

**RESPON TINGKAT KERJA OSMOTIK DAN PERTUMBUHAN POPULASI
KOPEPODA SIKLOPOID *Oithona* sp. PADA BERBAGAI SALINITAS*****Response of Osmotic and Population Growth of Copepoda Cyclopoid Oithona Sp.
at Various Salinity***

Diterima : 30 Oktober 2017; Disetujui 20 November 2017

Darsiani*¹, Muh. Yusri Karim² dan Dody Dharmawan Trijuno²¹Dosen Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene²Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

*Korespondensi: darsianirazak@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kopepoda adalah salah satu jenis pakan alami dari kelompok zooplankton yang baik digunakan sebagai pakan untuk larva ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan salinitas optimum yang menghasilkan pertumbuhan populasi kopepoda yang maksimum. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2015 di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini menggunakan toples bervolume 3L untuk pengujian pertumbuhan populasi sedangkan pengujian TKO dan nutrisi kopepoda berupa kontainer bervolume 100L. Hewan uji yang digunakan adalah kopepoda siklopoid (*Oithona* sp.). Penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) yakni dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah perbedaan salinitas yakni salinitas 20, 25, 30 dan 35 ppt. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pertumbuhan populasi, TKO dan nutrisi tubuh (protein, lemak dan energi) kopepoda. Pertumbuhan populasi tertinggi, TKO terendah dan nutrisi tubuh kopepoda tertinggi diperoleh pada salinitas 30 ppt secara berturut-turut yakni $178,10 \pm 6,70$ individu/hari, $42,67 \pm 1,53$ M Osm/L H₂O dan $3,16 \pm 0,042\%$, $0,83 \pm 0,021\%$ serta $407,67 \pm 10,786$ kkal/kg, sedangkan pertumbuhan populasi terendah, TKO tertinggi dan nutrisi tubuh kopepoda terendah pada salinitas 20 ppt secara berturut-turut yakni $117,26 \pm 1,68$ individu/hari, $234,67 \pm 4,04$ M Osm/L H₂O dan $2,27 \pm 0,059\%$, $0,45 \pm 0,035\%$ dan $248 \pm 2,000$ kkal/kg. Kesimpulan penelitian ini, salinitas 30 ppt merupakan salinitas optimum untuk menghasilkan pertumbuhan populasi maksimum, TKO minimum dan kandungan nutrisi kopepoda yang tinggi.

Kata kunci : Kopepoda, salinitas optimum, siklopoid, Oithona sp.

ABSTRACT

*Copepode is one of natural diet of zooplankton group that is good for fish larvae. The objectives of this study was to determine the optimum salinity for maximum population growth of copepode. This study was conducted from February to April 2015 in Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, South Sulawesi. This research was using 3 litres stoples to test the population growth while osmosis work level (TKO) and copepode nutrition were using 100 litres container. Test organisms was cyclopoid copepode (*Oithona* sp.). This study was using complete random design with 4 treatments and three times replication. The treatment used various salinity, i.e 20, 25, 30 and 35 ppt. Data was analysed using analyses of variance (ANOVA). The result of this study shown that salinity was significantly affect the population growth, osmotic work level and body nutrition (protein, lipid and energy) of copepode ($P < 0,01$). The highest population growth, lowest osmotic work level and highest body nutrition recorded at 30 ppt of salinity were $178,10 \pm 6,70$ individual/day, $42,67 \pm 1,53$ M Osm/L H₂O and $3,16 \pm 0,042\%$, $0,83 \pm 0,021\%$ also $407,67 \pm 10,786$ kcal/kg, respectively. While, lowest growth population, highest osmotic work level and lowest body nutrition recorded at 20 ppt of salinity were $117,26 \pm 1,68$ individual/day, $234,67 \pm 4,04$ M Osm/L H₂O and $2,27 \pm 0,059\%$, $0,45 \pm 0,035\%$ also $248 \pm 2,000$ kcal/kg, respectively. The conclusion of this study, 30 ppt was the optimum salinity to creates maximum population growth, minimum TKO and highest of copepods.*

Keywords: *Copepoda, cyclopoid, Oithona sp., optimum salinity*

PENDAHULUAN

Kopepoda merupakan salah satu jenis pakan alami yang baik terutama untuk larva ikan karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Protein yang dikandung mencapai 44-52% (berat kering) (Millione dan Zeng, 2007), yang dapat menunjang pertumbuhan larva ikan (Hansen, 2011). Kopepoda juga mempunyai DHA tinggi yakni 17-32% berat kering yang berperan dalam menyokong perkembangan mata serta meningkatkan derajat kelulushidupan larva ikan yang mengkonsumsinya (Anindiasuti dkk., 2002; Chen dkk., 2012). Namun menurut Mulyadi (2006), pemanfaatan kopepoda masih tergolong sangat kurang di Indonesia diakibatkan kurangnya informasi tentang keunggulan kopepoda tersebut.

Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang berperan bagi kehidupan kopepoda. Salinitas dianggap sebagai faktor yang mempengaruhi kondisi osmotik dan berpengaruh pada metabolisme dalam tubuh

Darsiani dkk., Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid Oithona sp. pada berbagai salinitas

kopepoda. Kopepoda siklopoid *Apocyclops dengizicus* di alam hidup pada salinitas 0,5-68 ppt (Dexter, 1993), namun pada salinitas yang terlalu tinggi atau rendah kopepoda tidak mampu berkembangbiak dengan baik (Sutomo, 2004). Menurut Kiminskii dkk. (2014), kopepoda (*Pseudodiaptomus richardi*) merespon salinitas (osmoregulasi) secara berbeda pada tingkat salinitas yang berbeda yakni hiperosmotik pada salinitas 5 ppt, isoosmotik pada salinitas 30 ppt dan hipoosmotik pada salinitas >30 ppt. Peningkatan konsentrasi Na⁺ dalam air media juga akan mempengaruhi nafsu makan kopepoda (*A. tonsa*), dimana pada salinitas 30 ppt nafsu makannya baik sedangkan pada salinitas 5 ppt nafsu makan kopepoda menurun (Pinho dkk., 2007).

Penelitian-penelitian sebelumnya tentang pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan kopepoda telah banyak dilakukan, namun salinitas optimum untuk pertumbuhan kopepoda belum diketahui

pasti, misalnya penelitian yang dilakukan oleh Sutomo (2004), kopepoda (*Tigriopus brevicornis*) dapat hidup pada kisaran salinitas 10-40 ppt namun lebih baik pertumbuhannya pada salinitas 30 ppt. Kopepoda siklopoid hidup pada salinitas 20-42 ppt (Mogea, 1993 dalam Mulyadi, 2006). Siklopoid *Oithona* sp. (siklopoid) hidup pada salinitas 25-29 ppt (Aliah dkk., 2010). Selanjutnya penelitian yang dilakukan Mulyadi (2006), pada kopepoda siklopoida (*Apocyclops* sp.), dapat dipelihara pada salinitas 20 ppt pada skala laboratorium.

Berdasarkan permasalahan di atas, guna menentukan salinitas optimum bagi kopepoda siklopoid (*Oithona* sp.), maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian tentang hal tersebut. Diharapkan pada salinitas tersebut akan dihasilkan kopepoda yang berkualitas.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan salinitas optimum yang menghasilkan pertumbuhan populasi kopepoda (pertambahan jumlah individu) yang maksimum, menentukan salinitas optimum yang menghasilkan tingkat kerja osmotik kopepoda yang minimum dan menentukan salinitas optimum yang menghasilkan kandungan nutrisi kopepoda yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar, Sulawesi Selatan sebagai lokasi kultur kopepoda. Pengukuran osmolaritas dan tingkat kerja osmotik (TKO) dilakukan di Balai Pengembangan dan Penelitian Budidaya Air Payau (BPPAP) Maros, Sulawesi Selatan, dan analisis kandungan nutrisi kopepoda dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Hasanuddin, Makassar.

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopepoda (*Oithona* sp.) yang diperoleh dari perairan Boddia, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar. Wadah yang digunakan untuk pengamatan pertumbuhan populasi adalah stoples kaca bervolume 3 L sebanyak 12 buah yang diisi air laut 1 L, sedangkan untuk analisis nutrisi tubuh (protein, lemak dan energi/kalori) dan osmotik digunakan wadah plastik persegi bervolume 100L sebanyak 12 buah yang diisi air laut 80 L yang dilengkapi dengan peralatan aerasi. Sumber air yang digunakan adalah air laut bersalinitas 35 ppt diperoleh dari perairan Boddia, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar. Untuk mendapatkan salinitas sesuai perlakuan maka dilakukan pengenceran (Sutrisno, 1993 dalam Gunawan dkk., 2012).

Pakan yang digunakan adalah *Nannocloropsis* sp. (kepadatan 10^6 sel/mL) (Matias, 2004; Barroso dkk., 2013). Frekuensi pemberian pakan dilakukan dua kali sehari yakni pagi (09.00) dan malam hari (21.00). Pemberian pakan dilakukan dengan cara menambahkan secara langsung ke dalam wadah pemeliharaan kopepoda.

Penelitian ini didesain dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing mempunyai 3 ulangan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan salinitas media yakni salinitas 20, 25, 30 dan 35 ppt. Parameter yang diamati adalah identifikasi kopepoda, pertumbuhan populasi, laju pertumbuhan populasi, osmolaritas dan tingkat kerja osmotik, dan kandungan nutrisi (protein total, lemak total dan energi total) kopepoda.

Sebelum dilakukan pengamatan pertumbuhan populasi, terlebih dahulu dilakukan identifikasi kopepoda. Menurut Kasturirangan (1963), Torke (1976), Williamson dan Reid (2001), Witty (2004), Nontji (2008), bahwa identifikasi kopepoda

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid Oithona sp. pada berbagai salinitas

dilakukan dengan mengamati ciri morfologi berdasarkan bentuk kepala, segmen tubuh, segmen ekor, bentuk tubuh, panjang antena dan kantung telur kopepoda. Pertumbuhan populasi kopepoda dihitung setiap hari selama penelitian secara manual yaitu dengan menghitung secara keseluruhan dari setiap wadah penelitian. Laju pertumbuhan populasi (k) kopepoda dihitung dengan cara membagi antara log jumlah individu (perhari) dengan waktu (hari pengamatan) dikalikan dengan konstanta (3,22) (Hirata dkk.,1981 dalam Sutomo, 2004). Tingkat kerja osmotik dihitung berdasarkan perbedaan antara osmolaritas media dan kopepoda (Lignot dkk., 2000). Kandungan nutrisi kopepoda dianalisis pada awal dan akhir (AOAC, 1990). Sebagai data penunjang selama penelitian berlangsung, dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut dan amoniak.

