



**PENGARUH KEPADATAN YANG BERBEDA TERHADAP KELULUSHIDUPAN
DAN PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) PADA
SISTEM RESIRKULASI DENGAN FILTER ARANG**

*Influence of Different Density Towards Survival Rate and Growth of Tilapia
(Oreochromis niloticus) by using Charcoal Filter Recirculation System*

Arif Nugroho, Endang Arini*, Tita Elfitasari

Program Studi Budidaya Perikanan
Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto Tembalang-Semarang, Email: arifenug@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan nila merupakan komoditas ikan air tawar ekonomis. Ikan nila relatif mudah dibudidayakan dan memiliki beberapa keunggulan antara lain laju pertumbuhannya cepat, toleransi tinggi terhadap lingkungan, dan tahan terhadap penyakit. Budidaya perikanan intensif yang menggunakan padat penebaran dan dosis pakan yang terlalu tinggi, berakibat pada menurunnya pertumbuhan dan kelulushidupan serta kualitas air budidaya. Salah satu upaya untuk menanggulangi masalah tersebut yaitu pengelolaan lingkungan budidaya melalui sistem resirkulasi dengan filter arang. Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan yang berbeda dengan menggunakan filter arang dalam sistem resirkulasi terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari pengamatan, dimulai dari bulan Juli sampai dengan Oktober 2012 di Laboratorium Budidaya Perairan, Universitas Diponegoro, Semarang. Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berukuran 4–6 cm. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan masing – masing 3 kali ulangan. Perbedaan padat penebaran pada setiap perlakuan A, B, dan C masing- masing adalah 10, 15, dan 20 ekor/10 liter yang dipelihara dalam sistem resirkulasi dengan menggunakan filter arang. Ikan diberi pakan secara *at satiation* pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat penebaran tidak berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap kelangsungan hidup, namun berpengaruh terhadap ($P > 0,05$) pertumbuhan. Penggunaan arang sebagai filter sangat efektif, ditandai dengan rendahnya konsentrasi ammonia sampai dengan kepadatan 20 ekor/liter selama pemeliharaan 40 hari.

Kata kunci: Ikan nila, padat penebaran, kelulushidupan, sistem resirkulasi

ABSTRACT

*Tilapia fish is a commodity freshwater economical. Tilapia relatively easily domesticated and have some lead among the rapid growth, high tolerance for the environment, and resistant to diseases. Fishery cultivation intensive use and dosage dense the weft of which is too high, impacts to decreasing growth and survival rate as well as the water quality. One of the efforts to overcome the problem is with the improvement of the agricultural system through by using charcoal filter in recirculation system. The study was conducted to determine the effect of different densities by using a charcoal filter in the recirculation system on the growth and survival rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*). This study was conducted during 40 days of observation, starting from July to October 2012 at the Laboratory of Aquaculture, Diponegoro University, Semarang. Fish sample used is tilapia seed (*Oreochromis niloticus*) with average size 4-6 cm. Methods used in this research is completely randomized design (CRD) with 3 treatment and 3 replication. Different dense stocking on every treatment A, B and C, are respectively 10, 15, and 20 tilapia/10 liters which are observed in the recirculation system using charcoal filter. The trial diets given with 'at satiation' methode 08.00, 12.00, and 16.00 WIB. The result showed density does not affect ($P < 0,05$) survival, but influence ($P > 0,05$) growth. The used of charcoal filter as a very effective, showed by the low concentration of ammonia in the density 20 tilapia/10 liters until 40 days of observation.*

Keywords: Tilapia, density, survival rate, recirculation systems

*Correspondence authors: endang_arini@yahoo.com



PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis dan merupakan komoditas penting dalam bisnis ikan air tawar. Hal ini dikarenakan ikan nila memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, yaitu mudah berkembangbiak, pertumbuhan cepat, dan mudah tumbuh dalam sistem budidaya intensif (Wardoyo, 2007).

Kepadatan merupakan hal yang penting dalam usaha penampungan dan pendederan karena akan mempengaruhi oksigen terlarut dan ammonia. Kepadatan yang tinggi maka oksigen terlarut akan berkurang, sebaliknya ammonia akan semakin bertambah akibat buangan metabolisme ikan dan juga sisa pakan. Kondisi tersebut merupakan tekanan lingkungan yang dapat menyebabkan kenyamanan ikan menjadi terganggu. Pertumbuhan akan terhambat karena energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dipakai ikan untuk mempertahankan dirinya dari tekanan lingkungan. (Kristanto dan Kusri, 2007).

