

**PENGGUNAAN SISTEM RESIRKULASI DALAM PENDEDERAN  
BENIH IKAN GURAMI  
(*Osphronemus gouramy* Lac.)**

**Hernawati<sup>(1)</sup>, Gede Suantika<sup>(2)</sup>**  
 Staf P4TK BMTI Bandung, [Hernawati01@yahoo.com](mailto:Hernawati01@yahoo.com)<sup>(1)</sup>  
 .....<sup>(2)</sup>

**ABSTRACT**

The gourami (*Osphronemus gouramy* Lac.) is one of freshwater fishery commodities that have high economic value. There are several problems related to its culture such as high mortality level of 50-70% during larviculture and nursery phase beside its slowly growth rate. It's not surprising that under these conditions, gourami yield production is low and unpredictable. Recently, improvement of the culture performance have been focused on diseases control, optimization of feeding regime, and better water quality management. This research was aimed to improve productivity by application the recirculation system with submerged bed biofilter and trickling filter that enable the culture system maintaining better and more stable water quality during nursery phase.

In this study, the use of recirculation system equipped with submerged bed biofilter and trickling filter were compared with the control, static system. The recirculation system equipped with submerged bed biofilter consisted of three main devices : (1) culture tank, (2) settling tank, and (3) biofilter; and the recirculation system equipped with trickling filter consisted of two main devices : (1) culture tank and (2) biofilter. For all experiments, a 50 x 35 x 25 cm<sup>3</sup> rectangular tank was used and filled with 40 liter of freshwater. The temperature culture was maintained stable at  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$  by mean of submerged water heater and the culture water was aerated constantly by using aeration system. The 4 month old of gourami with initial mean body weight of  $9 \pm 0,23$  g and initial mean body length of  $7 \pm 0,14$  cm were used. The fish stocking density was 15 individuals/culture tank and for the feeding management, total commercial feed of 3% from the total fish body weight was delivered by following 2x1 feeding frequency. The culture system was performed during 30 days culture period and trial was run by using three replicates per treatment and repeated by time. Several key parameter such as biological parameter (mean weight, total length and survival rate) and water quality (DO, temperature, pH,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  and  $\text{NO}_3^-$ ) were measured during the study.

Based on the results, the gourami cultured in the recirculation system with trickling filter had highest weight of  $15,09 \pm 0,04$  g, body length of  $9,35 \pm 0,25$  cm, growth rate of  $0,24 \pm 0,01$  g/day, survival rate of 82,2% and biomass of  $186,06 \pm 0,32$  g, followed by the recirculation system with submerged bed filter (weight of  $14,67 \pm 0,22$  g, body length of  $9,30 \pm 0,25$  cm, growth rate of  $0,23 \pm 0,03$  g/day, survival rate of 80% and biomass of  $176,04 \pm 6,45$  g), and the lowest weight of  $13,13 \pm 0,10$  g, body length of  $9,10 \pm 0,13$  cm, growth rate of  $0,17 \pm 0,01$  g/day, survival rate of 44,47% and biomass of  $87,58 \pm 7,37$  g were obtained in the static culture. All of the parameters measured in the recirculation

system with trickling filter were not significantly different ( $p>0,05$ ) compared to recirculation system with submerged bed filter. However, all parameters obtained in both recirculation system were significantly different ( $p<0,05$ ) compared to the static system except for weight and body length. In term of water quality, the use of recirculation system contributed to the lower and more stable  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_2^-$  level compared to the static system. Based on the results, it could be concluded that the application of recirculation system could maintain a better water quality during nursery phase of gourami (*Osphronemus gourami* Lac.) and enable the culture system increase its productivity.

**Keywords :** *gourami, biofilter, submerged bed, trickling filter, recirculation system, water quality*

## 1. PENDAHULUAN

Akuakultur merupakan salah satu aktivitas penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dari sektor perikanan. Dalam satu dekade terakhir, produksi perikanan dari sektor akuakultur mengalami peningkatan sedangkan produksi perikanan hasil penangkapan (*captured fishery*) cenderung stagnan bahkan mengalami penurunan (Anonim, 2004).

Secara umum, produksi akuakultur Indonesia saat ini cukup tinggi yaitu sekitar 1,7 juta ton pada tahun 2005. Salah satu komoditas yang menjadi prioritas dalam pembangunan subsektor perikanan budidaya ini adalah ikan gurami (*Osphronemus gourami* Lac.) (<http://www.dkp.go.id/statistik.htm>).

### 1. 1 Latar Belakang

Produktivitas gurami lebih rendah dibandingkan dengan jenis ikan air tawar lainnya seperti ikan mas dan nila. Hal ini terjadi karena teknik pemeliharaan yang selama ini dilakukan oleh petani adalah cara konvensional. Selain itu, kendala lain yang sering dihadapi dalam industrialisasi komoditi ini adalah tingginya tingkat kematian pada tahap larva dan benih yaitu hingga 50-70% serta laju pertumbuhannya

yang lambat (Insan, 2000 dalam Khairuman dan Amri, 2005).

Teknik pemeliharaan secara intensif untuk memacu pertumbuhan gurami terutama perbaikan manajemen kualitas air, sudah harus diterapkan mulai dari tahap pemijahan, pemeliharaan larva, pendederan dan pembesaran (Anonim, 1996). Pemeliharaan dalam tahap pendederan merupakan fase yang penting untuk menghasilkan benih unggul untuk dibesarkan. Jika benih berukuran 100 g/ekor hasil pendederan dipindahkan ke kolam pembesaran, maka benih akan memiliki laju pertumbuhan yang cepat (Jangkaru, 1998).

Kualitas air merupakan faktor penting yang berpengaruh dalam budidaya perikanan karena kualitas air yang tidak baik dapat menimbulkan penyakit pada ikan dan berdampak pada turunnya produksi bahkan kerugian bagi petani ikan (Boyd, 1990).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan di atas adalah dengan mengaplikasikan sistem resirkulasi akuakultur (*Recirculation Aquaculture System*) dengan teknologi biofiltrasi dalam budidaya gurami. Penggunaan sistem ini, secara umum memiliki beberapa kelebihan yaitu: penggunaan air per satuan waktu relatif rendah, fleksibilitas lokasi budidaya,

budidaya yang terkontrol dan lebih higienis, kebutuhan akan ruang/lahan relatif kecil, kemudahan dalam mengendalikan, memelihara, dan mempertahankan suhu serta kualitas air (Helfrich dan Libey, 2000).

Kondisi-kondisi tersebut di atas dapat tercipta karena adanya komponen biofilter yang merupakan komponen utama sistem resirkulasi akuakultur. Biofilter adalah alat untuk memelihara mikroorganisme yang berguna dalam proses nitrifikasi (Akbar, 2003).

