

## EFEKTIVITAS KINERJA MEDIA BIOFILTER DALAM SISTEM RESIRKULASI TERHADAP KUALITAS AIR UNTUK PERTUMBUHAN DAN SINTASAN IKAN RED RAINBOW (*Glossolepis incisus* Weber)

Nurhidayat<sup>\*)</sup>, Kukuh Nirmala<sup>\*\*)</sup>, dan D. Djokosetyanto<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias  
Jl. Perikanan No. 13, Pancoran Mas, Depok 16436  
E-mail: [publikasi.bppbih@gmail.com](mailto:publikasi.bppbih@gmail.com)

<sup>\*\*)</sup> Institut Pertanian Bogor  
Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

(Naskah diterima: 13 April 2011; Disetujui publikasi: 9 Juli 2012)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kinerja media biofilter zeolit dan bioball dalam perbaikan kualitas air yang akan meningkatkan pertumbuhan dan sintasan ikan red rainbow (*Glossolepis incisus* Weber) pada sistem resirkulasi. Wadah percobaan berupa akuarium dengan ukuran 100 cm x 60 cm x 40 cm sebanyak 24 buah, masing-masing ditebar ikan sebanyak 60 ekor/akuarium. Ikan uji yang digunakan dengan bobot awal 0,71 g dan panjang 3,51 cm. Perlakuan yang digunakan dalam percobaan adalah media biofilter: A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, dan F. kontrol. Pakan yang digunakan adalah pelet komersial, diberikan 5% dari bobot total ikan yang diberikan sebanyak tiga kali (pagi, siang, dan sore). Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan enam perlakuan yang diulang sebanyak empat kali. Hasil pengamatan perlakuan media biofilter zeolit 75% + bioball 25% memberikan kualitas air terbaik dengan kualitas baik (kategori IV), dengan efektivitas oksidasi amonia sebesar  $95,03 \pm 0,31\%$  dan biomassa bakteri non patogen (nitrifikasi) dengan jumlah koloni  $(8,6 \pm 1,91) \times 10^6$ . Pertumbuhan panjang total dan sintasan yang diperoleh 66,67% (2,34 cm) dan 96,67%.

**KATA KUNCI:** pertumbuhan, red rainbow, biofilter, kualitas air, resirkulasi

**ABSTRACT:** *Biofilter performance effectiveness on water quality, growth performance and survival rate improvement of red rainbow fish (*Glossolepis incisus* Weber) reared in recycled water system. By: Nurhidayat, Kukuh Nirmala, and D. Djokosetyanto*

*The objective of this research was to determine the effectiveness of zeolit and bioball performance on water quality improvement, that will increase growth and survival rate of red rainbow fish (*Glossolepis incisus* Weber) reared in recycled water system. Red rainbow fish with initial body weight 0.71 g and length 3.51 cm were stocked on 24 aquaria (100 cm x 60 cm x 40 cm) at a stocking density 60 individuals/aquarium. The treatment that were used at this research i.e. A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, and F. control. Commercial food was used as feed at this research. The daily feeding rate was divided three allowances fed to the red rainbow fish at morning, noon, and evening, in which the feeding dosage were 5% of total body weight. Complete Randomized Design (CRD) was used at this experiment, with six treatment and four*

times replication. Result showed that zeolit 75% + bioball 25% treatment, gave the best result of water quality at good quality (category IV), with effectiveness ammonia oxidation was  $95.03 \pm 0.31\%$  and the colonies of non pathogenic bacterial biomass (nitrification) were  $(8.6 \pm 1.91) \times 10^6$ . Survival rate and total length performance that was obtained at this research were 96.67% and 66.67% (2.34 cm).

**KEYWORDS:** growth, red rainbow, biofilter, water quality, recirculation

## PENDAHULUAN

Selama dua dekade kegiatan budidaya perikanan telah mengalami perubahan yang utama, berkembang dari skala rumah tangga ke skala besar-besaran yang berorientasi komersial (FAO/NACA, 2001 dalam Gutierrez & Malone, 2006). Peningkatan produksi akuakultur terus mengarah ke arah aplikasi yang lebih intensif. Beberapa faktor yang mempengaruhi kecenderungan ini adalah; terbatasnya mutu dan kualitas air, berkurangnya lahan serta pembatasan karena dampak lingkungan. Beberapa tahun terakhir buangan limbah khususnya budidaya semakin tinggi, hal ini berdampak terhadap penurunan kualitas air terutama budidaya. Setiap tahun akibat pertumbuhan kegiatan budidaya yang terus berkembang, diperkirakan terjadi buangan berupa fosfor sebesar 85%, 80%-88% karbon, nitrogen 52%-95%, dan 60% berupa buangan dari sisa pakan berbentuk partikel, bahan kimia terlarut dan gas terbuang ke badan air (Masser *et al.*, 1999).

Kandungan amonia yang terlarut di dalam air akan meningkatkan kebutuhan oksigen biokimia BOD (*biochemical oxygen demand*), selama proses oksidasi amonia, (Soemantojo, 1998). Amonia adalah sumber energi bagi bakteri autotropik yang menggunakan kadar alkali untuk membangun material sel. Amonia pertama kali dikonversi menjadi nitrit oleh kelompok bakteri *Nitrosomonas* sp. dan kemudian dikonversi lagi menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter* sp. amonia bebas yang tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) sebaiknya tidak melebihi 0,02 mg/L. Menurut Sawyer & Mc Carty (1978), kadar amonia bebas melebihi 0,2 mg/L bersifat toksik bagi ikan. Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik, konsumsi air yang mengandung kadar nitrat tinggi mengakibatkan penurunan kapasitas darah dalam mengikat oksigen. Pada kondisi oksigen rendah, amonia yang dihasilkan melalui proses penguraian bahan organik maupun sekresi langsung ikan akan sulit mengalami proses penguraian lebih lanjut. Akumulasi amonia

dan ketersediaan oksigen pada tingkat konsentrasi 0,18 mg/L dapat menghambat pertumbuhan (Wedemeyer, 1996). Perubahan parameter kualitas air media budidaya dapat menyebabkan menurunnya kualitas media budidaya, hal ini harus diperhatikan penggunaan dan pengelolannya. Salah satu pengelolaan kualitas air dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas air tetap optimum, salah satunya adalah sistem resirkulasi dan purifikasi.

Sistem resirkulasi adalah salah satu jawaban untuk menjaga kualitas air tetap optimal selama pemeliharaan ikan di dalam wadah. Resirkulasi adalah sistem yang menggunakan air secara terus-menerus dengan cara diputar untuk dibersihkan di dalam filter kemudian dialirkan kembali ke wadah budidaya. Memelihara ikan pada sistem resirkulasi selalu dihadapkan pada masalah penumpukkan bahan organik (feses/sisa pakan), anorganik (amonia, nitrit, nitrat) yang terlarut dan terbatasnya oksigen terlarut (Tanjung, 1994). Menurut Muir (1994), rancangan sistem yang tepat dan cara perlakuan yang terpadu dengan memastikan efektivitas setiap tahapan perlakuan dan keterpaduan sistem secara keseluruhan akan menyempurnakan sistem.

