

EVALUASI MANAJEMEN PEMBERIAN PAKAN PADA PEMBESARAN IKAN LELE DENGAN SISTEM BIOFLOK PADA SKALA LAPANG

Evaluation of Feeding Management at Field-Scale Grow-out Culture of African catfish in Biofloc System

Julie Ekasari, Muhammad Ilham Labulal Banin, Ichsana Achmad Fauzi, Apriana Vinasyam
Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Dramaga Bogor 16680, Indonesia
*Email: apriana@apps.ipb.ac.id

Diserahkan tanggal 22 Februari 2023, Diterima tanggal 5 Oktober 2023

ABSTRAK

Biaya pakan merupakan komponen besar dalam biaya produksi dalam budidaya ikan lele *Clarias gariepinus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi manajemen pemberian pakan dengan kadar protein berbeda terhadap kinerja produksi dan kinerja usaha budidaya pembesaran ikan lele yang dipelihara dalam sistem bioflok. Ikan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki bobot awal $5,48 \pm 1,31$ g dan panjang awal $9,36 \pm 0,54$ cm. Metode pemberian pakan dilakukan dengan pemberian pakan tinggi protein (33,4%) selama masa pembesaran dan kombinasi pakan HP (selama 42 hari pertama) dengan pakan rendah protein (13,7%) hingga panen. Kedua perlakuan ini diujikan pada dua sistem pembesaran ikan lele dengan metode konvensional pada kepadatan rendah (150 ekor m^{-3}) dan sistem bioflok dengan kepadatan tinggi (500 ekor m^{-3}). Tingkat kelangsungan hidup ikan tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P > 0,05$). Perlakuan protein pakan tinggi menunjukkan laju pertumbuhan spesifik yang lebih tinggi ($4,02-4,09$ % hari $^{-1}$) dibandingkan perlakuan kombinasi dengan protein pakan rendah ($3,76-3,84$ % hari $^{-1}$). Pemeliharaan ikan di sistem bioflok meningkatkan produktivitas lahan ($29,0-32,8$ kg m^{-3}) dibandingkan sistem konvensional ($11,4-14,5$ kg m^{-3}). Hasil analisis usaha menunjukkan bahwa sistem bioflok dengan pakan protein tinggi menunjukkan keuntungan terbesar di antara perlakuan lainnya yaitu Rp 24.413.257 dengan *payback period* selama 1,51 tahun. Penggunaan sistem bioflok dengan pakan berprotein tinggi dapat meningkatkan produktivitas lahan dan keuntungan usaha pembesaran ikan lele dibandingkan dengan sistem konvensional dengan kepadatan rendah. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dari aspek teknis dan ekonomis yaitu pemeliharaan ikan dalam sistem bioflok dengan penggunaan pakan protein tinggi secara kontinu.

Kata kunci: sistem bioflok; ikan lele; pembesaran; protein pakan

ABSTRACT

Feed cost is the largest component of production costs in the African catfish (*Clarias gariepinus*) culture. This study aimed to evaluate feed management with different protein levels on production performance and the business performance of catfish farming reared in a biofloc system. The fish used in this study had an initial weight and length of 5.48 ± 1.31 g and 9.36 ± 0.54 cm. The feeding method involved providing high-protein feed (33%) during the growth phase and a combination of high-protein feed (for the first 42 days) with low-protein feed (14%) until harvest. These two treatments were tested on two catfish farming systems: a conventional system with low stocking density (150 fish m^{-3}) and a biofloc system with high stocking density (500 fish m^{-3}). The survival rate of the fish did not differ significantly between treatments ($P > 0.05$). The high-protein feed treatment showed a higher specific growth rate ($4.02-4.09$ % day $^{-1}$) compared to the combination treatment with low-protein feed ($3.76-3.84$ % day $^{-1}$). Rearing fish in the biofloc system increased land productivity ($29.0-32.8$ kg m^{-3}) compared to the conventional system ($11.4-14.5$ kg m^{-3}). Business analysis results showed that the biofloc system with high-protein feed yielded the highest profit among the treatments, amounting to Rp 24,413,257 with a payback period of 1.51 years. The use of a biofloc system with high-protein feed increased land productivity and profitability in catfish farming compared to the conventional system. This study also indicated that the best treatment from a technical and economic standpoint was rearing fish in the biofloc system with continuous use of high-protein feed