### 1. 2 Masalah Yang Akan Diteliti

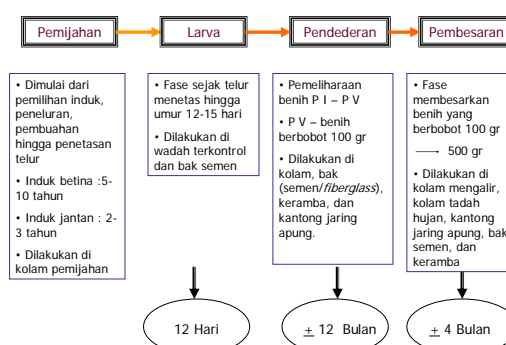
Manajemen kualitas air sangat mutlak diperlukan dalam budidaya gurami karena ikan ini tergolong peka terhadap perubahan kualitas air. Saat ini, kualitas air untuk budidaya semakin memburuk karena tingginya tingkat pencemaran. Penggunaan sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter berbeda (*submerged bed* dan *trickling filter*) dalam budidaya gurami terutama pada tahap pendederan, merupakan suatu alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan. Pertanyaan yang diajukan adalah sampai sejauh mana sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter berbeda (*submerged bed* dan *trickling filter*) dapat meningkatkan produktivitas benih gurami dan kemampuannya dalam menjaga kualitas air.

### 1. 3 Landasan Teori

Gurami (*Osphronemus gouramy Lac.*) adalah spesies asli kawasan Asia Tenggara (Khairuman dan Amri, 2005). Daerah penyebaran gurami antara lain Thailand, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Cina, India, dan Indonesia. Khusus di Indonesia, gurami banyak terdapat di pulau Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. Ikan ini kemudian menjadi salah satu jenis ikan yang penting dalam budidaya ikan air tawar di Asia (Roberts, 1989).

Budidaya gurami terbagi atas empat tahap yang terdiri dari tahap pemijahan, pemeliharaan larva, pendederan, dan pembesaran. Secara umum, tahapan budidaya gurami dapat dilihat pada gambar 1.

Tahapan Budidaya Gurami



Gambar 1 Tahapan budidaya gurami (Khairuman dan Amri, 2005)

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan ikan, karena akan menentukan hasil yang diperoleh. Kondisi kualitas air juga berperan dalam menekan terjadinya peningkatan perkembangan bakteri patogen dan parasit di dalam media pemeliharaan. Sebagai tempat hidup ikan, kualitas air sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor fisika dan kimia air seperti suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrit dan nitrat (Forteath *et al.*, 1993).

Sistem resirkulasi akuakultur atau *Recirculation Aquaculture System (RAS)* yang telah digunakan sejak tahun 1990-an, merupakan teknik budidaya yang relatif baru dan unik dalam industri perikanan (Suantika, 2001). Sistem ini menggunakan teknik akuakultur dengan kepadatan tinggi di dalam ruang tertutup (*indoor*), serta kondisi lingkungan yang terkontrol sehingga mampu meningkatkan produksi ikan pada lahan dan air yang terbatas, meningkatkan produksi ikan sepanjang tahun, fleksibilitas lokasi produksi, pengontrolan penyakit dan tidak

tergantung pada musim (Tetzlaff dan Heidinger, 1990). Sistem resirkulasi merupakan budidaya intensif yang merupakan alternatif menarik untuk menggantikan sistem ekstensif, dan cocok diterapkan di daerah yang memiliki lahan dan air terbatas (Suresh dan Lin, 1992).

Komponen dasar sistem resirkulasi akuakultur terdiri dari :

1. bak pemeliharaan ikan / tangki kultur (*growing tank*) yaitu tempat pemeliharaan ikan, dapat dibuat dari plastik, logam, kayu, kaca, karet atau bahan lain yang dapat menahan air, tidak bersifat korosif, dan tidak beracun bagi ikan.
2. penyaring partikulat (*sump particulate*) yang bertujuan untuk menyaring materi padat terlarut agar tidak menyumbat biofilter atau mengkonsumsi suplai oksigen.
3. biofilter merupakan komponen utama dari sistem resirkulasi. Biofilter merupakan tempat berlangsungnya proses biofiltrasi beberapa senyawa toksik seperti  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_2^-$ . Pada dasarnya, biofilter adalah tempat bakteri nitrifikasi tumbuh dan berkembang.
4. penyuplai oksigen (aerator) yang berfungsi untuk mempertahankan kadar oksigen terlarut dalam air agar tetap tinggi.
5. pompa resirkulasi (*water recirculation pump*) yang berfungsi untuk mengarahkan aliran air.

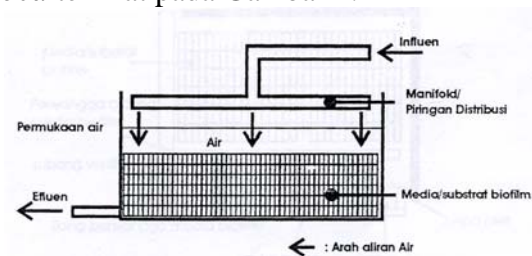
Penggunaan sistem resirkulasi pada akuakultur, dapat memberikan keuntungan yaitu memelihara lingkungan kultur yang baik pada saat pemberian pakan untuk pertumbuhan ikan secara optimal. Kelebihan sistem resirkulasi dalam mengendalikan, memelihara dan mempertahankan kualitas air menandakan bahwa sistem resirkulasi memiliki hubungan yang erat dengan proses

perbaikan kualitas air dalam pengolahan air limbah, terutama dari aspek biologisnya (Akbar, 2003).

Biofilter merupakan filter yang terdiri dari media tempat bakteri dapat hidup (Helfrich dan Libey, 2003). Ada empat tipe biofilter dasar yaitu *submerged bed*, *trickling filter*, *fluidized bed*, dan *rotating biocontactor* (Tetzlaff dan Heidinger, 1990).

Biofilter *submerged bed* memiliki substrat/media biofilm yang terdedah secara konstan dalam fasa air. Medium biofilter yang bisa digunakan sangat bervariasi seperti batu kerikil, batu kapur, plastik, dan 'gravel' dengan bermacam-macam berat dan ukuran (Akbar, 2003).

