

Kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia, *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda

[Production performance and business analysis of clown loach *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) in recirculating systems with different stocking densities and water discharge]

Riska Puluhulawa¹, Tatag Budiardi², Iis Diatin², Irzal Effendi²

¹Program Magister, Sekolah Pascasarjana IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
Surel: puluhulawariska@gmail.com

²Departmen Budidaya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
Surel : tatagbdp@apps.ipb.ac.id
iisd@apps.ipb.ac.id
irzalef@apps.ipb.ac.id

Diterima: 23 Maret 2021; Disetujui: 25 Mei 2021

Abstrak

Upaya intensifikasi ikan botia melalui peningkatan padat tebar dilakukan untuk meningkatkan kinerja produksinya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh peningkatan padat tebar dan debit air terhadap kinerja produksi, respons stres dan kualitas air, guna mendapatkan padat tebar dan debit air terbaik sehingga diperoleh keuntungan maksimal dalam waktu yang singkat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu padat tebar 1, 2, dan 3 ekor L⁻¹ serta debit air 0,05; 0,10; dan 0,15 L s⁻¹. Volume air yang digunakan pada masing-masing akuarium sebanyak 48 L dan menggunakan stop keran ½ inci untuk mengatur debit air pada pipa inlet. Pakan *Tubifex* sp. diberikan sebanyak dua kali sehari sesuai dengan perlakuan selama pemeliharaan 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara faktor perlakuan padat tebar dan debit air terhadap seluruh parameter kinerja produksi, *payback period*, dan *R/C ratio*. Faktor perlakuan padat tebar berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan bobot spesifik, laju pertumbuhan mutlak bobot individu, nisbah konversi pakan dan *R/C ratio*. Padat tebar dan debit memiliki interaksi terhadap warna visual sirip dada dan sirip ekor ikan botia. Kombinasi padat tebar dan debit air berbeda dalam penelitian ini menghasilkan kualitas air yang dapat ditoleransi ikan botia sehingga tidak mengalami stres dan meningkatkan kinerja produksi serta analisis usaha. Berdasarkan penelitian, direkomendasikan untuk melakukan upaya intensifikasi ikan botia dengan padat tebar 3 ekor L⁻¹ dan debit air 0,15 L s⁻¹.

Kata penting: debit air, ikan botia, kinerja produksi, padat tebar, sistem resirkulasi

Abstract

Efforts to improve the production performance of clown loach in recirculate aquaculture system can be done by increasing stocking density and water discharge. This study aimed to analyze the effect of increasing stocking density and water discharge on production performance, stress response and water quality in order to obtain the best stocking density and water discharge to obtain maximum profit in a short time. A factorial completely randomized design with two factors, i.e. the stocking density of 1, 2, and 3 fish L⁻¹ and the water discharge of 0,05; 0,10; 0,15 L s⁻¹ was performed. The volume of water used in each aquarium was 48 L and using a ½ inch faucet stop to regulate the water discharge from the inlet pipe. Clown fish fed *Tubifex* sp. with a feeding frequency of two times a day according to the treatment for 60 days. The result indicates that there was no interaction between the two factors on production performance, *payback period*, and *R/C ratio*. Stocking density has a significant effect on specific growth rate, absolute growth rate of individual weight, feeding consumption rate and *R/C ratio* of clown loach. Stocking density and water discharge had an interaction on the visual color of pectoral and caudal fins of clown loach. Different stocking densities with the combination of water discharge in this study resulted that the water quality were within tolerable

range for clown loach so that they did not experience stress, as well as high production and business performance. It is recommended to intensify clown loach with a stocking density of 3 fish L⁻¹ and 0,15 L s⁻¹ of water discharge.

Keywords: clown loach, production performance, stocking density, recirculating aquaculture system, water discharge

Pendahuluan

Produksi ikan botia pada 2020 Triwulan I telah mencapai 3,63 juta ekor atau 18,98% dari target produksi (DJPB 2020). Target produksi ikan botia untuk 2021 sebesar 20,90 juta ekor. Pemerintah menargetkan ekspor perikanan senilai USD 6,1 miliar dan ikan hias diharapkan dapat menyumbang sekitar 6-10% dari nilai tersebut. Produksi ikan botia sebagai salah satu komoditas utama ekspor ikan hias masih perlu ditingkatkan.

Ikan botia merupakan ikan hias asli dari Sumatera dan Kalimantan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan produksinya masih didominasi dari hasil tangkapan di alam sehingga tidak kontinyu. Menurut Mailinda (2012), ikan botia hanya diperoleh pada musim hujan (Oktober–Maret) atau pada waktu air sungai pasang dengan ukuran yang beragam. Setelah selesai musim hujan (April–September) dan air sungai tidak lagi pasang maka ikan hias ini sulit didapatkan. Di sentra konsumen, ikan botia hasil tangkapan yang sudah mencapai ukuran layak jual (4-5 cm) ditampung, sedangkan ukuran yang kecil (<4 cm) didederkan terlebih dahulu. Penampungan dan pendederan ikan botia umumnya dilakukan pada kawasan urban sehingga harus dilakukan secara intensif (padat tebar tinggi) karena harga lahan dan air yang cukup mahal.

Peningkatan padat tebar dapat meningkatkan produksi sehingga dapat memberikan efek positif terhadap profitabilitas dalam sistem budidaya. Menurut Permana *et al.* (2018), waktu yang dibutuhkan larva ikan botia umur 31 hari (1,29 cm) untuk mencapai ukuran jual (4-5 cm) sekitar 6 bulan. Padat tebar yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kondisi kesehatan dan fisiologis ikan sehingga terjadi penurunan respons ikan terhadap pakan, serta berdampak negatif pada tingkat sintasan, laju pertumbuhan spesifik, dan bobot akhir (Ullah *et al.* 2018). Upaya intensifikasi budidaya ikan botia dapat dilakukan dengan meningkatkan padat tebar yang diiringi pengelolaan pakan dan media budidaya yang tepat, salah satunya melalui penerapan sistem akuakultur resirkulasi (*recirculating aquaculture system*, RAS).

Bartelme *et al.* (2017) menyatakan, RAS merupakan ekosistem unik yang direkayasa untuk meminimalkan penurunan kualitas air. Kadar amonia yang dihasilkan dalam sistem ini sebagai produk sampingan katabolisme protein ikan dikontrol menggunakan biofilter. Sistem resirkulasi memiliki keunggulan, antara lain hemat air, limbah minimal, dan media budidaya dapat dimanipulasi agar sesuai dengan kebutuhan ikan botia untuk mengoptimalkan kehidupan dan pertumbuhannya.

