a</sup>	3,446±0,363 <sup>a</sup>	2,242±0,089 <sup>b</sup>	
4.	Produksi Anak (neonata/ind)	2,747±0,561	2,722±0,896	2,536±1,838	2,817±0,309	

Keterangan: pemberian tanda *superscript* yang berbeda menandakan bahwa nilai antara perlakuan berpengaruh nyata (P<0,05), dan sebaliknya tanda *superscript* yang sama tidak berpengaruh nyata (P>0,05).

#### 1. Kepadatan Total *Diaphanosoma brachyurum*



Gambar 1. Grafik Kepadatan Total *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan.

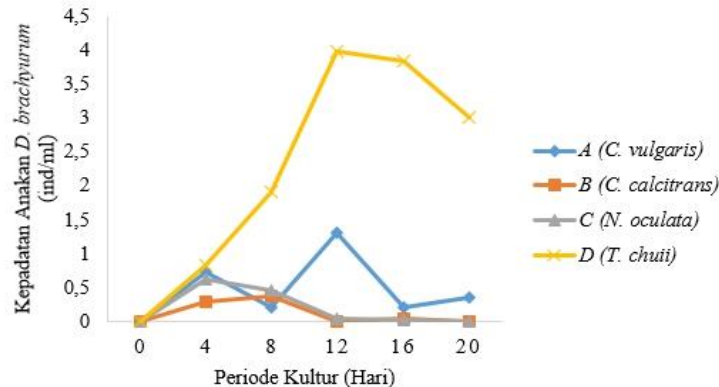
\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))





Kepadatan total *D brachyurum* (Gambar 1) terdiri dari kepadatan anakan, juvenile, dan dewasa termasuk dewasa bertelur dan dewasa beranak. Hasil kepadatan total *D. brachyurum* tertinggi pada hari terakhir penelitian dihasilkan kultur *D. brachyurum* dengan diet mikroalga *T. chuii* ( $25,875 \pm 1,142$  ind/ml). Kepadatan akan semakin meningkat dengan semakin bertambahnya waktu kultur hingga hari ke 12 untuk perlakuan A, hari ke 8 untuk perlakuan B dan hari ke 4 untuk perlakuan C yang memiliki kepadatan tertinggi diikuti penurunan kepadatan dengan bertambahnya waktu kultur hingga akhir penelitian. Perlakuan D semakin meningkat dengan semakin bertambahnya waktu kultur hingga hari ke 20 (akhir penelitian) yang memiliki kepadatan tertinggi dan belum mengalami penurunan kepadatan.

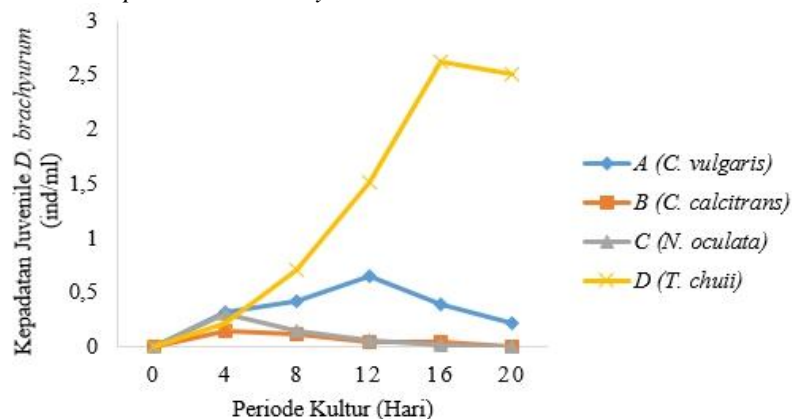
a. Kepadatan Anakan (Neonata) *Diaphanosoma brachyurum*



Gambar 2. Grafik Kepadatan Anakan (Neonata) *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan

Kepadatan anakan *D. brachyurum* pada perlakuan D dan A mengalami kepadatan maksimal pada hari ke 12. Perlakuan B mengalami kepadatan maksimal anakan pada hari ke 8, sedangkan perlakuan C kepadatan maksimal pada hari ke 4. Kepadatan anakan tertinggi dihasilkan pada diet *T. Chuii* ( $3,013 \pm 1,582$  ind/ml) pada hari kultur ke 20, di susul diet *C. vulgaris* (perlakuan A) ( $0,350 \pm 0,071$  ind/ml). Kepadatan terendah pada hari ke 20 dihasilkan oleh diet *C. calcitrans* dan *N. oculata* (perlakuan B dan C) ( $0,000 \pm 0,000$ ). Rendahnya kepadatan anakan pada perlakuan B dan C juga disebabkan nilai kepadatan maksimum yang rendah juga sebesar ( $0,375 \pm 0,263$  dan  $0,613 \pm 0,225$  ind/ml) dibanding perlakuan A dan D.

b. Kepadatan Juvenile *Diaphanosoma brachyurum*

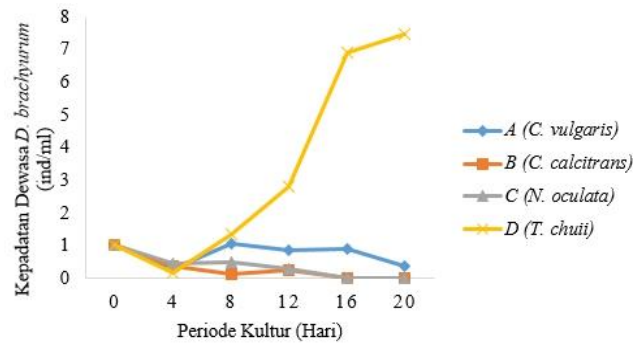


Gambar 3. Grafik Kepadatan Juvenile *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan

Kepadatan juvenil *D. brachyurum* pada hari ke 4 semua mengamali kenaikan. Hari ke 8, pemberian diet *Nannochloropsis oculata* (perlakuan C) telah mengalami penurunan secara bertahap hingga akhir penelitian. Perlakuan B mengalami penurunan selama 3 kali pada hari kultur 8, 12, dan 20. Perlakuan A mengalami kenaikan secara teratur hingga kultur 12 dan menurun mulai hari ke 16. Perlakuan D mengalami kenaikan secara signifikan mulai hari ke 4 dan kepadatan tertinggi hari ke 16. Pemberian diet *T. chuii* juga merupakan diet yang menghasilkan kepadatan juvenile tertinggi pada akhir penelitian sebesar ( $2,513 \pm 0,638$  ind/ml). Diikuti oleh diet *C. vulgaris* ( $0,213 \pm 0,149$  ind/ml), *C. calcitrans* dan *N. oculata* ( $0,000 \pm 0,000$ ).

c. Kepadatan Dewasa *Diaphanosoma brachyurum*

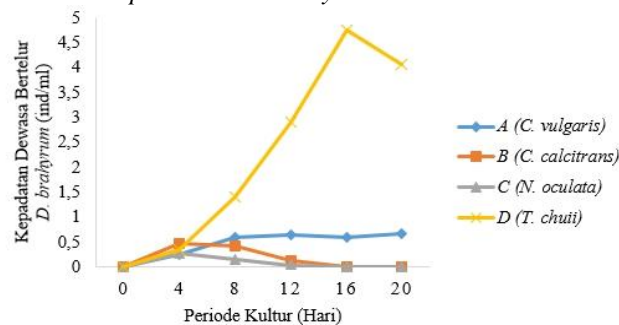
\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))



Gambar 4. Grafik Kepadatan Dewasa *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan

Kepadatan dewasa pada perlakuan D mengalami kenaikan signifikan mulai hari ke 12-20, sehingga pada akhir penelitian dihasilkan kepadatan dewasa tertinggi ( $7,325 \pm 1,981$  ind/ml), diikuti oleh perlakuan A ( $0,388 \pm 0,111$  ind/ml) yang mengalami dua kali penurunan pada hari ke 12 dan 20. Perlakuan B pada hari ke 20 adalah ( $0,013 \pm 0,025$  ind/ml), kepadatan dewasa *D. brachyurum* terendah dihasilkan oleh perlakuan C ( $0,000 \pm 0,000$  ind/ml), karena perlakuan C mengalami penurunan secara teratur hingga akhir penelitian (hari 20).