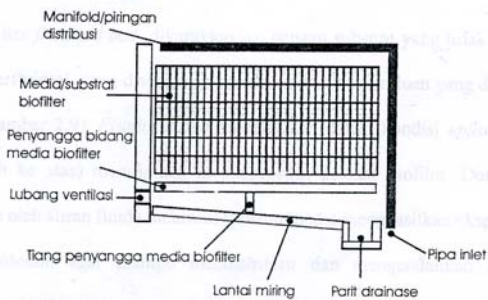
Prinsip kerja biofilter *submerged bed* adalah sebagai berikut. Air dari dasar biofilter (*effluent*) naik ke atas permukaan air biofilter melalui pipa yang di bagian bawahnya terdapat selang aerasi (mekanisme "air lift"). Naiknya air disebabkan gaya dorong dari udara yang dipompakan ke dasar biofilter melalui selang aerasi tersebut. Air keluar dari lubang-lubang di bagian atas pipa dan masuk kembali ke dalam biofilter. Setelah melewati substrat, air masuk kembali ke dalam 'air lift'. Skema biofilter *submerged bed* terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Diagram skematik bak biofilter *submerged bed* untuk proses nitrifikasi (Wheaton, 1998).

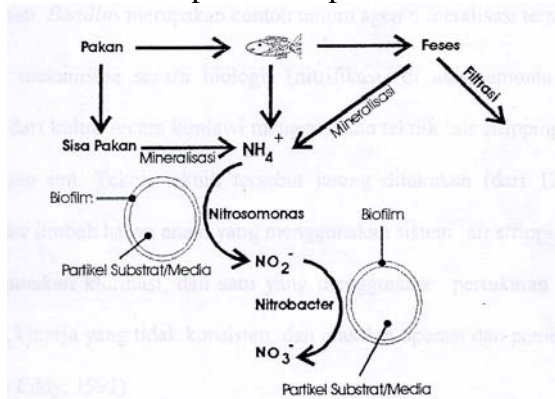
Reaktor *trickling filter* terdiri dari bidang substrat yang menggantung di udara (tidak tenggelam) dan dasar terbuka. Fasa air mengucur dari bagian atas melewati bidang substrat. Selanjutnya fasa

gas (konveksi alami) mengalir melalui permukaan biofilm. Oksigen terdifusi dari atmosfer (Cookson Jr., 1995). Medium biofilter yang dapat digunakan sangat bervariasi seperti batu kerikil, batu kapur, plastik, dan “gravel” dengan bermacam-macam berat dan ukuran.



Gambar 3 Diagram skematik bak biofilter *trickling filter* satu tingkat (Metcalf dan Eddy, 1991).

Proses nitrifikasi terhadap sisa pakan dan feses dalam biofilter yang menghasilkan  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  serta melibatkan bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Proses Nitrifikasi (modifikasi dari Baclaski, 2002)

## 2. METODE

### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Maret hingga September 2006 di *bio pond* Laboratorium Analisis Ekosistem Akuatik, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH), Institut Teknologi Bandung.

### 2.2 Organisme Uji

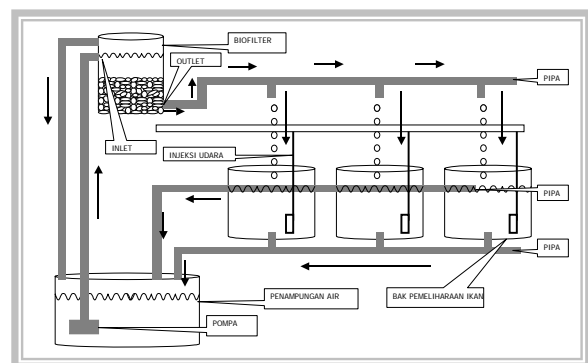
Benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) berumur 4 bulan dengan rata-rata berat awal  $9 \pm 0,23$  g dan rata-rata panjang awal  $7 \pm 0,14$  cm diperoleh dari daerah Sukaratu, Kabupaten Tasikmalaya. Organisme uji selanjutnya diaklimatisasi, dikultur dalam tahap pendederan dengan sistem resirkulasi dan sistem kultur statis (*batch*) di *bio pond* Laboratorium Analisis Ekosistem Akuatik, SITH, ITB.

Bakteri nitrifikasi yang dipergunakan berasal dari Laboratorium Analisis Ekosistem Akuatik yang proses kulturnya dilakukan bekerjasama dengan Laboratorium Mikrobiologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung.

### 2.3 Persiapan Penelitian

Seminggu sebelum digunakan, air terlebih dahulu ditampung dan diberi aerasi terus menerus untuk menambah kandungan oksigen terlarut, menghilangkan klorin dan gas-gas beracun lainnya dari dalam air. Dalam tahap persiapan ini, selain persiapan alat dan bahan penelitian, juga dilakukan pembuatan reagen untuk pengukuran amonium, nitrit dan nitrat.

Sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *submerged bed* terlihat pada Gambar 5.

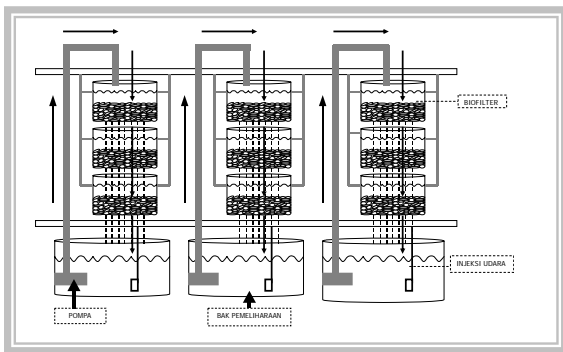


Gambar 5 Skema sistem resirkulasi tipe *submerged bed filter*

Sistem resirkulasi ini disiapkan dengan menyediakan tiga buah bak pemeliharaan ikan, satu bak biofilter dan satu bak

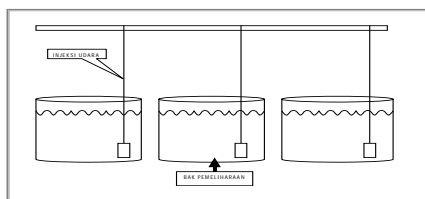
pengendapan beserta kelengkapannya (selang, pipa paralon, lem, kran, percabangan, pompa air).

Sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *trickling filter* juga disiapkan dengan menyediakan tiga bak pemeliharaan yang masing-masing memiliki satu rangkaian biofilter dan satu pompa air. Biofilter diisi dengan substrat  $\text{CaCO}_3$  kemudian digantung dan dialiri oleh air dari bagian atas yang menyebar ke seluruh permukaan substrat merata. Arah aliran air dijelaskan pada skema sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *trickling filter* pada Gambar III. 5.



