

Sistem Akuaponik Dapat Meningkatkan Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

(AQUAPONIC SYSTEMS COULD INCREASE THE GROWTH AND SURVIVAL OF COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*))

Asni*, Rahim, Marwayanti

Program Studi Ilmu Perikanan
Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan
Universitas Sembilanbelas November Kolaka (USN)
Jl. Pemuda, Tahoa, Kolaka, Kabupaten Kolaka,
Sulawesi Tenggara, Indonesia 93561
*E-mail: asni.kariman@gmail.com

ABSTRAK

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) adalah salah satu produk perikanan air tawar yang unggul di subsektor perikanan. Namun, sampai sekarang produksi budidaya ikan mas masih dilakukan secara konvensional yang memungkinkan tingkat kematian ikan cukup tinggi. Salah satu cara untuk mengatasi angka kematian dengan melakukan pemeliharaan sistem akuaponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem akuaponik dan konvensional terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan mas. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri dari dua perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan A (sistem akuaponik) dan perlakuan B (sistem konvensional). Analisis data yang digunakan adalah uji-t. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan mas sebanyak 168 ekor berukuran panjang 10 cm. Parameter yang diamati adalah parameter biologis, meliputi; pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan, sedangkan parameter kualitas air meliputi amonium, nitrit, nitrat, pH, oksigen terlarut. Hasil penelitian pada kedua perlakuan menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak rata-rata adalah perlakuan A (6,87 g) dan perlakuan B (5,73 g), laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan A (3,31 g) dan perlakuan B (2,24 g).), rasio konversi pakan perlakuan A (4,24) dan perlakuan B (5,58), kelangsungan hidup perlakuan A (64,28%) dan perlakuan B (52,38%). Analisis statistika uji-t pada kedua perlakuan menunjukkan bahwa kinerja sistem akuaponik dan sistem konvensional memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup ikan mas, dan kualitas air. Dapat disimpulkan bahwa budidaya ikan mas dengan sistem akuaponik menunjukkan tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup serta kualitas air yang lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional.

Kata-kata kunci: ikan mas; pertumbuhan dan kelangsungan hidup; sistem akuaponik; sistem konvensional

ABSTRACT

Carp (*Cyprinus carpio*) is one of the superior freshwater aquaculture products in the fisheries subsector. However, until now the production of carp cultivation is still carried out in a conventional manner which allows a high mortality rate of the fish. One way to overcome the high death rate of the fish are by maintaining an aquaponics system. This study aims to determine the effect of aquaponic and conventional system on the growth and survival rates of carp. This study used a completely randomized design consisting of two treatments and three replications. Treatment A (aquaponic system) and Treatment B (conventional system). Analysis of the data used is the t-test. The test fish used in this study were 168 carp seeds measuring 10 cm long in size. Parameters observed were biological parameters, including; absolute growth, specific growth rate, survival, and feed conversion ratio, while water quality parameters include ammonium, nitrite, nitrate, pH, dissolved oxygen. The results of the study on both treatments showed that the average absolute growth of treatment was (6.20 g) and treatment B (5.73 g), specific growth in treatment A (3.31 g) and treatment B (2.24 g).), feed conversion ratio of treatment A (4.24) and treatment B (5.58), the survival of treatment A (64.28%) and treatment B (52.38%). Statistical analysis of t-test on both treatments

showed that the performance of aquaponic systems and conventional systems had a significant effect on absolute growth, specific growth rates, the survival of carp, and water quality. So it can be concluded that carp cultivation with the aquaponic system shows a better rate of growth and survival and water quality compared to the conventional system.