Padat tebar yang semakin tinggi menyebabkan kebutuhan oksigen terlarut dalam media budidaya juga semakin meningkat sehingga menurunkan kandungan oksigen terlarut (OT). Menurut Bartelme *et al.* (2017), pompa dalam sistem resirkulasi menghasilkan debit air tertentu sebagai kekuatan dalam pengangkutan air kotor dari wadah budidaya ke dalam filter yang selanjutnya mendorong air bersih untuk dialirkan kembali ke wadah budidaya. Peningkatan debit air dapat mempercepat laju infusi oksigen di udara sehingga dapat meningkatkan kandungan OT serta menjaga ikan yang dibudidaya dalam padat tebar tinggi tidak mengalami stres. Kandungan OT yang optimal dapat mendukung pertumbuhan bakteri nitrifikasi dalam media filter sistem resirkulasi. Menurut Budiardi *et al.* (2007), debit air yang tepat dapat mempertahankan kualitas air yang baik dan menjadikan pertumbuhan organisme budidaya yang maksimal. Debit air yang lebih tinggi membutuhkan biaya listrik yang lebih mahal dan memengaruhi keuntungan yang diperoleh.

Parameter fisik, kimiawi, dan biologis air saling berinteraksi dan memengaruhi satu dengan yang lain sehingga parameter tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan kualitas air serta performa sistem resirkulasi (Bartelme *et al.* 2017). Debit air yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kurangnya performa sistem resirkulasi yang diterapkan karena perputaran air yang lebih lambat, namun debit yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada ikan budidaya (Ghofur &

Harianto 2018). Ikan stres menyebabkan penurunan kualitas warna secara visual serta jumlah hasil produksi sehingga memengaruhi keuntungan yang diperoleh (Virgiawan *et al.* 2020). Karena itu, perlu ditentukan debit air yang tepat untuk menghasilkan pasokan air bersih dengan kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan sisa hasil metabolisme yang rendah sehingga dapat meningkatkan kinerja produksi dan keuntungan. Biaya investasi dan operasional sistem resirkulasi relatif lebih tinggi daripada sistem nonresirkulasi sehingga perlu dilakukan analisis usaha.

Berdasarkan informasi tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh peningkatan padat tebar dan debit air terhadap kinerja produksi, respons stres dan kualitas air, guna mendapatkan padat tebar dan debit air terbaik dalam rangka pengembangan RAS untuk penampungan dan pendederan ikan botia sehingga diperoleh keuntungan maksimal.

Bahan dan metode

Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu November 2019-Februari 2020. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAL-F) dengan dua faktor, yaitu faktor padat tebar dan debit air.

Padat tebar yang digunakan adalah 1, 2, dan 3 ekor L⁻¹ (Aras *et al.* 2016; Permana *et al.* 2018), sedangkan debit air terdiri atas 0,05, 0,10, dan 0,15 L s⁻¹. Setiap faktor terdiri atas tiga level dan masing-masing dengan tiga ulangan, sehingga terdapat 27 unit percobaan yang diletakkan secara acak.

Prosedur penelitian

Akuarium ukuran 60 cm × 40 cm × 40 cm sebanyak 27 unit didesinfeksi menggunakan larutan klorin 3%, kemudian dikeringkan selama 24 jam lalu dibilas dan diisi air sebanyak 48 L serta dirancang dalam suatu sistem resirkulasi filtrasi, RAS. Kapas sintetis sebagai filter fisik, zeolit dan cangkang kerang darah sebagai filter kimiawi serta *bioball* sebagai filter biologis digunakan dalam sistem tersebut. Filter fisik, kimiawi, dan biologis tersebut disusun secara vertikal dalam pipa PVC diameter 3 inci. Debit air pada setiap akuarium diatur menggunakan stopkeran berdiameter ½ inci sesuai dengan perlakuan. Debit air dihitung dari melalui volume air yang dikeluarkan melalui filter dalam waktu tertentu menggunakan gelas ukur 1 L.

Ikan uji botia berukuran 4±0,5 cm yang berasal dari sentra produksi di Bogor, Jawa Barat diaklimatisasi pascatransportasi selama 30 menit kemudian ditebar kedalam akuarium stok di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Selama 60 hari masa pemeliharaan, ikan

diberi cacing sutra (*Tubifex* sp.) dua kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00 sebanyak 5 g (1 ekor L⁻¹), 10 g (2 ekor L⁻¹), 15 g (3 ekor L⁻¹). Jumlah ikan yang mati dan sisa pakan dihitung setiap hari. Suhu, pH, dan oksigen terlarut diukur setiap hari. Bobot dan panjang ikan, tingkat konsumsi oksigen serta glukosa darah, alkalinitas, amonia, nitrit, nitrat dan *total organic matter* (TOM) diukur setiap 15 hari. Kualitas warna ikan botia diukur secara visual pada akhir penelitian.

Parameter uji

Parameter uji meliputi parameter kinerja produksi ikan yaitu, tingkat sintasan (TS), jumlah ikan akhir penelitian (N), laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS), laju pertumbuhan mutlak panjang (LPMP) dan bobot individu (LPMbi), koefisien keragaman panjang (KKP), nisbah konversi pakan (NKP), pola pertumbuhan, serta kualitas visual warna ikan botia. Parameter kualitas air meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas, amonia, nitrit, nitrat dan *total organic matter* (TOM). Respons stres meliputi tingkat konsumsi oksigen (TKO) dan glukosa darah ikan. Analisis keuntungan meliputi penerimaan, keuntungan, *break event point* (BEP), harga pokok produksi (HPP), keuntungan, *payback period* (PP), serta *R/C ratio*.