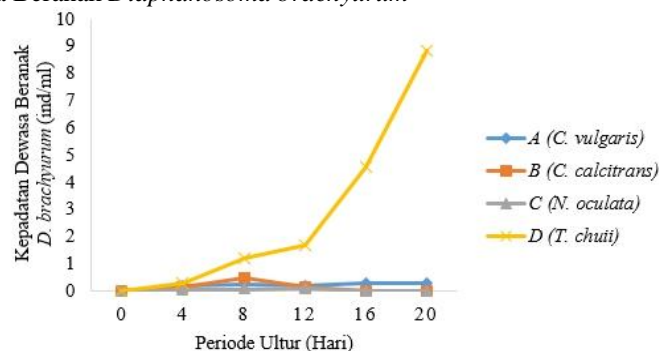
d. Kepadatan Dewasa Bertelur *Diaphanosoma brachyurum*



Gambar 5. Grafik Kepadatan Dewasa Bertelur *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan

Kepadatan dewasa bertelur *Diaphanosoma brachyurum* pada perlakuan B dan C hampir memiliki pola yang sama dengan kepadatan tertinggi pada hari ke 4 dan mengalami penurunan secara bertahap. Perlakuan A dan D juga hampir memiliki pola pertumbuhan yang sama dengan mengalami satu kali penurunan secara berturut-turut yaitu kultur hari 16 dan hari 20. Kepadatan dewasa tertinggi pada akhir penelitian (20 hari) dihasilkan oleh perlakuan D sebanyak ( $4,050 \pm 2,401$  ind/ml). Diikuti oleh perlakuan A dan B ( $0,663 \pm 0,307$  ind/ml) dan ( $0,013 \pm 0,025$  ind/ml). Kepadatan dewasa bertelur *Diaphanosoma brachyurum* terendah diakhir penelitian (20 hari) pada perlakuan C ( $0,000 \pm 0,000$  ind/ml).

e. Kepadatan Dewasa Beranak *Diaphanosoma brachyurum*



Gambar 6. Grafik Kepadatan Dewasa Beranak *D. brachyurum* Selama 20 Hari Pemeliharaan

Kepadatan dewasa beranak *Diaphanosoma brachyurum* pada perlakuan A mengalami satu kali penurunan di kultur hari 12. Perlakuan B mulai mengalami penurunan secara bertahap di hari ke 12, sedangkan perlakuan C

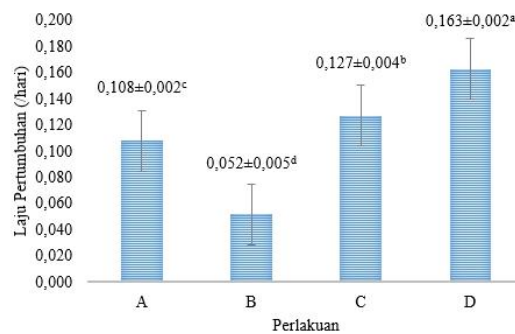
\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))



terjadi penurunan pada hari ke 16 dan stabil hingga akhir penelitian. Perlakuan D terjadi kenaikan drastis mulai dari hari ke 12 dan tidak terjadi penurunan hingga akhir penelitian yang juga termasuk kepadatan dewasa beranak tertinggi ( $8,975 \pm 1,569$  ind/ml).