Keywords: carp; growth and survival; aquaponic systems; conventional systems

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang saat ini menjadi primadona disub sektor perikanan. Ikan ini di pasaran memiliki nilai ekonomis tinggi dan jumlah permintaan yang besar terutama untuk beberapa pasar lokal di Indonesia. Namun sampai saat ini produksi ikan mas masih didominasi dari hasil budidaya secara konvensional, dimana sistem konvensional dapat mengurangi kontrol kualitas air, dan memungkinkan tingkat kematian ikan yang cukup tinggi. Tidak hanya itu, sisa pakan tambahan dan buatan juga dapat menurunkan kualitas media budidaya, terutama meningkatnya kandungan amoniak yang bersifat toksik dan bahkan bisa mematikan ikan. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan cara pemeliharaan sistem aquaponik

Akuaponik merupakan salah satu cara mengurangi pencemaran air yang dihasilkan oleh budidaya ikan dan juga menjadi salah satu alternatif mengurangi jumlah pemakaian air yang dipakai oleh sistem budidaya. Teknologi akuaponik merupakan teknologi terapan hemat lahan yang dapat diterapkan dalam rangka pemecahan keterbatasan air dalam budidaya ikan (Putra *et al.*, 2013). Selain itu juga meningkatkan efisiensi usaha melalui pemanfaatan hara dari sisa pakan dan metabolisme ikan untuk tanaman air serta merupakan salah satu sistem budidaya ikan ramah lingkungan (Zidni *et al.*, 2013). Selanjutnya Azhary *et al.* (2018) menyatakan bahwa sistem akuaponik mampu dan efektif mereduksi senyawa ammonia dan mengkonversinya menjadi nitrat dibandingkan dengan sistem konvensional. Ditambahkan oleh Dauhan *et al.*, (2014); Effendi *et al.*, (2015); Putra *et al.*, (2011), bahwa sistem akuaponik dapat meningkatkan secara signifikan laju konversi ammonia menjadi nitrat. Selanjutnya konversi ammonia menjadi nitrat juga dipengaruhi oleh kelarutan oksigen.

Interaksi antara ikan dan tanaman pada sistem akuaponik menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih produktif daripada metode

konvensional. Sistem ini juga dapat menghasilkan ikan dan tanaman organik yang berkualitas tinggi, tanpa penggunaan pupuk buatan, pestisida maupun herbisida serta menghasilkan ikan dengan produksi yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Azhari *et al.* (2018¹) bahwa ikan yang dibudidayakan menggunakan sistem akuaponik mampu mengkonversi pakan menjadi biomassa tubuh lebih baik dibandingkan dengan kolam konvensional. Karena di dalam kolam sistem konvensional, tidak ada pergantian air selama pemeliharaan ikan nila sehingga terjadi akumulasi amonia dalam kolam yang mengakibatkan ikan mengalami stress.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diduga adanya perbedaan antara sistem pemeliharaan akuaponik dan konvensional pada pemeliharaan ikan mas. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang budidaya ikan mas menggunakan sistem akuaponik dan konvensional terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan mas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2017, bertempat di Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kabupaten Kolaka, Propinsi Sulawesi Tenggara.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua perlakuan dengan tiga ulangan, total unit perlakuan yaitu 9 unit dengan masing-masing unit terdiri dari 28 ekor ikan mas. Perlakuan A yaitu Penggunaan sistem akuaponik metode media terpisah dan Perlakuan B yaitu Budidaya sistem konvensional.

Wadah Pemeliharaan. Instalasi akuaponik pada budidaya ikan mas yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: Wadah pemeliharaan ikan yang digunakan berupa drum plastik berwarna biru berukuran yang terdiri atas tiga tangki dengan volume air sebanyak 150 liter, yang masing-masing dialiri pipa PVC dan dilengkapi dengan aerator setiap

kolam sebagai suplai oksigen. Media tanaman berupa pipa 3 inci yang telah dilubangi dengan jarak 10cm. Kemudian setiap lubang pada pipa dimasukkan gelas aqua sebagai media tanamannya dan diisi kerikil sebagai substrat tumbuh tanaman sawi.

