

<b>Short Paper</b>
--------------------

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP KELULUSAN HIDUP DAN  
PERTUMBUHAN BENIH IKAN BAWAL AIR TAWAR,  
*Colossoma macropomum***

**THE EFFECT OF SALINITY TO SURVIVAL AND GROWTH RATES ON  
LARVAL REARING OF *Colossoma macropomum***

D. Djokosetiyanto<sup>\*)</sup>, A.R. Wulandari<sup>\*\*)</sup> dan O. Carman<sup>\*)</sup>

**Abstract**

The aim of this study was to know the optimal salinity level on survival and growth rates of *Colossoma macropomum* on larvae rearing in different salinity media. The treatment tested with six different salinities were 0; 2; 4; 6; and 10 ‰. This study was conducted from May 15 to June 12, 2006. The experiment design was arranged in completely randomized design with six treatments and three replications. Stock density was 1 fish/l with mean initial body weight  $0.48 \pm 0.03$  g and initial total body length  $3.04 \pm 0.18$  cm. The result showed that the optimal salinities between 5.74 – 6.35 ‰, which was giving growth rates 9.31 % and survival rates 100 %. On minimum salinity media (0 ‰) showed growth rate 5.45 % and survival rate 19.17 %.

**Key word : salinity, survival, growth rates, *Colossoma macropomum***

Areal kegiatan budidaya ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) di Indonesia masih sedikit, tidak seperti halnya ikan konsumsi lainnya yaitu ikan mas, lele, gurame ataupun nila yang sudah sangat luas. Ikan bawal air tawar memiliki beberapa kelebihan, di antaranya pertumbuhannya cepat, dapat dijadikan ikan hias maupun ikan konsumsi sesuai dengan ukurannya, kelulusan hidup yang tinggi, cara pemeliharaan sederhana, dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi dan juga merupakan produk ekspor yang penting (Arie, 2005).

Ikan bawal air tawar membutuhkan lingkungan yang sesuai untuk hidupnya, terutama pada usaha pembenihan. Keberhasilan kegiatan pembenihan sangat ditentukan oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal di antaranya kualitas telur dan sperma induk yang dipengaruhi kualitas ikan, sedangkan faktor eksternal di antaranya

faktor lingkungan perairan. Air merupakan media kegiatan budidaya ikan dan pada kegiatan produksi benih sangat membutuhkan kualitas air yang baik. Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan ikan di antaranya adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, ammonia, nitrit, nitrat, alkalinitas dan kesadahan (Watherley, 1972).

Salinitas merupakan salah satu faktor yang ada dalam sifat kimia air dan keberadaanya di dalam air dapat menjadi faktor penghambat atau pemacu pertumbuhan ikan. Salinitas merupakan faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi kehidupan organisme yakni jumlah pakan yang dikonsumsi, laju pertumbuhan, nilai konversi makanan dan daya kelulusan hidup (Kinne, 1964).

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang dipelihara di kolam air tawar

<sup>\*)</sup> Departemen BDP – FPIK, IPB Bogor. Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor (16680)

<sup>\*\*)</sup> Alumni IPB

<sup>\*)</sup> Penulis untuk korespondensi: E-mail: djokosetiyanto@yahoo.co.id

kemungkinan memiliki tekanan osmotik yang berbeda dengan tekanan osmotik lingkungan sekitarnya, sehingga akan mempengaruhi kelulusan hidup dan pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan mengetahui penampilan kelulusan hidup dan pertumbuhan ikan bawal air tawar yang dipelihara pada salinitas berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh informasi salinitas optimum pada pemeliharaan benih ikan bawal air tawar.

Penelitian dilaksanakan dari tanggal 15 Mei hingga 12 Juni 2006 selama 28 hari bertempat di Laboratorium Lingkungan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah salinitas 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ‰. Wadah pemeliharaan benih berupa akuarium berukuran 49 x 33 x 30 cm<sup>3</sup> sebanyak 18 buah. Sebelum digunakan, seluruh wadah dan perlengkapannya direndam dengan desinfektan selama 24 jam, dibilas menggunakan air bersih dan dikeringkan. Selanjutnya wadah diisi air sebanyak 40 liter dan dipasang aerator. Sebelum digunakan, terlebih dahulu air diendapkan selama 2-3 hari, diencerkan dengan air laut sesuai perlakuan yang dicobakan. Air laut yang digunakan berasal dari daerah pantai wilayah Jakarta Utara.