Tingkat sintasan (TS) adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Menurut Goddard (1996), TS dihitung dengan rumus:

$$TS = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan:

TS = tingkat sintasan (%)

N_t = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_o = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Laju pertumbuhan bobot spesifik ikan diperoleh dengan menimbang bobot ikan uji diawal penelitian dan bobot ikan uji di akhir penelitian. Rumus untuk menghitung laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS) menurut Zonneveld *et al.* (1991), yaitu:

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

Keterangan:

LPBS = laju pertumbuhan bobot spesifik (%)

W_t = bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W_o = bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

t = lama pemeliharaan (hari)

Laju pertumbuhan mutlak bobot individu (LPMbi) dan laju pertumbuhan mutlak panjang (LPMP) dihitung berdasarkan selisih bobot dan panjang akhir rata-rata dengan bobot dan panjang awal rata-rata pemeliharaan, kemudian dibagi dengan waktu pemeliharaan (t). Menurut Goddard (1996), LPM dihitung menggunakan rumus:

$$LPM = \frac{P_t - P_o}{t}$$

Keterangan:

LPM = pertumbuhan mutlak (mm hari⁻¹)

P_t = panjang rata-rata sampel pada hari ke-t (mm)

P_o = panjang rata-rata sampel saat tebar (mm)

t = lama pemeliharaan (hari)

Koefisien keragaman panjang (KKP) diukur berdasarkan variasi panjang ikan pada setiap unit percobaan. Koefisien keragaman

panjang (KKP) dihitung menggunakan rumus Steel & Torrie (1981), yaitu:

$$KK = \frac{S}{Y} \times 100$$

Keterangan:

KK = koefisien keragaman (%)

S = simpangan baku

Y = rata-rata contoh

Nisbah konversi pakan (NKP) menunjukkan rasio jumlah pakan yang dimanfaatkan oleh ikan terhadap pertambahan biomasnya dalam periode waktu tertentu. Nilai NKP dihitung berdasarkan rumus NRC (1977), yaitu:

$$NKP = \frac{F}{(B_t + B_m) - B_o} \times 100$$

Keterangan :

NKP = nisbah konversi pakan

B_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)

B_m = biomassa ikan mati selama pemeliharaan (g)

B_o = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)

F = jumlah pakan selama pemeliharaan (g)

Kualitas warna diamati secara visual pada akhir pemeliharaan menggunakan kamera berukuran sensor 3,93 mm dengan resolusi 4032×3024 (25MP). Pengamatan dilakukan terhadap empat titik pada bagian tubuh ikan botia meliputi kepala, sirip dada, perut, dan sirip ekor. Analisis warna dilakukan menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CS4 melalui konversi gradasi warna berdasarkan skala dan persentase pada mode warna Red Green Blue (RGB) (Aras *et al.* 2016).

Tingkat konsumsi oksigen (TKO) merupakan variabel yang dapat digunakan untuk menentukan laju metabolisme yang berkaitan

dengan pertumbuhan. Pengukuran TKO dilakukan setiap 15 hari sekali. Tingkat konsumsi oksigen dihitung berdasarkan NRC (1977), sebagai berikut.

$$TKO = \frac{V \times DOT_o - DOT_t}{w \times t}$$

Keterangan:

TKO = tingkat konsumsi oksigen (mg O₂ g⁻¹jam⁻¹)

V = volume air dalam wadah (L)

DOT_o = konsentrasi oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg L⁻¹)

DOT_t = konsentrasi oksigen terlarut pada waktu t (mg L⁻¹)

w = bobot ikan uji (g)

t = periode pengamatan (jam)

Glukosa darah dihitung dengan metode enzimatik menggunakan test kit Gluco Dr

Auto – AGM 4000. Pengukuran kadar glukosa darah ikan botia dilakukan setiap 15 hari selama pemeliharaan.

Parameter fisik-kimiawi air dalam akuarium dan filter yang diamati, antara lain suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas, ammonia (NH₃), nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻), *total organic matter* (TOM). Kadar alkalinitas dalam air akuarium juga diukur. Pengukuran parameter kualitas air yang akan dilakukan disajikan dalam Tabel 1.

Analisis usaha dilakukan untuk mengetahui keuntungan dari usaha yang diperoleh dalam jangka pendek. Keuntungan diperoleh dengan mengurangi nilai penerimaan dari penjualan produk dan jumlah pengeluaran. Pengeluaran terdiri atas biaya yang dikeluarkan untuk investasi dan operasional, biaya

Tabel 1 Parameter fisik-kimiawi air dalam akuarium dan filter yang diamati selama pemeliharaan ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Parameter	Satuan	Alat Ukur	Waktu Pengukuran
Suhu	°C	Termometer	Setiap hari pukul 07.30
pH	-	pH-meter	Setiap hari pukul 07.30
Oksigen Terlarut (OT)	mg L ⁻¹	DO-meter	Setiap hari pukul 07.30
Alkalinitas	mg L ⁻¹	Titration	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Amonia	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Nitrit	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Nitrat	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
<i>Total organic matter</i> (TOM)	mg L ⁻¹	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30

tetap dan biaya variabel. Alat yang digunakan dalam analisis keuntungan, antara lain penerimaan, keuntungan, *Break Event Point* (BEP), harga pokok produksi (HPP), keuntungan, *payback period* (PP) dan *R/C ratio*. Penerimaan merupakan perkalian antara output yang dihasilkan dengan harga jual. Secara sistematis, penerimaan dapat ditulis sebagai berikut.

$$TR = Q \times P$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

Q = Jumlah produk yang dihasilkan (ekor)

P = Harga (Rp)

Keuntungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Keuntungan} = TR - TC$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

TC = Biaya total (Rp)

Break Even Point (BEP) merupakan suatu nilai hasil penjualan output produksi tepat sama dengan biaya produksi. BEP digunakan untuk menentukan batas minimum volume penjualan agar suatu perusahaan tidak rugi serta untuk merencanakan tingkat keuntungan yang dikehendaki dan sebagai pedoman dalam mengendalikan operasi yang sedang berjalan (Husnan & Pudjiastuti 1998). BEP terdiri atas:

BEP (Rp), menunjukkan bahwa produksi dikatakan impas jika memperoleh penerimaan sebesar nominal tertentu. BEP penerimaan dihitung menggunakan rumus:

$$BEP_{\text{penerimaan}} = \frac{FC}{\left(1 - \frac{VC}{TR}\right)}$$

Keterangan:

FC = Biaya tetap (Rp)

VC = Biaya variabel (Rp)

TR = Total penerimaan (Rp)

BEP (unit), menunjukkan bahwa produksi dikatakan impas jika telah melakukan penjualan sebesar jumlah ikan (ekor) tertentu. BEP unit dihitung menggunakan rumus:

$$BEP_{\text{unit}} = \frac{FC}{\left(SP - \frac{VC}{TR}\right)}$$

Harga pokok produksi merupakan nilai atau biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi 1 unit produk sehingga nilai jual tidak boleh lebih rendah daripada HPP. HPP dihitung dengan menggunakan rumus:

$$HPP = \frac{TC}{O}$$

Keterangan:

TC = Biaya total (Rp)

O = Total produksi (ekor)

Payback period (PP) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui lamanya waktu pengembalian modal. Nilai PP dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut.

$$PP = \frac{TCI}{Pt} \times 1 \text{ tahun}$$

Keterangan:

TCI = Biaya investasi (Rp)

Pt = Keuntungan (Rp)

R/C ratio menunjukkan besarnya perbandingan antara penerimaan dengan biaya total yang dikeluarkan. Nilai *R/C* diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$R/C = \frac{TR}{TC}$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

TC = Biaya total (Rp)

Analisis Data

Data kinerja produksi serta analisis keuntungan (PP dan R/C *ratio*) dianalisis ragam

dua arah pada selang kepercayaan 95%. Hasil analisis yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Tukey. Data respons stres, parameter kualitas air, serta keuntungan dianalisis secara deskriptif. Analisis data menggunakan

Tabel 2 Parameter kualitas air pemeliharaan dan filter selama pemeliharaan ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Perla- kuan	Parameter Kualitas Air							
	Suhu (°C)	pH	OT (mg L ⁻¹)	NH ₃ (mg L ⁻¹)	NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	Alkalinitas (mg L ⁻¹)	TOM (mg L ⁻¹)
Kualitas Air Pemeliharaan								
P1D1	28,6-29,5	7,0-8,0	6,7-7,3	≤0,1	0,3-2,9	1,4-2,5	29,3-80,0	25,2-89,0
P1D2	28,7-29,4	7,0-8,0	6,7-7,3	≤0,1	0,2-2,3	1,3-2,5	20,0-78,0	22,1-84,4
P1D3	28,9-29,7	7,1-7,9	6,7-7,4	≤0,1	0,1-2,8	1,2-2,6	21,3-72,0	11,3-90,7
P2D1	28,7-29,3	6,5-7,9	6,8-7,7	≤0,1	0,2-2,2	1,2-2,2	13,3-52,0	25,2-155,4
P2D2	28,8-29,5	6,7-7,9	6,1-7,2	≤0,1	0,1-2,0	1,2-2,3	12,0-76,0	25,2-140,7
P2D3	29,0-30,0	6,7-8,2	6,2-7,2	≤0,1	0,1-2,6	1,2-2,2	12,0-80,0	18,2-132,7
P3D1	28,6-29,4	6,3-8,1	6,0-7,2	≤0,1	0,2-1,7	1,1-1,6	9,3-78,0	25,0-135,7
P3D2	28,9-29,4	6,4-7,7	6,6-7,2	≤0,1	0,2-1,5	1,0-2,4	10,7-80,0	16,4-58,0
P3D3	29,0-29,7	6,3-7,4	6,6-7,6	≤0,1	0,1-2,8	1,0-1,8	8,0-84,0	20,2-59,6
Optimal	28,0-30,0 ¹⁾	5,5-7,5 ¹⁾	≥3 ¹⁾	≤1 ²⁾	≤0,1 ¹⁾	≤50 ²⁾		
Kualitas Air Filter								
P1D1	28,5-29,1	7,1-7,9	6,4-7,1	≤0,1	0,3-2,4	1,3-2,6	25,3-92,0	18,1-55,4
P1D2	28,5-29,1	7,1-8,1	6,5-7,7	<0,1	0,2-2,1	1,2-2,5	17,3-85,0	17,4-54,6
P1D3	28,8-29,6	7,2-7,9	6,7-7,2	<0,1	0,2-1,7	1,3-2,4	25,3-80,0	18,9-54,2
P2D1	28,5-29,2	6,7-7,8	5,8-7,1	≤0,1	0,3-2,1	1,2-2,1	16,0-92,0	15,1-51,2
P2D2	28,8-29,4	6,6-7,9	5,8-7,2	<0,1	0,2-1,5	1,2-2,3	12,0-88,0	18,9-45,4
P2D3	29,0-29,7	6,7-8,1	6,5-7,1	<0,1	0,2-1,6	1,2-2,3	12,0-85,0	15,1-58,4
P3D1	28,5-29,3	6,2-8,0	5,9-7,2	≤0,1	0,2-1,6	1,0-1,7	10,72,0	21,1-71,0
P3D2	28,7-29,3	6,5-7,9	5,7-6,9	≤0,1	0,1-2,0	1,0-2,3	13,3-76,0	12,6-60,5
P3D3	28,9-29,5	6,3-7,6	6,6-7,3	≤0,1	0,2-1,2	1,0-1,7	9,3-84,0	15,1-60,1
Optimal	28,0-30,0 ¹⁾	5,5-7,5 ¹⁾	≥3 ¹⁾	≤1 ²⁾	≤0,1 ¹⁾	≤50 ²⁾		

Keterangan: P1 = padat tebar 1 ekor L⁻¹; P2 = padat tebar 2 ekor L⁻¹; P3 = padat tebar 3 ekor L⁻¹; D = debit air 0,05 L s⁻¹; D2 = debit air 0,10 L s⁻¹; D3 = debit air 0,15 L s⁻¹; OT = oksigen terlarut; NH₃ = amonia; NO₂⁻ = nitrit; NO₃⁻ = nitrat; TOM = *total organic matter* (total kandungan bahan organik)

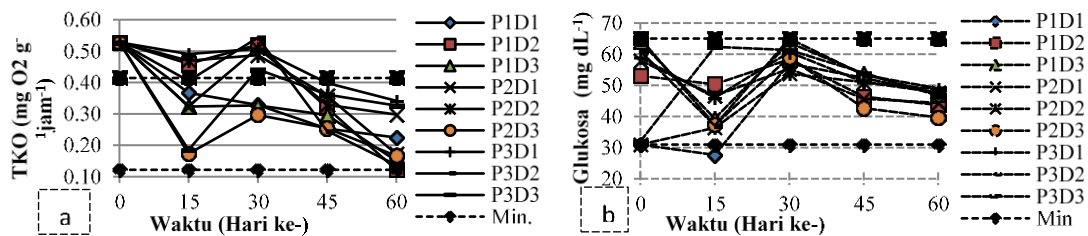
¹⁾SNI 7995:2014 tentang Produksi ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus*, Bleeker 1852); ²⁾SNI 7843-2013: Ikan hias botia (*Botia* spp) - Syarat mutu dan penanganan

bantuan perangkat lunak Ms. Excel 2010 dan SPSS versi 23.0.

Hasil

Hasil pengukuran kualitas air yang diperoleh selama masa pemeliharaan berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan botia (Tabel 2).

Padat tebar yang tinggi akan memengaruhi ketersediaan oksigen dalam wadah budidaya dan menyebabkan stres pada ikan. Tingkat konsumsi oksigen (TKO) ikan botia selama penelitian berkisar antara 0,12-0,54 mgO₂ g⁻¹ jam⁻¹ sedangkan kadar glukosa berkisar antara 28-65 mg dL⁻¹ (Gambar 1).