## 2. Laju Pertumbuhan *Diaphanosoma brachyurum*

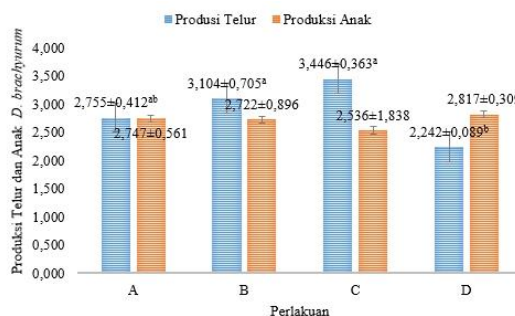
Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh hasil laju pertumbuhan *D. brachyurum* pada puncak populasi tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Laju Pertumbuhan *Diaphanosoma brachyurum* Selama Penelitian

## 3. Produksi Telur dan Anak *Diaphanosoma brachyurum*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh hasil produksi telur dan anak *D. brachyurum* selama penelitian tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram Produksi Telur dan Anak *D. brachyurum* Selama Penelitian

## Pembahasan

Diet mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini (*Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, *Nannochloropsis oculata* dan *Tetraselmis chuii*) semuanya menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) pada performa pertumbuhan *Diaphanosoma brachyurum* yang meliputi kepadatan total, laju pertumbuhan serta produksi telur. Hasil kepadatan rata-rata tertinggi pada kultur *D. brachyurum* selama penelitian adalah dengan diberikan diet *T. chuii*, yaitu mencapai  $25,875 \pm 1,142$  ind/ml pada kepadatan tertinggi. Kepadatan total *D. brachyurum* tersebut mendapatkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian perbedaan diet mikroalga sebelumnya. *Diaphanosoma* sp. yang dikultur dengan diet mikroalga *Tetraselmis* sp., *Porphyridium* sp. dan *Chaetoceros* sp menghasilkan kepadatan populasi tertinggi adalah 608 ind/L (Maryam *et al.*, 2015). *D. birgei* yang dikultur dengan diet mikroalga (*Ankistrodesmus gracilis* dan *Haematococcus pluvialis*) mencapai kepadatan saat eksponensial  $28 \times 10^2$  ind/L setelah waktu 9-16 hari (Tavares *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Tavares dan Pereira (2008), hasil kepadatan maksimal *D. birgei* yang diberi diet mikroalga *Ankistrodesmus gracilis* adalah  $28,13 \times 10^2$  ind/L.

Sel mikroalga yang digunakan dalam penelitian sebagai diet *D. brachyurum* dikultur dengan streil dan diberikan pada saat fase puncak dari setiap jenis mikroalga. Perbedaan waktu kultur dari setiap diet mikroalga dilakukan agar mendapatkan fase puncak yang bersamaan sehingga pemberian sel mikroalga sebagai diet dapat memiliki kandungan nutrisi yang terbaik dengan kepadatan tertinggi. Semakin tinggi kepadatan mikroalga maka bakteri pengkontam pada media kultur akan semakin kecil juga, hal tersebut akan membantu memperbaiki dan meningkatkan kandungan nutrisi yang terkandung dalam mikroalga tersebut. Suminto dan Hirayama (1993),

\*Corresponding author (email: [suminto57@yahoo.com](mailto:suminto57@yahoo.com))



bahwa terdapat hubungan antara pertumbuhan bakteri dengan diatom (mikroalga) dimana pertumbuhan bakteri akan meningkat diawal pertumbuhan diatom (mikroalga) pada periode kulturnya. Rasio populasi bakteri akan menurun pertumbuhannya seiring meningkatnya pertumbuhan diatom hingga mencapai fase puncak. Populasi diatom akan menurun tajam seiring dengan pesatnya kenaikan bakteri pada fase selanjutnya. Pertumbuhan bakteri dan diatom masing-masing memiliki efek supersif yang berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi lainnya. Naik turunnya kepadatan mikroalga yang dikarenakan pertumbuhan bakteri, maka sangatlah penting untuk memberikan diet mikroalga terhadap *D. brachyurum* saat kondisi terbaik. Dimana, pemberian diet pada saat kualitas dan kepadatan terbaik akan mempengaruhi pula performa pertumbuhan dari *D. brachyurum*.