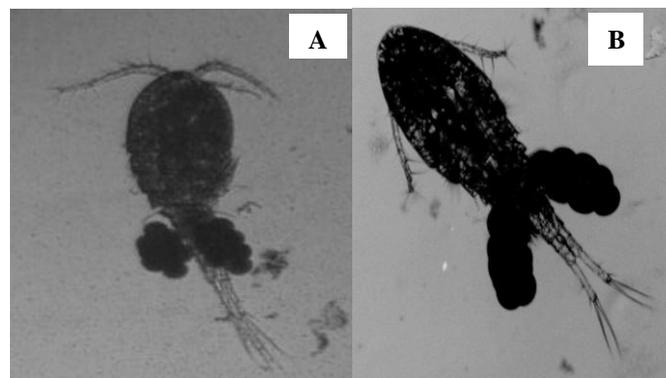
Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA).

Data yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut W-Tukey (Steel dan Torrie, 1993). Sebagai alat bantu untuk melakukan analisis tersebut digunakan SPSS 16.0. Untuk mengetahui keeratan hubungan sebagai respon perlakuan digunakan teknik regresi korelasi. Adapun parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif berdasarkan kelayakan hidup kopepoda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi dan Identifikasi Kopepoda

Hasil identifikasi kopepoda yang diambil dari perairan Galesong, Kabupaten Takalar berdasarkan morfologinya terlihat memiliki kepala yang lonjong, tubuh terdiri atas 4 segmen yang mengecil pada segmen ke-4 dan ekor terdiri atas 5 segmen. Segmen ke-2 pada ekor terlihat lebih besar dibanding segmen lainnya, antena pertama lebih pendek dari panjang tubuh serta kopepoda dewasa yang terukur berkisar antara 0,65-1,2 mm (Gambar 1).



Gambar 1. A. Kopepoda Siklopoid yang diperoleh dari perairan Galesong (Perbesaran 40x) (A. Darsiani, 2015), B. *Oithona* sp. (B. Aliah dkk., 2010).

Kopepoda yang diperoleh dari perairan Galesong Kabupaten Takalar adalah kopepoda Siklopoid *Oithona* sp. yang ditandai dengan antena lebih pendek dibanding dengan panjang tubuh dengan 6-17

segmen, pada betina dewasa mempunyai dua kantung telur (*ovisac*) berada di samping kanan dan kiri tubuh, bentuk kepala lonjong, tubuh 4 segmen dan ekor 5 segmen diakhiri dengan duri pada ujungnya sebanyak 4 helai.

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid *Oithona* sp. pada berbagai salinitas

Panjang tubuh spesies *Oithona* sp. berkisar 0,55-1,2 mm (Kasturirangan, 1963; Williamson dan Reid, 2001; Asngadi, 1996 dalam Mulyadi, 2006; Witty, 2004).

Menurut Williamson dan Reid (2001) siklopoid ditandai dengan antena lebih pendek dibanding dengan panjang tubuh, pada betina dewasa mempunyai dua kantung telur (ovisac) berada di samping kanan dan kiri tubuh, bentuk kepala yang lonjong, tubuh (4 segmen) dan ekor (5 segmen). Ditambahkan Asngadi (1996 dalam Mulyadi, 2006) bahwa siklopoid dapat dikenali dengan bentuk tubuh bulat/oval yang menyempit pada bagian urosoma atau dengan kata lain bentuk tubuh torpedo. Hal serupa dikemukakan oleh McKinnon dan Duggan (2006) bahwa antena yang dimiliki siklopoid lebih pendek dibanding panjang tubuh dan pada betina dewasa mempunyai dua kantong telur yang berada pada samping kanan dan kiri tubuhnya.

Kasturirangan (1963) mengatakan bahwa siklopoid ditandai dengan antena lebih pendek, kantung telur sepasang yang berada pada samping kanan dan kiri tubuh. Hal yang sama dilaporkan Nontji (2008) bahwa siklopoid memiliki antena pertama lebih pendek dari pada tubuhdan memiliki bentuk kepala yang lebih lonjong pada bagian atas yang berada tepat diantara antena (sejajar dengan mata). Kelompok siklopoid ini hidup sebagai plankton dan sebagian sebagai bentos dan marga yang umum hidup sebagai plankton antara lain *Oithona*, *Oncaea*, *Corycaeus*, *Copilia* dan *Sapphirina*. Menurut Witty (2004) bahwa siklopoid memiliki antena pertama dengan panjang sedang yakni sekitar 6-17 segmen, tubuh menyempit pada segmen yang mendekati ekor. Siklopoid memiliki segmen genital berada pada segmen ke-2 pada bagian urosome dan ukurannya lebih besar jika dibandingkan dengan segmen

lain dari semua segmen pada bagian urosome tersebut.

Kasturirangan (1963) menyatakan bahwa kopepoda siklopoid *Oithona* sp. memiliki ekor (urosome) terdiri atas 5 segmen dan segmen kelamin lebih besar (segmen ke-2 urosome) dibanding segmen urosome lainnya yang diakhiri dengan duri pada ujungnya sebanyak 4 helai. Panjang tubuh dari setiap spesies berbeda-beda yakni *O.plumifera* mempunyai panjang tubuh berkisar 0,7-1,0 mm, *O.spinirostris* (0,75-0,85 mm), *O.rigida* (0,7 mm), *O.brevicornis* (0,55 mm), *O. similis* (0,5-0,7 mm), *O.spinirostris* (1,25-1,40mm), *O.linearis* (1,2 mm).