Ikan uji yang digunakan ialah benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dengan ukuran panjang  $3,04 \pm 0,18$  cm dan berat  $0,48 \pm 0,03$  gram/ekor. Tiap wadah pemeliharaan diisi benih ikan sebanyak 40 ekor atau kepadatan 1 ekor/l.

Pakan berupa cacing sutera hidup (*Limnodrilus* sp.) diberikan sebanyak 2 kali per hari (pagi dan sore) secara *adlibitum*. Berat pakan sebelum diberikan dan sisa pakan ditimbang untuk mengetahui efisiensi pemberian pakan.

Pergantian air dilakukan setiap 2 hari, pada pagi hari sebanyak 30%. Sisa pakan dan kotoran dikeluarkan dengan cara menyipon dasar akuarium sebelum penggantian air sebanyak 30%. Air yang terbuang diganti dengan yang baru, berasal dari air tandon yang memiliki salinitas sama dengan media perlakuan.

Pengamatan dilakukan seminggu sekali dengan mengambil sampel ikan uji sebanyak 30% dari total populasi yaitu 12 ekor. Pengambilan ikan uji menggunakan serok halus dan disimpan dalam baskom yang berisi air dengan salinitas sama dengan perlakuan dan diaerasi. Parameter yang diamati adalah jumlah ikan hidup, berat dan panjang benih serta konsumsi pakan.

Tingkat kelulusan hidup dihitung melalui perbandingan jumlah ikan yang hidup pada akhir dan awal penelitian dalam satuan persen. Rumus yang digunakan adalah;

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

Keterangan:

SR : kelangsungan hidup (%)

$N_t$  : jumlah benih yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

$N_o$  : jumlah benih yang hidup pada awal penelitian (ekor)

Analisis pertumbuhan spesifik dilakukan dengan menimbang bobot harian ikan dan dihitung berdasarkan rumus berikut; Keterangan:

$$\alpha = \left( \sqrt[t]{\frac{\bar{W}_t}{\bar{W}_o}} - 1 \right) \times 100\%$$

$\alpha$  : laju pertumbuhan spesifik individu (%)

$\bar{W}_t$  : bobot ikan rata-rata pada hari ke-t (gram)

$\bar{W}_o$  : bobot ikan rata-rata pada hari ke-0 (gram)

$t$  : interval pengambilan sampel (hari)

Sedangkan pertumbuhan panjang mutlak diperoleh dari hasil pengukuran panjang total ikan yang dianalisis dengan rumus berikut;

$$Pm = \bar{P}_t - \bar{P}_0$$

Keterangan:

$Pm$  : pertumbuhan panjang mutlak (cm)

$\bar{P}_t$  : panjang rata-rata individu pada hari ke-t (cm)

$\bar{P}_0$  : panjang rata-rata individu pada hari ke-0 (cm)

Sedangkan efisiensi pakan yang menggambarkan kemampuan ikan untuk mengkonsumsi dihitung berdasarkan rumus berikut;

$$EP = \frac{(W_t + D) - W_0}{F} \times 100\%$$

Keterangan:

$EP$  : efisiensi pakan (%)

$W_t$  : bobot biomassa ikan pada akhir penelitian (gram)

$W_0$  : bobot biomassa ikan pada awal penelitian (gram)