Gambar 1 TKO (mgO₂ g⁻¹ jam⁻¹) (a) dan glukosa darah (mg dL⁻¹) (b) ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Tabel 3 Kinerja produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda

Perlakuan	Parameter Uji						
	TS (%)	Nakhir (ekor)	LPBS (%)	LPMbi (g hari ⁻¹)	LPMP (mm hari ⁻¹)	KKP (%)	NKP
P1D1	96,53±3,18 ^a	46±1,53 ^a	0,86±0,09 ^b	0,014±0,00 ^b	0,16±0,02 ^a	4,90±1,83 ^a	17,11±2,38 ^a
P1D2	90,28±3,18 ^a	43±1,53 ^a	0,84±0,13 ^b	0,014±0,00 ^b	0,15±0,02 ^a	5,35±2,62 ^a	17,96±2,37 ^a
P1D3	94,44±4,81 ^a	45±2,31 ^a	0,88±0,14 ^b	0,014±0,00 ^b	0,17±0,01 ^a	4,15±0,98 ^a	17,21±2,96 ^a
P2D1	92,01±3,18 ^a	88±3,06 ^b	0,83±0,04 ^b	0,013±0,00 ^b	0,15±0,01 ^a	5,07±1,13 ^a	16,85±1,54 ^a
P2D2	92,01±3,66 ^a	88±3,51 ^b	0,78±0,12 ^b	0,012±0,00 ^b	0,16±0,03 ^a	6,39±0,71 ^a	19,55±2,25 ^a
P2D3	92,71±3,76 ^a	89±3,61 ^b	0,70±0,15 ^b	0,011±0,00 ^b	0,14±0,01 ^a	5,46±0,21 ^a	20,17±5,13 ^a
P3D1	93,29±2,23 ^a	134±3,21 ^c	0,47±0,11 ^a	0,007±0,00 ^a	0,12±0,02 ^a	6,80±0,78 ^a	34,11±9,46 ^b
P3D2	95,14±3,87 ^a	137±5,57 ^c	0,44±0,06 ^a	0,007±0,00 ^a	0,14±0,05 ^a	5,64±0,87 ^a	30,34±3,48 ^b
P3D3	97,92±1,20 ^a	141±1,73 ^c	0,40±0,06 ^a	0,006±0,00 ^a	0,14±0,03 ^a	5,98±1,21 ^a	34,64±3,93 ^b
Two Way ANOVA							
Padat tebar	0,160	0 000	0,000	0,002	0,150	0,273	0,000
Debit air	0,299	0,266	0,488	0,518	0,902	0,122	0,705
Interaksi	0,266	0,283	0,815	0,775	0,753	0,098	0,701

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama dibelakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05); P1 = padat tebar 1 ekor L⁻¹; P2 = padat tebar 2 ekor L⁻¹; P3 = padat tebar 3 ekor L⁻¹; D = debit air 0,05 L s⁻¹; D2 = debit air 0,10 L s⁻¹; D3 = debit air 0,15 L s⁻¹; TS = tingkat sintasan; LPBS = laju pertumbuhan bobot spesifik; LPMbi = laju pertumbuhan mutlak bobot individu; LPMP = laju pertumbuhan mutlak panjang; KKP = koefisien keragaman panjang; NKP = nisbah konversi pakan.

Tabel 4 Kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) secara visual pada akhir penelitian

Perlakuan	Warna Visual (%)			
	Kepala	Sirip dada	Perut	Sirip ekor
P1D1	53,26±3,00 ^a	89,04±2,96 ^{ab}	54,51±2,88 ^a	76,97±5,19 ^a
P1D2	53,48±2,61 ^a	81,10±3,83 ^a	51,77±2,89 ^a	56,45±8,31 ^a
P1D3	55,18±4,31 ^a	81,96±5,60 ^{ab}	53,03±8,73 ^a	70,43±5,30 ^a
P2D1	54,52±5,33 ^a	90,17±1,30 ^b	52,84±1,16 ^a	79,23±3,04 ^b
P2D2	56,98±3,75 ^a	89,11±3,27 ^{ab}	55,34±1,13 ^a	81,72±3,41 ^b
P2D3	56,03±6,55 ^a	84,18±2,73 ^{ab}	54,46±1,53 ^a	76,64±3,71 ^b
P3D1	56,74±5,37 ^a	86,98±1,12 ^{ab}	55,94±4,61 ^a	60,63±5,48 ^a
P3D2	53,54±1,21 ^a	84,31±0,41 ^{ab}	55,51±4,30 ^a	71,91±5,22 ^a
P3D3	55,93±3,49 ^a	88,46±1,82 ^{ab}	56,04±7,35 ^a	75,49±6,18 ^a
<i>Two Way ANOVA</i>				
Padat tebar	0,628	0,042	0,083	0,000
Debit air	0,856	0,017	0,664	0,276
Interaksi	0,826	0,039	0,461	0,000

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$); P1 = padat tebar 1 ekor L^{-1} ; P2 = padat tebar 2 ekor L^{-1} ; P3 = padat tebar 3 ekor L^{-1} ; D = debit air 0,05 $L s^{-1}$; D2 = debit air 0,10 $L s^{-1}$; D3 = debit air 0,15 $L s^{-1}$

Bobot dan panjang rata-rata ikan botia terus meningkat selama masa pemeliharaan 60 hari. Bobot rata-rata awal ikan botia, sebesar $1,276 \pm 0,083$ g hingga akhir pemeliharaan sebesar $1,934 \pm 0,174$ g dengan panjang sebesar $5,554 \pm 0,155$ cm. Padat tebar dan debit air tidak saling berinteraksi terhadap kinerja produksi ikan botia. Padat tebar tidak berpengaruh nyata terhadap TS, namun berpengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah ikan pada akhir penelitian, laju pertumbuhan bobot spesifik, laju pertumbuhan mutlak bobot individu serta nisbah konversi pakan namun tidak berpengaruh terhadap parameter uji lainnya. Debit air tidak

berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter kinerja produksi ikan botia (Tabel 3).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor perlakuan padat tebar dan debit air terhadap kualitas warna visual sirip dada dan sirip ekor ikan botia. Faktor perlakuan padat tebar dan debit air masing-masing berpengaruh nyata terhadap warna visual sirip dada ikan botia. Padat tebar berpengaruh nyata terhadap warna visual sirip ekor ikan botia. Kualitas visual warna sirip dada dan ekor ikan botia terbaik diperoleh pada faktor perlakuan padat tebar 2 ekor L^{-1} (P2). Debit air rendah yang dikombinasikan dengan padat tebar 2 ekor L^{-1} (P2D1)