Hasil pengamatan dan identifikasi berdasarkan ciri-ciri morfologi kopepoda maka kopepoda yang diperoleh di perairan Galesong adalah *Oithona* sp. (Gambar 13). Secara taksonomi kopepoda (*Oithona* sp.) termasuk ke dalam klasifikasi (Pratt dalam Aliah dkk., 2010) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Maxillopoda
Subkelas	: Kopepoda
Ordo	: Eucopepoda
Sub Ordo	: Cyclopoida
Family	: Cyclopidae
Genus	: <i>Oithona</i>
Spesies	: <i>Oithona</i> sp.

Pertumbuhan Populasi Kopepoda dan Laju Pertumbuhan Populasi

Rata-rata pertumbuhan populasi kopepoda pada berbagai salinitas yang dipelihara selama 14 hari disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa salinitas media berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pertumbuhan populasi dan laju pertumbuhan populasi kopepoda. Hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa salinitas 20 ppt berbeda

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid Oithona sp. pada berbagai salinitas

nyata ($p < 0,05$) dengan salinitas 25, 30 dan 35 ppt. Akan tetapi antara salinitas 25, 30 dan 35 ppt tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Tabel 1 memperlihatkan bahwa populasi tertinggi diperoleh pada salinitas 30 ppt yakni $178,10 \pm 6,70$

individu/hari dengan laju pertumbuhan populasi $0,013 \pm 0,0011$ dan terendah diperoleh pada salinitas 20 ppt yakni $117,26 \pm 1,68$ individu/hari dengan laju pertumbuhan populasi $0,003 \pm 0,0004$.

Tabel 1. Pertumbuhan populasi kopepoda pada berbagai salinitas

Salinitas (ppt)	Pertumbuhan Populasi (individu/hari)	Laju Pertumbuhan populasi (k)
20	$117,26 \pm 1,68^b$	$0,003 \pm 0,0004^b$
25	$161,64 \pm 13,78^a$	$0,008 \pm 0,0014^a$
30	$178,10 \pm 6,70^a$	$0,013 \pm 0,0011^a$
35	$166,12 \pm 8,01^a$	$0,008 \pm 5,2724^a$

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi kopepoda terbaik diperoleh pada salinitas 30 ppt dan mencapai puncak populasi pada hari ke-7. Laju pertumbuhan terbaik juga diperoleh pada salinitas 30 ppt. Kedua hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan termasuk salinitas. Dengan demikian, jika salinitas media tidak sesuai dengan relung hidup kopepoda maka pertumbuhan populasi dan laju pertumbuhan populasi kopepoda menjadi terganggu. Sutomo (2004), melaporkan bahwa kopepoda kalanoid *Tigriopus brevicornis* yang dipelihara pada salinitas media yang sesuai relung hidupnya, akan menghasilkan pertumbuhan populasi dan laju pertumbuhan populasi yang lebih tinggi. Berbeda dengan hasil yang diperoleh Aliah dkk. (2010), masa pertumbuhan dan perkembangan *Oithona* sp. dari telur sampai dewasa memerlukan waktu 7-14 hari saja dan pertumbuhan melimpah pada salinitas 25-29 ppt. Hubungan antara salinitas (X) dan pertumbuhan populasi kopepoda (Y1), dan laju pertumbuhan populasi kopepoda (Y2) berpola kuadrat dengan persamaan masing-masing $Y1 = -342,47 + 34,257x - 0,5636x^2$ ($R^2 = 0,9133$) dan $Y2 = -0,046 + 0,0036x - 6E^{-05}x^2$ ($R^2 = 0,9008$). Berdasarkan persamaan tersebut dapat diprediksi bahwa pertumbuhan populasi dan laju pertumbuhan populasi kopepoda maksimum dicapai pada salinitas 30, 39 dan 30 ppt.

Osmolaritas Kopepoda, Osmolaritas Media dan Tingkat Kerja Osmotik

Rata-rata nilai osmolaritas media, osmolaritas kopepoda dan tingkat kerja osmotik (TKO) kopepoda pada berbagai salinitas disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa salinitas media berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap osmolaritas kopepoda (OK), osmolaritas media (OM) dan tingkat kerja osmotik (TKO) kopepoda. Selanjutnya hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media berbeda nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan terhadap osmolaritas media dan osmolaritas kopepoda. Akan tetapi, tingkat TKO kopepoda pada salinitas 25, 30 dan 35 ppt tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,05$).

Semakin tinggi salinitas media maka osmolaritas media (OM) semakin meningkat. Peningkatan OM diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi ion-ion terlarut dalam media. McConnaughy dan Zottoly (1983) dalam Soumokil (2013), semakin besar konsentrasi elektrolit media maka semakin tinggi pula tekanan osmotik media tersebut. Nilai osmolaritas kopepoda (OK) menunjukkan hasil yang berfluktuasi. Hal ini disebabkan oleh adanya upaya untuk menyesuaikan konsentrasi ion dalam tubuh dengan medianya. Hasil yang sama dilaporkan oleh Soumokil (2013) dari spesies

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopid *Oithona* sp. pada berbagai salinitas

yang berbeda yakni udang windu (*Penaeus monodon*) bahwa konsentrasi hemolim juvenil udang windu mengalami fluktuatif. Fluktuasi tersebut berkaitan dengan mekanisme osmoregulasi yang dilakukan juvenil udang

ketika berada pada kondisi ketidakseimbangan osmotik dan memerlukan waktu untuk beradaptasi (membiasakan diri) dengan lingkungan (salinitas).