**Gambar 6** Skema sistem resirkulasi tipe *trickling filter*

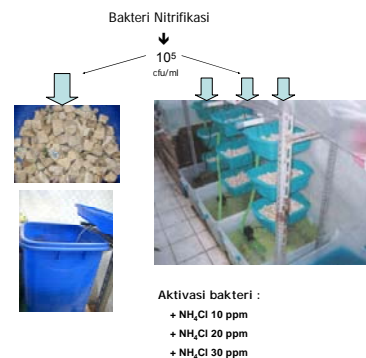
Sistem kultur statis (*batch*) dalam penelitian ini digunakan sebagai kontrol. Bak pemeliharaan disiapkan sebanyak tiga buah, dengan ukuran yang sama dengan bak pemeliharaan pada sistem resirkulasi yaitu  $50 \times 35 \times 25 \text{ cm}^3$  dan terbuat dari bahan plastik. Pada sistem ini, tidak terdapat pergantian air pada bak pemeliharaan. Skema sistem kultur statis dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7** Skema sistem kultur statis (*batch*)

Substrat yang dipakai sebagai perlekatan bagi bakteri nitrifikasi dalam penelitian ini adalah  $\text{CaCO}_3$  dengan ukuran berkisar antara 5 – 18 mm. Setelah dilakukan penghitungan kepadatan bakteri nitrifikasi sejumlah  $10^5$  cfu/ml, kemudian bakteri ini diinokulasikan sebanyak 10% v/v ke dalam biofilter tipe *submerged bed* dan tipe *trickling filter*.

Pengkondisian bakteri nitrifikasi dalam biofilter dilakukan dengan menambahkan amonium dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm dan 30 ppm secara bertahap. Pengukuran kadar  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  dilakukan sampai kadar  $\text{NH}_4^+$  bernilai / mendekati 0 ppm. Dari hasil pengkondisian dapat diketahui kinerja bakteri nitrifikasi dalam mengoksidasi amonium dan nitrit dalam air, untuk kemudian digunakan dalam sistem resirkulasi (Gambar 8).



**Gambar 8** Pengkondisian biofilter tipe *submerged bed* (kiri) dan *trickling filter* (kanan).

## 2. 4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membandingkan dua jenis sistem kultur, yaitu sistem kultur statis (*batch*) dan sistem kultur resirkulasi. Sistem resirkulasi terdiri dari 2 tipe biofilter yaitu tipe 1, *submerged bed* dan tipe 2, *trickling filter*. Pada ketiga perlakuan, padat tebar nya adalah sebanyak

15 ekor setiap bak pemeliharaan. Kondisi suhu dijaga pada kisaran suhu  $27^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan *submerged bed water heater*. Ukuran bak pemeliharaan adalah  $50 \times 35 \times 25 \text{ cm}^3$  dengan volume air 40 liter. Masing-masing bak dilengkapi aerasi untuk suplai oksigen terlarut dan homogenasi kultur. Lama penelitian ini adalah 30 hari, dengan dua kali ulangan. Pakan yang diberikan adalah pelet apung komersial sebanyak 3% dari berat tubuh, dua kali dalam satu hari.

Pengukuran parameter fisika kimia perairan terdiri dari kadar oksigen terlarut, pH, suhu, kadar amonium, nitrit dan nitrat dilakukan setiap hari..

Parameter biologi yang diukur selama penelitian adalah berat dan panjang ikan, serta jumlah kematian ikan.

Data parameter biologi yang diperoleh selama penelitian selanjutnya dianalisis secara statistik dengan uji analisis varian ( *One-way ANOVA* ) untuk mengetahui derajat perbedaan dari setiap perlakuan selama penelitian. Untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata dengan tingkat kepercayaan 95% digunakan uji Tukey-HSD.

Analisis usaha merupakan kegiatan yang amat penting untuk mengetahui gambaran keuntungan dari usaha pemeliharaan benih gurami pada tahap pendederan menggunakan sistem resirkulasi. Perhitungan ekonomi menurut Khairuman dan Amri (2005), menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

- a. Pendapatan bersih/tahun = Total Produksi – Total Operasional
- b. Rasio Manfaat/Biaya = pendapatan bersih : Total biaya operasional
- c. Titik Impas Harga = total biaya operasional : produksi
- d. Titik Impas Volume Penjualan = total biaya operasional : harga jual

Dengan kriteria :

Rasio manfaat/biaya  $> 1$ , usaha layak diupayakan

Rasio manfaat/biaya  $< 1$ , usaha tidak layak diupayakan

Rasio manfaat/biaya = 1, usaha dalam kondisi impas.

Analisis *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) juga dilakukan terhadap pengembangan sistem resirkulasi.

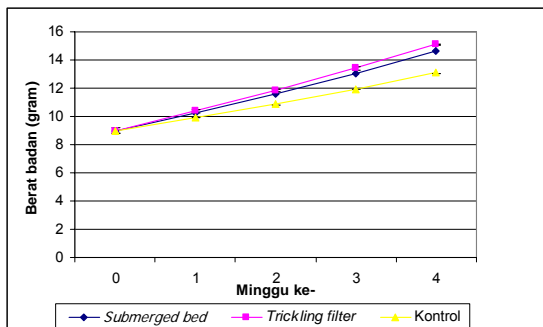
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, hasil yang dicari adalah kinerja kultur yang optimal dengan membandingkan antara sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter dan sistem statis (*batch*) yang meliputi pertumbuhan dan kesintasan benih yang tinggi serta kualitas air yang mendukung kehidupan benih gurami. Pertumbuhan dan kesintasan yang tinggi akan meningkatkan produktivitas biomassa kultur, sedangkan kualitas air adalah pendukung utama proses untuk menciptakan kinerja kultur yang optimal.

Secara umum, penggunaan sistem resirkulasi berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kesintasan benih ikan gurami. Sistem resirkulasi menunjukkan kestabilan kualitas air terutama kadar amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan pH. Substrat  $\text{CaCO}_3$  yang digunakan pada sistem resirkulasi membuat pH air kultur cenderung lebih stabil dibandingkan pada sistem kultur statis (*batch/kontrol*). Selain itu dari segi analisis usaha, penggunaan sistem resirkulasi pada usaha pendederan benih ikan gurami yang diterapkan pada skala kecil mampu memberikan keuntungan dan kelayakan usaha dibandingkan dengan sistem kultur statis. Analisis *SWOT* dilakukan pada pengembangan sistem resirkulasi secara berkelanjutan agar menghasilkan strategi yang akan dipilih.

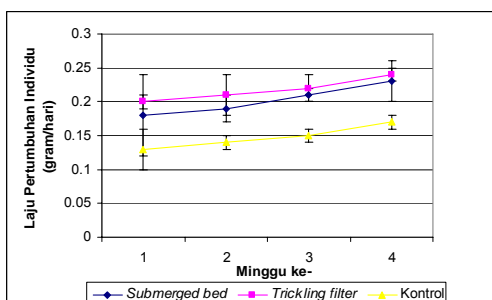
### 3. 1 Pertumbuhan, Kesintasan dan Biomassa Benih Ikan Gurami

Berdasarkan hasil uji statistik, rata-rata pertambahan berat badan benih ikan gurami pada sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter tidak berbeda secara signifikan dengan sistem kultur statis ( $p > 0,05$ ).