Instalasi sistem konvensional pada budidaya ikan mas yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

Wadah konvensional terdiri dari 3 drum berwarna biru sebagai media budidaya dengan volume air 150 liter, pergantian air dilakukan satu kali seminggu dan setiap kolam dilengkapi dengan aerator sebagai suplai oksigen.

Persiapan Hewan Uji. Hewan uji yang digunakan adalah ikan mas berukuran sekitar 10 cm/ekor. Ikan ditebar dengan kepadatan 28 ekor/tangki. Ikan tersebut diaklimatisasikan terlebih dahulu selama 24 jam sebelum ditebar kolam pemeliharaan.

Persiapan Tanaman. Tanaman yang digunakan adalah sawi (*Brassica juncea*) sawi disemai terlebih dahulu selama satu minggu sebelum ditanam dalam sistem akuaponik. Setelah berukuran 7-10 cm, sawi ditanam di wadah tanaman dengan jarak tanam 10 cm. Digunakan batu kerikil dan pasir sebagai substrat tumbuh tanaman sawi.

Pemeliharaan dan Pemberian Pakan Ikan. Pemeliharaan ikan mas dilakukan selama 42 hari dengan pemberian pakan dua kali sehari pada pukul 06.30 WITA dan 17.00 WITA, pakan ikan mas dapat diberikan dengan pelet yang berkandungan protein 28%. Pemberian pakan dilakukan sebanyak 5-10 % dari berat biomassa.

Parameter Penelitian

Parameter Biologi (Pertumbuhan Mutlak). Pertumbuhan mutlak ditetapkan berdasarkan hasil pertambahan biomassa ikan mas uji untuk masing-masing bak penelitian. Perhitungan biomassa mutlak sesuai dengan rumus dari Effendi (1997) yaitu: $W = W_t - W_o$. Dalam hal ini, W = Pertumbuhan mutlak ikan mas uji (g); W_t = Berat ikan mas uji pada akhir penelitian (g); W_o = Berat ikan mas uji pada awal penelitian (g)

Parameter Biologi (Laju Pertumbuhan Spesifik). Menurut Zonneveld *et al.* (1991), laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) ikan dihitung dengan menggunakan rumus: $[(SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{T} \times 100\%)] \times 100\%$. Dalam hal ini, SGR = Laju pertumbuhan Spesifik (% bobot per hari); W_o = Berat

ikan pada awal pemeliharaan (g); W_t = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g); T = Lama pemeliharaan (hari).

Parameter Biologi (Tingkat Kelangsungan Hidup). Tingkat kelangsungan hidup/*Survival Rate* (SR) adalah perbandingan jumlah individu yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah awal. Menurut Effendie (1997), *Survival Rate* (SR) merupakan prosentase kelulushidupan ikan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: $SR = (N_t \times N_o^{-1}) \times 100\%$. Dalam hal ini, SR = Tingkat kelulushidupan ikan (%); N_o = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor); N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor).

Parameter Biologi (Feed Conversion Rate (FCR)). Menurut Effendie (1997), konversi pakan dapat dihitung dengan rumus: $F \times (W_t + d - W_o)^{-1}$. Dalam hal ini FCR = Tingkat konversi pakan; F = Jumlah pakan yang diberikan selama penelitian (g); W_t = Bobot total ikan pada akhir penelitian (g); W_o = Bobot total ikan pada awal penelitian (g); d = Bobot total ikan yang mati selama penelitian (g)

Parameter Kualitas Air. Parameter kualitas air yang akan diamati dalam penelitian ini adalah pH, nitrat, amonium, nitrit dan oksigen terlarut diukur dua kali dalam seminggu selama dua bulan pada pagi dan sore hari.