Tabel 5 Analisis usaha produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Perla- kuan	Biaya		Parameter Uji					
	Total (Rp juta)	Penerimaan (Rp juta)	Keuntungan (Rp juta)	BEP		HPP (Rp)	PP (tahun)	R/C <i>rat</i>
				Penerimaan (Rp juta)	Unit (ekor)			
P1D1	226.400	238.000	11.599	212.328	43.313	9.780	3,16±2,44 ^c	1,05±0,
P1D2	226.529	219.366	-7.162	238.748	54.456	10.464	-6,99±3,47 ^c	0,97±0,
P1D3	226.958	229.733	2.774	224.558	47.098	10.030	12,09±7,90 ^c	1,01±0,
P2D1	360.079	444.754	84.674	228.740	48.361	8.159	0,48±0,09 ^b	1,24±0,
P2D2	360.208	449.368	89.159	225.599	48.570	8.164	0,48±0,08 ^b	1,25±0,
P2D3	360.637	449.771	89.133	226.966	47.680	8.113	0,53±0,15 ^b	1,25±0,
P3D1	493.286	642.517	149.230	241.674	45.147	7.347	0,27±0,05 ^a	1,30±0,
P3D2	493.415	670.747	177.331	225.278	42.992	7.211	0,24±0,03 ^a	1,36±0,
P3D3	493.844	680.517	186.672	221.027	39.586	7.006	0,24±0,02 ^a	1,38±0,
<i>Two Way ANOVA</i>								
Padat tebar							0,000	0,000
Debit air							0,002	0,620
Interaksi							0,001	0,170

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$); P1 = padat tebar 1 ekor L⁻¹; P2 = padat tebar 2 ekor L⁻¹; P3 = padat tebar 3 ekor L⁻¹; D = debit air 0,05 L s⁻¹; D2 = debit air 0,10 L s⁻¹; D3 = debit air 0,15 L s⁻¹; BEP = *break event point*; HPP = harga pokok produksi; PP = *payback period*

menghasilkan kualitas warna visual sirip dada terbaik ikan botia (Tabel 4).

Berdasarkan hasil analisis usaha diperoleh bahwa kombinasi padat tebar 3 ekor L⁻¹ dan debit air 0,15 L s⁻¹ (P3D3) menghasilkan R/C *ratio* yang lebih tinggi, yaitu 1,38±0,03^c dengan *payback period* (PP) 0,24±0,02^a tahun (Tabel 5).

Pembahasan

Kualitas air

Kondisi wadah budidaya yang memiliki padat tebar tinggi berpengaruh dalam penu-

runan kualitas air dalam wadah tersebut melalui peningkatan suhu, pH, kandungan amonia (NH₃), dan *total organic matter* (TOM). Nilai NH₃ sangat dipengaruhi oleh suhu dan pH perairan (Boyd 1991). Kandungan gas terlarut dalam air seperti oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂) dapat memengaruhi suhu air. Berdasarkan hasil penelitian, semakin tinggi padat tebar menghasilkan TOM yang lebih tinggi namun pH airnya lebih rendah. Hal ini mengindikasikan efektivitas media filter yang digunakan. Cangkang kerang darah yang digunakan dalam filter berperan sebagai penyangga (*buffer*) pH air

dalam akuarium karena adanya kandungan CaCO_3 (Hanafi *et al.* 2016). Menurut Scabra *et al.* (2016), CaCO_3 yang terlarut dalam air akan terpecah menjadi unsur Ca yang merupakan sumber kalsium perairan serta unsur CO_3^{2-} yang merupakan karbonat penyusun alkalinitas. Menurut Yulfiperius *et al.* (2006), nilai alkalinitas merupakan kapasitas penyangga (resistensi) air terhadap fluktuasi nilai pH akibat perubahan konsentrasi ion H^+ di kolom perairan. Debit air yang semakin tinggi menyebabkan unsur CO_3^{2-} semakin cepat larut dalam air sehingga alkalinitas yang dihasilkan semakin tinggi sehingga fluktuasi pH tidak terlalu signifikan.

Efektivitas pada sistem resirkulasi air dipengaruhi oleh faktor debit air, aliran air yang lancar dan kontinyu, serta proses yang terjadi pada wadah filtrasi. Ketersediaan oksigen pada sistem dipengaruhi oleh pergerakan permukaan air yang bergelombang sehingga mempercepat proses difusi udara kedalam air. Semakin besar debit air, maka perputaran air semakin cepat sehingga mempercepat proses filtrasi dan penurunan kandungan polutan seperti NH_3 dalam air. Debit air yang semakin tinggi juga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut dan menjaga suhu air agar tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, oksigen terlarut pada debit air $0,15 \text{ L s}^{-1}$ (D3) lebih besar dibandingkan pada debit air yang rendah. Ghofur & Harianto (2018), dalam penelitiannya terkait suhu optimal bagi ikan botia diperoleh nilai oksigen terlarut yang sama dengan penelitian ini, yaitu 6,5-7,5 mg

L^{-1} . Suhu air D3 lebih tinggi karena pompa yang digunakan dalam perlakuan D3 lebih besar dibandingkan perlakuan yang lain (Tabel 1). Menurut SNI:7995 (2014), suhu optimal untuk sintasan ikan botia berkisar antara 28-30 °C.

Nilai NH_3 yang diperoleh selama penelitian lebih rendah dibandingkan nilai NO_2^- namun nilai NO_3^- lebih besar dibandingkan NO_2^- . Hal ini mengindikasikan bahwa suhu, oksigen terlarut, dan pH yang optimal selama penelitian menyebabkan proses nitrifikasi berjalan dengan baik. Nilai TOM pada debit air yang lebih tinggi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pada debit air rendah. Kualitas air yang baik selama pemeliharaan ikan botia menghasilkan tingkat sintasan mencapai $\geq 90 \%$ (Tabel 3).

Respons stres

Tingkat konsumsi oksigen ikan botia meningkat bersama dengan peningkatan padat tebar dengan debit air yang lebih rendah. TKO tertinggi diperoleh pada kombinasi faktor perlakuan padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air $0,05 \text{ L s}^{-1}$ (P3D1). Nilai TKO yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa debit air mempengaruhi laju konsumsi oksigen ikan botia. Menurut Neelima *et al.* (2016), ikan yang mengalami stres bernafas lebih cepat dan meningkatkan amplitudo gerakan pernapasan.