**Gambar 9** Pertambahan rata-rata berat individu benih ikan gurami pada sistem resirkulasi dan sistem kultur statis (*batch*/kontrol)

Pertumbuhan berat badan benih gurami pada sistem resirkulasi memiliki kelebihan daripada sistem kultur statis. Sistem resirkulasi memiliki kestabilan kualitas air yang berpengaruh pada pertumbuhan benih gurami seperti kadar  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , oksigen terlarut, pH dan suhu (Forteath *et al.*, 1993). Hal ini sejalan dengan pernyataan Brown (1962), bahwa pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas pakan, faktor kualitas air serta ruang gerak. .



**Gambar 10** Laju pertumbuhan individu benih ikan gurami pada sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *submerged bed*, tipe *trickling filter* dan sistem kultur statis

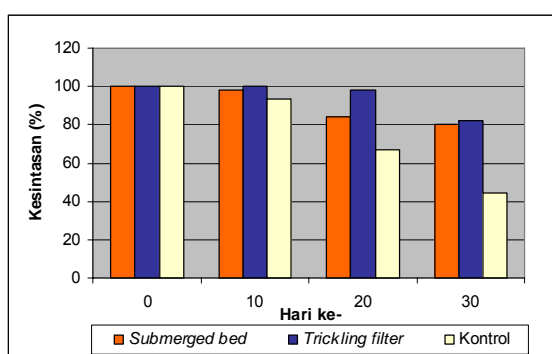
Berdasarkan hasil analisis statistik *one way* ANOVA, diketahui bahwa laju pertumbuhan individu yang dipelihara dalam sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *trickling filter* tidak berbeda secara signifikan dengan sistem resirkulasi tipe *submerged bed filter* ( $p > 0,05$ ). Namun, laju pertumbuhan dalam perlakuan sistem resirkulasi menggunakan dua tipe biofilter (*submerged bed* dan *trickling filter*), berbeda secara signifikan dengan sistem kultur statis ( $p < 0,05$ ).

Laju pertumbuhan individu selama periode kultur cenderung meningkat walaupun dengan kenaikan yang berbeda dari setiap sistem. Peningkatan ini berkaitan dengan makin meningkatnya berat rata-rata benih gurami dan kualitas air. Semakin tinggi berat rata-rata benih gurami, maka semakin tinggi pula laju pertumbuhannya. Faktor yang membatasi dan mempengaruhi laju pertumbuhan benih gurami adalah kualitas air seperti kadar amonium dan nitrit.

Kadar amonium dan nitrit selama periode kultur pada sistem kultur statis cenderung melebihi nilai yang optimum dan berfluktuatif. Tingginya kadar amonium dan nitrit ini mempengaruhi dan menghambat laju pertumbuhan benih gurami karena ikan mengalami stres dan terganggunya fungsi organ (Durborow *et al.*, 1997a). Pada sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *submerged bed* dan *trickling filter*, tidak terdapat kadar amonium dan nitrit yang melebihi normal dan nilainya cenderung stabil. Hal ini terjadi karena berjalannya proses nitrifikasi yang lebih cepat daripada sistem kultur statis. Oleh karena itu, laju pertumbuhan pada sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter cenderung mengalami peningkatan dan

berbeda secara signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan sistem kultur statis.

Tingkat kesintasan benih ikan gurami pada masing-masing perlakuan terjadi penurunan dengan laju yang berbeda. Setelah 30 hari periode kultur, penggunaan sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *trickling filter* memiliki nilai kesintasan tertinggi sebesar  $82,22 \pm 0,00\%$ , kemudian diikuti oleh sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *submerged bed*  $80,00 \pm 3,85\%$  dan sistem statis (*batch/kontrol*) sebesar  $44,47 \pm 3,85\%$  (Gambar IV. 4).



**Gambar 11** Persentase kesintasan benih ikan gurami yang dipelihara dalam sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *submerged bed*, tipe *trickling filter* dan sistem kultur statis (*batch/kontrol*)

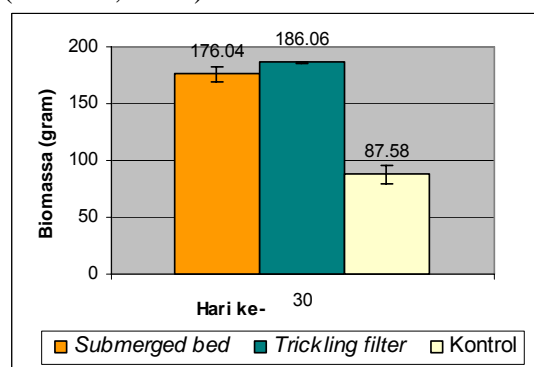
Tingkat kesintasan benih ikan gurami yang terlihat makin menurun pada sistem kultur statis di antaranya dipengaruhi oleh faktor rendahnya kualitas air seperti meningkatnya kadar amonium ( $>0,05$  mg/L) dan nitrit ( $>0,5$  mg/L) yang umumnya disebabkan oleh adanya akumulasi pakan dan hasil metabolisme ikan.

Kematian pada ikan dapat disebabkan oleh penyakit, serangan predator, kondisi fisika kimia perairan dan kegagalan memperoleh makanan serta akibat ketuaan / *senescens* (Brown, 1962).

Akumulasi sisa pakan dan hasil metabolisme ikan yang terdapat pada sistem kultur statis, menyebabkan tingginya kadar amonium dan nitrit yang

berpengaruh pada daya tahan tubuh ikan (Durborow *et al.*, 1997a). Daya tahan tubuh ikan yang melemah akan menimbulkan stres dan penyakit sehingga menimbulkan kematian. Pada sistem kultur statis ini, tidak dilakukan pergantian air. Oleh karena itu, kadar amonium dan nitrit dalam kultur lebih tinggi dibandingkan pada sistem resirkulasi dengan menggunakan tipe biofilter *submerged bed* dan tipe *trickling filter*.

Biomassa atau hasil panen yang diperoleh dalam suatu sistem budidaya secara langsung dipengaruhi oleh tingkat kesintasan dan kecepatan tumbuh dari individunya. Perpaduan antara kedua faktor ini akan berpengaruh terhadap peningkatan produksi biomassa dari jenis hewan budidaya, dengan demikian efisiensi pemanfaatan lahan budidaya akan tergantung dari keseimbangan antara tingkat kesintasan dan pertumbuhannya (Sasmita, 2006).