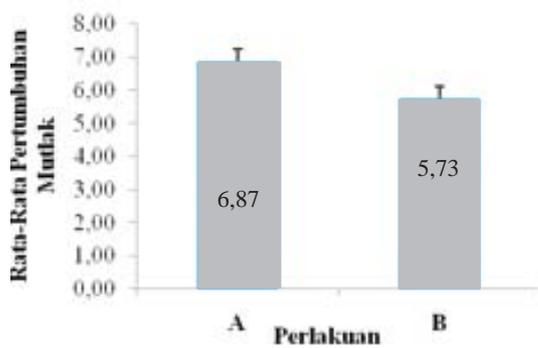
Analisis Data

Untuk melihat pengaruh dari setiap perlakuan yang diberikan, data dari hasil penelitian ini dianalisis secara statistika dengan melakukan uji-t.

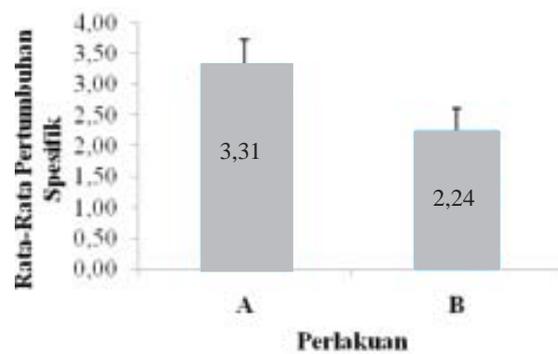
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Biologi

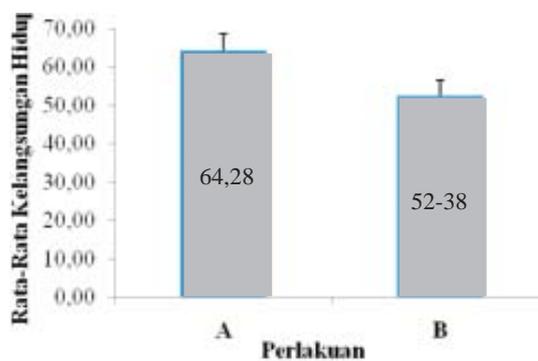
Pertumbuhan Mutlak. Pertumbuhan mutlak ikan mas (*C. carpio*) pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. bahwa pertumbuhan benih ikan mas untuk semua perlakuan berturut-turut: perlakuan A, (sistem akuaponik) 6,87 g, dan perlakuan B (sistem konvensional) 5,73 g. Berdasarkan hasil uji t, bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan antara sistem akuaponik dan sistem konvensional. Hal ini disebabkan karena dalam kolam sistem konvensional, tidak ada pergantian air selama pemeliharaan ikan sehingga terjadi akumulasi amonia dalam kolam yang mengakibatkan ikan mengalami stress sedangkan pada akuaponik



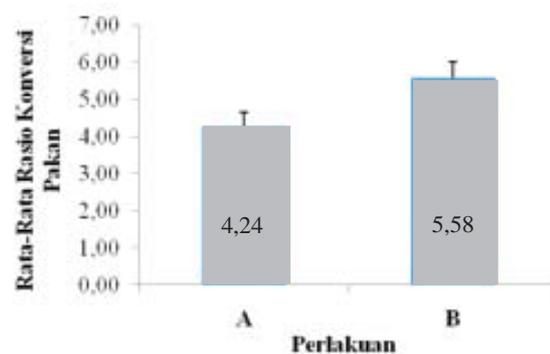
Gambar 1. Rataan pertumbuhan mutlak ikan mas
Perlakuan A: sistem akuaponik
Perlakuan B: sistem konvensional



Gambar 2. Rataan laju pertumbuhan spesifik ikan mas
Perlakuan A: sistem akuaponik
Perlakuan B: sistem konvensional



Gambar 3. Rataan kelangsungan hidup ikan mas
Perlakuan A: sistem akuaponik
Perlakuan B: sistem konvensional



