

KERAGAAN COPEPODA CYCLOPOIDA: *Apocyclops* sp. PADA KONDISI KULTUR

Philip Teguh Imanto dan Gede Suwarthama Sumiarsa

Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut

Jl. Br. Gondol, Kec. Gerokgak, Kab. Buleleng-Kotak Pos 140, Singaraja, Bali 81101

E-mail: *philip_imanto@yahoo.co.id*

(Naskah diterima: 26 Januari 2010; Disetujui publikasi: 20 Agustus 2010)

ABSTRAK

Copepoda pada dasarnya adalah udang berukuran mikroskopik yang menjadi rantai pakan alami yang penting di perairan bebas. Investigasi jenis-jenis copepod lokal akan membantu menyiapkan informasi untuk pengembangan budidayanya sebagai jasad pakan alami. Penelitian dilakukan dengan mengkoleksi jenis Cyclopoida lokal perairan pantai Gerokgak, Buleleng, Bali, diisolasi dan dikembangkan dengan pakan kombinasi antara alga *Nannochloropsis oculatta*, tepung terigu, ragi roti, dan hati ayam dalam tangki beton 5 m³. Tiga ratus individu Cyclopoida yang membawa telur ditempatkan pada tiga wadah kultur bervolume satu liter. Pengamatan pada pertumbuhan individu dilakukan dengan *sampling* setiap hari dan setiap dua hari untuk melihat perkembangan telurnya. Jenis Cyclopoida lokal termasuk famili *Cyclopidae* dan genus *Apocyclops* spp. Kecepatan pertumbuhan mencapai 20 µm setiap harinya, dan dari fase copepodit mencapai ukuran dewasa membawa telur dianalisis selama 12 hari, perkembangan telur memerlukan waktu maksimal 10 hari, sehingga estimasi siklus umur minimal adalah 22 hari. Produktivitas rata-rata telur *Apocyclops* spp. pada penelitian ini diestimasi sebanyak 36 (minimum 16-maksimum 65) butir per individu betina. Penelitian kultur lebih lanjut difokuskan pada optimalisasi suhu, salinitas, oksigen terlarut pada media hingga optimalisasi pada jenis pakan.

KATA KUNCI: Copepoda, Cyclopidae, *Apocyclops* spp., morfologi, pertumbuhan, produktivitas telur

ABSTRACT: *Performance of Copepod Cyclopoida: Apocyclops spp. in culture condition. By: Philip Teguh Imanto and Gede Suwarthama Sumiarsa*

*Copepod, a microscopic shrimp, is an important member in natural food chain in waters. Investigating the types of local copepod will provide valuable information for the development of other natural live feed culture. The research was carried out by collecting local Cyclopoida species from Gerokgak coastal waters, Buleleng Regency-Bali, isolated and cultured with combination feed of algae *Nannochloropsis oculatta*, wheat flour, yeast bread and chicken liver in 5 m³ concrete tank. Three hundred individuals of Cyclopoida carrying eggs were placed in three beaker glasses of one-liter culture volume. An observation on the individual growth was done by daily sampling and every two days to see the development of the eggs. The type of local Cyclopoid was classified as Cyclopidae family in the genus of *Apocyclops* spp. The growth rate reached 20 µm per day, and from copepodite to adult carrying eggs took 12 days, the egg development took maximum 10 days, and the estimate of the minimum age cycle was 22 days. The average productivity of egg of *Apocyclops* spp. in this study was estimated to be 36 (min. 16-max. 65) eggs per female. Further culture studies*

focusing on the optimization of temperature, salinity, dissolved oxygen in the media and nutritional aspects, need to be further studied.

KEYWORDS: *Copepod, Cyclopidae, Apocyclops spp., morphology, growth, eggs productivity*

PENDAHULUAN

Copepoda pada dasarnya adalah udang berukuran mikroskopik yang menjadi rantai pakan alami yang penting di perairan bebas (*marine food web*) (Rhodes, 2000) mulai dari perairan pantai hingga perairan dalam, dari daerah tropis hingga perairan dingin di kutub. Di samping untuk kepentingan akuakultur, penelitian pada copepoda juga sangat bermanfaat untuk memahami pola siklus karbon dan material *fluxes* pada semua bentuk perairan, yang dapat bermanfaat sebagai indikator-indikator penting dari terjadinya perubahan massa air hingga perubahan iklim (Razouls *et al.*, 2005; 2009).

Copepoda termasuk kelompok udang "*entomostracan*" ditandai dengan ukuran yang kecil, memiliki tubuh yang terdiri atas kepala (*head*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*); kepala dan dada menyatu secara halus membentuk tubuh bagian depan (*formamain*); dan memiliki mata yang sederhana di tengah (*median or nauplius eye*).