Keywords: biofloc systems, African catfish, dietary protein, grow out

PENDAHULUAN

Ikan lele *Clarias gariepinus* merupakan salah satu ikan konsumsi air tawar yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, namun masih menghadapi beberapa kendala di antaranya adalah biaya pakan dan rendahnya produktivitas. Pada budidaya ikan air tawar, biaya pakan dapat mencapai lebih dari 70% dari total biaya produksi

(Tacon & Metian, 2015). Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk menekan biaya pakan dalam produksi budidaya pembesaran adalah dengan penggunaan pakan berprotein rendah dengan harga lebih murah yang dikombinasikan dengan ketersediaan pakan alami sebagai nutrient tambahan.

Selain penghematan biaya pakan, intensifikasi budidaya melalui peningkatan padat tebar ikan merupakan

strategi untuk menambah profit budidaya karena mampu meningkatkan produktivitas lahan dan efisiensi pemanfaatan air. Akan tetapi, intensifikasi budidaya ikan dapat berdampak pada tingginya akumulasi limbah terutama amonia dalam air (Avnimelech, 2009). Peningkatan kepadatan ikan perlu diimbangi dengan intervensi teknologi agar kondisi lingkungan budidaya tetap optimal, contohnya dengan pengaplikasian sistem bioflok. Prinsip utama teknologi bioflok adalah stimulasi bakteri heterotrof yang dapat mengasimilasi amonia menjadi biomassa agregat bakteri yang selanjutnya dapat dimanfaatkan kembali sebagai pakan alami untuk organisme budidaya itu sendiri (Browdy *et al.*, 2012; De Schryver *et al.*, 2008a). Studi terdahulu menunjukkan bahwa sistem bioflok dapat diaplikasikan pada budidaya ikan lele (Chen *et al.*, 2020; Dauda *et al.*, 2018; Ekasari *et al.*, 2016; Fauji, *et al.*, 2018).

Adanya kontribusi pakan tambahan dari bioflok dapat menurunkan kebutuhan protein pakan. Hisano *et al.* (2020) menunjukkan bahwa kinerja pertumbuhan dan kesehatan ikan nila yang dipelihara dalam sistem bioflok dan diberi pakan dengan kadar protein 28% sama baiknya dengan yang diberi pakan dengan kadar protein 36%. Sementara itu, Durigo *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan nila dengan pemberian pakan dengan kadar protein 26% dan 30% tidak berbeda nyata. Ekasari *et al.* (2016) dan Fatimah *et al.* (2019) menyatakan bahwa ikan lele memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam memanfaatkan bioflok daripada ikan nila sehingga pemanfaatan bioflok sebagai pakan tambahan diduga akan lebih rendah daripada ikan nila. Pada pendederan benih ikan lele, Khasanah (2016) menunjukkan bahwa penggunaan pakan dengan kadar protein 34% dapat digunakan sebagai pengganti pakan dengan kadar protein 38% dalam sistem bioflok. Penurunan protein pakan ikan lele pada kegiatan pembesaran akan lebih berpengaruh terhadap efisiensi biaya karena lama pemeliharaan ikan yang lebih panjang dibandingkan pada kegiatan pendederan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi manajemen pemberian pakan dengan kadar protein berbeda terhadap kinerja produksi dan kinerja usaha budidaya pembesaran ikan lele yang dipelihara dalam sistem bioflok.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Farm Cikeas Garden, Kabupaten Bogor dengan membandingkan dua perlakuan manajemen pakan (protein tinggi dan protein rendah) dan dua sistem budidaya (konvensional dan bioflok) dengan masing-masing dua kali ulangan, selama 42 hari. Oleh karena itu perlakuan meliputi: konvensional protein tinggi (Kontrol *High Protein*, KHP), konvensional protein rendah (Kontrol *Low Protein*, KLP), bioflok protein tinggi (Biofloc *High Protein*, BHP), bioflok protein rendah (Biofloc *Low Protein*, BLP). Padat tebar yang digunakan adalah 150 ekor m⁻³ (untuk sistem konvensional dan 500 ekor m⁻³ (Putra *et al.*, 2017; Fauzi *et al.*, 2018).