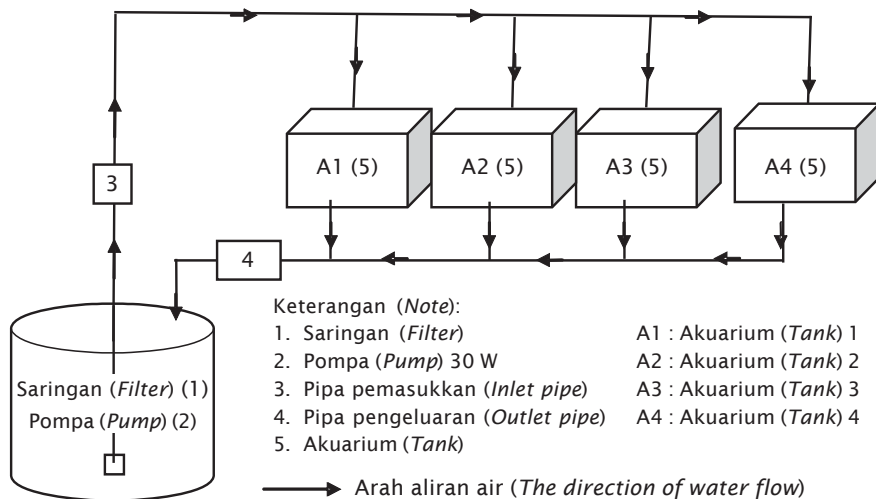
Filter yang digunakan dalam sistem resirkulasi berperan sebagai media untuk menempelnya bakteri yang akan memanfaatkan bahan-bahan organik berupa sisa pakan dan buangan metabolisme sebagai energi. Sistem resirkulasi sebaiknya menggunakan bahan filter yang dapat berfungsi secara ganda, di mana proses biologi, fisika, dan kimia dapat berjalan di dalamnya. Bahan yang dapat berperan ganda antara lain: batu karang, zeolit, dan kulit kerang, bahan ini mempunyai fungsi ganda selama proses oksidasi. Peran yang dapat dilakukan bahan ini adalah kemampuan secara kimia yaitu dalam penyerapan ion, secara biologi media ini mampu memberikan tempat untuk menempel bakteri atau sebagai media biofilter. Zeolit

merupakan batuan alam sebagai sumberdaya alam yang berlimpah di Indonesia, sehingga mudah diperoleh dengan harga yang murah. Batuan ini mempunyai banyak manfaat, salah satunya sebagai penyerap amonium di instalasi air minum dan pengolahan instalasi limbah pabrik sebagai media penyerap amoniak dan limbah lainnya. Menurut Las (2007), zeolit merupakan *filter* kimia yang banyak dimanfaatkan untuk penjernihan air limbah terutama dalam penyerapan amonium, nitrit, nitrat, dan H<sub>2</sub>S. Selain bekerja secara kimiawi, dengan luas dan permukaan yang kasar diharapkan zeolit dapat digunakan sebagai biofilter, di mana mikroorganisme pendegradasi bahan organik dan anorganik menempel. Bioball merupakan bahan sintesis yang banyak digunakan sebagai *filter*, bahan ini mempunyai harga cukup tinggi yang kurang terjangkau bagi petani dengan modal kecil, sehingga penggunaannya terbatas pada pembudidaya dengan modal besar. Turunnya kualitas air di wadah budidaya akibat sisa buangan berupa sisa pakan dan metabolisme bisa dikurangi dengan melakukan penggantian air, penggantian air yang sering dilakukan merupakan salah satu pemborosan. Untuk itu, diperlukan upaya mempercepat proses penguraian bahan organik dan anorganik yang berasal dari buangan metabolisme dan sisa pakan sebelum mencapai tingkat tercemar. Tujuan penelitian ini adalah mengukur efektivitas media biofilter dalam memperbaiki

kualitas air terhadap kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan red rainbow (*Glossolepis incises* Weber) dalam sistem resirkulasi.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias (BPPBIH) Depok. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima taraf perlakuan dan satu kontrol, di mana masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Langkah awal untuk menjalankan sistem resirkulasi dilakukan penambahan pakan berupa pelet komersial ke dalam sistem yang berjalan sebanyak 15 g/*filter*, pakan tersebut diberikan untuk memberikan unsur amonia sehingga bakteri dapat tumbuh dalam sistem tersebut. Sistem akan berjalan dengan siklus pertumbuhan dan kehidupan bakteri yang akan optimum dalam 7-15 hari. Berjalannya sistem ditandai adanya perubahan kualitas air berupa fluktuasi kadar amonia, nitrit, dan nitrat, serta adanya koloni bakteri. Satuan percobaan yang dicobakan sebagai perlakuan adalah: A. (100% zeolit), B. (25% bioball + 75% zeolit), C. (50% bioball + 50% zeolit), D. (75% bioball + 25% zeolit), E. (100% bioball), dan F. kontrol (dakron). Selengkapnya sistem resirkulasi yang digunakan disajikan di Gambar 1.



Gambar 1. Skema unit resirkulasi  
Figure 1. The scheme of recirculation unit

## Sistem Resirkulasi

### Spesifikasi Sistem Resirkulasi

Sistem resirkulasi dibangun dengan rincian sebagai berikut:

1. Akuarium ukuran 90 cm x 60 cm x 50 cm sebanyak 4 buah
2. Pompa ukuran 18 watt
3. *Filter* yang digunakan adalah: dakroon, bioball, zeolit, masing-masing *filter* bioball dengan ukuran 1 inci, zeolit dengan mesh 1 cm. Untuk menyeragamkan zeolit yang digunakan dilakukan penyortiran dengan kawat kasa dengan ukuran mata 1,25 cm.

### Media Biofilter yang Digunakan

Media Biofilter yang digunakan berupa zeolit yang mempunyai ukuran seragam, penyeragaman dilakukan dengan cara penyortiran dengan saringan yang mempunyai mesh yang sudah ditetapkan. Untuk memberikan volume media biofilter yang digunakan sama untuk setiap sistem dilakukan pengukuran volume. Banyaknya media biofilter yang digunakan disesuaikan dengan perbandingan dari perlakuan yang diberikan. Setiap *filter* berisi biofilter sebanyak 30 L, sehingga untuk perlakuan A. (100% zeolit), diisi zeolit sebanyak 30 L, B. (25% bioball + 75% zeolit) berisi 7,5 L bioball dan 15 L zeolit dan begitu seterusnya. Gambar media *filter* yang digunakan berupa zeolit dan bioball sebagai media biofilter disajikan pada Gambar 2.

### Debit Air

Sistem resirkulasi bertujuan untuk memperbaiki kualitas air dengan cara melakukan pemutaran air untuk disaring di media biofilter. Proses ini memerlukan arus yang sesuai sehingga sistem yang digunakan dapat bekerja secara optimal. Sistem yang digerakkan mempunyai laju debit air 2 L/detik. Pengaturan debit air dilakukan dengan saluran *output* menggunakan keran air sehingga mampu untuk menghasilkan debit sesuai kebutuhan.

### Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan dan pengamatan kualitas air untuk melihat kinerja media biofilter dilakukan setiap satu minggu. Metode analisis dan pengawetan contoh tercantum pada Tabel 1.

## Pelaksanaan Percobaan

Percobaan dilakukan dalam dua tahap, yaitu percobaan pendahuluan dan percobaan utama.