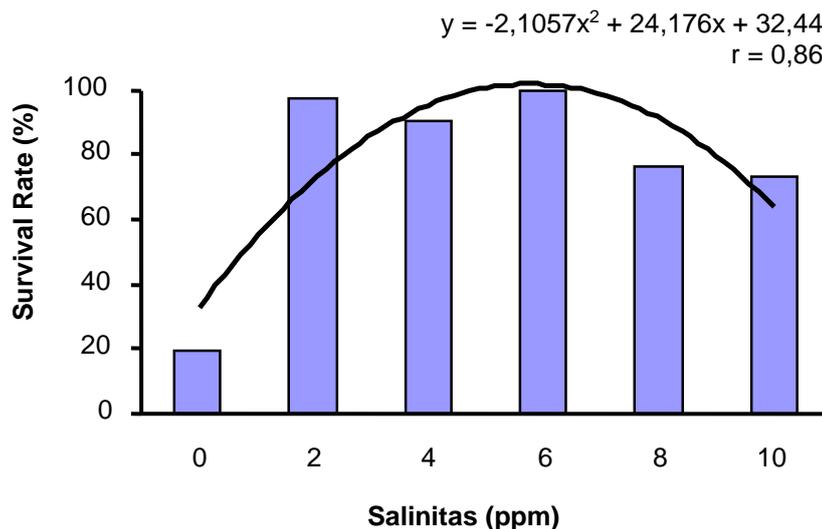
$D$  : bobot ikan yang mati selama penelitian (gram)

$F$  : jumlah pakan yang diberikan (gram)

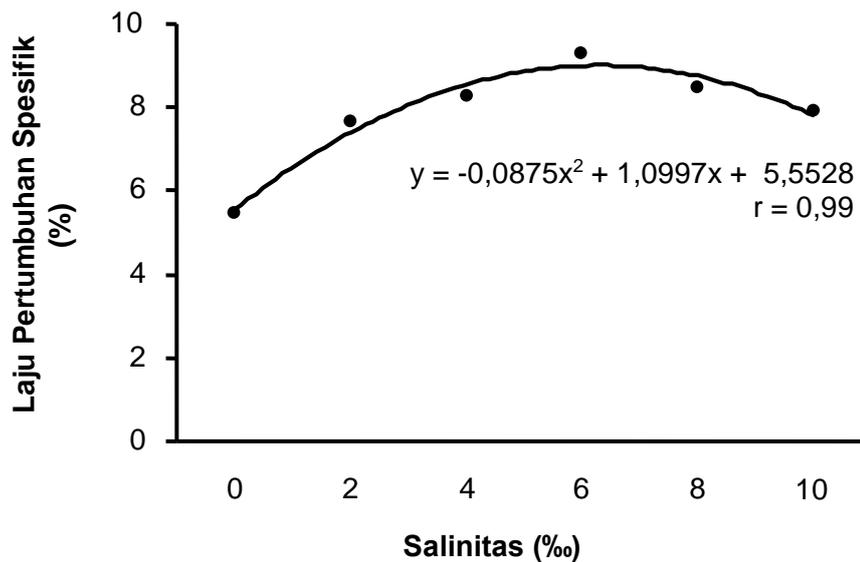
Untuk menganalisis keamatan efek antara perlakuan dengan setiap parameter tersebut maka dilakukan uji regresi. Kualitas air yang diamati berupa suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrit dan alkalinitas. Data pengukuran kualitas air disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

#### Tingkat Kelulusan Hidup

Hasil pengamatan terhadap kelulusan hidup (*survival rate*) benih ikan bawal air tawar disajikan pada Gambar 1. Tingkat kelulusan hidup berkisar antara 19,17 % hingga 100 %. Hasil kelulusan hidup terbaik diperoleh pada perlakuan salinitas 6 ‰ (100 %) sedangkan paling rendah adalah 0 ‰ (19,17 %). Tingkat kelulusan hidup benih ikan bawal air tawar berurutan dari yang terendah hingga terbaik adalah pada media pemeliharaan bersalinitas 0, 10, 8, 4, 2 dan 6 ‰.



Gambar 1. Histogram dan hubungan kelulusan hidup (%) benih ikan bawal air tawar dengan salinitas media pemeliharaan



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik benih (%) dan hubungannya dengan salinitas selama pemeliharaan

Salinitas berpengaruh sangat nyata terhadap kelulusan hidup benih ikan. Hubungan antara salinitas dengan kelulusan hidup membentuk persamaan kuadrat  $y = -2,1057x^2 + 24,176x + 32,44$  dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,86. Hubungan antara salinitas dan kelulusan hidup adalah sangat erat. Kelulusan hidup maksimum dicapai pada salinitas 5,7‰.

Kelulusan hidup pada perlakuan 0 ‰ mengalami penurunan drastis pada minggu ke-3 masa pemeliharaan. Sedangkan pada perlakuan 8 ‰, kelulusan hidup mengalami penurunan drastis pada minggu terakhir masa pemeliharaan.