Pemeliharaan Ikan

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan lele dengan bobot 5,48±1,31 g dan panjang 9,36±0,54 cm. Benih ikan yang digunakan berasal dari pembenih di Ciampea, Kabupaten Bogor. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak terpal bundar berdiameter 3 m dan tinggi 1,2 m sebanyak 8 unit yang

ditempatkan pada ruang *semioutdoor*. Persiapan air dilakukan dengan mengisi air hingga ketinggian 50 cm (volume 2,5 m³) dan pemberian pupuk kandang sebanyak 20 kg untuk menumbuhkan fitoplankton. Pupuk kandang yang digunakan sebelum diberikan ke media pemeliharaan dimasukkan ke dalam karung dan diikat. Selanjutnya air dibiarkan selama 8 hari hingga berwarna kehijauan.

Pada sistem bioflok, persiapan air dilakukan dengan pengisian air hingga ketinggian 50 cm (volume 2,5 m³) dan sterilisasi menggunakan kaporit dengan dosis 10 mg L⁻¹, kemudian diaerasi dengan kuat selama 2-3 hari hingga bau kaporit hilang. Penumbuhan flok dimulai dengan penambahan probiotik komersial sebanyak 25 g, kemudian ditambahkan (NH₄)₂SO₄ 25 g, dan molase 250 mL dengan kadar karbon sebesar 40% dengan estimasi rasio C/N target sebesar 10 (Fauji *et al.*, 2018). Selanjutnya air diaerasi dengan kuat selama 7 hari hingga flok terbentuk dan konsentrasi *total amonia nitrogen* (TAN) sama dengan 0 mg L⁻¹. Selama pemeliharaan pada kedua sistem dilakukan penambahan air setinggi 10 cm setiap minggunya hingga ketinggian air mencapai 100 cm. Jika air kolam mulai berbau maka dilakukan pergantian air sebanyak 30%. Khusus sistem bioflok, selain dilakukan pergantian air dilakukan juga penambahan molase dan probiotik. Kebutuhan sumber karbon untuk pemeliharaan ikan pada media bioflok dihitung berdasarkan De Schryver *et al.* (2008a). Aerasi diberikan sebanyak 4 titik per bak yang disuplai dari pompa udara (Hiblow Resun LP100). Penambahan air dilakukan pada minggu ke-3, ke-5, dan ke-7 untuk mengkompensasi evaporasi pada kedua sistem.

Ikan pada perlakuan dengan sistem konvensional diberi pakan empat kali dalam sehari secara sekenyangnya (*at satiation*) pada pukul 08.00, pukul 13.00, pukul 17.00, dan pukul 20.00 WIB. Untuk memaksimalkan pemanfaatan bioflok, ikan pada sistem bioflok ikan diberi pakan dua kali dalam sehari secara *at satiation* pada pukul 08.00 dan pukul 20.00 WIB. Pakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pakan komersial untuk ikan lele dengan kadar protein tinggi 32-34% (KHP dan BHP) dan rendah 12-14% (KLP dan BLP). Komposisi proksimat pakan komersial yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Pertumbuhan ikan lele pada masa pemeliharaan diamati dengan dilakukan pengukuran panjang dan penimbangan bobot setiap 14 hari. Pengambilan contoh ikan dilakukan secara acak dengan jumlah contoh 15 ekor dari populasi setiap wadah pemeliharaan. Pada akhir masa pemeliharaan, ikan lele dipanen pada minggu ke-8 dengan dilakukan penyortiran ikan meliputi ukuran konsumsi, palang, dan *big size* (BS). Sementara itu pemanenan total dilakukan pada minggu ke-10.