### Percobaan Pendahuluan

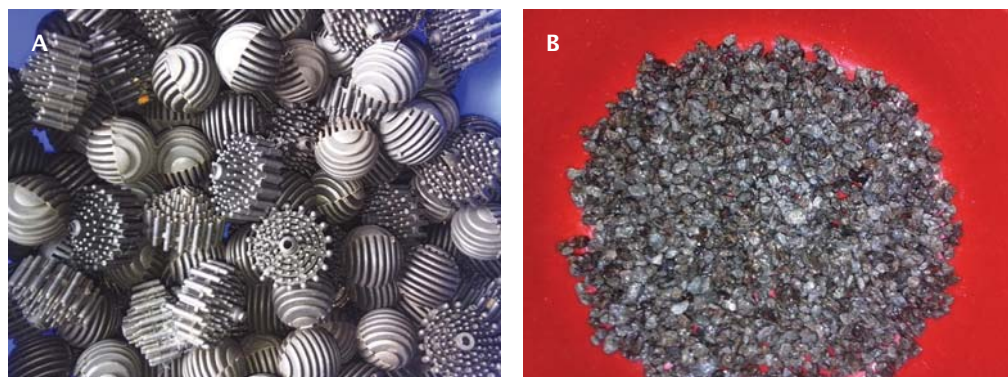
Percobaan pendahuluan ini dilakukan untuk menentukan ukuran masing-masing bahan *filter* yang digunakan dapat berfungsi dengan baik sehingga mampu memaksimalkan biomassa bakteri non-patogen (bakteri nitrifikasi). Sedangkan unit sistem resirkulasi yang digunakan adalah sistem yang dibangun sesuai prinsip resirkulasi. Percobaan pendahuluan dilaksanakan selama 30 hari tanpa dipelihara ikan, sebagai penyumbang bahan organik dilakukan pemberian pakan pelet komersial sebanyak 15 g/sistem. Pemberian pelet yang dilakukan dengan asumsi untuk satu sistem yang dipelihara ikan dengan bobot total 300 g, apabila ikan diberikan pakan sebanyak 5% dari bobot total sehingga diperoleh angka 15 g. Pengambilan sampel dilakukan 10 hari sekali selama 30 hari. Parameter yang diamati adalah fluktuasi amonia, nitrit, nitrat, BOD<sub>5</sub>, O<sub>2</sub>, alkalinitas, pH, CO<sub>2</sub>.

### Percobaan Utama

Sistem resirkulasi skala laboratorium yang digunakan untuk percobaan utama merupakan sistem yang telah digunakan pada percobaan pendahuluan. Setelah sistem resirkulasi siap, ikan dimasukkan ke dalam media pemeliharaan unit resirkulasi sebanyak 100 ekor/50 L. Pemeliharaan dilakukan selama 60 hari, selama proses berjalan ikan diberi pakan komersial. Jumlah pakan yang diberikan sebanyak 5% dari total bobot badan ikan, dengan frekuensi tiga kali sehari. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 hari sekali selama 60 hari.

### Desain dan Waktu Evaluasi

Percobaan dilakukan selama tiga bulan, evaluasi sistem dilakukan terhadap BOD<sub>5</sub>, efisiensi amonia, nitrit, nitrat, DO. Sebagai parameter penunjang dilakukan analisis: pertumbuhan (mm, g), sintasan (SR), dan konversi pakan (FCR) dilakukan setiap perlakuan. Pengukuran parameter kualitas air untuk menentukan kandungan amonia, nitrat, nitrit, BOD<sub>5</sub> dilakukan di *inlet* dan *outlet*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengukur efektivitas oksidasi bahan organik yang terdapat dalam sistem resirkulasi. Pengukuran



Gambar 2. Bioball (A) dan zeolit (B) yang digunakan sebagai biofilter

Figure 2. Bioball (A) and zeolit (B) are used as biofilter

Tabel 1. Metode analisis sampel dan parameter yang diamati

Table 1. The analysis methods and parameters of the observed sample

Parameter <i>Parameters</i>	Satuan <i>Unit</i>	Alat ukur <i>Measuring instrument</i>	Metode analisis <i>Methods of analysis</i>
<b>Air (Water)</b>			
Suhu <i>Temperature</i>	°C	Termometer (minimal-maksimal) <i>Thermometer (minimal-maximal)</i>	Langsung <i>Directly</i>
BOD <sub>5</sub>	mg/L	Inkubasi 20°C, Titrimetri <i>Incubation 20° C, Titrimetric</i>	Langsung <i>Directly</i>
Amonia-N <i>N-Ammonium</i>	mg/L	Spektrofotometer <i>Spectrophotometer</i>	Langsung <i>Directly</i>
Oksigen terlarut <i>Dissolved oxygen</i>	mg/L	DO meter	Langsung <i>Directly</i>
Nitrit-N <i>N-Nitrite</i>	mg/L	Spektrofotometer <i>Spectrophotometer</i>	Langsung <i>Directly</i>
Nitrat-N <i>N-Nitrate</i>	mg/L	Spektrofotometer <i>Spectrophotometer</i>	Langsung <i>Directly</i>
Alkalinitas total <i>Total alkalinity</i>	mg CaCO <sub>3</sub> /L	Titiasi (Titration)	Langsung <i>Directly</i>
pH		pH meter	Langsung <i>Directly</i>
CO <sub>2</sub>	mg/L	Titiasi (Titration)	Langsung <i>Directly</i>
<b>Biologi (Biology)</b>			
Bakteri <i>Bacteria</i>	cfu/mL	Plate Count, gram positif-negatif <i>Plate Count, positive-negative gram</i>	Langsung <i>Directly</i>
Ikan (panjang, bobot) <i>Fishes (total length, weight)</i>	mm; g	Timbangan elektrik, milimeter blok <i>Electronic scales, millimeter blocks</i>	Langsung <i>Directly</i>

dilakukan setiap minggu, sedangkan parameter untuk ikan seperti: panjang, bobot, kematian dilakukan pengukuran di setiap akuarium setiap 15 hari.

**Efisiensi Amonia (NH<sub>3</sub>) (%)**

$$NH_3 \text{ (removal)} = NH_3 \text{ (filter inlet)} - NH_3 \text{ (filter outlet)}$$

$$(\%) NH_3 \text{ (removal)} = (NH_3 \text{ (removal)} / NH_3 \text{ (filter inlet)}) \times 100\%$$

(Mc Carty & Haug, 1971)

Efektivitas oksidasi bahan organik menggunakan parameter reduksi amonia dalam sistem yang diukur di *inlet* dan *outlet* sistem resirkulasi. Parameter yang diukur dalam proses tersebut adalah NH<sub>3</sub> *inlet* - NH<sub>3</sub> *outlet*, hasil yang diperoleh akan dihitung berdasar persamaan efisiensi amonia dengan persamaan Mc Carty & Haug (1971). Selain reduksi amonia dilakukan juga pengukuran BOD<sub>5</sub> untuk mengetahui kinerja bakteri dalam menggunakan oksigen terlarut.