Peningkatan padat penebaran akan mengganggu proses fisiologi dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang pada akhirnya dapat menurunkan kondisi kesehatan dan fisiologis ikan. Akibat lanjut dari proses tersebut adalah penurunan pemanfaatan makanan, pertumbuhan dan kelulushidupan hidup mengalami penurunan. (Pagans *et al.*, 2005).

Budidaya ikan dengan sistem resirkulasi memiliki lingkungan yang terkontrol dan dapat menjaga kestabilan kualitas air sehingga dapat diandalkan untuk memelihara ikan dengan kepadatan tinggi. Keunggulan dari sistem ini adalah hemat air dan lahan. Berdasarkan kriteria tersebut sistem resirkulasi ini sangat cocok untuk diaplikasikan di daerah perkotaan. Hal ini didukung dengan mudahnya akses pemasaran dengan pangsa pasar yang jelas yaitu masyarakat kota. Pemanfaatan sistem resirkulasi ini dapat menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan ikan. Hal tersebut dapat menghasilkan tingkat produktivitas yang tinggi dalam waktu budidaya yang singkat dengan tingkat mortalitas yang rendah dan tingkat kelulusan hidup yang tinggi (Budiardi *et al.*, 2008; Kelabora dan Sabariah, 2010).

Salah satu cara untuk menghemat air adalah melalui proses daur ulang (resirkulasi) air media dengan memanfaatkan filter. Salah satunya yaitu dengan menggunakan filter arang. Prinsip resirkulasi yaitu memperbaiki kualitas air, seperti menurunkan konsentrasi Ammonia,

menyaring partikel-partikel yang mengganggu kehidupan kultivan, dan mengontrol perkembangan penyakit Efektifitas dari sistem resirkulasi bisa dianalisa dengan mengamati kualitas air yang dihasilkan dan berapa lama diperlukan penggantian air untuk sistem tersebut. Semakin lama kualitas air yang dapat dipertahankan untuk keperluan budidaya, maka semakin baik sistem resirkulasi tersebut, khususnya pada sistem filterasinya (Ardiansyah, 2004; Putra dan Pamungkas, 2011).

Arang merupakan padatan berpori yang mengandung 85 – 95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Untuk membuat arang, dapat dilakukan dengan membakar bahan arang pada tempat yang tertutup rapat, sehingga hanya terjadi proses karbonisasi. Arang selain dapat digunakan sebagai bahan bakar, juga menjadi alternatif absorben. Limbah arang secara fisika memiliki permukaan yang lebih luas dibanding materi lain (PPLH, 2007).

Penelitian tentang pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada system resirkulasi dengan filter arang perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kepadatan optimal benih ikan nila yang dipelihara pada sistem resirkulasi dengan filter arang perlu dikaji lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai bulan Oktober 2012 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diperoleh dari budidaya BBI Siwarak, Ungaran ukuran 4-6 cm (pendederan I) dengan kepadatan 1 ekor/liter (SNI : 01- 6141 – 1999).

Pakan

Ikan diberi pakan secara *at satiation* pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB. Sebelum penelitian dimulai, ikan uji diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu yaitu adaptasi terhadap pakan dan lingkungan.

Arang

Arang kayu yang digunakan sebagai filter adalah arang kayu yang dijual dipasaran umum berbentuk bongkahan kecil dengan diameter 1-3 cm.



Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Penempatan tempat uji dilakukan secara acak. Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan A : Padat tebar 10 ekor/10 liter pada sistem resirkulasi dengan 4 liter filter arang;
2. Perlakuan B : Padat tebar 15 ekor/10 liter pada sistem resirkulasi dengan 4 liter filter arang;
3. Perlakuan C : Padat tebar 20 ekor/10 liter pada sistem resirkulasi dengan 4 liter filter arang;

Tahap Persiapan

Penelitian ini menggunakan 3 unit sistem resirkulasi. Tiap unit terdiri dari 3 wadah pemeliharaan, 1 wadah filter dan 1 bak tandon. Wadah pemeliharaan ikan menggunakan ember dengan volume 18 liter. Wadah filter menggunakan ember dengan volume 25 liter yang kemudian diisi arang dengan volume 4 liter. Sedangkan untuk tandon menggunakan ember dengan volume 30 liter.