Tabel 2. Osmolaritas kopepoda, osmolaritas media dan tingkat kerja osmotik

Salinitas (ppt)	Osmolaritas Kopepoda (M Osm/L H ₂ O)	Osmolaritas Media (M Osm/L H ₂ O)	Tingkat Kerja Osmotik (M Osm/L H ₂ O)
20	933,67±3,05 ^a	699,00±1,00 ^d	234,67±4,04 ^a
25	812,67±2,52 ^d	759,67±6,66 ^c	53,00±4,36 ^b
30	926,67±1,53 ^b	884,00±0,00 ^b	42,67±1,53 ^c
35	836,00±1,00 ^c	958,00±2,00 ^a	48,00±1,00 ^{bc}

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% (p < 0,05).

Burse dan Lane (1971; Castille dan Lawrence, 1981; Diwan dkk., 1989; Diwan dan Laxminarayana, 1989; Lignot dkk., 1999 dalam Soumokil, 2013) menyatakan bahwa fluktuasi hemolim udang terjadi disebabkan adanya waktu yang diperlukan untuk penyesuaian diri terhadap lingkungan yang baru. Hasil penelitian serupa yang dilaporkan oleh Chen dan Lin (1994) bahwa hemolim udang *Penaeus chinensis* mengalami fluktuatif yang diakibatkan waktu paparan salinitas berbeda atau dengan kata lain *P. chinensis* memerlukan waktu untuk menyesuaikan diri terhadap tingkat salinitas media. Menurut Suripto (2006; Isnaeni, 2006) makhluk hidup melakukan suatu upaya untuk menyesuaikan kebutuhan konsentrasi garam-garam dalam tubuh dengan lingkungannya dilakukan agar tetap bertahan hidup (eksis). Menurut Suripto (2006) dan Isnaeni (2006), bahwa makhluk hidup melakukan upaya penyesuaian konsentrasi garam-garam dalam tubuh dengan lingkungannya yang dilakukan agar tetap bertahan hidup (eksis). TKO kopepoda yang terkecil didapatkan pada salinitas 30 ppt dengan nilai 42,67±1,53M Osm/L H₂O dan tertinggi pada salinitas 20 ppt dengan nilai 234,67±4,04 M Osm/L H₂O. Terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai TKO kopepoda pada salinitas media yang lebih kecil maupun lebih

besar dari salinitas 30 ppt. Nielsen dkk. (2015), menyatakan bahwa kopepoda spesies *Oithona similis* yang dipelihara pada skala laboratorium sangat baik tumbuh pada salinitas 29-34 ppt. Dvoretzky (2012), melaporkan bahwa *O. similis* di alam baik hidup pada salinitas 32±0,18 ppt di musim dingin, 28,38±0,21 ppt di musim semi, 28,16±0,23 ppt di musim panas dan 29,98±0,02 ppt di musim gugur. Kopepoda yang berada pada salinitas 20 ppt dan 25 ppt melakukan regulasi hiperosmotik yakni pengaturan secara aktif konsentrasi cairan tubuh yang lebih tinggi dari pada media. Pada salinitas tinggi yakni 35 ppt terjadi regulasi hipoosmotik yakni pengaturan secara aktif konsentrasi cairan tubuh yang rendah dibanding media. Pada salinitas 30 ppt terjadi regulasi isoosmotik yakni konsentrasi ion tubuh mendekati nilai konsentrasi ion media sehingga nilai TKO yang dihasilkan lebih kecil. Menurut Kiminskii dkk. (2014), bahwa kopepoda (*Pseudodiaptomus richardi*) merespon salinitas (osmoregulasi) secara berbeda pada tingkat salinitas yang berbeda yakni isoosmotik pada salinitas 30 ppt dan hipoosmotik pada salinitas >30 ppt. Hubungan antara salinitas dan TKO kopepoda berpola kuadrat dengan persamaan $Y = 1764 - 114,26x + 1,87x^2$ ($R^2 = 0,9529$). Berdasarkan hubungan tersebut maka dapat

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid *Oithona* sp. pada berbagai salinitas

diprediksi bahwa TKO kopepoda minimum dicapai pada salinitas 30,55 ppt.

Kandungan Nutrisi (Perubahan Komposisi Kimia Tubuh)

Rata-rata kandungan nutrisi kopepoda (protein, lemak dan energi) pada berbagai salinitas disajikan pada pada Tabel 3. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa salinitas media berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan protein, lemak

dan energi tubuh kopepoda. Hasil uji lanjut W-Tukey menunjukkan bahwa perbedaan salinitas media berbeda nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan terhadap kandungan protein dan kandungan lemak kopepoda tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) antara perlakuan salinitas 30 ppt dan 35 ppt. Sementara itu, kandungan energi tubuh kopepoda tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) antara perlakuan salinitas 25 ppt dan 35 ppt.