**Pembagian Kategori Kualitas Air**

Kualitas air yang dihasilkan dievaluasi berdasarkan pendekatan metode *checklist* berskala dengan pembobotan, kualitas air

yang diperoleh selama percobaan dibandingkan secara kuantitatif. Menurut Loren & Carter (1979) dalam Azwar (1984), tahap pertama yang dilakukan adalah dengan mengkategorikan individu kualitas air ke dalam unit-unit yang sifatnya sama (Tabel 2), kemudian ditransfer ke dalam suatu skala kualitas lingkungan (EQ). Langkah kedua memberikan skala EQ berdasarkan individu parameter, selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Selanjutnya menentukan skala kepentingan tiap individu parameter, yaitu nilai kepentingan suatu komponen yang menggambarkan peranan dalam kualitas lingkungan. Makin besar nilai kepentingan berarti semakin besar peran individu parameter dalam lingkungan.

Langkah ketiga adalah menentukan rasio kepentingan O<sub>2</sub> : BOD<sub>5</sub> : NH<sub>3</sub> (mg/L) = 1 : 0.8 : 0,5

PIU O<sub>2</sub> = 1/2.3 x 10 = 4 (dibulatkan)

PIU NH<sub>3</sub> = 1/2.3 x 10 = 3 (dibulatkan)

PIU BOD<sub>5</sub> = 1/2.3 x 10 = 3 (dibulatkan)

Langkah keempat menentukan tingkat kualitas air berdasarkan:

Tabel 2. Skala kelas kualitas air sesuai kriteria

Table 2. The scale of water quality classes according to the criteria

Skala kelas Class scale	Kisaran nilai kualitas air Value range of water quality (EQ)	Kriteria kualitas Quality criteria
1	0.00-0.19	Sangat buruk (Very bad)
2	0.20-0.39	Buruk (Bad)
3	0.40-0.59	Sedang (Not bad)
4	0.60-0.79	Baik (Good)
5	0.80-1.00	Sangat baik (Very good)

Sumber (Source): Loren & Carter (1979) dalam (in) Azwar (1984)

Tabel 3. Kriteria pemberian skala EQ berdasarkan satuan parameter

Table 3. Criteria of EQ scale based on the parameter unit

Parameter lingkungan Environmental parameters	Nilai kelas (Class value)				
	1	2	3	4	5
O <sub>2</sub> (mg/L)	0.00-3.00	3.00-4.50	4.50-5.50	5.50-6.50	6.50-7.50
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	5.00	5.00-3.00	3.00-2.00	2.00-1.00	1.00-0.00
NH <sub>3</sub> (mg/L)/L	0.08-0.10	0.06-0.08	0.04-0.06	0.02-0.04	0.00-0.02

$$X = \frac{((PIU O_2 \times K) + (PIU BOD_5 \times K) + (PIU NH_3 \times K))}{(\Sigma PIU \times 5)}$$

di mana:

X = Tingkat kualitas air

PIU = Bobot kepentingan individu parameter

K = Nilai EQ

5 = Nilai kelas air tertinggi

## Pertumbuhan dan Sintasan

### Pertumbuhan

Pertumbuhan bobot mutlak atau nisbi: (Weatherley, 1972).

$$h = W_t - W_o$$

di mana:

h = Perubahan bobot mutlak atau total tubuh ikan selama percobaan (g)

$W_t$  = Total bobot badan awal percobaan (g)

$W_o$  = Total bobot badan selama percobaan (g)

### Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian (a) dihitung berdasarkan rumus dari Effendie (2002), yaitu:

$$a = \sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \times 100\%$$

di mana:

a = Laju pertumbuhan harian (% bobot badan/hari)

$W_t$  = Bobot rata-rata individu pada akhir penelitian (g)

$W_o$  = Bobot rata-rata individu pada awal penelitian (g)

t = Lama penelitian (hari)

### Analisis Data

Data yang diperoleh berupa kualitas air dianalisis secara deskriptif dalam bentuk gambar dan grafik. Untuk nilai efisiensi (oksidasi) amonia, sintasan, pertumbuhan, FCR, dan koloni bakteri dilakukan uji sidik ragam (ANOVA), apabila terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan uji LSD (uji t) menggunakan program SPSS versi 12.0.

## HASIL DAN BAHASAN

### Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mengetahui media biofilter yang digunakan dapat digunakan secara optimum, kondisi

tersebut dapat dilihat dengan adanya kinerja media biofilter yang ditandai adanya kinerja bakteri. Kinerja tersebut dapat dilihat dengan adanya kelimpahan koloni bakteri pada percobaan pendahuluan selama pengamatan tiga minggu menunjukkan jumlah koloni bakteri untuk zeolit adalah  $(2,41 \pm 0,20 - 2,79 \pm 0,20) \times 10^3$  cfu/mL; sedangkan filter bioball  $(3,30 \pm 1,91 - 6,70 \pm 1,91) \times 10^3$  cfu/mL; dan serat kapas dengan kelimpahan bakteri  $(1,85 \pm 0,24 - 2,29 \pm 0,24) \times 10^3$  cfu/mL. Selengkapnya kelimpahan bakteri selama percobaan pendahuluan setiap minggu disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengamatan percobaan pendahuluan menunjukkan terjadi kinerja media biofilter yang mereduksi bahan organik ditandai adanya fluktuasi parameter seperti amonia, nitrit, dan nitrat. Kelimpahan bakteri tertinggi selama percobaan diperoleh dari media biofilter bioball hal ini membuktikan bioball mempunyai ruang dan tempat yang lebih untuk menempel bakteri dalam membentuk biofilm. Parameter kualitas air selama percobaan pendahuluan selengkapnya disajikan pada Tabel 5.

Hasil pengamatan kualitas air memberikan informasi selama percobaan, parameter suhu yang ada pada kisaran  $28^\circ\text{C} - 31^\circ\text{C}$ . Menurut Yosida (1967) dalam Spotte (1979), bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi adalah pada suhu  $27^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}$ . Hal ini menunjukkan suhu yang diperoleh selama percobaan dapat memberikan kondisi optimum. Kadar oksigen terlarut di dalam sistem mempunyai nilai yang cukup bahkan mencapai batas *supersaturation*, hal ini ada kaitannya dengan adanya aliran dalam sistem dan penambahan aerasi. Kadar oksigen terlarut dalam air dibutuhkan oleh mikroorganisme selama proses dekomposisi bahan organik, kebutuhan ini dikenal dengan nilai  $BOD_5$ . Nilai yang diperoleh menunjukkan terjadinya pemanfaatan oksigen oleh mikroba selama proses dekomposisi bahan organik terutama bakteri, proses dekomposisi paling tinggi diperoleh dari kombinasi media biofilter 75% zeolit dengan 25% bioball. Selama proses dekomposisi dibutuhkan bahan organik yaitu amonia yang dibutuhkan sebagai bahan energi oleh bakteri. Selama percobaan pendahuluan terjadi perubahan nilai amonia, nitrit, dan nitrat, hal ini berarti di dalam sistem yang berjalan terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Selama proses dekomposisi kinerja bakteri juga dipengaruhi oleh media biofilter

Tabel 4. Kelimpahan bakteri selama percobaan pendahuluan  
 Table 4. The abundance of bacteria during preliminary experiments

Saringan Filter	Kelimpahan bakteri (minggu) Bacteria abundance (week) (10 <sup>3</sup> cfu/mL)		
	1	2	3
Zeolit	2.79±0.20	2.41±0.20	2.73±0.20
Bioball	6.70±1.91	3.30±1.91	6.50±1.91
Serat kapas ( <i>Dacron</i> )	1.85±0.24	1.90±0.24	2.29±0.24