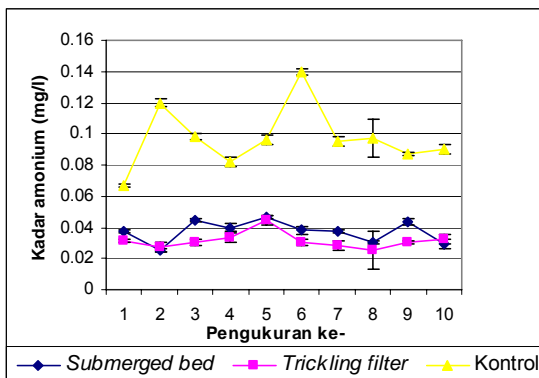
**Gambar 12** Biomassa benih ikan gurami pada sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *submerged bed*, tipe *trickling filter* dan sistem kultur statis (*batch/kontrol*)

Berdasarkan hasil uji statistik *one way* ANOVA yang dilakukan pada nilai biomassa, penggunaan sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *trickling filter* tidak berbeda secara signifikan dengan penggunaan sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *submerged bed* ( $p > 0,05$ ) seperti terlihat pada Tabel IV. 5. Namun,

penggunaan sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter ini berbeda secara signifikan dengan penggunaan sistem kultur statis (*batch*/kontrol). Tingginya tingkat biomassa pada sistem resirkulasi dengan tipe *trickling filter*, dipengaruhi oleh tingkat kesintasan yang paling tinggi selama periode penelitian dan berat rata-rata akhir yang diperoleh. Kondisi biomassa yang tinggi ini tentunya ditunjang oleh kestabilan kualitas air seperti kadar amonium, nitrit, kandungan oksigen terlarut, pH dan suhu.

### 3.2 Kualitas Air Kultur

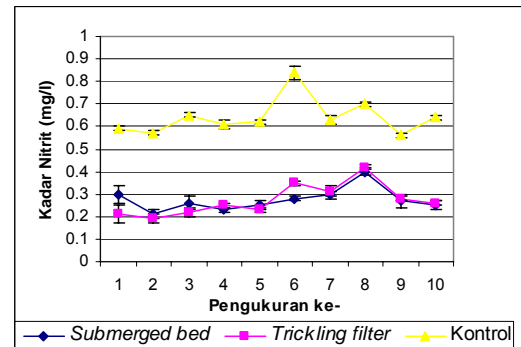
Tingginya kadar amonium dalam sistem kultur statis diakibatkan oleh akumulasi sisa pakan dan materi organik karena tidak terdapatnya pergantian air dan proses nitrifikasi berjalan lambat. Pada sistem kultur statis tidak dilakukan inokulasi bakteri nitrifikasi yang mampu mengoksidasi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$  sehingga terjadi akumulasi  $\text{NH}_4^+$  dalam kultur. Pada sistem resirkulasi, proses nitrifikasi yang terjadi dalam biofilter mencegah terjadinya akumulasi kadar  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_2^-$  pada kultur benih ikan gurami. Proses nitrifikasi yang berjalan pada kedua tipe biofilter menyebabkan kadar amonium dan nitrit relatif stabil dan kondisinya sangat mendukung bagi kehidupan benih gurami.



**Gambar 13** Kadar amonium pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed filter*, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Stabilnya kadar amonium pada sistem resirkulasi, disebabkan pula oleh stabilnya nilai pH dan berada pada nilai yang optimum (7 – 8). Apabila pH cenderung asam, maka kadar amonium dalam air akan meningkat sedangkan apabila pH cenderung basa maka amonia berada dalam bentuk  $\text{NH}_3$  yang sangat toksik (Wurts dan Durborow, 1992).

Kadar nitrit selama periode kultur pada sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter cenderung stabil sedangkan pada sistem statis, kadar nitrit berfluktuasi.

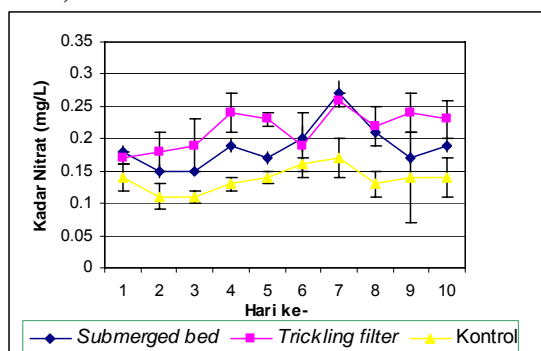


**Gambar 14** Kadar nitrit pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed filter*, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Pada sistem kultur statis, terjadi penumpukan nitrit dalam air kultur. Hal ini disebabkan oleh kondisi kultur yang terakumulasi oleh amonium yang mengganggu aktivitas bakteri *Nitrobacter* (Tetzlaff dan Heidinger, 1990). Selain itu, tidak terdapatnya pergantian air pada sistem statis akan meningkatkan kadar nitrit apabila pemberian pakan tidak dikurangi (Losordo *et al.*, 1999). Kadar nitrit yang tinggi di dalam darah, akan menyebabkan terhambatnya transport oksigen (Durborow *et al.*, 1997b).

Kadar nitrat terlihat meningkat seiring bertambahnya periode kultur walaupun

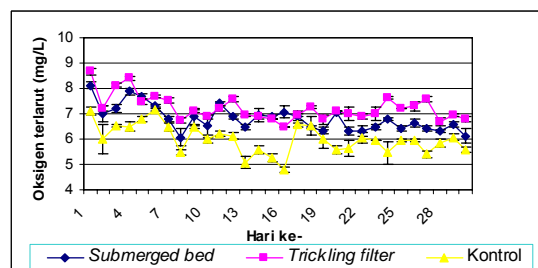
berfluktuasi. Kadar nitrat ini masih berada pada kisaran toleransi yang mendukung kehidupan benih ikan gurami (Gambar 15). Kadar nitrat yang cukup tinggi dijumpai pada sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *submerged bed* dan *trickling filter*. Hal ini terjadi karena adanya proses nitrifikasi yang mengubah  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_2^-$  menjadi  $\text{NO}_3^-$ . Walaupun kadar nitrat masih berada pada kondisi normal yaitu  $<120 \text{ mg/L}$ , akumulasi nitrat yang tinggi ( $>120 \text{ mg/L}$ ) pada air kultur dapat menyebabkan penyakit *Old Tank Syndrome* yang dapat menyebabkan kematian mendadak pada ikan (Anonim, 2001).