Beberapa spesies merupakan parasit bagi ikan (Newell & Newell, 1986) yaitu: *Notodelphyoida*, *Monstrilloida*, *Caligoida*, dan *Lernaepodoida*, sedang yang biasa dibudidayakan adalah bentuk pelagik dan bentik yaitu: *Calanoidea* (lebih banyak sebagai planktonik), *Cyclopoida* (planktonik dan bentik), dan *Harpacticoida* (bentik), tiga kelompok ini diketahui dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan alami pada pemeliharaan larva ikan dan udang (Farhadian *et al.*, 2009; Rhodes, 2000).

Kelompok copepoda sangat memungkinkan untuk menggantikan peranan rotifer dan *Artemia* sebagai pakan larva ikan laut sesuai dengan ukurannya, yang bervariasi mulai dari 60 μm sampai lebih dari 2 mm dan yang secara alami mengalami *blooming* musiman.

Penelitian tentang kemungkinan copepoda dibudidayakan sebagai sumber pakan alami telah dilakukan, di antaranya dengan pemilihan jenis potensial untuk budidaya laut

seperti yang dikerjakan oleh Fleeger (2005), pengamatan pada berbagai faktor yang mempengaruhi sukses pemangsaan larva ikan laut pada copepoda sebagai pakan alami (Chesney, 2005) hingga pemanfaatannya sebagai pakan untuk *post larva* udang (Farhadian *et al.*, 2009) maupun kerapu macan (Sumiarsa *et al.*, 2006).

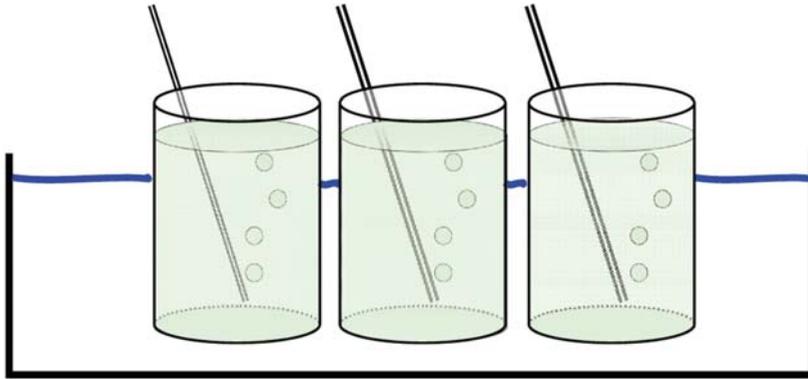
Investigasi pada jenis-jenis copepoda yang terdapat di perairan setempat, akan membantu menyiapkan informasi-informasi untuk pengembangan budidayanya sebagai jasad pakan alami pada pemeliharaan larva ikan dan udang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengkoleksi jenis cyclopoida lokal dari perairan pantai Gerokgak Kabupten Buleleng, Bali, kemudian diisolasi dan dikembangkan seperti harpacticoida lokal, yaitu selama kurang lebih 90 hari pada tangki beton bervolume 5 m³ dengan pakan kombinasi antara alga *Nannochloropsis oculatta*, tepung terigu, ragi roti, dan hati ayam (Imanto *et al.*, 2007). Gaudy & Guerin dalam Raymond (1983) mengindikasikan penggunaan pelet yang dihaluskan, dan bahan pakan yang bernitrogen tinggi seperti casein, minyak hati ikan cod, dan ragi dapat dimanfaatkan untuk memelihara *Tisbe holothuriae*. Rhodes (2000) menyatakan bahwa copepoda menangkap dan memangsa fitoplankton, bakteri, maupun detritus.

Khusus pengamatan perkembangan telur digunakan tiga buah *beaker glass* 1.000 mL yang diletakkan dalam wadah (Gambar 1), cyclopoida yang membawa telur ditempatkan ke dalam media pemeliharaan sebanyak 100 individu untuk masing-masing wadah dan diberikan *Nannochloropsis* dengan kisaran 50.000 sel/mL dalam media penelitian sebagai sumber pakan selama pengamatan.

Data yang dihimpun adalah morfologi copepoda pada awal kegiatan yang dilakukan dengan pendokumentasian 5 sampel copepod dewasa dan dipilih detail terbaik. Setelah masa kultur 90 hari, pembawaan telur, diameter, dan



Gambar 1. Desain sarana penelitian dalam sistem terendam

Figure 1. Design of observation apparatus in water bath system

jumlah telur dari populasi penelitian dilakukan dengan mengamati sampel copepod yang bertelur sebanyak 50 individu dari tangki beton. Perkembangan ukuran copepod dewasa dilaksanakan dengan melakukan *sampling* 30 individu tiap hari pada pukul 11.00 untuk koleksi data ukuran copepoda dewasa (dari tangki beton), dan untuk individu yang membawa telur dilakukan setiap dua hari (dari *beaker glass*) minimal 5 individu yang masih membawa telur. Metode penelitian ini bersifat deskriptif, pengamatan, pengukuran, dan dokumentasi menggunakan mikroskop binokular dengan keping mikrometer, kamera digital mikroskop dengan perangkat lunak Ulead Photo Explorer 7.0 SE. Untuk pengolahan gambar, data, dan pelaporan dipergunakan perangkat lunak (*software*) Microsoft® *photo editor*, Microsoft® *Excel*, dan Microsoft® *Word*.