Tabel 5. Kisaran nilai kualitas air pada berbagai filter selama percobaan pendahuluan  
 Table 5. The range of water quality values of various filter for preliminary experiments

Parameter Parameters	Perlakuan (Treatments)					
	A	B	C	D	E	F
Suhu Temperature (°C)	28-30	28-30	28-29	28-31	27-30	27-30
pH	7.1-7.5	7.0-7.5	7.0-7.5	7.0-7.5	6.5-7.0	6.5-7.0
Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L)	5.64-10.23	4.94-10.59	6.35-10.59	5.34-10.23	8.47-10.53	7.41-09.17
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	6.71	5.65	7.76	7.06	7.41	8.12
Amonia-N N-Ammonium (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	5.34-7.98	4.81-5.80	1.63-4.64	1.20-2.17	1.92-4.83	1.62-3.60
Nitrit-N N-Nitrite (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	0.09-0.11	0.04-0.13	0.08-0.14	0.06-0.13	0.03-0.16	0.06-0.22
Nitrat-N N-Nitrate (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	0.19-0.34	0.17-0.45	0.15-0.65	0.15-0.41	0.14-0.48	0.12-0.61

Keterangan (Note):

A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, dan F. serat kapas (*cotton fibers*)

yang digunakan, menurut Keiser & Wheaton (1983), media biofilter akan menyediakan permukaan sebagai media tumbuh bagi mikroorganisme. Untuk itu, media biofilter sangat dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk bahan yang digunakan karena akan mempengaruhi besar kecilnya populasi mikroorganisme selama proses nitrifikasi. Pemakaian bahan filter yang tepat akan menentukan keberhasilan pemeliharaan ikan di dalam sistem resirkulasi. Hal ini dikarenakan akan menentukan pertumbuhan bakteri non-patogen pada filter sehingga air yang dihasilkan akan menjadi tolok ukur keberhasilan sistem.

### Percobaan Utama

Percobaan utama akan menggambarkan kinerja media biofilter yang digunakan untuk memelihara ikan secara langsung. Kinerja yang akan dicapai adalah kondisi air pemeliharaan tetap optimum untuk pemeliharaan ikan hias red rainbow yang dipelihara dalam sistem resirkulasi. Salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai indikator kinerja media biofilter adalah penggunaan oksigen terlarut. Oksigen terlarut digunakan oleh bakteri dalam mengoksidasi bahan organik, proses tersebut memanfaatkan bakteri *Nitrosomonas* dan



*Nitrobakter* yang bekerja selama proses nitrifikasi. Hasil pengukuran proses oksidasi bahan organik media biofilter zeolit 75% dan bioball 25% mampu mengoksidasi amonia menjadi nitrat dan nitrit dengan kinerja efisiensi  $95,03 \pm 0,31\%$  selengkapnya hasil oksidasi kualitas air disajikan dalam Tabel 8. Menurut Loren & Carter (1979) dalam Azwar (1984), berdasarkan kapasitas reoksigenasi secara alami, batas minimum BOD untuk kelayakan bagi biota air adalah 5 mg/L. Jadi nilai BOD yang diperoleh selama percobaan masih layak untuk kegiatan budidaya. Selain oksigen terlarut yang digunakan untuk proses oksidasi, faktor lain juga berperan dalam proses tersebut. Keasaman dan suhu merupakan salah satu faktor yang berperan selama proses oksidasi, hasil pengukuran menunjukkan nilai keasaman pada kisaran 7,0-8,3; suhu 26°C-30°C. Hasil kinerja media biofilter selama percobaan memberikan nilai oksidasi bahan organik amonia sebesar  $95,03\% \pm 0,31\%$ . Selengkapnya hasil tersebut disajikan dalam Tabel 6 dan 8. Hal ini sependapat dengan Suryono *et al.* (1997), Gutierrez & Malone (2006), menyatakan pada kondisi pH 6,5;

oksigen terlarut sebesar 2 mg/L; dan suhu 28°C dapat menghasilkan efisiensi oksidasi bahan organik khususnya amonia sebesar 96%. Gloyna (1971) dalam Linda (1995), melaporkan bahwa proses penguraian bahan organik berjalan maksimal pada suhu 25°C-35°C.

Peningkatan kualitas air yang diperoleh berkaitan dengan semakin berkurangnya kebutuhan oksigen biokimia (*deoksigenasi*) selama proses perombakan bahan organik. Sejalan dengan penurunan nilai BOD<sub>5</sub>, menyebabkan ketersediaan oksigen di dalam air akan meningkat akibat oksigen yang ditransfer (*reoksigenasi*) akan lebih tinggi dibandingkan oksigen yang dipakai (*deoksigenasi*).

Menurut Kim *et al.* (2000), efisiensi oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat sebesar 79% dengan nilai perubahan amonia 20 mg/L, kinerja ini efektif terjadi pada pH 7,7-7,9. Selanjutnya media biofilter dalam sistem resirkulasi mempunyai fokus pada proses aerobik dan film filter (biofilm), Wortman & Wheaton (1991); Malone & Beecher (2000); Sandu *et al.* (2002) dalam Gutierrez & Malone (2006), di dalamnya biofilm membutuhkan

Tabel 6. Kisaran nilai kualitas air selama percobaan utama

Table 6. The range of water quality values of various filter for main experiments

Parameter Parameters	Perlakuan ( <i>Treatments</i> )					
	A	B	C	D	E	F
Suhu <i>Temperature</i> (°C)	26-30	26-30	26-29	25-31	25-30	25-30
pH	7.1-8.4	7.0-8.3	7.0-8.2	7.0-8.8	7.0-8.3	7.0-8.0
Oksigen terlarut <i>Dissolved oxygen</i> (mg/L)	5.64-10.23	4.94-10.59	6.35-10.59	5.34-10.23	8.47-10.53	7.41-09.17
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	22.6-34.06	3.17-24.71	3.53-27.53	8.64-34.23	8.28-28.95	4.23-19.45
Amonia-N <i>N-Ammonium</i> (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	8.6-24.9	3.1-26.8	4.1-40.5	6.9-132.8	3.6-31.3	64.1-168.2
Nitrit-N <i>N-Nitrite</i> (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	0.05-1.99	0.05-8.42	0.50-7.03	0.8-6.90	0.7-8.21	0.13-59.12
Nitrat-N <i>N-Nitrate</i> (mg/L) 10 <sup>-2</sup>	3.79-250.9	7.7-267	6.4-272.2	7.0-253.5	2.32-257.3	6.3-264.7
Alkalinitas <i>Alkalinity</i> (mg/L)	11.8-55.31	11.8-46.28	11.8-3.37	11.8-33.18	11.8-22.12	11.8-16.68

Keterangan (*Note*):

A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, dan F. serat kapas (*cotton fibers*)

substrat untuk tumbuh, oksigen sebagai energi selama proses oksidasi amonia. Selain parameter kualitas air yang terpenuhi, faktor biologi yang berperan selama proses oksidasi adalah bakteri yang berasosiasi di dalamnya, hasil perhitungan koloni bakteri yang diperoleh dalam media biofilter, media terbaik mempunyai kepadatan koloni sebanyak  $8,6 \times 10^3$  (cfu/mL).