Tabel 3. Kandungan nutrisi kopepoda pada berbagai salinitas

Salinitas (ppt)	Protein (%) (mg)	Lemak (%) (gr)	Energi (kkal/kg)
20	2,27±0,059 ^d	0,45±0,035 ^c	248±2,000 ^c
25	2,63±0,113 ^c	0,59±0,080 ^b	370±11,136 ^b
30	3,16±0,042 ^a	0,83±0,021 ^a	407,67±10,786 ^a
35	2,90±0,015 ^b	0,73±0,017 ^a	387±2,000 ^b

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Kandungan protein, lemak dan energi tubuh kopepoda tertinggi pada salinitas 30 ppt dengan nilai masing-masing (3,16±0,042%) (0,83±0,021%) (407,67±10,786 kkal/kg) dan terendah pada salinitas 20 ppt yakni (2,27±0,059%) (0,45±0,035%) (248±2,000 kkal/kg). Hal tersebut terjadi karena salinitas merupakan faktor kondisi penunjang kehidupan kopepoda. Jika hidup pada salinitas yang sesuai dengan relung hidupnya, maka kopepoda tidak perlu menggunakan sejumlah nutrisi tubuh untuk melakukan suatu upaya mempertahankan hidup (osmoregulasi) dan sebaliknya jika kopepoda hidup pada salinitas yang tidak sesuai dengan relung hidupnya, maka kopepoda memanfaatkan sejumlah nutrisi tubuh untuk melakukan suatu upaya mempertahankan hidup. Apabila nutrisi yang dibutuhkan untuk melakukan osmoregulasi kurang dicukupi dari asupan pakan, maka kopepoda mengupayakan dari tubuhnya (deposit) dan mengakibatkan pengurangan sejumlah nutrisi pada tubuh yang berakhir pada pertumbuhan kopepoda terganggu. Busri dalam Mulyadi dkk. (2010), mengemukakan

bahwa protein merupakan komponen penunjang pembentukan jaringan tubuh dan sebagai sumber energi untuk mempertahankan hidup. Lemak merupakan sumber energi untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan (salinitas media). Subandiyono (2009) mengemukakan bahwa lemak mempunyai fungsi sebagai penghasil energi. Lemak juga berfungsi menjaga integritas sel dan bertindak sebagai pelarut vitamin A, D, E dan K. Chua dkk. (1994), mengemukakan bahwa makhluk hidup mengalami stres osmoregulasi bila hidup pada salinitas yang tidak sesuai yang akan mempengaruhi penggunaan sejumlah energi untuk melakukan pemulihan. Cass dan Daly (2015), mengemukakan bahwa kopepoda spesies *Eucalanus inermis*, *Pareucalanus* sp., *Rhincalanus rostrifrons*, *R. nasutus* dan *Subeucalanus subtenuis* yang berada di alam (Samudra Pasifik bagian utara) memiliki kandungan protein total berturut-turut sebesar (1,63±0,27), (2,47±1,01), (3,23±0,57), (3,93±0,55), (7,04±1,48%) (berat basah) dan kandungan lemak total (0,05-0,54), (0,03-

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopid *Oithona* sp. pada berbagai salinitas

0,20), (6,27-11,12), (2,94-6,41), (0,00-0,06) (berat basah). Ikeda dkk. (2006), melaporkan bahwa kopepoda kalanoid yang hidup pada salinitas 33-35 ppt mempunyai kandungan energi total sebanyak 824,01-893,04 kkal/kg (berat basah) pada kopepoda yang hidup didasar perairan dan 514,3-883,22 kkal/kg (berat basah) pada kopepoda yang hidup di permukaan perairan. Hubungan antara salinitas (X) dan kandungan protein total (Y_1), lemak total (Y_2) dan kandungan energi kopepoda (Y_3) berpola kuadrat dengan persamaan masing-masing $Y_1 = -3,1473 + 0,3936x - 0,0063x^2$ ($R^2 = 0,8699$), $Y_2 = -1,6787 + 0,1535x - 0,0024x^2$ ($R^2 = 0,8196$),

dan $Y_3 = -931,23 + 87,56x - 1,4267x^2$ ($R^2 = 0,9872$). Berdasarkan persamaan tersebut, diprediksi bahwa kandungan protein total, lemak total, dan kadar energi maksimum masing-masing dicapai pada salinitas (31,24), (31,98) dan (30,69) ppt.

Kualitas Air

Nilai kisaran suhu, pH, DO dan amoniak selama masa pemeliharaan kopepoda dapat dilihat pada Tabel 4 dengan nilai berturut-turut masing-masing berkisar (26-30°C) (8,28-8,76) (3,41-4,68 ppm) dan (<0,0006 ppm).

Tabel 4. Kandungan nutrisi kopepoda pada berbagai salinitas

Parameter	Nilai Kisaran	Optimal (Sumber)
Suhu	26-30°C	20-35°C (<i>Apocyclops</i> sp.) (Yusoff, 2008 dalam Svetlichny dan Hubareva, 2014). 28,8-29,3°C (<i>Oithona</i> sp.) (Aliah dkk., 2010)
pH	8,28-8,76	8-8,7 (<i>Oithona</i> sp.) (Aliah dkk., 2010) 7,7-8,5 (<i>A. tonsa</i>) dan 7,9-8,7 (<i>A. hudsonica</i>) (Sullivan dan Ritacco, 1985)
Oksigen terlarut (DO)	3,41-4,68 ppm	2,70-5,95 ppm (<i>Oithona</i> sp.) (Aliah dkk., 2010) 2 ppm (kopepoda) (Cass dan Daly, 2014) 0,077 ppm (Lance, 1965)
Amoniak	<0,0006 ppm	≤1,3 ppm (larva kopepoda) (Sullivan dan Ritacco, 1985) 0,221-0,586 ppm (Aliah dkk., 2010).