HASIL DAN BAHASAN

Seperti halnya *calanoida*, tubuh bagian depan (*fore-body*) dari cyclopoida memiliki tanda/batas yang jelas dari *urosoma*. Tetapi segmen dada (*thoracic segment*) yang pertama kadang juga kedua selalu menyatu dengan kepala, segmen dada keenam (terakhir) menyambung pada segmen pertama dari *urosoma* yang mendukung sepasang *limbs* yang *rudimentary*. Sehingga selalu nampak hanya ada 4 umumnya 3 segmen dada (*thoracic segment*) di tubuh bagian depan (*fore-body*). Sambungan bergerak (*moveable joint*) terletak antara segmen dada ke-5 dan 6. *Urosoma* memiliki 5 segmen pada betina dan 6 segmen pada jantan ditambah ekor (*telson*), tetapi beberapa menyatu. *Antennae* pendek

dengan beberapa sambungan (Gambar 2). Kantung telur ada sepasang hampir pada semua jenis. (Newell & Newell, 1986).

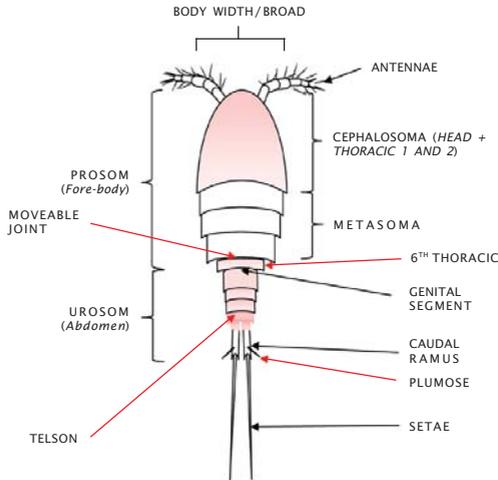
Morfologi

Hasil pengamatan pada dokumentasi foto bentuk hewan uji yang dihasilkan seperti pada Gambar 3, secara umum menunjukkan kesamaan dengan ciri-ciri umum kelompok cyclopoida seperti yang tertera pada Gambar 2. Hewan uji ini memiliki tanda segmen dada (*thoracic segment*) yang menyatu dengan kepala, segmen dada keenam (terakhir) menyambung pada segmen pertama dari *urosoma* yang memiliki 5 segmen, *Antennae* pertama pendek dengan beberapa sambungan dan memiliki sepasang kantung telur. (Newell & Newell, 1986).

Hasil pengamatan morfologi yang telah dilakukan dan dibandingkan dengan beberapa kepustakaan (Newell & Newell, 1986; Alberti *et al.*, 2003; 2009; Chullasorn *et al.*, 2008), dapat dipastikan susunan taksonomi dari hewan uji adalah sebagai berikut:

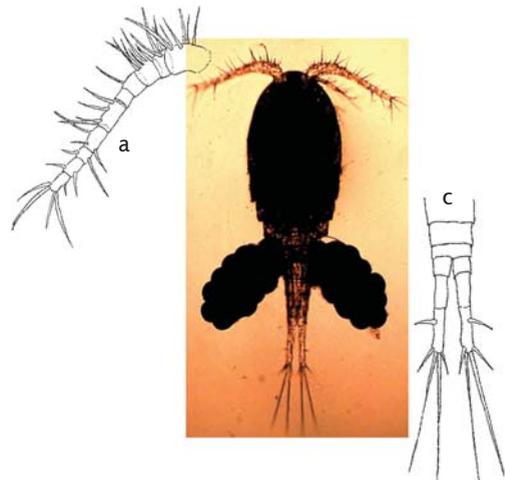
Filum : Arthropoda
Sub filum : Crustasea
Class : Maxillopoda
Sub class : Copepoda
Ordo : Cyclopoida
Famili : Cyclopidae

Dari pengukuran panjang total (dari ujung depan *carapace* hingga ujung belakang *caudal ramus*) *prosoma* + *urosoma* (Gambar 2), didapatkan rata-rata 979.4 μ m (850-1.220



Gambar 2. Morfologi umum dari copepoda cyclopoida

Figure 2. General morphology of cyclopoid copepoda



Gambar 3. Detil antena dan ekor famili Cyclopidae (*Apocyclops* sp.)

Figure 3. Detail of antennae and caudal ramus of local Cyclopidae (*Apocyclops* sp.)

µm), hasil ini menyerupai dengan ukuran Cyclopidae (*Apocyclops ramkhamhaengi* sp. nov) yang diteliti oleh Chullasorn *et al.* (2008) sebesar 950-1.030 µm.