**Gambar 15** Kadar nitrat pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed* filter, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Kandungan oksigen terlarut (DO) cenderung stabil walaupun terlihat sedikit menurun pada awal periode kultur khususnya pada sistem statis. Rendahnya kandungan oksigen terlarut pada sistem kultur statis disebabkan oleh tingginya konsumsi oksigen untuk mendekomposisi akumulasi feses ikan dan sisa pakan. Penggunaan sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *trickling filter* memiliki kandungan oksigen terlarut paling tinggi karena desainnya yang unik. Substrat biofilter dapat berfungsi sebagai tempat kontak difusi oksigen dan air serta memiliki ruang/pori-pori yang mampu meningkatkan kelarutan oksigen di dalam

air ([www.epa.gov/owmitnet/mtbfact.htm](http://www.epa.gov/owmitnet/mtbfact.htm)). Kondisi ini memberi keuntungan pada kestabilan kualitas air dan kehidupan bakteri nitrifikasi karena oksigen selalu tersedia.

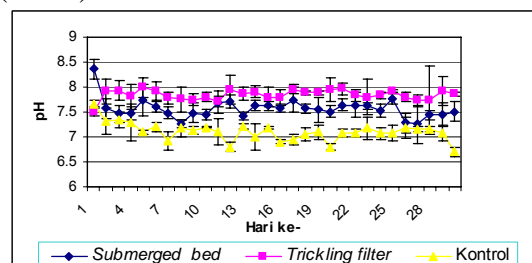


**Gambar 16** Kadar oksigen terlarut pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed* filter, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Kestabilan nilai pH dijumpai pada sistem resirkulasi. Hal ini berkaitan dengan penggunaan  $\text{CaCO}_3$  dalam biofilter sebagai substrat untuk bakteri nitrifikasi. Ion kalsium penyusun garam anorganik  $\text{CaCO}_3$  merupakan pembentuk basa kuat dan jika bercampur dengan air akan menyebabkan suasana basa dan meningkatkan pH air.  $\text{CaCO}_3$  merupakan senyawa *buffer*/penyangga yang dapat berfungsi sebagai pengatur pH air dengan menjaga keseimbangan kimiawi antara asam karbonat dan bikarbonat melalui reaksi sebagai berikut :

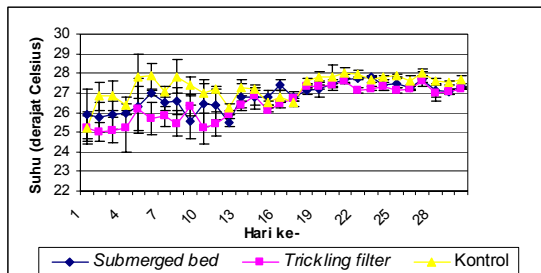


Hal ini menyebabkan pH air pada sistem resirkulasi menjadi lebih stabil dibandingkan pada sistem kultur statis (*batch*).



**Gambar 17** Nilai pH pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed* filter, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Suhu air cenderung meningkat terutama pada awal-awal periode kultur, namun berada pada kisaran toleransi yang optimal yaitu antara 25<sup>0</sup> – 28<sup>0</sup>C. Kestabilan suhu pada kedua sistem pemeliharaan (resirkulasi dan statis) ini turut dipengaruhi oleh adanya *submerged water heater* yang terpasang.



**Gambar 18** Suhu pada sistem resirkulasi dengan *submerged bed* filter, *trickling filter* dan sistem statis (*batch*).

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dan berpengaruh terhadap konsumsi oksigen pada organisme akuatik. Suhu secara langsung mempengaruhi laju proses biologi dan kadar oksigen terlarut. Kebutuhan akan oksigen dan laju konsumsi oksigen bervariasi tergantung pada faktor biotik dan abiotik termasuk aktivitas, temperatur lingkungan, salinitas, berat badan dan pakan (Brett, 1987). Pengaruh suhu terhadap konsumsi oksigen tidak sama untuk spesies tertentu pada berbagai tahap kehidupannya, variasi fisiologi tergantung pada umurnya sehingga respons metabolik bervariasi (Vernberg, 1983).

### 3.3 ANALISIS USAHA, SWOT DAN STRATEGI PENGEMBANGAN SISTEM RESIRKULASI

Berdasarkan analisis usaha yang dilakukan, pendederan benih ikan gurami menggunakan sistem resirkulasi layak

diupayakan dengan rasio manfaat/biaya sebesar 1,3. Titik balik modal tercapai apabila produksi benih gurami mencapai 4369 ekor dan dijual dengan harga Rp 1993,1 sedangkan nilai rasio manfaat/biaya pada usaha pendederan benih gurami menggunakan sistem kultur statis adalah 1,1. Usaha menggunakan sistem ini layak pula dijalankan.

Berdasarkan analisis *SWOT* yang telah dilakukan, maka diusulkan agar strategi pengembangan dan penggunaan sistem resirkulasi dalam pendederan benih gurami adalah menggunakan seluruh kekuatan (*Strengths*) yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang (*Opportunities*) yang ada. Namun demikian, untuk mengoptimalkan seluruh aspek-aspek kekuatan diperlukan upaya untuk menyempurnakan berbagai kelemahan (*Weaknesses*) yang ada dan selalu waspada terhadap ancaman (*Threats*) yang dapat menghalangi tercapainya tujuan.

Strategi yang dipilih untuk mengembangkan penggunaan sistem resirkulasi dalam pendederan benih gurami adalah :

- Penggunaan sistem resirkulasi untuk skala usaha
- Mengintensifkan pendidikan dan pelatihan bagi pembudidaya gurami untuk mempercepat transfer teknologi
- Mendorong produksi bakteri nitrifikasi dalam skala usaha
- Pengembangan penelitian tentang sistem resirkulasi dalam skala laboratorium hingga skala usaha.

### 4. SIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil serta pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem resirkulasi dengan teknologi biofiltrasi dapat

meningkatkan produktivitas pada budidaya ikan gurami tahap pendederan dan berpengaruh positif terhadap : laju pertumbuhan individu, kesintasan dan biomassa benih ikan gurami yang berbeda secara signifikan ( $p < 0,05$ ) dengan sistem kultur statis (*batch*/kontrol).