#### *Laju Pertumbuhan Spesifik*

Laju pertumbuhan spesifik benih dan hubungannya dengan salinitas disajikan pada Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik rata-rata untuk semua perlakuan berkisar antara 5,45 % hingga 9,31 %. Nilai laju pertumbuhan spesifik pada semua perlakuan selama masa pemeliharaan selalu mengalami peningkatan setiap minggunya. Pada

akhir masa pemeliharaan laju pertumbuhan spesifik tertinggi didapat pada perlakuan salinitas 6 ‰ sedangkan terendah 0 ‰. Berturut-turut laju pertumbuhan spesifik dari yang tertinggi hingga terendah dicapai pada salinitas 6, 8, 4, 10, 2 dan 0 ‰.

Hubungan laju pertumbuhan spesifik dengan salinitas bersifat kuadrat,  $y = -0,0875x^2 + 1,0997x + 5,5528$  dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,98. Laju pertumbuhan spesifik maksimum dicapai pada salinitas 6,28 ‰.

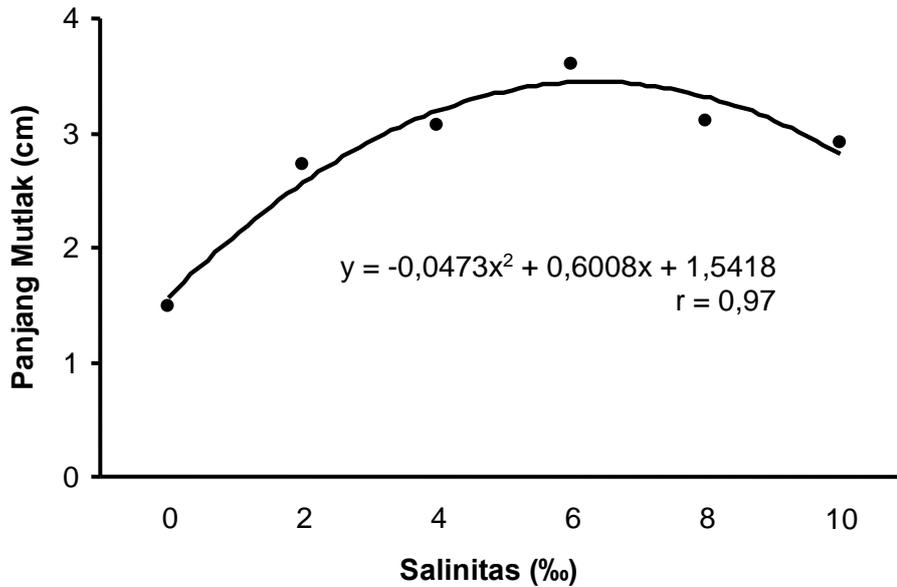
#### *Pertumbuhan Panjang Mutlak*

Pertumbuhan panjang mutlak dan hubungannya dengan salinitas selama pemeliharaan pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.

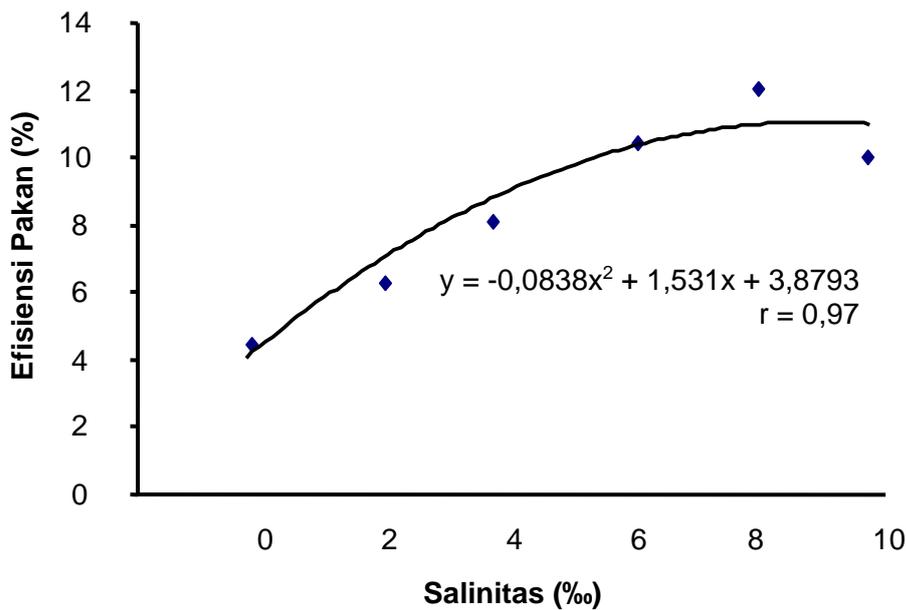
Pertumbuhan panjang mutlak rata-rata untuk semua perlakuan selama masa pemeliharaan berkisar antara 1,46 cm hingga 3,60 cm. Pertumbuhan panjang mutlak tertinggi dicapai pada perlakuan salinitas 6 ‰, selanjutnya salinitas 8, 4, 10, 2 dan terendah 0 ‰.