Menurut Burford *et al.* (2003), lebih dari 40% bakteri berasosiasi dengan biofilm, meskipun keberadaannya tergantung dari suplai oksigen dari kolom air. Pada media biofilter B dengan komposisi zeolit 75% dan bioball 25%, proses oksidasi didukung oleh suplai oksigen yang cukup sebesar 4,94-10,59 mg/L. Kondisi ini lebih dari cukup bahkan mengindikasikan kondisi supersaturasi, kandungan oksigen seperti ini diakibatkan adanya aliran air dari sistem dan penambahan aerasi dari aerator.

Media biofilter zeolit mempunyai fungsi ganda di dalam sistem resirkulasi, selain sebagai tempat menempel bakteri media ini juga mempunyai kemampuan secara kimiawi. Media ini mempunyai kemampuan menyerap amonia, kinerja ini dibuktikan dengan hasil oksidasi amonia paling tinggi dibanding perlakuan lain. Hal senada disampaikan oleh Wahyuni *et al.* (2004); Tsitsisvii (1980), Blanchard (1984) dalam Las (2007), di mana zeolit mempunyai kemampuan dalam menyerap amonia sampai 99% melalui proses kimia dengan kemampuan tukar ionnya.

### Kualitas Air

Kualitas air yang optimal merupakan salah satu tujuan penggunaan sistem resirkulasi menggunakan kinerja media biofilter. Kemampuan media biofilter menjaga atau mempertahankan kualitas air yang tetap optimal bagi ikan merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. Hasil *output* dari sistem yang ada merupakan *input* bagi ikan yang akan dipelihara dalam sistem tersebut. Secara lengkap hasil pengukuran kualitas air pemeliharaan ikan di akhir percobaan menunjukkan perlakuan B dalam kategori kualitas air yang baik (kategori IV), sedangkan perlakuan lain masuk kualitas air sedang (kategori III). Pengelompokan kualitas air dilakukan dengan pengukuran metode Loren & Carter (1979) dalam Azwar (1984).

Selengkapnya kisaran dan kualitas air yang dihasilkan berdasar pengukuran kualitas air

kemudian dilakukan perhitungan berdasar metode Loren & Carter (1979) dalam Azwar (1984), setiap perlakuan selama percobaan disajikan pada Tabel 7.

Hingga akhir penelitian kualitas air perlakuan 75% zeolit + 25% bioball dan 50% zeolit + 50% bioball dapat mencapai kelas air yang dikategorikan kualitas baik (kelas IV). Perlakuan kontrol, zeolit 100%, bioball 100%, dan bioball 75% + zeolit 25% menghasilkan kualitas air sedang (kelas III). Menurut Las (2007), hasil percobaan oksidasi bahan organik menggunakan zeolit alam mampu mengikat amonia sebesar 99%. Sedangkan Kusnardi dalam Wahyuni *et al.* (2004), menyatakan zeolit berperan dalam pengontrol pH dan menyerap amonia, nitrit, nitrat, serta  $H_2S$ . Kualitas air yang diperoleh selama percobaan didukung oleh beberapa faktor yang saling berkaitan dalam menentukan kualitasnya. Salah satu faktor adalah kandungan oksigen terlarut, oksigen terlarut selama penelitian cukup tinggi dengan kisaran rata-rata (5,34-10,59) mg/L. Hal senada dikatakan Boyd (1988), bahwa kadar oksigen terlarut minimum untuk kehidupan biota air adalah 5 mg/L.

### Oksidasi Amonia

Efisiensi oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat menjadi tolak ukur keberhasilan bakteri *Nitrobakter* dan *Nitrosomonas* dalam mengoksidasi amonia. Menurut Mc Carty & Haug (1971), kemampuan oksidasi bakteri dipengaruhi oleh 6 faktor yaitu: keberadaan senyawa beracun (bakterisida) air, suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, dan luas permukaan untuk menempel bakteri. Hasil analisis sidik ragam terhadap oksidasi amonia antar perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). Perlakuan terbaik diperoleh perlakuan B, kinerja yang diperoleh memberikan efisiensi oksidasi amonia sebesar 95,03% sedangkan terendah diperoleh perlakuan F dengan nilai efisiensi sebesar 55,56%. Tingginya oksidasi amonia yang diperoleh perlakuan B didukung oleh parameter lingkungan berupa keasaman 7,0-8,3; suhu 26°C-30°C dan nilai oksigen terlarut 4,94 mg/L kemudian nilai BOD sebesar 5,65 mg/L. Sependapat dengan Gutierrez & Malone (2006), pada kondisi keasaman 6,5; oksigen terlarut sebesar 2 mg/L dan suhu 28°C dapat menghasilkan oksidasi bahan organik amonia sebesar 96%. Selanjutnya dikatakan Gloyna (1971) dalam Linda (1995), melaporkan bahwa

Tabel 7. Pengelompokan kelas kualitas air pada akhir penelitian  
 Table 7. The grouping class of water quality at the end of experiments

Perlakuan <i>Treatments</i>	Kelas air <i>The class of water</i>	Sifat kualitas air <i>The character of water quality</i>	Parameter ( <i>Parameters</i> )		
			O <sub>2</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (mg/L)
A	3	Sedang ( <i>Not bad</i> )	8.825	22.591	0.086
B	4	Baik ( <i>Good</i> )	8.119	3.53	0.098
C	4	Baik ( <i>Good</i> )	8.472	3.17	0.417
D	3	Sedang ( <i>Not bad</i> )	7.761	30.361	0.069
E	3	Sedang ( <i>Not bad</i> )	8.472	28.496	0.036
F	3	Sedang ( <i>Not bad</i> )	7.413	19.45	1.682

Keterangan (*Note*):

A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, dan F. serat kapas (*cotton fibers*)

proses penguraian bahan organik akan berjalan maksimal pada suhu 25°C-35°C. Bakteri nitrifikasi tumbuh optimum pada suhu 27°C-28°C (Yoshida, 1967 dalam Spotte, 1979).

Hasil pemanfaatan oksigen terlarut selama oksidasi tertinggi diperoleh perlakuan B sebesar 82,05% dan terendah 26,19%. Oksigen yang digunakan selama proses oksidasi menggambarkan jumlah bakteri yang bekerja, semakin banyak oksigen yang dimanfaatkan menunjukkan kinerja yang lebih tinggi. Hal ini didukung dengan jumlah koloni bakteri yang diperoleh perlakuan B dengan jumlah tertinggi sebesar  $8,6 \times 10^6$  cfu/mL sedangkan yang terendah diperoleh perlakuan F sebesar  $3,3 \times 10^6$  cfu/mL. Sedangkan perlakuan F mengindikasikan proses nitrifikasi terendah dengan konsumsi oksigen 26,19% (Tabel 8). Menurut Burford *et al.* (2003), konsumsi oksigen selama proses oksidasi bahan organik di bawah 20% mengindikasikan rendahnya proses nitrifikasi terhadap amonia menjadi nitrit dan nitrat. Rendahnya efisiensi amonia menunjukkan kinerja bakteri dalam mengoksidasi amonia dalam sistem yang ada rendah sehingga menghasilkan kualitas air yang kurang optimal. Hal ini didukung dengan hasil analisis koloni bakteri yang terdapat dalam filter menunjukkan bakteri diperlakukan F terendah.