Dengan perbesaran foto dokumentasi, dapat digambar ulang bagian detil *Antennae* pertama (Gambar 3a), dan diketahui terdiri atas 10-11 segmen (Gambar 3), Teknik yang sama dilakukan pada bagian ekor (*caudal ramus*), dan diketahui lebar *caudal ramus* berkisar seperlima dari panjangnya (Gambar 3c). Tidak terdapat bulu halus di bagian dalam *caudal ramus* dan menurut kunci identifikasi yang dikembangkan oleh Alberti *et al.* (2003-2009) dikelompokkan pada famili Cyclopidae.

Dari kedua penggambaran detail tersebut bila dibandingkan dengan rincian yang dibuat oleh Chullasorn *et al.* (2008) memiliki ciri yang sama dengan jenis *Apocyclops ramkhamhaengi* sp. nov.

Hewan uji yang menjadi objek penelitian ini diyakini tergolong pada genus *Apocyclops* dan hingga saat ini baru diketahui 3 spesies *Apocyclops* di kawasan Asia (Botelho, 1999 dalam Chullasorn *et al.*, 2008) sebagai *A. royi* (Lindberg), *A. borneoensis* (Lindberg), dan *A. dengizicus* seperti yang digambarkan oleh Lepeshkin (1900) dalam Chullasorn *et al.* (2008). Jenis *A. borneoensis* juga menjadi objek

penelitian oleh Sutomo (2007) dan Suantika & Antarini (2007) tentang pertumbuhan polulasinya.

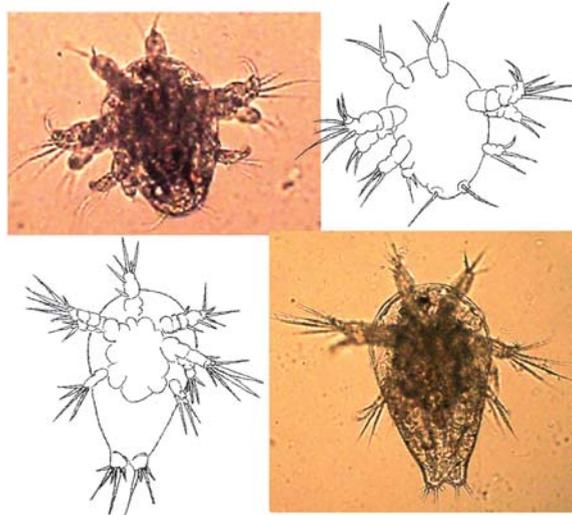
Gambar 4 adalah tahapan awal dan akhir nauplius dari *Apocyclops* spp., menurut Farhadian *et al.* (2009) *Apocyclops* spp. mempunyai enam tingkatan nauplii (85-240 µm) serta lima tingkatan copepodits (320-680 µm) sebelum menjadi copepoda dewasa.

Dari keterangan Gambar 4, dapat dipahami bahwa nauplii copepoda banyak dimanfaatkan sebagai jasad pakan awal pada berbagai pemeliharaan larva ikan dan udang karena ukurannya, serta nilai gizinya.

Kandungan asam amino esensialnya (*total essential amino acid*) antara 57,1-67,8% dari total amino acid, dengan perimbangan EPA (*eicosapentaenoic acid*), DHA (*docosahexaenoic acid*), dan ARA (*arachidonic acid*) seperti hasil penelitian Farhadian *et al.* (2008) pada Tabel 1.

Pertumbuhan

Pertumbuhan individu ditujukan untuk dapat mengetahui kecepatan perkembangan individu dan dugaan pencapaian umur hingga ke ukuran dewasa dan bereproduksi. Data panjang *prosoma* digunakan sebagai analisis pertumbuhan individu dikarenakan relatif lebih



Gambar 4. Nauplii *Apocyclops* sp. tingkat awal dan akhir
 Figure 4. Early and last stage nauplii of *Apocyclops* sp.

Tabel 1. Perbandingan DHA:EPA:ARA dari *Apocyclops dengizicus* yang diberi makan *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis tetrathele*, dan kombinasi keduanya
 Table 1. DHA:EPA:ARA ratios of *Apocyclops dengizicus* fed with *Chaetoceros calcitrans* (C), *Tetraselmis tetrathele* (T), and the combination of both (CT)