2. Penggunaan sistem resirkulasi dengan dua tipe biofilter berbeda (*submerged bed* dan *trickling filter*) dapat mempertahankan kestabilan kualitas air dibandingkan dengan sistem kultur statis (*batch*/kontrol).
3. Penggunaan sistem resirkulasi dengan biofilter tipe *trickling filter* dapat meningkatkan laju pertumbuhan benih gurami tertinggi dengan nilai rata-rata  $0,24 \pm 0,01$  g/hari, mencapai kesintasan tertinggi selama masa pemeliharaan yaitu  $82,2 \pm 0,00\%$  dan biomassa tertinggi sebesar  $186,06 \pm 0,32$  g. Hasil yang diperoleh tersebut tidak berbeda secara signifikan ( $p > 0,05$ ) pada penggunaan sistem resirkulasi dengan *submerged bed* filter yang memiliki laju pertumbuhan benih gurami sebesar  $0,23 \pm 0,03$  g/hari, kesintasan sebesar  $80,00 \pm 3,85\%$  dan biomassa sebesar  $176,04 \pm 6,45$  g.
4. Analisis usaha pendederan benih gurami menggunakan sistem resirkulasi dengan tipe biofilter *trickling filter* memiliki rasio manfaat/biaya sebesar 1,3 sehingga layak diupayakan (asumsi : padat tebar 15 ekor/m<sup>2</sup>, lama pemeliharaan per periode 3 bulan, ukuran benih panjang 6 - 8 cm menjadi panjang 15-16 cm).
5. Penerapan sistem resirkulasi secara berkelanjutan memerlukan langkah-langkah strategi pengembangan dengan cara

peningkatan kualitas sistem resirkulasi melalui teknologi biofiltrasi, pengembangan kultur bakteri nitrifikasi, membangun jaringan pemasaran, pemasaran produk bakteri nitrifikasi dengan harga yang ekonomis dan pengembangan kelembagaan.

#### 4. 1 Saran

Setelah penelitian ini selesai, maka terdapat beberapa saran untuk dilakukan yaitu :

1. Optimasi padat tebar benih ikan gurami pada penggunaan sistem resirkulasi.
2. Produksi benih ikan gurami dalam skala pilot dan skala usaha menggunakan sistem resirkulasi.

#### REFERENSI

- [1] Akbar, R. A., (2003), "Efisiensi Nitrifikasi dalam Sistem Biofilter *Submerged Bed*, *Trickling Filter* dan *Fluidized Bed*", Skripsi Sarjana Biologi, Institut Teknologi Bandung.
- [2] Anonim, (1996), *Budidaya Ikan Gurami*, Jakarta : Direktorat Bina Produksi, Direktorat Jenderal Perikanan, Bagian Proyek Diversifikasi Pangan dan Gizi Sub Sektor Perikanan TA, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- [3] \_\_\_\_\_, (2001), *An Instant Nitrate Reduction Methods*, <http://saltaquarium.about.com/cs/nitratecontrol/1/aa091901.htm>
- [4] \_\_\_\_\_, (2004), *The State of World Fisheries Aquaculture*, FAO.
- [5] Baclaski, B., (2002), *Biofilter Conditioning by Addition of Ammonium Hydroxyde*, Harbor Branch Oceanographic Institution, IRCC, FAS 2360 Water Quality & System Operation, <http://www.hatcherybiotech.com/biofilter.html>
- [6] Boyd, (1990), *Water Quality in Ponds for Aquaculture*, Birmingham Publishing Co., Birmingham, Alabama, USA.

- [7] Brett, J., (1987), Environmental Factors Affecting Growth in Hoare, W. H., Randall, D. J., Brett, S. R. (Eds.), *Fish Physiology*, Vol. 8, Academic Press, New York.
- [8] Brown, M. E., (1962), *The Physiology of Fishes, Metabolism*, Vol. I, Academic Press Inc., New York.
- [9] Cookson, J. T. Jr., (1995), *Bioremediation Engineering Design and Application*, McGraw-Hill Inc., Texas.
- [10] Durborow, M. R., Crosby, M. D., and Brunson, W. M., (1997a), Ammonia in Fish Ponds, *SRAC Publication*, **463**.
- [11] \_\_\_\_\_, (1997b), Nitrite in Fish Ponds, *SRAC Publication*, **462**.
- [12] Forteath, N., Wee, L. and Frith, M., (1993), Water Quality, in P. Hart and O'Sullivan (eds) *Recirculation System : Design, Construction and Management*, University of Tasmania at Launceston, Australia.
- [13] Helfrich, L. A. and Libey, G., (2000), *Fish Farming In Recirculating Aquaculture System (RAS)*, Departement of Fisheries and Wildlife Sciences, Virginia.
- [14] Helfrich, L. A. and Libey, G., (2003), *Fish Farming In Recirculating Aquaculture System (RAS)*, Departement of Fisheries and Wildlife Sciences, VirginiaTech.
- [15] Insan, I., (2000), Teknik Pembenihan Ikan Gurami dengan Media dan Pakan yang Terkontrol, *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, **6**, No. 2.
- [16] Jangkaru, Z., (1998), *Memacu Pertumbuhan Gurami*, cetakan I, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [17] Khairuman dan Amri, K., (2005), *Pembenihan dan Pembesaran Gurami Secara Intensif*, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- [18] Losordo, M. T., Rakocy, J. and Masser, P. M., (1999), Recirculating Aquaculture Tank Production System : Management of Recirculating System, *SRAC Publication*, **452**.
- [19] Metcalf and Eddy, (1991), *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, McGraw-Hill, Inc., Singapore.
- [20] Roberts, T. R., (1989), *The Freshwater Fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat Indonesia)*, California Academy Science, San Francisco.
- [21] Sasmita J., P. G., (2006), *Pengembangan Teknologi 'Zero-Water Discharge' dan Aplikasi Bakteri Nitrifikasi dalam Tahap Pendederan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* (de Man))*, Tesis Magister Biologi, Institut Teknologi Bandung.
- [22] Suantika, G., (2001), *Development of a Recirculation System for The Mass Culturing of The Rotifer *Brachionus plicatilis**, Ph. D Thesis in Applied Biological Science, Universiteit Gent, Belgium.
- [23] Suresh, A. V. and Lin, C. K., (1992), Effect of Stocking Density on Water Quality and Production of Red Tilapia in Recirculated Water System, *Aquacultural Engineering*, **11** : 1-22.
- [24] Tetzlaff, B. L. and Heidinger, R. C., (1990), Basic Principles of Biofiltration and System Design, *SIUC Fisheries Bulletin No. 9*, SIUC Fisheries and Illinois Aquaculture Center.
- [25] Vernberg, F. J., (1983), *Respiratory Adaptations, The Biology of Crustacea, Environmental Adaptations*, vol. 8, Academic Press, New York.
- [26] Wheaton, F., (1998), *Biological Filtration: Design and Operation*, Agricultural Engineering Department, The University of Maryland, College Park, Maryland, [http://www.aquanic.org/publicat/state/il-in/ces/ces-240\\_biofilter.htm](http://www.aquanic.org/publicat/state/il-in/ces/ces-240_biofilter.htm)
- [27] Wurts, A. W. and Durborow, M. R., (1992), Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds, *SRAC Publications*, **464**.
- [28] <http://www.dkp.go.id/statistik.htm>
- [29] <http://www.epa.gov/owmitnet/mtbfact.htm>