Gambar 4. Rataan rasio konversi pakan.
Perlakuan A: sistem akuaponik
Perlakuan B: sistem konvensional

kualitas air terjaga. Hal ini sesuai dengan pendapat Dauhan *et al.* (2014) bahwa kualitas air di kolam akuaponik yang terjaga karena adanya tanaman yang dapat mereduksi amonia menjadi nitrat. Selanjutnya Cohen *et al.* (2018), menyatakan bahwa sistem pemeliharaan ikan dengan akuaponik akan memompa amonia di kolam pemeliharaan ikan menuju ke media tanam akuaponik, di media tanam amonia akan dirombak oleh bakteri pengurai nitrogen menjadi nitrat dan dimanfaatkan oleh tanaman lalu di lepas kembali ke wadah pemeliharaan ikan sehingga dapat menunjang pertumbuhan ikan yang dipelihara.

Laju Pertumbuhan Spesifik. Laju pertumbuhan spesifik ikan mas (*C. carpio*) pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik ikan mas untuk semua

perlakuan berturut-turut: perlakuan A, (sistem akuaponik) 3,31%, dan perlakuan B (sistem konvensional) 2,24%. Berdasarkan hasil uji t perlakuan A dan B menunjukkan perbedaan yang nyata. Perbedaan ini disebabkan karena kualitas air pada sistem akuaponik dapat dipertahankan sedangkan konvensional tidak karena tidak ada sirkulasi pada kolam yang menyebabkan nafsu makan menurun sehingga pertumbuhan pun ikut menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Alfa (2013) bahwa penurunan mutu air juga dapat mempengaruhi nafsu makan ikan, saat nafsu makan berkurang pertumbuhan ikut berkurang, akibat asupan pakan ke dalam tubuh ikan berkurang. Apabila hal ini berlangsung lama akan menyebabkan kematian. Faktor yang berkaitan lainnya yaitu lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi

sifat fisika dan kimia air, ruang gerak dan ketersediaan makanan dari segi kualitas dan kuantitas. Dijelaskan oleh Zidni (2013) bahwa sisa pakan dan hasil metabolisme ikan (feses dan urin) akan menghasilkan limbah berupa ammonia. Amonia merupakan salah satu bentuk nitrogen anorganik yang berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan, semakin tinggi konsentrasi amonia maka akan menghambat proses pertumbuhan ikan.

Kelangsungan Hidup. Berdasarkan hasil analisis statistik uji t, terdapat perbedaan kelangsungan hidup antara sistem akuaponik dan sistem konvensional pada budidaya ikan mas. Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa perlakuan A lebih tinggi dari perlakuan B dengan rata-rata masing 64,28% dan 52,38%. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada sistem konvensional disebabkan karena tidak adanya pergantian air sehingga sisa-sisa pakan terakumulasi dalam air sehingga kadar amonia menjadi tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Lisna dan Insulistyowati (2015) bahwa tingginya kadar ammonia dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan, menyebabkan ikan stress, menurunnya nafsu makan, timbulnya penyakit yang dapat menyebabkan kematian. Ditambahkan oleh Fazil *et al.* (2017) bahwa nilai kelangsungan hidup ikan mas rendah akibat kekeruhan kualitas air yang melebihi ambang batas dan juga kandungan amonia yang tinggi karena tidak dilakukan pergantian air, sehingga sisa-sisa pakan, feses dan juga hasil metabolisme lain dari ikan mas terus menumpuk didasar media pemeliharaan.

Rasio Konversi Pakan. Berdasarkan hasil uji t terdapat perbedaan antara perlakuan A dengan Perlakuan B. Nilai rata-rata perlakuan A lebih tinggi dari perlakuan B yaitu masing-masing 5,58 dengan 4,24. Hal ini menunjukkan bahwa sistem akuaponik mampu meningkatkan pemanfaatan pakan dibandingkan dengan konvensional. Selain itu, wadah pemeliharaan tanaman berupa arang kayu dan kerikil halus pada media akuaponik berperan sebagai filter kualitas air yang baik akan meningkatkan nafsu makan dan *feed intake* sehingga dapat menjadi penentu laju konversi pakan menjadi biomassa. Pada kolam akuaponik ikan selalu aktif memakan pakan yang diberikan akan tetapi untuk kolam konvensional nafsu makan ikan rendah, ini dapat dilihat pada pakan yang diberikan tidak dikonsumsi dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sukoco *et al.* (2016) bahwa tingginya nilai FCR pada