Nilai kisaran suhu, pH, DO dan amoniak selama masa pemeliharaan kopepoda masih layak bagi kehidupan kopepoda. Menurut Yusoff (2008) dalam Svetlichny dan Hubareva (2014), bahwa kopepoda siklopoid *Apocyclops* sp. tumbuh pada suhu 20-35°C dan dari kopepoda *Oithona* sp. baik tumbuh pada suhu berkisar 28,8-29,3°C dengan pH berkisar 8-8,7 dan DO 2,70-5,95 ppm serta amoniak yang mampu ditolerir ≤0,221 ppm (Aliah dkk., 2010). Cass dan Daly (2014), mengemukakan bahwa konsentrasi minimum DO yang masih dapat ditolerir oleh kopepoda adalah 2 ppm sedangkan *A. tonsa* yang dilaporkan oleh Lance (1965), bahwa DO

terendah yang dapat ditolerir adalah 0,077 ppm pada salinitas 30 ppt. Sullivan dan Ritacco (1985), mengemukakan bahwa larva kopepoda mampu mentolerir amoniak ≤1,3 ppm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Salinitas 30 ppt merupakan salinitas optimum untuk menghasilkan pertumbuhan populasi maksimum, TKO minimum dan kandungan nutrisi kopepoda maksimum. Disarankan agar pemeliharaan kopepoda *Oithona* sp. dipelihara pada salinitas antara 30-35 ppt untuk mendapatkan pertumbuhan populasi yang tinggi dan memperoleh nutrisi tubuh lebih baik. Disarankan pula dilakukan

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid Oithona sp. pada berbagai salinitas

penelitian lanjutan untuk menguji berbagai jenis pakan atau kombinasi pakan yang baik digunakan pada pemeliharaan kopepoda selain dari spesies *Chlorella* sp., karena diduga bahwa pakan dari jenis lain mungkin akan lebih baik untuk mendapatkan pertumbuhan populasi dan diperoleh komposisi kimia tubuh kopepoda dapat lebih tinggi. Selain itu pada penelitian serupa tentang perlakuan tingkat salinitas, disarankan menggunakan kisaran salinitas yang lebih luas lagi untuk mengetahui batasan salinitas yang dapat ditolerir oleh kopepoda *Oithona* sp. dan mengetahui tingkat kerja osmotiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliah, R.S., Kusmiyati, D., Yaniharto. (2010). Pemanfaatan Kopepoda *Oithona* sp. Sebagai Pakan Hidup Larva Ikan Kerapu. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 12: 45-52.
- Anindiasuti, Soedarsono, Kadek, A.W. (2002). *Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Balai Budidaya Laut Lampung : Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal: 118-120.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists*. 15th Ed: Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA.
- Barroso, M.V., de Carvalho, C.V.A., Antoniassi, R., Cerqueira, V.R. (2013). Use of The Copepod *Acartia tonsa* as The First Live food for Larvae of The Fat Snook *Centropomus Parallelus*. *Aquaculture* 388: 153-158.
- Cass, C.J. & Daly, K.L. (2014). Eucalanoid Copepod Metabolic Rates in The Oxygen Minimum Zone of The Eastern Tropical North Pacific : Effects of oxygen and Temperature. *Deep-Sea Research I*. 94: 137-149.
- Cass, C.J. & Daly, K.L. (2015). Ecological characteristics of eucalanoid copepods of the eastern tropical North Pacific Ocean: Adaptations for life within a low oxygen system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 468: 118-129.
- Chen, M., Liu, H., Chen, B. (2012). Effect of Dietary Essential Fatty Acids on Reproduction Rates of a Subtropical Calanoid Copepod, *Acartia erythraea*. *Mar Ecol Prog ser*. 455: 95-110.
- Chen, J.C. and Lin, J.L. (1994). Responses of hemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* Osbeck juveniles subjected to sudden change in salinity. *Marine Biology*. 120:115-121.
- Chua, F.K.F., Yap, M.G.S., Oh, S.K.W. (1994). Hyper Stimulation of Monoclonal Antibody Production by High Osmolarity Stress in eRDF Medium. *Journal of Biotechnology*. 37: 265-275.
- Dexter, D.M. (1993). Salinity Tolerance of Copepod *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin, 1900) A Key Food Chain Organism in The Salton Sea, California. *Hydrobiologia*. 267: 203-209.
- Dvoretzky, V.G. (2012). Seasonal mortality rates of *Oithona similis* (Cyclopoida) in a large Arctic fjord. *Polar Science*. 6: 263-269.
- Gunawan, W.S., Nirwani, Vera, F. (2012). Studi Herbivori Rumpuk Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty oleh Ikan Baronang *Siganus* sp. Pada Berbagai Salinitas yang Berbeda. *Journal of Marine Research*. 1(1): 48-53.
- Hansen, M.H. (2011). *Effect of Feeding With Copepod Nauplii (Acartia tonsa) Compared to Rotifers (Branchionus ibericus cayman) on Quality Parameters In Atlantic Cod (Gadus morhua) Larva*. Norwegian University of Science and Technology Department of Biology, Norway.