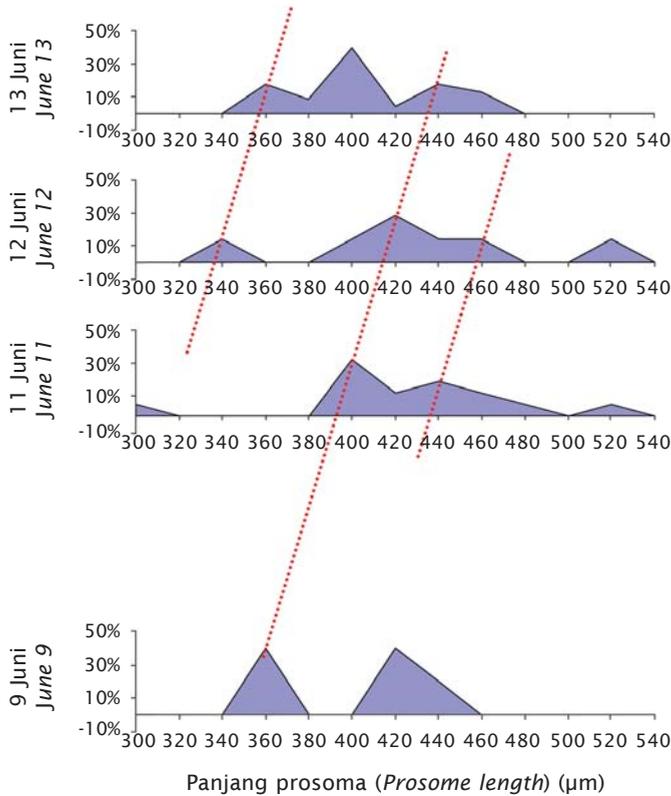
Diberi pakan (<i>Fed with</i>)	DHA : EPA : ARA rasio (<i>ratios</i>)
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	6.8 : 3.0 : 1.0
<i>Tetraselmis tetrathele</i>	14.0 : 5.8 : 1.0
Kombinasi CT (1:1 berdasarkan jumlah) <i>Combination CT (1:1 by number)</i>	11.6 : 2.6 : 1.0

Sumber (*Source*): Farhadian *et al.* (2008)

stabil dan pasti karena pergerakan segmennya terbatas, dibanding panjang total yang akan sangat mudah terjadi bias saat ada pembengkakan *abdomen* ataupun patahnya *caudal ramus*. Hasil pengukuran dituangkan pada Gambar 5 untuk periode pengamatan tanggal 9, 11, 12, dan 13 Juni 2007 yang disusun dalam bentuk tabulasi frekuensi kejadian dari kelompok ukuran untuk memudahkan melihat hubungan antara puncak-puncak kelompok ukuran dari 4 kali pengamatan.

Dari hasil pengukuran panjang *prosoma* diketahui nilai terkecil adalah 300 μm dan yang terbesar adalah 540 μm . Dari Gambar 5 dapat ditarik tiga garis sejajar yang menghubungkan

puncak-puncak populasi menurut kelompok ukuran *prosoma*, dan garis-garis tersebut memperlihatkan suatu garis pertumbuhan dengan nilai besaran 20 μm setiap harinya. Bila diketahui ukuran awal 300 μm dan mencapai maksimal 540 μm , maka diperlukan penambahan panjang sebesar 240 μm , hal ini berarti dari copepodit tingkatan terakhir hingga menjadi dewasa siap bereproduksi akan memerlukan waktu pertumbuhan maksimal selama 12 hari. Hasil ini menyerupai yang diungkapkan oleh Sutomo (2007) bahwa *A. borneoensis* pada salinitas 25-35 ppt memerlukan waktu 11 hari hingga 15 hari (45 ppt) untuk mencapai tahapan produksi telur.



Gambar 5. Perkembangan prosoma dari *Apocyclops* sp. selama pengamatan

Figure 5. *Prosome development of Apocyclops sp. during observation*

Produktivitas Telur

Famili Cyclopidae lokal Gerokgak yang termasuk genera *Apocyclops* sp. memiliki dua kantung pembawaan telur (Gambar 6a), jumlah telur dari masing-masing kantung belum tentu sama. Jumlah total telur yang mampu diproduksi sangat bervariasi mulai dari 16 hingga 65 butir dari tiap individunya (Gambar 6b), dan ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan maupun nutrisi yang didapatkan oleh individu copepoda tersebut. McKinnon *et al.* (2003), dalam penelitiannya mendapatkan bahwa produksi telur tertinggi dari calanoid copepod *Bestiolina similis* adalah 48 butir telur per individu dengan pemberian pakan fitoplankton dinoflagellata *Heterocapsa niei*.

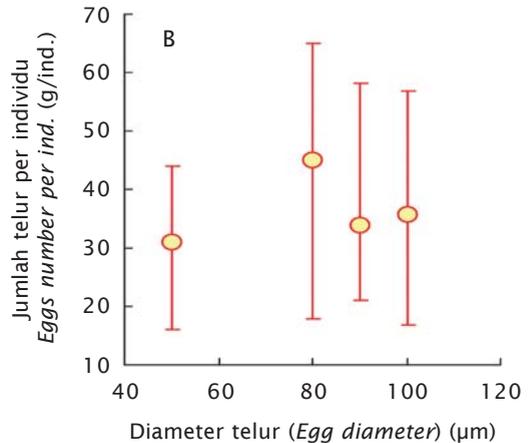
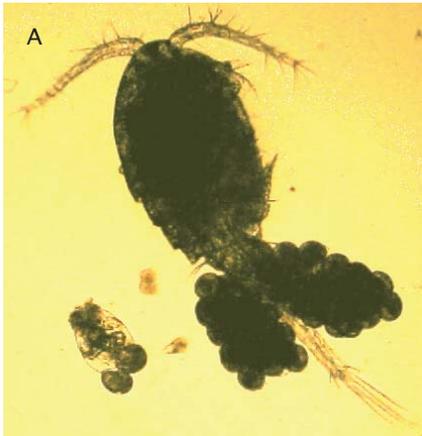
Dari Gambar 6b, diketahui variasi ukuran diameter telur *Apocyclops* sp. lokal dimulai pada ukuran 50 µm dan akan mencapai telur

matang 100 µm, ukuran ini tidak terlalu jauh berbeda dengan ukuran diameter telur rotifer dengan kisaran 60-80 µm seperti terlihat pada Gambar 6a.