Proses oksidasi yang terjadi tidak terlepas dari kinerja bakteri yang mempunyai peran dan fungsi yang berbeda. Salah satu bakteri yang diharapkan selama oksidasi amonia adalah *Nitrobacter* sp., organisme ini hidup pada

kisaran pH 6,5-8,5; hidup di habitat tanah, air tawar dan laut, Buchanan & Gibbons (1974) dalam Linda (1995). Genus *Nitrobacter* sp. sel berbentuk batang pendek, sering berbentuk baji dengan penutup polar dari *Cytomembrane*. Spotte (1979) menyatakan, oksidasi amonia dan nitrit terjadi pada kisaran keasaman 7,1-7,8 sedangkan proses nitrifikasi di air laut akan berhenti pada pH 5,5 dan genus *Nitrosomonas* sp., mempunyai ciri-ciri antara lain: sel berbentuk batang lurus dengan membran periperal, terdapat lamela berbentuk pita. Hasil identifikasi jenis bakteri, di setiap perlakuan ditemukan bakteri berbentuk basil yang masuk ke dalam jenis *Bacillus* sp. Bakteri ini merupakan gram positif dalam kelas bakteri hetrotropik, yaitu bersifat uniseluler, termasuk jenis organisme reducen atau yang biasa dikenal sebagai dekomposer (Rheinheimer, 1980). Menurut Kawai *et al.* dalam Spotte (1979), oksidasi amonia dan nitrit lebih efisien pada kondisi aerob, selama oksidasi bahan organik dan anorganik langsung dimanfaatkan oleh bakteri sehingga kondisi ini lebih menguntungkan dan efisien secara waktu sehingga proses perbaikan kualitas air akan selalu berjalan dengan optimal. Beberapa jenis bakteri ini menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks.

Selama pengamatan di dalam media biofilter banyak ditemukan bakteri yang masuk ke dalam gram negatif, hal ini senada yang dikatakan oleh Burford *et al.* (2003), bakteri gram negatif di dalamnya termasuk *Nitrobacter*

Tabel 8. Hasil pengukuran rata-rata efisiensi (%), panjang (cm), bobot badan (g), sintasan (%)  
 Table 8. The result of measurement of the average efficiency (%), length (cm), body weight (g), survival rate (%)

Parameter Parameters	Perlakuan ( Treatments )					
	A	B	C	D	E	F
Efisiensi amonia Ammonium efficiency (%)	92.03±0.30 <sup>a</sup>	95.03±0.31 <sup>ab</sup>	91.48±0.30 <sup>a</sup>	88.69±0.32 <sup>a</sup>	79.98±0.27 <sup>a</sup>	55.56±0.60 <sup>bc</sup>
Efisiensi oksigen Oxygen efficiency (%)	68.42±1.68 <sup>a</sup>	82.05±1.32 <sup>a</sup>	60.98±1.73 <sup>a</sup>	52.38±1.32 <sup>a</sup>	44.44±1.24 <sup>a</sup>	26.19±2.52 <sup>b</sup>
Bakteri 10 <sup>6</sup> Bacteria 10 <sup>6</sup> (cfu/mL)	3.60±0.20 <sup>b</sup>	8.6±1.91 <sup>a</sup>	3.7±0.24 <sup>b</sup>	4.4±2.22 <sup>b</sup>	4.9±0.43 <sup>b</sup>	3.3±0.76 <sup>bc</sup>
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	5.2-34.06 <sup>b</sup>	3.17-24.71 <sup>a</sup>	3.17-27.53 <sup>b</sup>	8.64-34.23 <sup>b</sup>	8.28-28.95 <sup>b</sup>	4.23-19.45 <sup>ab</sup>
LPH (%)	0.58±0.92 <sup>a</sup>	0.56±0.87 <sup>a</sup>	0.54±0.86 <sup>a</sup>	0.47±0.67 <sup>a</sup>	0.51±0.69 <sup>a</sup>	0.48±0.64 <sup>a</sup>
Bobot (Weight) (g)	2.42±0.65 <sup>a</sup>	2.35±0.67 <sup>a</sup>	2.22±0.59 <sup>a</sup>	1.57±0.61 <sup>a</sup>	1.85±0.58 <sup>a</sup>	1.25±0.42 <sup>a</sup>
Sintasan (Survival rate) (%)	85.42±11.2 <sup>b</sup>	96.67±5.9 <sup>ab</sup>	91.25±7.0 <sup>ab</sup>	100±0.00 <sup>ab</sup>	100±0.0 <sup>ab</sup>	82.10±8.7 <sup>b</sup>
FCR (%)	1.10±2.1 <sup>a</sup>	1.06±2.3 <sup>a</sup>	1.03±2.3 <sup>a</sup>	1.10±2.2 <sup>a</sup>	1.09±2.2 <sup>a</sup>	1.26±1.7 <sup>b</sup>

Keterangan (Note):

A. zeolit 100%, B. zeolit 75% + bioball 25%, C. zeolit 50% + bioball 50%, D. zeolit 25% + bioball 75%, E. bioball 100%, dan F. serat kapas (cotton fibers)

Nilai dalam baris yang diikuti dengan huruf yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)  
 The same alphabet on the same rows means significantly different (P<0.05)

sp. dan *Nitrosomonas* sp. merupakan bakteri hetrotrop yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Selanjutnya Spotte (1979) menyatakan bahwa nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonia secara biologis menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri *autrotof*. Bakteri yang berperan di dalamnya yaitu *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp., bakteri ini tidak dapat mengoksidasi substrat selain  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_2^-$  (Mc Carty & Haug, 1971). Menurut Burford *et al.* (2003), pertumbuhan optimum bakteri nitrifikasi memerlukan kadar 22% oksigen, konsumsi oksigen di bawah 20% mengindikasikan rendahnya proses nitrifikasi. Sehingga hasil pengamatan konsumsi oksigen perlakuan F mengindikasikan proses nitrifikasi terendah dengan konsumsi oksigen 26,19% (Tabel 8).

Selanjutnya dinyatakan, bahwa ion  $\text{H}^+$  yang dibebaskan selama proses nitrifikasi akan menurunkan pH air dan mengurangi keseimbangan karbonat. Bakteri nitrifikasi tumbuh optimum pada suhu 27°C-28°C Yosida (1967) dalam Spotte (1979), dan aktivitasnya menurun dengan naik atau turunnya salinitas. Sedangkan menurut Lyssenko & Wheaton (2006), kualitas air optimum yang menunjang kinerja biofilm secara optimal pada pH 6-9, total amonia 0,5-4,0 mg/L dan suhu 15°C-35°C.

Hasil pengukuran koloni bakteri selama percobaan menunjukkan kepadatan setiap kombinasi *filter* yang digunakan menghasilkan jumlah bakteri yang berbeda-beda. Analisis sidik ragam menunjukkan koloni bakteri perlakuan B berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hasil pengamatan terbaik diperoleh perlakuan B dengan kepadatan koloni bakteri sebesar  $(8,6 \pm 1,91) \times 10^6$ , hal ini menunjukkan adanya kerja bakteri yang lebih besar dibanding perlakuan lain. Kinerja bakteri ditandai dengan adanya penurunan kadar  $\text{BOD}_5$  sampai 3,17 mg/L dan amonia 0,0057 mg/L, dengan efisiensi oksidasi amonia sebesar  $95,03 \pm 0,31\%$ .