Hubungan salinitas dan pertumbuhan panjang mutlak bersifat kuadratik,  $y = -0,0473x^2 + 0,6008x + 1,5418$  dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,97. Dari

persamaan regresi di atas dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan mutlak benih ikan bawal mencapai maksimum pada salinitas 6,35 ‰.



Gambar 3. Histogram pertumbuhan panjang mutlak benih ikan (cm) dan hubungannya dengan salinitas selama pemeliharaan



Gambar 4. Hubungan antara salinitas (‰) dengan efisiensi pakan (%) selama pemeliharaan

### Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan dan hubungannya dengan salinitas disajikan pada Gambar 4. Efisiensi pakan dari semua perlakuan berkisar antara 4,58 % hingga 12,06 %. Efisiensi pakan tertinggi dicapai oleh perlakuan salinitas 8 ‰. Hubungan antara salinitas dan efisiensi pakan benih ikan bawal air tawar selama masa pemeliharaan menunjukkan hubungan yang kuadratik dengan persamaan  $y = -0,0838x^2 + 1,531x + 3,8793$  dengan koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,95. Efisiensi pakan maksimum dicapai pada salinitas 9,31 ‰.

### Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam keberhasilan pemeliharaan benih ikan bawal karena kualitas air secara langsung mempengaruhi proses metabolisme benih ikan bawal. Kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan salinitas 0 ‰ menghasilkan tingkat kelulusan hidup terendah dan penurunan tingkat kelulusan hidup secara drastis terjadi pada minggu ke-3. Kematian tersebut disebabkan oleh infeksi jamur yang terlihat pada tubuh benih ikan yang mati. Jamur tersebut dapat tumbuh pada perlakuan salinitas 0 ‰ sedangkan pada perlakuan salinitas 2 ‰ atau lebih tinggi tidak ditemukan jamur pada tubuh benih ikan bawal. Holliday (1969), menyatakan bahwa

pada kondisi tertentu garam dapat berfungsi disinfektan bagi bakteri, parasit dan jamur yang sering menyerang benih. Fenomena ini terjadi pada pemeliharaan benih ikan bawal air tawar di media bersalinitas lebih dari 2 ‰.

Laju pertumbuhan dan tingkat kelulusan hidup terbaik dicapai pada perlakuan 6 ‰. Hal ini menunjukkan bahwa pada salinitas 6 ‰ kondisi osmotik internal tubuh ikan diduga isotonik dengan kondisi osmotik lingkungan (eksternal) sehingga energi ikan dapat dipakai lebih banyak untuk pertumbuhan dibandingkan untuk osmoregulasi. Pada kondisi isotonik penggunaan energi untuk osmoregulasi dapat ditekan hingga minimal, sehingga pemanfaatan pakan menjadi efisien dan laju pertumbuhan ikan lebih tinggi (Affandi dan Tang, 2002).

Kondisi isotonik menyebabkan ikan dapat lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan sehingga energi dari pemanfaatan pakan dapat digunakan untuk pertumbuhan. Selain itu, dengan adanya kandungan garam dalam media pemeliharaan dapat membunuh jamur serta parasit yang dapat menginfeksi benih ikan bawal air tawar. Apabila dilihat dari titik maksimum yang dicapai dari setiap parameter maka diperoleh kisaran salinitas yang baik adalah dari 5,74 hingga 6,35 ‰.