Perkembangan Embrio

Dari Gambar 7 terlihat pola grafis yang searah dari jumlah telur berdasarkan diameternya. Hal ini menunjukkan adanya perkembangan embrio di dalam telur yang menyebabkan membesarnya telur dan ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Nielsen *et al.* (2002) bahwa telur-telur yang berada dalam kantung berkembang dengan periode dan fase yang sama/searah (*synchronously*) hingga menetas.

Untuk mengetahui kecepatan berkembangnya telur dilakukan analisis pada distribusi frekuensi kejadian berdasarkan



Gambar 6. Pembawaan telur *Apocyclops* sp. dan produktivitasnya

Figure 6. *Apocyclops* sp. carrying eggs and it's productivity profile

diameter telur dengan tiga kali pengamatan dengan interval dua hari seperti ditampilkan pada Gambar 8.

Dari Gambar 8 terlihat hubungan yang searah dari beberapa puncak kelompok diameter telur *Apocyclops* sp. dari tiga waktu pengamatan, dan terlihat pola perkembangan telur dari 80 µm mencapai 90 µm dalam waktu dua hari dan dengan waktu yang sama menjadi 100 µm, sehingga telur diduga berkembang membesar dengan kecepatan 5 µm per harinya. Diameter awal telur *Apocyclops* sp. rata-rata 50 µm dan mencapai rata-rata 100 µm dalam waktu 10 hari dengan perhitungan kecepatan membesar 5 µm per hari, sehingga dapat diasumsikan masa inkubasi telur *Apocyclops* sp. berkisar 10 hari.

Umur Siklus

Dari data dan analisis tentang umur pertumbuhan *Apocyclops* spp. sampai bereproduksi (maksimal 12 hari) dan umur perkembangan embrio (maksimal 10 hari), dapat diduga bahwa satu siklus perkembangan Copepoda: *Apocyclops* spp. minimal memerlukan waktu 22 hari ditambah umur perkembangan nauplii dan copepodit. Jung *et al.* (1999) menjelaskan puncak pembawaan telur *Apocyclops* sp. pada penelitiannya terjadi pada hari keenam dan ke-28, yang menunjukkan adanya interval selama 22 hari untuk proses inkubasi telur-penetasan-tahapan nauplii dan copepodit hingga menjadi dewasa untuk siap bertelur. Kecepatan siklus perkembangan

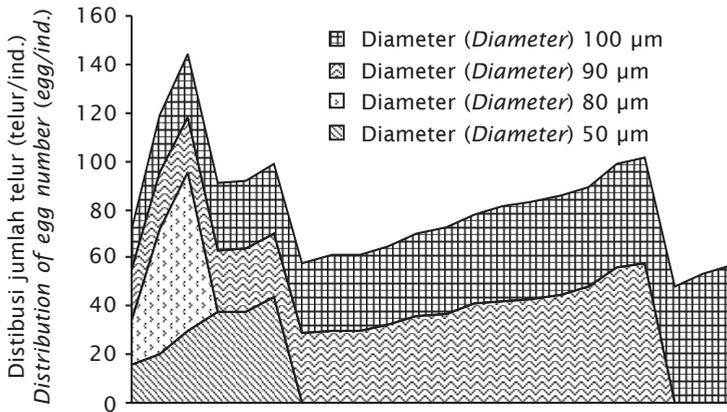
Copepoda diduga sangat dipengaruhi oleh suhu maupun salinitas media di samping jenis nutrisi pakannya.

Suhu media kultur memiliki peranan penting pada perkembangan individu copepoda seperti yang diungkapkan oleh Mohamed *et al.* (2008) bahwa perkembangan menjadi dewasa lebih pendek pada musim panas (*summer*) daripada musim dingin (*winter*), dan menurut Suantika & Antarini (2007), suhu optimum untuk *Apocyclops borneoensis* adalah 33°C dengan salinitas 20‰. Dan menurut Sutomo (2007), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pada salinitas 15‰ didapatkan pertumbuhan populasi tertinggi yang merupakan hasil dari kecepatan pertumbuhan individunya untuk menjadi dewasa dan bereproduksi.

Produktivitas rata-rata telur *Apocyclops* spp. pada penelitian ini diestimasi sebagai 36 (16-65) butir per individu betina, dan bila dikaitkan dengan siklus (minimal) 22 hari berarti produktivitas *Apocyclops* spp. per hari hanya 1-2 butir telur, yang lebih kecil bila dibandingkan dengan kemampuan rotifer memproduksi rata-rata 2-3 butir per individu dengan siklus hidup 24-36 jam.