Stabilisasi Sistem

Tahap awal yang dilakukan yaitu tahap stabilisasi sistem yang dilakukan selama satu minggu. Tahap ini bertujuan untuk menstabilkan kualitas air dan menumbuhkan bakteri nitrifikasi pada filter serta kesiapan masing-masing komponen yang terdapat dalam sistem resirkulasi tersebut.

Tahap Utama

Selama pemeliharaan berlangsung dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter yang meliputi data pertumbuhan biomassa mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), kelulushidupan (SR), konsentrasi ammonia (NH_3) serta parameter penunjang yaitu kualitas air (suhu, DO dan pH).

a) Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan ikan uji adalah membandingkan jumlah ikan uji yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah ikan uji yang ditebar pada awal penelitian (Zonneveld *et al.*, 1991). $SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$

Dimana :

SR = Tingkat Kelulushidupan (%)

No = Jumlah kultivan pada awal penelitian

Nt = Jumlah kultivan pada akhir penelitian

b) Laju pertumbuhan spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan biomassa spesifik merupakan % dari selisih berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan (Zonneveld *et al.*, 1991).

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100 \%$$

Dimana :

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

Wt = Berat tubuh akhir (g)

Wo = Berat tubuh awal (g)

t = waktu pemeliharaan (hari)

c). Kualitas Air

Pengukuran kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH, menggunakan *Water Quality Checker*. sedangkan pengukuran ammonia menggunakan Ammonia test kit.

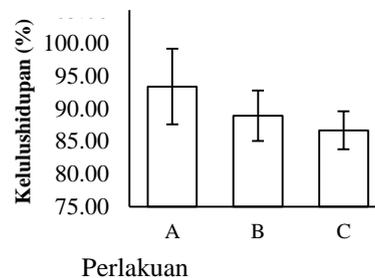
Analisis Data

Untuk mengevaluasi pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter arang dilakukan uji normalitas, homogenitas, aditifitas. analisa ragam (ANOVA) dan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Sedangkan untuk mengetahui efektivitas filter dan kualitas air dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelulushidupan

Berdasarkan hasil pengamatan rata-rata kelulushidupan (%) ikan nila pada masing-masing perlakuan yang dipelihara dengan tingkat kepadatan 10, 15, dan 20 ekor/10 liter berturut-turut adalah $(93,33 \pm 5,77\%)$, $(88,88 \pm 3,84\%)$, dan $(86,66 \pm 2,88\%)$ tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram kelulushidupan

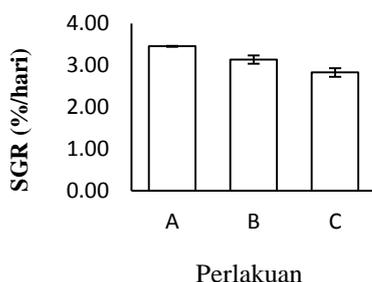
Ikan nila yang dipelihara selama 40 hari tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa



perlakuan yang diujikan berupa padat penebaran pada sistem resirkulasi dengan filter arang tidak memberikan pengaruh terhadap kelulushidupan ikan nila.

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Berdasarkan hasil pengamatan rata-rata laju pertumbuhan spesifik (SGR) yang diperoleh pada setiap tingkat kepadatan 10, 15, dan 20 ekor/10 liter berturut-turut adalah $(3,45 \pm 0,01\%)$, $(3,13 \pm 0,10\%)$, dan $(2,82 \pm 0,10\%)$. tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik

Ikan nila yang dipelihara selama 40 hari menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diujikan berupa padat penebaran pada sistem resirkulasi dengan filter arang memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan nila.

Efektivitas Filter

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 40 hari, nilai konsentrasi ammonia untuk masing-masing perlakuan nila pada setiap perlakuan A, B dan C dengan tingkat kepadatan 10, 15, dan 20 ekor/10 liter nilainya mendekati 0 (tidak terdeteksi). Begitu juga pada bak tandon 1, 2 dan 3 yang pengukurannya hanya dilakukan pada awal dan akhir penelitian hasilnya juga mendekati 0 (tidak terdeteksi). Menurut (SNI 7550: 2009). bahwa konsentrasi ammonia dalam media budidaya ikan nila harus lebih rendah dari 0,02 mg/L.