Kepadatan rata-rata tertinggi *D. brachyurum* juga dipengaruhi oleh waktu fase pertumbuhan dari *D. brachyurum* sendiri. Pemberian diet mikroalga berupa *T. chuii* lebih panjang fase lag, eksponensial, stasioner maupun fase kematian dibandingkan dengan diet mikroalga lainnya selama penelitian. Berdasarkan hasil pola pertumbuhan yang didapatkan, pemberian diet dengan *Tetraselmis chuii* masih pada fase eksponensial dan belum mengalami fase stasioner maupun fase kematian. Hal tersebut diduga karena sifat *T. chuii* yang memiliki flagel membuatnya aktif bergerak sehingga memudahkan *D. brachyurum* memangsanya serta tidak terjadinya pengendapan fitoplankton yang mati didasar wadah kultur. *Diaphanosoma brachyurum* sendiri merupakan zooplankton yang memiliki sifat suka berenang bebas di kolom air sehingga mudah menemukan dan memangsanya. Menurut Maryam *et al.* (2015), bahwa kepadatan populasi *Diaphanosoma* sp. yang tinggi juga diduga disebabkan karena *Tetraselmis* sp. memiliki empat buah flagella yang menyebabkannya dapat bergerak. Pergerakan tersebut yang mampu memberikan rangsangan bagi *Diaphanosoma* sp. untuk memangsanya.

Pemberian diet mikroalga berupa *C. vulgaris*, *C. calcitrans* dan *N. oculata* berdasarkan hasil yang diperoleh selama 20 hari pemeliharaan diketahui *D. brachyurum* telah melewati fase adaptasi (lag), eksponensial, stasioner bahkan fase kematian. Pemberian diet mikroalga berupa *C. vulgaris* mencapai fase puncak pada hari ke 12, dan mulai mengalami penurunan pada hari ke 16. Menurut penelitian Yan *et al.* (2009), bahwa kepadatan tertinggi saat kultur *D. celebensis* selama masa penelitian yang diberikan diet *Chlorella* sp. mengalami fase eksponensial dan stasioner antara hari ke 9-13 dan 13-17 masa pemeliharaan. Pemberian Diet mikroalga *C. calcitrans* dan *N. oculata* mencapai fase puncak pada hari ke 8 dan 4. Khatoon *et al.* (2012), dalam penelitiannya memberikan hasil masa hidup dari *D. celebensis* yang diberikan diet mikroalga *N. Oculata* dan *T. tetrahele* memiliki umur yang lebih yang lebih lama yaitu >17 hari dibandingkan dengan yang diberikan diet mikroalga berupa *C. calcitrans* dan *I. galbana* yang memiliki umur selama 14 dan 13 hari untuk masing-masing diet mikroalga.