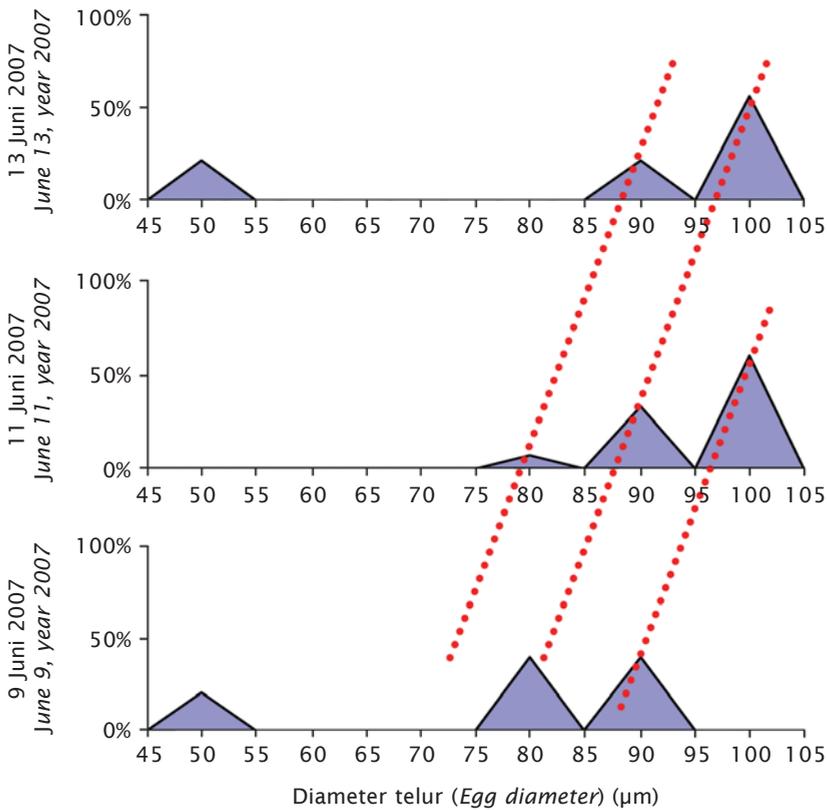
KESIMPULAN

Apocyclops spp. dapat dipelihara dan bertumbuh pada kondisi kultur dengan berbagai jenis kombinasi pakan pada tangki besar (5 m³) maupun dalam media alga *Nannochloropsis* dengan wadah *beaker glass*.



Gambar 7. Grafis sebaran jumlah telur *Apocyclops* sp. berdasarkan diameter telur

Figure 7. Graphical distribution of eggs number of *Apocyclops* sp. based on egg diameter



Gambar 8. Histogram persentase telur menurut diameternya pada tiga waktu pengamatan

Figure 8. Histogram of egg percentage based on egg diameter during three-observation periods

Pertumbuhan dari fase copepodit terakhir hingga dewasa siap bertelur diperhitungkan selama 12 hari dan masa perkembangan embrio 10 hari, sehingga diasumsikan bahwa siklus minimal dari hewan uji ini adalah 22 hari ditambah dengan umur fase nauplii dan copepodit (yang belum teramati).

Dengan memperhatikan tingkat produktivitasnya yang masih lebih rendah dari jasad pakan rotifer, perlu pengembangan penelitian kultur lebih lanjut untuk meningkatkan produktivitasnya maupun memperpendek siklus pertumbuhan populasinya, mulai optimalisasi suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan jenis pakan.