### Pertumbuhan Ikan

Hasil pengamatan dan pengukuran laju pertumbuhan harian (LPH), sintasan (KH), efisiensi pakan (FCR). Hasil pengukuran pertumbuhan ikan antar perlakuan tidak memberikan perbedaan yang nyata sedangkan untuk sintasan antar perlakuan terjadi perbedaan antar perlakuan. Perlakuan B memberikan pertumbuhan harian terbaik

dengan rata-rata  $0,56 \pm 0,87$  cm dengan sintasan 96,67%. Hal ini dapat dikaitkan dengan hasil perolehan perbaikan kualitas air menggunakan *filter* 75% zeolit + 25% bioball menghasilkan kualitas air dengan kategori baik. Menurut Loren & Carter dalam Azwar (1984), kualitas air yang baik didukung dengan ketersediaan oksigen terlarut 8,12 mg/L dengan nilai pemanfaatan oksigen sebesar 82,05% dan oksidasi amonia sebesar 95,03%. Selengkapannya nilai kualitas air hasil kinerja biofilter disajikan pada Tabel 8. Hasil ini memberikan *output* berupa kualitas air yang tetap terjaga sehingga menghasilkan pertumbuhan ikan red rainbow dengan hasil yang tinggi.

Menurut Effendie (2002), pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: kepadatan, ukuran makanan yang tersedia, kualitas air, umur, ukuran ikan, dan kematangan gonad. Pertumbuhan merupakan salah satu parameter untuk mengetahui perubahan ukuran ikan baik bobot, panjang, dan volume dalam perubahan waktu (Weatherley, 1972). Hasil yang diperoleh menunjukkan perbedaan pertumbuhan di masing-masing perlakuan dikarenakan adanya kompetisi kualitas air dan ruang gerak.

Makanan tambahan merupakan salah satu unsur terpenting dalam menunjang keberhasilan budidaya intensif, karena makanan alami tidak lagi mencukupi untuk pertumbuhan (Hickling, 1971). Pemberian pakan untuk setiap perlakuan dengan konversi pakan (FCR) terbesar di perlakuan F (1,25%), diikuti A dan D (1,1%) kemudian B, C, dan E sebesar 1,03% dan 1,09%. Konversi pakan (FCR) untuk perlakuan F menunjukkan makanan yang diberikan kurang efisien sehingga selama percobaan pertumbuhannya lambat (Tabel 8). Menurut Hickling (1971), makanan yang diberikan berfungsi untuk memelihara tubuh dan mengganti alat yang rusak, sedangkan kelebihannya digunakan untuk pertumbuhan. Kualitas air yang baik akan memberikan tempat yang nyaman bagi biota air terutama ikan sehingga proses metabolisme berjalan maksimal yang akan menghasilkan energi yang cukup untuk pemeliharaan dan kelebihannya diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi (Wedemeyer, 1996).

### KESIMPULAN DAN SARAN

Kombinasi media biofilter menggunakan kombinasi bahan zeolit 75% dan bioball 25%

mampu menghasilkan kualitas air terbaik dengan efisiensi oksidasi amonia sebesar 95,03%; dengan kualitas air kategori baik. Kualitas air yang baik akan menunjang proses metabolisme secara optimum sehingga menghasilkan pertumbuhan, sintasan ikan rainbow merah terbaik.

Pada penelitian ini tidak dikaji mengenai lama ketahanan *filter*, maka diperlukan penelitian lanjutan mengenai lamanya ketahanan *filter* dalam memperbaiki kualitas air.

#### DAFTAR ACUAN

- Azwar, Z.I. 1984. Peranan Sistem Biofilter dan Kapur dalam Proses Reklamasi air Bekas Pemeliharaan Ikan Mas. Fakultas Pascasarjana. IPB, Bogor, 67 hlm.
- Burford, M.A., Tompson, P.J., Mc Intosh, R.P., Bauman, R., & Pearson, D.C. 2003. Nutrient and Microbial Dynamics in High-Intensity, Zero-exchange Shrimp Ponds in Belize. *Aquaculture*, 219: 393-411.
- Boyd, C.E. 1988. Water Quality in Warm Water Fish Pond. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA, 359 pp.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta, 163 hlm.
- Gutierrez-Wing, M.T. & Malone, R.F. 2006. Biological filters in aquaculture: Trends and research directions of freshwater and marine applications. Department of Civil and Environmental Engineering, Louisiana State University, Baton Rouge, LA. USA, 34: 163-171.
- Hickling, C.F. 1971. Fish Culture. Faber and Faber London, 15 pp.
- Keiser, G.E. & Wheaton, F.W. 1983. Nitrification Filter For Aquatic Culture System: State of Art. *J. World Maricul. Soc.*, 14: 39-324.
- Kim, Sung-Koo, Kong, I., Lee, B.H., & Kang, L. 2000. Removal of Ammonium-N From Recirculation Aquaculture System Using an Immobilized Nitrifier. *Aquaculture Engineering*, 21: 139-150.
- Las, T. 2007. Potensi Zeolit untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta, 3 hlm.
- Linda. 1995. *Kajian Kinerja Bakteri Terhadap Air Limbah Organik di Waduk Setiabudi. Jakarta*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, IPB, 96 hlm.
- Lysenko, C. & Wheaton, F. 2006. Impact of Rapid Impulse Operating Disturbance on Ammonia Removal by Trickling and Submerged-Upflow Biofilter for Intensified Recirculating Aquaculture. *Aquaculture Engineering*, 35: 38-50.
- Masser, M.P., Rokocy, J., & Losordo, T.M. 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production System. Management of Recirculating System. SRAC Publication No. 452 USDA, 12 pp.
- Mc Carty, P.L. & Haug, R.T. 1971. Nitrogen Removal for Waste Water by Biological Nitrification. The Society for Applied Bacteriological Symposium Series No. 1. Academic Press, London.
- Muir, J.F. 1994. Water Reuse System in Aquaculture. *Infofish International*, 6: 40-48.
- Rheinheimer. 1980. Aquatic Microbiology, A. Willey Inter Science Publication Chichester, 225 pp.
- Sawyer, C.N. & Mc Carty, P. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. Mc Graw-Hill, 3<sup>rd</sup> Edition, United State of America.
- Spotte, S. 1979. Fish and Invertebrate Culture. Water Management in Closed System. Second edition. Jhon Willey and Sons, New York, 179 pp.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1991. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical approach. Seconded. Mc. Graw Hill International Book Company. Sydney, 633 pp.
- Soemantojo, R.W. 1998. Kapasitas Absorpsi Zeolit Alam dan H-Zeolit Terhadap Larutan Ammonia dalam Reaktor Batch Tunggal. Fakultas Teknik Kimia. UI. Depok, *J. Teknologi*, XII(1): 45-46.
- Tanjung, L.R. 1994. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kemampuan Inokulasi Bioesfer Sistem Aliran Tertutup. *Limnostek Perairan Daerah Tropis Indonesia*, VI(2): 16-19.
- Wahyuni, E., Mudasir, & Diah, N.L. 2004. Kajian Fotoreduksi Ion Cr (VI) Terkatalisis Oksidasi Zn (II) dalam Pengembangan Zeolit Alam. *J. Kimia Lingkungan*, 5(1): 21-24.
- Wedemeyer, G.A. 1996. Physiology of fish in intensive culture system. Chapman and Hall. Printed in the United States of America, 232 pp.
- Weatherley, A.H. 1972. Growth and Ecology of Fish Population, Academic Press. New York, 158 pp.