Glukosa darah merupakan indikator stres kedua setelah kortisol. Kadar glukosa darah yang normal pada ikan berkisar antara 40-90 mg dL^{-1} (Midihatama *et al.* 2018). Syawal *et*

al. (2012), memperoleh kadar glukosa ikan mas pada suhu 28 °C berkisar antara 52,65-123,79 mg dL⁻¹. Kadar glukosa ikan botia selama pemeliharaan berada dalam kisaran normal, yaitu 31-65 mg dL⁻¹ (Gambar 1). Hasil pengamatan secara visual diperoleh respons ikan terhadap pakan yang rendah pada perlakuan padat tebar 1 ekor L⁻¹ karena pada habitatnya, ikan botia berenang secara berge-rombol.

Kinerja produksi

Laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS) tertinggi ikan botia pada sistem resirkulasi diperoleh pada faktor perlakuan 1 ekor L⁻¹ dengan nilai 0,88±0,14^b % serta LPMP 0,17±0,01^a mm hari⁻¹ (P1D3) dengan panjang akhir 5,7 cm. Laju pertumbuhan bobot spesifik ikan botia pada faktor perlakuan P1 lebih tinggi dibanding faktor perlakuan lainnya serta nilai NKP yang lebih kecil. Laju pertumbuhan mutlak bobot individu (LPMbi) tertinggi ikan botia terdapat pada faktor perlakuan padat tebar 1 ekor L⁻¹ (P1), yaitu 0,014±0,00^b g ekor⁻¹ hari⁻¹ (P1D2).

Aras *et al.* (2016) menggunakan ikan botia ukuran awal 3,88±0,19 cm dengan padat tebar 18 ekor akuarium⁻¹ selama 56 hari diperoleh LPBS 1,77±0,56 %, LPMbi 0,015±0,004 g ekor⁻¹ hari⁻¹ serta LPMP 0,07 mm hari⁻¹. Hasil penelitian Ghofur & Harianto (2018) pada larva ikan botia dengan bobot awal 0,03 g ekor⁻¹ memiliki nilai LPBS 9,75±0,84 %. Nilai pertumbuhan yang berbeda tersebut karena perbedaan fase ukuran ikan botia yang dibudidaya. Virgiawan *et al.*

(2020), menyatakan bahwa ikan yang masih muda memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan yang dewasa karena energi yang diperoleh dari pakan tidak digunakan untuk mengganti sel-sel tubuh yang rusak dan untuk bereproduksi.

Menurut Nofyan (2005), kualitas pakan khususnya kandungan protein dalam pakan sangat memengaruhi laju pertumbuhan organisme. Ikan botia memerlukan protein yang tinggi dan lebih menyukai pakan alami cacing sutera dibandingkan pelet buatan. *Tubifex* sp. mengandung protein 57%, lemak 13,3%, serat kasar 2,04%, abu 3,6% dan kadar air 87,7% (Subandiyah *et al.* 2003). Perbedaan padat tebar dan debit air berpengaruh nyata terhadap nisbah konversi pakan. Nilai NKP ikan botia tertinggi terdapat pada faktor perlakuan padat tebar 3 ekor L⁻¹ (P3) berkisar antara 30,34±3,48^b–34,64±3,93^b sedangkan terendah pada faktor perlakuan padat tebar 1 ekor L⁻¹ (P1), berkisar antara 17,11±2,38^a–17,96±2,37^a. Nilai NKP tersebut mendekati nilai yang diperoleh oleh Rahayu *et al.* (2019) dengan pemberian pakan *Tubifex* sp. pada ikan *manfish* (*Pterophyllum scalare*), yaitu 16,73.

Kualitas warna visual ikan botia pada cahaya ruang oleh Aras *et al.* (2016), diperoleh 63,54±0,90 pada sirip dada, sedangkan sirip ekor 49,76±2,17. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya, yaitu 90,17±1,30^b pada sirip dada dan 81,72±3,41^b pada sirip ekor. Persentase keragaan warna visual yang tinggi tersebut karena pemanfaatan pakan

yang efisien oleh ikan botia. Andriani *et al.* (2020) menyatakan bahwa lemak yang cukup tinggi pada *Tubifex* sp. berfungsi dalam pelarut karotenoid organik yang berperan penting dalam pembentukan warna ikan hias. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, ikan botia pada padat tebar rendah memiliki repons yang cukup rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Ikan botia pada padat tebar dan debit air yang tinggi cenderung lebih aktif berenang sehingga energi yang diperoleh dari pakan banyak terpakai untuk aktivitas dan pertumbuhan.

Analisis keuntungan

Tujuan utama budidaya adalah memperoleh keuntungan. Kinerja produksi akan memengaruhi kinerja usaha. Perbedaan padat tebar dalam penelitian ini menghasilkan *output* yang berbeda dalam produksi ikan botia. Faktor perlakuan berkepadatan rendah menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik namun jumlah akhir (N_{akhir}) ikan lebih banyak diperoleh pada faktor perlakuan dengan padat tebar tinggi (Tabel 2).

Pangsa pasar yang tinggi terhadap ikan botia menyebabkan ikan ini berpotensi untuk dibudidaya dalam skala masal. Menurut Normansyah *et al.* (2014), analisis *break event point* (BEP), baik BEP penerimaan maupun BEP unit merupakan suatu alat analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel dalam suatu kegiatan usaha. BEP penerimaan merupakan batas minimum penerimaan yang harus diperoleh suatu usaha

sedangkan BEP unit merupakan jumlah minimum ikan yang harus diproduksi agar usaha tidak mengalami kerugian. Menurut Sujarweni & Wiratna (2016), nilai BEP dapat digunakan untuk menetapkan harga jual. Nilai BEP unit tertinggi diperoleh pada perlakuan P1D2, yaitu 54.456 ekor dengan nilai HPP Rp. 10.463,79 ekor⁻¹ sedangkan BEP unit terendah pada perlakuan P3D3, yaitu 39.586 dengan nilai HPP Rp 7.005,60 ekor⁻¹. Hasil analisis usaha produksi ikan botia dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi diperoleh nilai penerimaan tertinggi dengan perlakuan P3, yaitu Rp 642.517.241,38-680.517.241,38 dengan nilai keuntungan sebesar Rp 149.230.732,37-186.672.392,37.