Hasil laju pertumbuhan dari setiap diet mikroalga memberikan pengaruh yang nyata terhadap *D. brachyurum*. Setiap spesies diet memberikan perbedaan pengaruh satu sama lain terhadap laju pertumbuhan *Diaphanosoma brachyurum*, dimana setiap spesies mikroalga memiliki kandungan nutrisi sendiri-sendiri yang dapat memenuhi kebutuhan dari nutrisi *D. brachyurum*. Laju pertumbuhan terbaik didapatkan dari perlakuan *T. chuii* ( $0,163 \pm 0,002$ /hari). Diikuti dengan *N. oculata* ( $0,127 \pm 0,004$ /hari), *C. vulgaris* ( $0,108 \pm 0,002$ /hari) dan *C. calcitrans* ( $0,052 \pm 0,005$ /hari). Nilai laju pertumbuhan yang baik dapat dikarenakan kandungan nutrisi yang terkandung dalam setiap diet mikroalga yang diberikan. Berdasarkan data dari Coutteau (1996), bahwa kandungan nutrisi protein, karbohidrat serta lemak dengan nilai persentase dari berat kering setiap diet mikroalga *C. calcitrans* adalah 34%, 6%, dan 16%, *N. oculata* adalah 35%, 7,8%, dan 18%, *T. chuii* adalah 31%, 12,1%, dan 17%. Berdasarkan nilai kandungan nutrisi tersebut diketahui bahwa nilai protein dan lemak dari ketiga diet tidak jauh berbeda, namun kandungan karbohidrat dari *T. chuii* sangat tinggi dibandingkan kedua diet yang digunakan. Hal ini dapat mempengaruhi nilai laju pertumbuhan *D. brachyurum* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian diet lainnya. Kandungan karbohidrat merupakan salah satu makronutrien yang penting bagi pertumbuhan selain protein dan lemak dan berfungsi sebagai sumber energi dalam tubuh. Kandungan nutrisi pada pakan juga harus seimbang antara protein, karbohidrat seta lemaknya. Menurut Marzuqi (2015), bahwa pada pakan harus terjadi keseimbangan antara protein, lemak, dan karbohidrat untuk mensuplai energi, proses fisiologi dan biokimia setiap jenis dan ukuran ikan. Karbohidrat adalah salah satu makro nutrien yang cukup penting dalam pakan ikan, merupakan sumber energi pakan yang paling murah dibandingkan protein dan lemak. Karbohidrat merupakan sumber kalori atau makronutrien utama bagi organisme heterotroph. Pakan yang mengandung karbohidrat dan lemak yang tepat dapat mengurangi penggunaan protein sebagai sumber energi yang dikenal sebagai *protein sparing effect*. Tingginya nutrisi karbohidrat pada mikroalga yang diberikan terhadap *D. brachyurum* meningkatkan nilai laju pertumbuhan. Tingginya laju pertumbuhan *D. brachyurum* selaras dengan perbandingan dewasa dan tingkat fekunditas anak yang tinggi pada hari 20. Hal ini sama dengan Martinez-Cordova *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa tingginya karbohidrat pada mikroalga yang diberikan untuk *Acartia* sp. meningkatkannya perbandingan dewasa dengan tingkat fekunditas yang tinggi.

Hasil nilai produksi telur *D. brachyurum* terbaik yaitu dengan pemberian diet mikroalga yaitu *N. oculata* ( $3,446 \pm 0,363$  telur/ind) yang tidak berbeda nyata dengan *C. calcitrans* ( $3,104 \pm 0,705$  telur/ind). Nilai tersebut





diduga karena kandungan nutrisi protein, karbohidrat, serta lemak yang tidak berbeda jauh sehingga nilai produksi telurnya pun tidak berbeda nyata. Nilai produksi telur *C. vulgaris* ( $2,755 \pm 0,412$  telur/ind), *T. chuii* memiliki nilai produksi telur yang paling rendah ( $2,242 \pm 0,089$  telur/ind). Suminto (2005), menuliskan dalam bukunya bahwa *N. oculata* memiliki kandungan asam lemak yang tinggi diantaranya total n-3 HUFA sebesar 42,7 %; EPA 30,5%; dan DHA 12,2%. Komposisi nutrisi tersebut merupakan faktor penting bagi reproduksi utamanya EPA dan DHA untuk membantu meningkatkan fekunditas dan perkembangan telur (Lee *et al.*, 2006; Afifah *et al.*, 2015). Konsumsi lemak yang tinggi berhubungan dengan kebutuhan energi untuk memproduksi telur *O. similis* (Narcy *et al.*, 2009; Syarifah *et al.*, 2015).