perlakuan kontrol disebabkan adanya penumpukan bahan organik pada media budidaya yang tidak terdegradasi secara optimal. Bahan organik yang tidak terdegradasi secara optimal dapat menyebabkan kadar amonia yang cukup tinggi pada media budidaya.

Parameter Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor yang terpenting bagi organisme perairan dalam pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Hal ini juga dijelaskan oleh Nazlia dan Zulfiadi (2018) bahwa kualitas air merupakan salah satu bagian terpenting dalam pengelolaan budidaya. Suplai air yang memadai akan memecahkan masalah dalam kegiatan budidaya ikan secara intensif. Selain itu ditambahkan oleh Nasir dan Khalil (2016) bahwa air juga merupakan media untuk kegiatan budidaya ikan termasuk pada kegiatan pembesaran. Kualitas air dipengaruhi oleh berbagai bahan kimia yang terlarut dalam air seperti oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), amonia, nitrit dan nitrat. Parameter kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil uji t terdapat perbedaan yang nyata pada kadar amonium, nitrit, nitrat, pH akan tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata pada oksigen terlarut (DO). Rataan nilai kualitas air lebih rendah pada akuaponik dibandingkan dengan konvensional. Rendahnya kadar amonium, nitrit dan nitrat pada kolam akuaponik disebabkan karena menerapkan sistem sirkulasi sehingga dapat membuat kualitas air lebih stabil. Hal sesuai dengan pendapat Allem *et al.* (2018) menyatakan bahwa penggunaan filter dengan bahan arang memberikan hasil yang paling baik untuk mengurangi konsentrasi ammonia. Ditambahkan oleh Dauhan *et al.* (2014) bahwa kualitas air di kolam akuaponik terjaga karena adanya tanaman yang dapat mereduksi amonia menjadi nitrat. Berbeda dengan pH yang menunjukkan nilai rata-rata lebih tinggi pada aquaponik dari pada konvensional. Kisaran pH yang diperoleh di kolam akuaponik adalah 6,01 Sedangkan kisaran pH yang diperoleh di kolam konvensional adalah 5,69. Hal ini sesuai dengan pendapat Amri dan Khairuman (2008) yang menyatakan bahwa keadaan pH air antara 5-11 dapat ditoleransi oleh ikan Mas. Sedangkan menurut Samsundari dan Wirawan (2013) pH yang sesuai untuk hidup dan tumbuh dengan baik pada ikan budidaya adalah kisaran 7-8.

Kadar oksigen terlarut di kolam akuaponik

Tabel 1. Parameter kualitas air ikan mas dalam sistem akuaponik dan sistem konvensional

Parameter	Rataan dan standar deviasi		Nilai Optimal	Referensi
	A (Sistem Akuaponik)	B (Sistem Konvensional)		
Amonium (mg/L)	0,35 ± 0,150	3,73 ± 3.269	<1	Molleda, 2007
Nitrit (mg/L)	0,34 ± 0,184	2,29 ± 2.080	< 0,05	Effendi, 2003
Nitrat (mg/L)	7,64 ± 4,74	20,41 ± 14,744	<5	Effendi, 2003
Ph	6,01 ± 0,231	5,69 ± 0,365	6-9	Effendi, 2003
DO (mg/L)	6.20 ± 0.309	5.67 ± 0.560	>4	Effendi, 2003