Tabel 1. Kualitas Air selama Pemeliharaan

Parameter	Salinitas (‰)					
	0	2	4	6	8	10
Suhu (°C)	25,5-26,0	25,5-26,0	25,5-26,0	25,5-26,0	25,5-26,0	25,5-26,0
pH	5,64-7,22	5,48-7,31	5,31-7,33	5,83-7,29	5,84-7,29	5,84-7,27
Oksigen Terlarut (mg/l)	2,81-7,34	1,64-7,15	1,08-7,43	1,57-7,36	2,03-7,13	4,31-7,34
Amonia (mg/l)	0,009-0,024	0,007-0,089	0,008-0,103	0,024-0,102	0,009-0,098	0,009-0,036
Alkalinitas (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	8-48	16-128	8-124	16-120	16-116	16-124
Nitrit (mg/l)	0,13-1,95	0,21-2,08	0,11-1,90	0,08-1,95	0,12-1,97	0,12-1,87

Secara umum kualitas air selama masa pemeliharaan mengalami fluktuasi yang cukup tinggi terutama pada kandungan oksigen terlarut, amonia dan alkalinitas. Fluktuasi kualitas air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan benih ikan stres dan berujung pada kematian. Oleh karena itu, kualitas air yang digunakan selama masa pemeliharaan dijaga dengan pengoperasian aerator, pengaturan suhu dan penggantian air.

Suhu selama masa pemeliharaan berkisar antara 25,5 – 26°C. Kisaran suhu ini termasuk rendah tetapi masih dalam batas wajar untuk pemeliharaan benih ikan bawal air tawar (Arie, 2005). Suhu yang rendah dapat menyebabkan laju metabolisme turun (Affandi dan Tang, 2002). Pada penelitian ini media pemeliharaan 6 ‰ diduga mengandung kadar garam pada kondisi isotonic sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan karena energi yang berasal dari pakan tidak digunakan sepenuhnya untuk osmoregulasi. Nilai pH selama masa pemeliharaan berkisar antara 5,31 – 7,33, sedangkan kisaran nilai pH yang baik untuk pertumbuhan benih ikan bawal air tawar adalah 7 – 8 (Arie, 2005).

Penurunan nilai pH terjadi pada akhir masa pemeliharaan. Hal ini disebabkan oleh akumulasi bahan organik dari feses benih ikan yang pada akhirnya berpengaruh pada nilai alkalinitas yang semakin rendah yaitu 8 – 128 mg/l CaCO<sub>3</sub>. Effendi (2003), menyatakan bahwa nilai alkalinitas yang baik berkisar antara 30 – 500 mg/l CaCO<sub>3</sub>. Alkalinitas pada perairan alami berperan sebagai sistem penyangga (*buffer*) terhadap perubahan pH yang drastis. Perairan dengan nilai alkalinitas total tinggi tidak mengalami perubahan pH secara drastis (Cole, 1988 dalam Effendi, 2003). Pada penelitian ini kisaran alkalinitas termasuk rendah sehingga tidak mampu menyangga perubahan pH yang menurun secara drastis akibat buangan sisa metabolisme ikan.

Kandungan oksigen terlarut selama masa pemeliharaan berkisar antara 1,08 – 7,34 mg/l. Kandungan oksigen terlarut yang rendah terjadi pada akhir masa pemeliharaan. Pada penelitian ini, kandungan oksigen terlarut mencapai di bawah 4 mg/l, sedangkan kandungan oksigen terlarut minimum pada media hidup benih ikan bawal sebaiknya tidak kurang dari 4 mg/l (Arie, 2005). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benih ikan bawal masih dapat mentolerir kandungan oksigen terlarut hingga di bawah 4 mg/l. Kandungan oksigen yang semakin menurun ini diakibatkan oleh semakin besarnya benih yang dipelihara sehingga kebutuhan oksigennya semakin tinggi. Pada akhir pemeliharaan kualitas airnya semakin menurun walaupun dilakukan penggantian air setiap 2 hari sekali. Kandungan oksigen yang rendah menyebabkan kematian benih ikan karena dapat meningkatkan daya racun amonia (Wedemeyer, 1996).