Kualitas Air

Parameter	Hasil pengukuran	Sumber Pustaka
Suhu	25 – 27 °C	25 – 32 ^a
pH	8,0 – 8,6	6,5 – 9 ^b
DO (mg/L)	3,2 – 3,8	≥3 ^a

Keterangan: ^a)SNI : 01- 6141 – 1999
^b)Arie, 1998

PEMBAHASAN

Kelulushidupan

Tingkat kelangsungan hidup merupakan salah satu parameter utama yang menunjukkan keberhasilan dalam pemeliharaan suatu organisme akuatik. Kelulushidupan yang diperoleh pada setiap perlakuan A, B dan C dengan tingkat kepadatan 10 ekor, 15 ekor, dan 20 ekor/10 liter berturut-turut adalah $(93,33 \pm 5,77)$, $(88,88 \pm 3,84)$ dan $(86,66 \pm 2,88)$. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa padat penebaran 10 ekor, 15 ekor dan 20 ekor/liter tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kelangsungan hidup ikan pada sistem resirkulasi dengan filter arang. Nilai kelulushidupan turun antar perlakuan A, B dan C seiring dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Hal ini memperlihatkan bahwa makin tinggi tingkat kepadatan mortalitas ikan juga besar. Penyebab mortalitas diduga akibat berdesak-desakkan ikan terutama saat berebut makanan. Namun secara keseluruhan kelulushidupan ikan nila pada percobaan ini masih cukup tinggi, karena masih di atas 80% (SNI 7550: 2009). Hal ini berarti padat penebaran yang diaplikasikan masih dalam batas ambang ikan untuk hidup.

Rendahnya konsentrasi ammonia hingga pada kepadatan 20 ekor/liter memberikan kondisi kualitas air menjadi layak, sehingga baik kepadatan 10, 15 sampai 20 ekor/liter tidak menjadi pengaruh nyata. Menurut (Effendi *et al*, 2006) mengatakan bahwa kualitas air yang baik akan mempengaruhi (kelulushidupan) ikan serta pertumbuhan ikan. Sedangkan kematian yang terjadi pada saat pemeliharaan dikarenakan oleh faktor ruang gerak yang semakin sempit sehingga memberikan tekanan terhadap ikan. Dampak dari stres mengakibatkan daya tahan tubuh ikan menurun bahkan terjadi kematian.

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan ikan nila yang dibudidayakan tergantung dari perubahan fisika dan kimia perairan dan interaksinya. Berdasarkan hasil analisis ragam pada menunjukkan bahwa kepadatan benih ikan nila yang berbeda yang dipelihara pada wadah sistem resirkulasi dengan menggunakan filter arang berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pertumbuhan biomassa mutlak benih ikan nila. Nilai penambahan biomassa antar perlakuan A, B dan C tersebut menurun diduga karena



dengan meningkatnya kepadatan. Hal ini mendukung pernyataan Dewantoro *et al.*, (1998) dan Hari dan Kusri (2007), bahwa ikan yang dipelihara dengan kepadatan rendah mempunyai laju pertumbuhan yang baik dibandingkan ikan yang dipelihara dengan kepadatan tinggi. Ini berarti bahwa semakin tinggi kepadatan benih nila maka semakin rendah nilai pertambahan biomassa benih ikan nila tersebut.

Nilai laju pertumbuhan spesifik (SGR) tersebut menurun diduga karena dengan meningkatnya kepadatan. Menurut Herawati dan Suantika (2007), peningkatan laju pertumbuhan berkaitan dengan makin meningkatnya berat rata-rata benih nila dan kualitas air. Semakin tinggi berat rata-rata benih nila, maka semakin tinggi pula laju pertumbuhannya. Sedangkan menurut Kristanto dan Kusri (2007), penurunan laju pertumbuhan bobot spesifik diakibatkan adanya pengalihan energi. Secara umum energi dari pakan yang dikonsumsi akan digunakan untuk energi pemeliharaan (*maintenance*) dan sisanya digunakan untuk energi pertumbuhan. Stres yang muncul akibat dari padat penebaran yang semakin tinggi akan meningkatkan energi pemeliharaan. Dengan demikian hal tersebut akan mengurangi energi yang seharusnya untuk pertumbuhan.