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid Oithona sp. pada berbagai salinitas

- Ikeda, T., Yamaguchi, A., Matsuishi, T. (2006). Chemical Composition and Energy Content of Deep-Sea Calanoid Copepods in The Western North Pacific Ocean. *Deep-Sea Research I*. 53: 1791–1809.
- Isnaeni, W. (2006). *Fisiologi Hewan*. Kanius. Yogyakarta.
- Kasturirangan, L.R. (1963). *A Key For The Identifikasi of The More Common Planktonic Copepoda of Indian Coastal Waters*. Council of Scientific and Industrial Research: New Delhi.
- Kiminskii, S.M., Bersano, Jose, G.F., Freire, A.C. (2014). Eurihalinity of The Estuarine Copepods (*Pseudodiaptomus richardi*) and Its High Potential To Be Employed as Live Food in Aquaculture. *Aquaculture*. 424-425: 63-70.
- Lance, J. (1965). Respiration and Osmotic Behaviour of The Copepod *Acartia tonsa* in Diluted Sea Water. Departement of Zoology, Universitas of Hull. *Comp. Biochem. Physiol.* 14: 155-165.
- Lignot, J.H., Spanings-Pierrot, S., Charmantier, G. (2000). Osmoregulatory Capacity as a Tool in Monitoring The Physiological Condition and The Effect of Stressin Crustaceans. *Aquaculture* 191: 209-245.
- Matias, P.H.M. (2004). *Biology and Culture of A Tropical Harpacticoid Copepod, Nitocra affinis californica Lang*. Universiti Putra Malaysia: Malaysia.
- Millione, M. & Zeng, C. (2007). The Effects of Algal Diets on Population Growth and Egg Hatching Success of The Tropical Calanoid Kopepoda, *Acartiasinjenis*. *Aquaculture*. 273: 656-664.
- Mulyadi, MT., Usman, Suryani. (2010). Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Silais (*Ompok hypophthalmus*). *Berkala Perikanan Terubuk*. 38 (2): 21-40.
- Mulyadi. (2006). *Kajian Pengaruh Suhu dan Jenis Pakan terhadap Perkembangan Stadia dan Reproduksi Kopepoda Siklopoida Apocyclops sp. yang dikultur Secara Individual dalam Laboratorium*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nielsen, T.G., Møller, E.F., Satapoomin, S., Ringuette, M., Hopcroft, R.R. (2015) *Egg hatching rate of the cyclopoid copepod Oithona similis in arctic and temperate waters*. National Environmental Research Institute, Department of Marine Ecology, Frederiksborgvej 399, PO Box 358, DK-4000 Roskilde, Denmark.
- Nontji, A. (2008). *Plankton Laut. Indonesian Institute of Sciences (LIPI) Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta. (Online), (https://books.google.co.id/books, diakses Maret 2015)*.
- Pinho, G.L.L., Pedrosa, M.S., Rodrigues, S.C., De Souza, S.S. (2007). Physiological Effect of Copper in The Euryhaline Copepod *Acartia tonsa* : Waterborne Versus Waterborneplus dietborne Exposure. *Aquatic Toxicology*. 84: 62-70.
- Soumokil, A. (2013). *Respon Fisiologi Sistem Osmoregulasi Juvenil Udang Windu Penaeus monodon Farb. Pada Salinitas Yang Berfluktuasi*. Disertasi tidak diterbitkan. Makassar: Program Pascasarjana UNHAS.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Subandiyono. (2009). *Nutrisi Ikan (Karbohidrat, Mikro Nutrien, Non Nutrien dan Anti Nutrien)*. Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.

Darsiani dkk, Respon tingkat kerja osmotik dan pertumbuhan populasi kopepoda siklopoid *Oithona* sp. pada berbagai salinitas

- Sullivan, B.K. & Ritacco, P.J. (1985). Ammonia Toxicity to Larval Copepods in Eutrophic Marine Ecosystems: A Comparison of Results From Bioassays and Enclosed Experimental Ecosystems. *Aquatic Toxicology*. 7: 205-217.
- Suripto. (2006). *Fisiologi Hewan*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sutomo. (2004). *Pengaruh Salinitas dan Jenis Mikroalga (Chaetoceros gracilis dan Nannocloropsis oculata) terhadap Perkembangan Nauplii dan Pertumbuhan Kopepoda, Tigriopus brevicornis*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta.
- Svetlichny, L. & Hubareva, E. (2014). Salinity tolerance of alien copepods *Acartia tonsa* and *Oithona davisae* in the Black Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 461: 201-208.
- Torke, B.G. (1976). *A Key to The Identification of The Cyclopoid Copepods of Wisconsin, With Notes on Their Distribution and Ecology*. Department of Natural Resources. Madison, Wisconsin.
- Williamson, C.E. & Reid, J.W. (2001). *Copepoda, Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2nd edition. Academic Press: Pennsylvania.
- Witty, L.M. (2004). *Practical Guide to Identifying Freshwater Crustacean Zooplankton*. Cooperative Freshwater Ecology Unit, Department of Biology, Laurentian University, Sudbury, Ontario, Canada.