Kandungan amonia dan nitrit yang diperoleh berturut-turut adalah 0,007 – 0,103 mg/l dan 0,11 – 2,08 mg/l. Menurut Effendi (2003), kandungan amonia yang masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik adalah tidak lebih dari 0,1 mg/l. Kandungan amonia yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada ikan. Boyd (1990), menyatakan bahwa amoniak juga mengakibatkan laju konsumsi oksigen oleh jaringan meningkat, kerusakan insang dan mengurangi kemampuan darah mengikat oksigen. Pada penelitian ini kandungan amonia masih dalam batas normal sehingga tidak mengganggu kehidupan ikan (0,007 – 0,1 mg/l). Kandungan amonia tertinggi terdapat pada perlakuan 4 ‰ di akhir penelitian. Hal ini disebabkan oleh banyaknya buangan metabolisme benih ikan di dalam media pemeliharaan, dimana semakin besar ukuran benih ikan maka sisa metabolisme semakin banyak sebagai akibat dari asupan pakan yang lebih banyak.

Kandungan nitrit pada penelitian ini juga relatif tinggi dengan kandungan nitrit tertinggi terdapat pada perlakuan salinitas 2 ‰. Menurut Moore (1991) dalam Effendi (2003), kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif. Toksisitas nitrit terhadap ikan adalah karena nitrit yang terserap oleh darah ikan akan bereaksi dengan haemoglobin darah dan membentuk methemoglobin yang tidak bisa berikatan dengan oksigen (Boyd, 1990). Jika keadaan ini berlangsung terus menerus maka ikan akan mati karena kekurangan oksigen di dalam tubuh. Agar kualitas air tetap terjaga maka perlu dilakukan pengelolaan kualitas air, salah satunya dengan melakukan penggantian air secara teratur agar perubahan nilai kualitas air tidak terjadi secara drastis.

Ikan membutuhkan energi untuk bergerak, mencari dan mencerna pakan, pertumbuhan dan *maintenance* (Goddard, 1996). Semakin banyak energi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka semakin banyak pula jumlah pakan yang diperlukan untuk dikonsumsi. Dalam penelitian ini, efisiensi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan 8 ‰ yaitu 12,06%. Sedangkan pada perlakuan 6 ‰ memiliki laju pertumbuhan harian tertinggi (9,31%) dan efisiensi pakan mencapai 10,43%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan salinitas 6 ‰ memberikan kondisi yang lebih baik – ikan bawal air tawar dibandingkan perlakuan salinitas lainnya, sehingga pakan benar-benar dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan.

Hal yang dapat disimpulkan bahwa salinitas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelulusan hidup dan pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Kelulusan hidup dan pertumbuhan terbaik didapatkan pada salinitas 6 ‰ dengan nilai kelulusan hidup 100% dan nilai laju pertumbuhan harian 9,31%. Masih diperlukan penelitian lanjutan tentang pembesaran benih ikan bawal air tawar

pada media pemeliharaan bersalinitas 6 ‰ hingga mencapai ukuran konsumsi untuk melihat performansi produksi secara nyata. Untuk menghindari kematian ikan akibat rendahnya kandungan oksigen terlarut, diperlukan penambahan frekuensi penggantian air selama pemeliharaan.

#### Daftar Pustaka

- Affandi, R. dan U.M. Tang. 2002. Fisiologi Hewan Air. Unri Press. Riau.
- Arie, U. 2005. Budidaya Bawal Air Tawar (untuk Konsumsi dan Hasil). Penebar Swadaya, Jakarta.
- Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agri-cultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, Birmingham Publishing Co USA, 482 pp.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius, Yogyakarta.
- Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman dan Hall, New York. 194p.
- Holliday, F.G.T. 1969. The Effect of Salinity on the Eggs and Larvae of Teleosts. In Hoar, W.S. and D.J. Randall (Eds.). Fish Physiology, Vol. I. Academic Press, New York.
- Kinne, O. 1964. The Effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackishwater Animals. II Salinity and Temperature – Salinity Combination. Oceanography and Marine Biology Annual review 2.
- Weatherley, A.H. 1972. Growth and Ecology of Fish Population. Academic Press, London
- Wedemeyer, G.A. 1996. Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman and Hall. New York. 232 hal.