Efektifitas Filter

Secara umum terdapat dua komponen utama pada sistem resirkulasi yaitu wadah budidaya dan filter. Filter merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyaring material yang tidak dikehendaki seperti ammonia, residu organik, padatan dan bahan kimia lain yang tidak diinginkan. Hasil penelitian pada menunjukkan bahwa konsentrasi ammonia pada masing-masing perlakuan A (10 ekor), B (15 ekor), dan C (20 ekor) nilainya sama yaitu 0 (tidak terdeteksi). Telah diketahui bahwa meningkatnya kepadatan yang secara tidak langsung berkaitan dengan makin meningkatnya buangan metabolit dan sisa pakan didalam sistem budidaya. Dekomposisi metabolit dan sisa pakan yang meningkat akan meningkatkan konsentrasi ammonia didalam sistem sehingga mendorong meningkatnya laju oksidasi ammonia (Spotte 1979 dalam Sidik *et al.*, 2002). Akan tetapi pada penelitian ini konsentrasi ammonia pada masing-masing perlakuan benih ikan nila yang dipelihara selama 40 hari tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini diduga karena arang yang digunakan sebagai filter memiliki pori-pori yang halus

sehingga dapat menjebak molekul-molekul polutan air, hal ini menjadikan air bersih dan bebas dari zat kimia berbahaya seperti ammonia (PPLH, 2007). Menurut Pagans *et al.*, (2005), penggunaan biofilter mampu menghilangkan ammonia sekitar 95-98%, baik menggunakan material organik dan anorganik.

Tidak terdeteksinya ammonia melalui pengukuran *Ammonia Test Kit* menyebabkan nilai konsentrasi ammonia rendah sekali. Menurut (SNI 7550: 2009). bahwa konsentrasi ammonia dalam media budidaya ikan nila harus lebih rendah dari 0,02 mg/L. Menurut Spotte (1979) dalam Sidik *et al.*, (2002), di dalam sistem resirkulasi filter berfungsi sebagai mekanis untuk menjernihkan air dan berfungsi biologis untuk menetralkan senyawa ammonia yang toksik menjadi senyawa nitrat. Berhasil tidaknya budidaya ikan di dalam sistem resirkulasi tertutup sangat ditentukan oleh baik tidaknya fungsi nitrifikasi di dalam sistem tersebut. Berdasarkan data tersebut arang sangat efektif untuk kondisi air resirkulasi hingga kepadatan 20 ekor/liter sampai pemeliharaan 40 hari.

Kualitas air

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, dan ammonia (Schmittou *et al.*, 2004 dalam Irliyandi 2008).

Kisaran suhu selama penelitian antara 25 – 27°C. Suhu optimal untuk ikan nila antara 24 – 32°C, maka suhu selama penelitian dapat dikatakan optimum. Pertumbuhan ikan nila biasanya akan terganggu apabila suhu habitatnya lebih rendah dari 14° atau pada suhu tinggi 38°C. Ikan nila akan mengalami kematian pada suhu 6°C atau 42°C (Khairuman dan Amri, 2011).

Kisaran pH selama penelitian adalah 8,0 – 8,6. Keasaman (pH) yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan stress, mudah terserang penyakit, produktivitas dan pertumbuhan rendah. Ikan nila dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 6.5-9 (Arie, 1998). Berdasarkan nilai kisaran pH selama penelitian dapat dikatakan optimum untuk pemeliharaan benih nila.