Hasil produksi anak yang dihasilkan *D. brachyurum* dengan diet mikroalga berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) satu sama lain. Hasil produksi anak yang dihasilkan *D. brachyurum* dengan diet mikroalga berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) satu sama lain. Tingginya produksi anak pada diet *T. Chuii* karena memiliki kandungan karbohidrat tertinggi, yang mana konsumsi karbohidrat saat fase embrio *C. helgolandicus* mengindikasikan bahwa komponen ini penting perkembangan telur atau keberhasilan reproduksi yang kaitannya dengan perbandingan antara penetasan telur menjadi embrio yang hidup sehingga membuat produksi anak tinggi (Guissande and Haris, 1995; Syarifah, 2015). Karbohidrat merupakan sumber energi yang tidak terlalu besar, namun turunan glukosa juga memainkan peranan yang diperlukan dalam molting (Afifah *et al.*, 2015). Di samping itu, lipid yang dimiliki *T. Chuii* tidak terlampaui jauh dibanding diet lainnya. Hal tersebut sebagai sumber dan cadangan energi yang menyediakan asam lemak essensial yang dibutuhkan untuk pemeliharaan dan kekokohan membran seluler dan juga menyediakan pembentuk steroid dan hormon molting (Vidhya *et al.*, 2014).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian diet mikroalga yang berbeda (*C. vulgaris*, *C. calcitrans*, *N. oculata* dan *T. chuii*) berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan *D. brachyurum* meliputi kepadatan total, laju pertumbuhan, dan produksi telur.
2. Pemberian diet mikroalga *Tetraselmis chuii* menghasilkan pertumbuhan *D. brachyurum* terbaik diantaranya kepadatan total dan laju pertumbuhan *T. chuii*.

##### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan yaitu pengembangan kultur *D. brachyurum* kedepannya dengan menggunakan diet mikroalga *T. chuii*.

##### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala BBPBAP Jepara terutama pada Kepala Laboratorium Pakan Hidup BBPBAP Jepara beserta staf yang telah memfasilitasi dan banyak membantu dalam kelancaran penelitian. Terimakasih juga disampaikan untuk semua pihak yang telah bersedia membantu demi kelancaran penelitian.

##### DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Ajeel, S.G., A.A.Z, Douabul and M.F. Abbas. 2015. Seasonal Variations of Zooplankton in Al-Hammar Marsh-Southern Iraq. *Journal of Ecosystem and Ecography*. 5(3): 1-7.
- Chia, M.A., A.T. Lombardi and M.G.G. Melao. 2013. Growth and Biochemical Composition of *Chlorella vulgaris* in Different Growth Media. *Journal Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. 85(4): 1427-1438.
- Coutteau, Peter. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Gent. Belgium: 31-35.
- Egloff, A., P.W. Fofonoff and T. Onbe. 1997. Reproductive Biology of Marine Cladocerans. *Journal Advances in marine Biology*. 31: 80-167. ISBN 0-12-026131-6.
- Guisande, C. and R. Haris. 1995. Effect of Total Organic Content of Eggs on Hatching Success and Naupliar Survival in The Copepod *Calanus helgolandicus*. *Limnol. Oceanogr.* 40(3): 476-482.
- Hadiyanto dan M, Azim. 2012. Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan. Semarang: UPT UNDIP Press Semarang. 126 hlm. ISBN: 978-602-097-298-3.