DAFTAR ACUAN

- Aliberti, M.A., Allan, E., Allard, S., Bauer, D.J., Beagen, W., Bradt, S.R., Carlson, B., Carlson, S.C., Doan, U.M., Godkin, W.T., Greene, S., Haney, J.F., Kaplan, A., Maroni, E., Melillo, S., Murby, A.L., Smith (Nowak), J.L., Ortman, B., Quist, J.E., Reed, S., Rowin, T., Schmuck, M., & Stemberger, R.S. 2003-2009 *An Image-Based Key To The Zooplankton Of The Northeast (USA)*. Department of Biological Sciences. University of New Hampshire, Durham, NH 03824 USA. Available at <http://cfb.unh.edu/CFBkey/html/index.html> [Accessed October 16, 2009]
- Chesney, E.J. 2005. Copepods as Live Prey: A Review Factors That Influence the Feeding Success of Marine Fish Larvae. In *Copepods in Aquaculture* by Lee, C.S., O'Bryen, P.J., & Marcus, N.H. (Eds.). Blackwell Publishing, p. 133-150.
- Chullasorn, S., Kangtia, P., Pinkkaew, K., & Ferrari, F.D. 2008. *Apocyclop ramkhamhaengi* sp.nov. (Copepoda: Cyclopoida) in a Culture Originating from Brackish Waters of Chang Island, Trat Province, Thailand. *Zoological Studies*, 47(3): 326-337, accessed from <http://zoosud.sinica.edu.tw./journals/47.3/326.pdf>. 29 Oct. 2009.
- Farhadian, O., Yusoff, F.M., & Mohamed, S. 2008. Nutritional Values of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) fed *Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis tetraethele*. (An abstract). *Aquaculture Research*, 40(1): 74-82, Blackwell Publishing. accessed Oct. 3. 2009 from: <http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/ares/2008>
- Farhadian, O., Yusoff, F.M., Mohamed, S., & Saad, C.R. 2009. Use of Cyclopoid Copepod *Apocyclops dengizicus* as Live Feed for *Penaeus monodon* Postlarvae. *J. of The World Aquaculture Society*, 40 (1): 22-32 (accessed Oct. 3. 2009 from: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/121644414>).
- Fleeger, J.W. 2005. The Potential to Mass-culture Harpacticoid Copepods for Use as Food for Larval Fish. In *Copepods in Aquaculture* by Lee, C.S., O'Bryen, P.J., & Marcus, N.H. (Eds). Blackwell Publishing, p. 11-24.
- Imanto, P.T., Sumiarsa, G.S., & Suastika, M. 2007 Preliminary Study on Population Dynamic of Harpacticoid Copepod *Euterpina acutifrons* in Culture Condition. *Indonesian Aquaculture J.*, 2 (2): 133-139.
- Jung, M.M., Kim, H.S., Rho, S., Rumengan, I.F.M., & Hagiwara, A. 1999. The Culture of Free-swimming Copepod Species *Apocyclops* sp. (Copepod: Cyclopoida) by Baking Yeast. *J. of Aquaculture*, 12(4): 303-307, Accessed from www.koreascience.or.kr October 29, 2009.
- McKinnon, A.D., Duggan, S., Nichols, P.D., Rimmer, M.A., Semmens, G., & Robino, B. 2003. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*, 223: 89-106, accessed from www.elsevier.com/locate/aqua-online
- Mohamed, H.H.; Salman, S.D., & Abdullah, A.A.M. 2008. Some Aspect of the Biology of two Copepods: *Apocyclops dengizicus* and *Mesocyclops isabellae* from a Pool in Garmat - Ali Basrah, Iraq. *Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 239-247, accessed from http://www.trjfas.org/pdf/issue_8_2/239_247.pdf. Nov. 12, 2009.
- Newell, G.E. & Newell, R.C. 1986. *Marine Plankton a practical guide*. Hutchinson & Co. Publisher, Great Britain, 245 pp.
- Nielsen, T.G., Møller, E.F., Satapoomin, S., Ringuette, M., & Hopcroft, R.R. 2002. *Egg hatching of the cyclopoid copepod Oithona similis in arctic and temperate waters*. (an poster) Marine ecology. Accessed September 3, 2009 at http://globec.oce.orst.edu/reports/simtg/sinov01/si01_hop_01.pdf.
- Raymont, J.E.G. 1983. *Plankton and Productivity in The Ocean*. 2nd.ed. Vol 2. Zooplankton. Pergamon Press. Great Britain, 824 pp.
- Razouls, C., de Bovée, F., Kouwenberg, J., & Desreumaux, N. 2005-2009. Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. Available at <http://>

- copepodes.obs-banyuls.fr/en [Accessed October 16, 2009]
- Rhodes, A., 2000. Pods Delicious and Nutritious. Wet Web Media .com. accessed from www.wetwebmedia.com/ca/volume_2/cav2i1/Pods/pods.html oct.10.2009.
- Suantika, G. & Antarini, R.R. 2007. The Optimatization of Temperature, Salinity, and Type of Food for Marine Copepoda (*Apocyclops borneoensis*) Culture. *International Conference on Mathematics and Natural Science (ICMNS)*, 23-30 November 2006. Proceeding JBPTIT / 2007-02-19. Accessed November 3, 2009 at <http://digilib.sith.itb.ac.id/go.php?id=jbptibbi-gdl-proc-2006-gedesuanti>
- Sumiarsa, G.S., Susanto, B., Suastika, M., & Imanto, P.T. 2006. Pertumbuhan dan Sintasan Fase Awal Larva Ikan Kerapu Macan, *Epinephelus fuscoguttatus* Dengan Pakan Alami Nauplii Kopepoda, *Harpacticoid Tisbe holothuriae* dan Rotifer. *Prosiding Konferensi Akuakultur Indonesia. Inovasi teknologi Menuju Industri Akuakultur Global*. MAI, UNDIP Semarang, hlm. 12-15.
- Sutomo. 2007. Pertumbuhan Populasi Kopepoda, *Apocyclops borneoensis* Pada Salinitas dan Fotoperiode Yang Berbeda. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 33: 27-46, diakses pada tanggal 29 Oktober 2009 dari www.oceanografi.lipi.go.id/attachments/536