Parameter Penelitian

Tingkat kelangsungan hidup dihitung berdasarkan jumlah ikan yang masih hidup dari jumlah ikan yang ditebar. Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LPS = \left[\frac{t}{\sqrt{Wt}} - 1 \right] \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik (% hari⁻¹); Wo= bobot rata-rata awal ikan uji (g); Wt= bobot rata-rata akhir ikan uji (g); t= waktu pemeliharaan (hari).

Keragaman panjang dan bobot dalam penelitian ini dinyatakan dalam koefisien keragaman panjang. Koefisien ini

adalah persentase dari simpangan baku panjang atau bobot ikan terhadap nilai tengahnya. Faktor kondisi adalah keadaan yang menyatakan hubungan antara panjang dan bobot ikan, dihitung berdasarkan (Effendie, 2002) :

$$FK = \frac{[W \times 10^5]}{[L \times 10^3]} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: FK= faktor kondisi; W= rata-rata bobot; L= rata-rata panjang.

Kinerja pemanfaatan pakan dievaluasi melalui penghitungan rasio konversi pakan (RKP) dan retensi protein dan lemak. Rasio konversi pakan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RKP = \frac{F}{Bt+Bm-Bo} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: RKP= rasio konversi pakan; F= jumlah konsumsi pakan (g); Bt= bobot total akhir ikan (g); Bo= bobot total awal ikan (g); Bm= bobot ikan mati (g).

Retensi protein dan retensi lemak (%) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RP = \left[\frac{(Fp-Ip)}{P} \right] \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan: RP= retensi protein atau lemak (%); Fp= jumlah protein atau lemak ikan pada akhir pemeliharaan (g); Ip= jumlah protein atau lemak ikan pada awal pemeliharaan (g); P= jumlah protein atau lemak yang dikonsumsi ikan (g).

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan berdasarkan metode AOAC (2020). Analisis proksimat pada pakan yang diberikan meliputi analisis kadar protein, lemak, serat kasar, abu, dan air. Pada ikan dilakukan analisis kadar protein, lemak dan air.

Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan setiap hari meliputi suhu, pH, dan volume flok. Volume flok diukur menggunakan *Imhoff cone*. Parameter kualitas air yang diukur setiap 14 hari meliputi TAN, nitrit, nitrat, alkalinitas, dan padatan tersuspensi total (TSS) yang diukur berdasarkan metode standar (APHA, 1995).

Analisis Usaha

Asumsi perhitungan analisis usaha yang dilakukan dalam penelitian ini didasarkan pada informasi teknis yang dilakukan selama penelitian. Analisis usaha terdiri atas analisis keuntungan, analisis *payback periode* (PP), dan analisis imbang penerimaan dan biaya (*R/C ratio*).

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan diuji statistik menggunakan aplikasi

Minitab versi 18. Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini analisis ANOVA dengan uji lanjut Tukey pada data kinerja produksi dan komposisi proksimat ikan, sedangkan data kualitas air dan analisis usaha dianalisis secara deskriptif. Uji normalitas dan homogenitas data dilakukan masing-masing menggunakan uji Kruskal Wallis dan Levene.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil performa pertumbuhan ikan ditampilkan pada Tabel 2. Penurunan protein pakan dari 33,4% (KHP) ke 13,7% (BHP) selama 28 hari menurunkan bobot individu akhir (97.8 ke 77.6 g) dan laju pertumbuhan spesifik (4.09 ke 3.76 % hari⁻¹) ikan lele pada sistem konvensional (Tabel 1; P<0,05). Akan tetapi penurunan nilai pada dua parameter tersebut tidak ditemukan pada sistem bioflok (Table 2; P>0,05). Hal ini mengindikasikan bahwa pada sistem konvensional dimana nutrisi utama berasal dari pakan, kadar protein pakan sangat memengaruhi kinerja pertumbuhan ikan lele. Akan tetapi, pada sistem bioflok dimana biota alami selalu tersedia sebagai pakan tambahan ikan, penurunan protein pakan tidak memengaruhi pertumbuhan yang ditunjukkan oleh bobot individu akhir dan LPS. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya asupan protein tambahan dari bioflok yang dimakan ikan. Akan tetapi, hal ini bertentangan dengan penelitian Durigon et al (2020) yang melaporkan bahwa penggunaan pakan dengan kadar protein tercerna (*digestible protein*) 22% pada ikan lele yang dipelihara dalam sistem bioflok menghasilkan pertumbuhan yang lebih rendah daripada pakan dengan kadar protein tercerna 26% dan 30%. Hal tersebut berkaitan dengan kadar protein tercerna yang di bawah kebutuhan ikan nila optimal di sistem air bersih (berkisar 26-29%; Golcaves et al., 2009, Junior et al., 2016), dan diduga tidak lengkapnya kandungan asam amino dari bioflok. Kedua hal tersebut juga diduga menjadi alasan mengapa retensi protein pada BLP lebih rendah dibandingkan dengan BHP pada penelitian ini.