- Hamdhani. 2013. Studi Percobaan Pembiakan Zooplankton Jenis Cladocera (*Macrothrix* sp.) secara Eksitu. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 18(2): 1-7.
- Khatoon, H., S. Banerjee., F.M. Yusoff and M. Shariff. 2012. Use of Microalgal-enriched *Diaphanosoma celebensis* Stingelin, 1900 for Rearing *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) postlarvae. *J. Aquacultur Nutrition*. Blackwell Publishing Ltd: 1-9.
- Lee, K.W., H.G. Park., S.M. Lee and H.K. Kang. 2006. Effects of Diets on The Growth of the Brackish Water Cyclopoid Copepod *Paracyclops nana* Smirnov. *J. Aquaculture*. 256: 346–353
- Martinez-Cordova, L. R., A. Campana-Torres, M. Martinez-Porchas, J.A. Lopez-Elias and C.O. Garcia-Sifuentes. 2012. Effect of Alternative Mediums on Production and Proximate Composition of The Microalgae *Chaetoceros mulleri* as Food in Culture of The Copepod *Acartia* sp. *Lat.Am.J.Aquat.Res.* 40(1): 169-176.
- Maryam, S., Gusti, D dan Isnaini. 2015. Pengaruh Pemberian Pakan Fitoplankton (*Tetraselmis* sp., *Porphyridium* sp. dan *Chaetoceros* sp.) terhadap Laju Pertumbuhan Zooplankton *Diaphanosoma* sp. pada Skala Laboratorium. *Maspari Journal*. 7(2): 41-50.
- Marzuqi, M. 2015. Pengaruh Kadar Karbohidrat dalam Pakan terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). [Thesis]. 71 hlm.
- Narcy, F., S. Gasparini, S. Falk-Petersen and P. Mayzaud. 2009. Seasonal and Individual Variability of Lipid Reserves in *Oithona similis* (Cyclopoida) in an Arctic Fjord. *Polar Biol*. 32: 233-242.
- Prabowo, Danang.A. 2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium. [Skripsi]. Program Studi Ilmu dan Teknologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 108 hlm.
- Suminto. 2005. Budidaya Pakan Alami Microalga dan Rotifer. [Buku Ajar]. Universitas Diponegoro, Semarang. 72 hlm.
- Suminto and K. Hirayama. 1993. Relation Between Diatom Growth and Bacterial Population in Semi Mass Culture Tanks of Diatom. *Journal Bull. Fac. Fish., Nagasaki Univ.*, Nos 74/75: 36-41.
- Syarifah, D.H., Suminto dan D. Chilmawati. 2015. Produksi Nauplii Dan Copepodit *Oithona* sp. yang Dikultur dengan Perbedaan Diet Mikroalga (*Chlorella vulgaris*, *Chaetoceros calcitrans*, dan *Isochrysis galbana*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(3): 69-74.
- Tambura, R., A.H. Muhiddin dan H.S. Malida. 2014. Analisis Perubahan Kepadatan Zooplankton Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton pada Berbagai Waktu dan Kedalaman di Perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 24(3): 40-48.
- Taufiq, N., D. Rachmawati., J. Cullen dan Yuwono. 2010. Aplikasi *Isochrysis galbana* dan *Chaetoceros amami* serta Kombinasinya terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Veliger–Spat Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). *Jurnal Ilmu Kelautan*. 15(3): 119-12.
- Tavares, S.L.H and Pereira, A.M.L. 2008. Large Scale laboratory Cultures of *Ankistrodesmus gracilis* (Reisch) Korsikov (Chlorophyta) and *Diaphanosoma birgei* Korinek, 1981 (Cladocera). *J. Biol.*, 68(4): 875-883.
- Tavares, S.L.H., Truzzi, B.S and 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.
- Verbitsky, V.B and T.I. Verbitskaya. 2011. Effects of Constant and Stepwise Changes in Temperature on The Species Abundance Dynamics of Four Cladocera Species. *Journal Knowledge and management of Aquatic Ecosystems*. 402(3): 03p1-03p19.
- Vidhya, K., V. Uthayakumar., S. Muthukumar., S. Munirasu and V. Ramasubramanian. 2014. The Effect of Mixed Algal Diets on Population Growth, Egg Productivity and Nutritional Profiles in Cyclopoid Copepods (*Thermocyclops hyalinus* and *Mesocyclops aspericornis*). *Journal of Basic and Applied Zoology*. 8pp.
- Yan, W., X. Ningxia., W. Weiliang. 2009. Effects of Algal Concentration and Initial Density on the Population Growth of *Diaphanosoma celebensis* Stingelin (Crustacea, Cladocera). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 27(3): 480-486.
- Zamora-Terol, S., S. Kjellerup., R. Swalethorp., E. Saiz and T.G. Nielsen. 2014. Population Dynamics and Production of the Small Copepod *Oithona* spp. in a Subarctic Fjord of West Greenland. *J. Polar Biol*. 37: 953–965.