yaitu 6,20 mg/L sedangkan di kolam konvensional yaitu 5,67 mg/L. Kadar oksigen terlarut di kedua kolam tidak terdapat perbedaan yang signifikan namun berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan ikan mas. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wicaksana *et al.* (2015) bahwa hasil pengukuran antara sistem biofilter akuaponik dan konvensional masih sama dan perubahan lingkungan yang terjadi tidak signifikan sehingga DO tidak berpengaruh pada kedua sistem tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa budidaya ikan mas dengan sistem akuaponik memperlihatkan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup lebih baik dibandingkan dengan konvensional. Begitupula pada kualitas air dilihat dari oksigen terlarut (DO) dan pH berada pada taraf normal, amonia, nitrit dan nitrat lebih rendah dari sistem konvensional.

SARAN

Penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan tentang sistem akuaponik dengan pemeliharaan ikan mas sampai umur ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Kepala Laboratorium Terpadu Universitas Sembilanbelas November Kolaka beserta seluruh staf atas fasilitas yang diberikan selama penelitian dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfia RA, Endang A, Tita E. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 2(3): 86-93
- Allem MDB, Efendi E, Wardiyanto, Sarwono HA. 2018. Studi pengurangan ammonia pada pendederan ikan kakap merah (*Lutjanus sp*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur* 2(2): 41-47
- Amri, Khairuman. 2008. *Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi*. Jakarta. Agromedia Pustaka. Hlm. 358.
- Azhari D, Numisye IM, Jane RS. 2018. Efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan di sistem akuaponik. *Jurnal Ilmiah Tindalung* 4(1): 27-29
- Azhari D, Numisye IM, Aprilia MT. 2018. kajian kualitas air (suhu, DO, ph, amonia, nitrat) pada sistem akuaponik untuk budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Tindalung* 4(1): 23-26
- Cohen A, Malone S, Morris Z, Weissburg M, Bras B. 2018. Combined Fish and Lettuce Cultivation: An Aquaponics Life Cycle Assesment. *Procedia CIRP* 69: 551–556.
- Dauhan RES, Efendi E, Suparmono. 2014. Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 3(1): 297-304

- Effendi MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Penerbit Yayasan Pustaka Nusantara. Hlm. 163.
- Effendi H, Utomo BA, Darmawangsa GM, Karo RE. 2015. Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias sp.*) dengan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam sistem resirkulasi. *Ecolab* 9(2): 47–104
- Nasir M, Khalil M. 2016. Pengaruh penggunaan beberapa jenis filter alami terhadap pertumbuhan, sintasan dan kualitas air dalam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Sciences Journal* 3(1): 33-39
- Nazlia S, Zulfiadi. 2018. Pengaruh tanaman berbeda pada sistem akuaponik terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan lele (*Clarias sp.*). *Aquatic Sciences Journal*. 5(1): 14-18
- Nugroho RA, Lilik TP, Diana C, Alfabetian HCH. 2012. Aplikasi teknologi akuaponik pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Jurnal Saintek Perikanan* 18(1): 46-51
- Putra I, Setiyanto DD, Wahyuningrum D. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16(1): 56-63
- Putra I, Mulyadi, Pamungkas, Niken AP, Rusliadi. 2013. Peningkatan kapasitas produksi akuakultur pada pemeliharaan ikan selais (*Ompok sp*) sistem akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 18(1): 1-10
- Samsundari S, Wirawan GA. 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma* 8(2): 86-97.
- Sukoco FA, Budi SR, Abdul M. 2016. Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR dan biomassa ikan lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture and Fish Health* 6(1): 24-31
- Wicaksana SN, Sri H, Endang A. 2015. Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diperlihara dengan sistem boifilter akuaponik dan konvensional. *Journal of Aquakulture Management and Technology* 4(4): 109-116
- Zidni I, Titin H, Eva L. 2013. Pengaruh padat tebar terhadap pengaruh benih lele sangkuriang (*Clarlas garlepinus*) dalam sistem akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 4(4): 315-324.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Terjemahan. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama. Hlm. 336