Menurut Nurmalina *et al.* (2014), *pay-back period* (PP) mengukur seberapa cepat investasi bisa kembali. Nilai PP yang semakin rendah dapat menjadi pilihan untuk dilakukan karena cepat pengembalian modalnya. Soeharjo & Patong (1973) menyatakan bahwa rasio penerimaan atas biaya menunjukkan berapa besarnya penerimaan yang akan diperoleh dari setiap rupiah yang dikeluarkan dalam produksi usaha. Rasio penerimaan atas biaya produksi dapat digunakan untuk mengukur tingkat keuntungan relatif kegiatan usaha, artinya dari angka rasio penerimaan atas biaya tersebut dapat diketahui apakah suatu usaha tersebut menguntungkan atau tidak. Jika *R/C ratio* bernilai lebih besar dari 1 ($R/C > 1$) artinya setiap tambahan biaya yang dikeluarkan akan menghasilkan tambahan penerimaan yang lebih besar daripada tambahan

biaya atau secara sederhana kegiatan usaha menguntungkan. Suatu usaha dikatakan menguntungkan secara ekonomis dari usaha lain jika nilai R/C lebih dari 1. Padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air $0,15 L s^{-1}$ (P3D3) menghasilkan R/C ratio yang lebih tinggi, yaitu $1,30 \pm 0,06^c - 1,38 \pm 0,03^c$ dengan *payback period* (PP) $0,24 \pm 0,02^a - 0,27 \pm 0,05^a$ tahun.

Simpulan

Kinerja produksi dan usaha terbaik ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada sistem resirkulasi adalah padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air $0,15 L s^{-1}$. Proses filtrasi bisa dilakukan dalam satu wadah sehingga lebih praktis diterapkan pada sentra produksi ikan botia. Penelitian lanjutan yang disarankan adalah pendalaman hasil penelitian ini dalam skala semimassal dan massal agar dapat dihasilkan teknologi tepat guna.

Daftar pustaka

- Andriani Y, Rosidah, Iskandar, Priyadi A, Firdaus SN. 2020. Effect of *Tubifex* and carrot meal combination on color quality of botia *Chromobotia macracanthus*. 3rd ISMFR: E3S Web of Conferences 147, 01007.
- Aras AK, Nirmala K, Soelistyowati DT, Sudarto. 2016. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(1): 45-55.
- Bartelme RP, McLellan SL, Newton RJ. 2017. Freshwater recirculating aquaculture system operations drive biofilter bacterial community shifts around a stable nitrifying consortium of ammonia-oxidizing Archaea and Comammox Nitrospira. *Frontiers in Microbiology*. 8. Article 101. 18 p.
- Boyd CE. 1991. *Water Quality Management in Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York. 318 p.
- Budiardi T, Gemawaty N, Wahjuningrum D. 2007. Produksi ikan neon tetra *Paracheirodon innesi* ukuran L pada padat tebar 20, 40, dan 60 ekor/liter dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 6(2): 211-215.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2020. Laporan Indikator Kinerja 2020 Triwulan I. [diakses 22 Oktober 2020]. <https://kkp.go.id>.
- Ghofur M, Harianto E. 2018. Kinerja produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) padat tebar tinggi dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. 3(1): 17-25.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall Publisher, London. pp 51-73.
- Hanafi, Zahara TA, Yusuf W. 2016. Optimasi filter cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk meningkatkan pH air gambut. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 4(1): 1-10.
- Husnan S, Pudjiastuti E. 1998. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. UPP AMP YKPN. Yogyakarta, 217 hal.
- Mailinda. 2012. Kelimpahan populasi ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus*) dan persepsi masyarakat terhadap pemanfaatannya di Sungai Batanghari Kota Jambi *Tesis*. Universitas Indonesia, Depok. 63 hal.
- Midihatama A, Subandiyono, Haditomo AHC. 2018. Pengaruh eugenol terhadap kadar glukosa darah dan kelulushidupan benih ikan gurami (*Osporonemus gourami*, Lac.) selama dan setelah periode transportasi sistem tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 2(2): 12-17.

- Neelima P, Rao NG, Rao S, Rao JCS. A study on oxygen consumption in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to lethal and sublethal concentrations of cypermethrin (25%Ec). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 5(4): 338-348.
- Nofyan E. 2005. Pengaruh pemberian pakan dari sumber nabati dan hewani terhadap berbagai aspek fisiologi ikan gurami (*Osporonemus gouramy* L.). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 5(1): 19-23.
- Normansyah D, Rochaeni S, Humaerah AD. 2014. Analisis pendapatan usahatani sayuran di Kelompok Tani Jaya, Desa Ciaruteun Ilir, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor. *Jurnal Agribisnis*. 8(1): 29-44.
- [NRC] National Research Council. 1977. *Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shelfishes Revised Edition*. National Academy Press. Washington DC. 87 p.
- Nurmalina R, Sarianti T, Karyadi A. 2014. *Studi Kelayakan Bisnis*. IPB Press, Bogor. 204 hal.
- Permana A, Alimuddin, Hadie W, Priyadi A, Ginanjar R. 2018. Pengaruh pemberian hormon pertumbuhan rekombinan dengan metode yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 13(2): 123-130.
- Rahayu RP, Damayanti AD, Setyono BDH. 2019. Pengaruh jenis pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan manfish (*Pterophyllum scalare*). *Jurnal Perikanan*. 9(2): 137-144.
- Scabra AR, Budiardi T, Djokosetiyanto D. 2016. Kinerja produksi *Anguilla bicolor bicolor* dengan penambahan CaCO_3 pada media budidaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 15(1): 1-7.
- Soeharjo, Patong. 1973. *Sendi-sendi Pokok Usahatani*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 192 hal.
- Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 hal.
- Subandiyah S, Satyani D, Aliyah. 2003. Pengaruh substitusi pakan alami (*Tubifex*) dan buatan terhadap pertumbuhan ikan tilan lurik merah (*Mastacembelus erythrotaenia* Bleeker, 1850). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 3(2): 67-72.
- Sujarweni V, Wiratna. 2016. *Pengantar Akuntansi*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta. 138 hal.
- Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2012. Respons fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 1-11.
- Ullah K, Emmanuel A, Anjum MZ. 2018. Effect of stocking density on growth performance of Indus mahseer (*Tor macrolepis*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 6(3): 49-52.
- Virgiawan SY, Samidjan I, Hastuti S. 2020. Pengaruh cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda terhadap kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 4(2): 119-128.
- Yulfiperius, Toelihere MR, Affandi R. 2006. Pengaruh alkalinitas terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lalawak (*Barbodes* sp.). *Biosfera*. 23(1): 38-43.
- Zonneveld N, Huisman EA, Bonn JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hal.