Kandungan oksigen terlarut selama penelitian adalah berkisar 3,2-3,8 mg/L, maka dapat dikatakan bahwa nilai kandungan oksigen terlarut dapat dikatakan cukup layak untuk pemeliharaan karena benih nila. Menurut (BSN 7550: 2009), bahwa kandungan oksigen terlarut dalam media budidaya ikan nila harus lebih tinggi dari 3,0 mg/L.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah:

1. Padat penebaran berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan, namun tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap kelangsungan hidup.
2. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan A dengan kepadatan 10 ekor/10 liter.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, disarankan untuk meningkatkan jumlah kepadatan lebih dari 20 ekor/10 liter untuk ikan nila pada sistem resirkulasi dengan menggunakan filter arang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2004. Pemodelan Sistem Filtrasi Terkendali Pada Sistem Resirkulasi Pembenuhan Ikan [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institute Pertanian Bogor, Bogor, 91 hlm
- Arie, U. 1998. Pembenuhan dan Pembesaran Nila Gift. Penebar Swadaya, Jakarta. 128 hlm.
- BSN (Badan Standar Nasional). 2009. Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker). Kelas Benih Sebar. BSN (Badan Standar Nasional). SNI 7550:2009. 12 hlm.
- _____. (Badan Standar Nasional). 2009. Produksi Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker). BSN

(Badan Standar Nasional). SNI : 01-6141 – 1999. 13 hlm.

- Budiardi, T., M.A., Solehudin dan D. Wahjuningrum. 2008. Produksi Ikan Neon Tetra (paracheirodon innesi) Ukuran M dengan Padat Tebar 25, 50, 75 dan 100 ekor/liter dalam Sistem Resirkulasi. Jurnal Akuakultur Indonesia, 7(1): 19-24.

- Cristensen, F. and D. Pauly. 1998. Changes In Models Of Aquatic Ecosystem Approaching Carrying Capacity. Ecological Applications, 8(1): S104-S109.

- Effendi, I., H.J. Bugri, dan Widanarni. 2006. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami *Osphronemus gouramy* Lac. Ukuran 2 Cm, Jurnal Akuakultur Indonesia, 5(2): 127-135.

- Hari, A.K. dan E. Kusri. 2007. Peranan Faktor dalam Pemuliaan Ikan. Media Akuakultur, 2:183-188.

- Herawati dan G. Suantika. 2007. Penggunaan Sistem Resirkulasi Dalam Pendederan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) DisSainTek, 1(1):1-14.

- Huwoyono, G.H dan I.I. Kusmini. 2010. Pertumbuhan Ikan Tengadak Albino dan Hitam dalam Kolam. Seminar Nasional Ikan VI dan Kongres Masyarakat Ikhtologi Indonesia III. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Cibinong. 12 hlm.

- Irliyandi, F. 2008. Pengaruh Padat Penebaran 60, 75 Dan 90 Ekor/Liter Terhadap Produksi Ikan Patin *Pangasius hypophthalmus* Ukuran 1 Inchi Up (3 Cm) Dalam Sistem Resirkulasi. [Skripsi]. Program Studi Teknologi Dan Manajemen Akuakultur Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor, 64 hlm.

- Kelabora, D.M. dan Sabariah. 2010 Tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan bawal air tawar (*Collosoma* sp.) dengan laju debit air berbeda pada sistem resirkulasi. Jurnal Akuakultur Indonesia 9 (1), 56–60.

- Khairuman dan K. Amri. 2011. 2,5 Bulan Panen Ikan Nila. Agromedia Pustaka. Jakarta.



- Kristanto, A.H dan Kusrini, E. 2007. Peranan Faktor dalam Pemuliaan Ikan. *Media Akuakultur*, 2:183-188.
- Pagans, E., Front, X., and Sanchez, A. 2005. Biofiltration for ammonia removal from composting exhaust gases. *Chemical Engineering Journal* 113: 105–110.
- PPLH (Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup). 2007. Kegunaan Arang. Seloleman, Trawas, Mojokerto. 49 hlm.
- Putra, I dan Pamukas, N.A. 2011. Pemeliharaan Ikan Selais (Ompok sp) Dengan Resirkulasi, Sistem Aquaponik. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 16 (1): 125-131.
- Sidik, A.S., Sarwono dan Agustina. 2002. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Laju Nitrifikasi Dalam Budidaya Ikan Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1(2): 47-51.
- Wardoyo, E.W. 2007. Ternyata Ikan Nila, *Oreochromis niloticus* mempunyai Potensi Yang Besar Untuk Dikembangkan. *Media Akuakultur*, Balai Riset Perikanan BUdidaya Air Tawar, Bogor, 2(1): 147:150.
- Zonneveld, N., Huisman E. A, dan Boon, J. H. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 318 hlm.