Tabel 1. Komposisi Proksimat Pakan Uji

Komposisi	Protein tinggi (HP)	Protein rendah (LP)
Kadar air (%)	8,61	8,68
Kadar abu (%)	8,31	10,73
Protein (%)	33,4	13,7
Lemak (%)	7,43	3,48
Serat kasar (%)	2,57	7,27
BETN (%)	39,7	56,2
GE (kkal 100 g ⁻¹)	419	340

Keterangan: bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Komposisi Gross Energy (GE) dihitung berdasarkan protein= 5,6 kkal g⁻¹, lemak= 9,4 kkal g⁻¹, karbohidrat/BETN= 4,1 kkal g⁻¹ (Watanabe, 1988).

Tabel 2. Kinerja Produksi Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda.

Parameter	Perlakuan			
	KHP	KLP	BHP	BLP
Bobot individu akhir (g)	97,8±5,16 ^b	77,6±0,17 ^a	81,2±1,66 ^a	72,1±2,78 ^a
LPS (% hari ⁻¹)	4,09±0,08 ^c	3,76±0,00 ^a	4,02±0,03 ^{bc}	3,84±0,06 ^{ab}
KKP (%)	12,09±0,32 ^a	9,89±1,95 ^a	14,34±4,08 ^a	10,33±1,19 ^a

Parameter	Perlakuan			
	KHP	KLP	BHP	BLP
KKB (%)	33,9± 1,24 ^a	27,2± 3,59 ^a	39,3± 8,04 ^a	29,9± 1,28 ^a
FK	0,81±0,02 ^a	0,76±0,02 ^a	0,79±0,03 ^a	0,73±0,01 ^a
TKH (%)	89,0±0,35 ^a	88,3±9,83 ^a	80,9±0,49 ^a	80,5±2,45 ^a
Biomassa akhir (kg)	87,0±4,24 ^a	68,5±7,78 ^a	197,0±2,83 ^c	174,0±1,41 ^b
Produktivitas (kg m ⁻³)	14,5±0,71 ^a	11,4±1,30 ^a	32,8±0,47 ^c	29,0±0,24 ^b
RKP	1,03±0,06 ^a	1,39±0,01 ^b	1,16±0,01 ^a	1,31±0,02 ^b
RP (%)	48,9±3,68 ^{ab}	60,0±9,53 ^{ab}	42,7±2,22 ^a	70,3±1,33 ^b
RL (%)	56,1±10,74 ^a	88,5±17,09 ^a	57,9±1,05 ^a	87,5 ±1,59 ^a

Keterangan: kontrol *high protein* (KHP), kontrol *low protein* (KLP), bioflok *high protein* (KLP), bioflok *low protein* (BLP), laju pertumbuhan spesifik (LPS), koefisien keragaman panjang (KKP), koefisien keragaman bobot (KKB), faktor kondisi (FK), tingkat kelangsungan hidup (TKH), rasio konversi pakan (RKP), retensi protein (RP), retensi lemak (RL). Huruf cetak atas yang berbeda setelah nilai rata-rata±standar deviasi dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$).

Rasio konversi pakan terbaik (1,03-1,16) ditunjukkan oleh perlakuan protein pakan tinggi tanpa terpengaruh oleh sistem yang digunakan (KHP dan BHP) ($P>0,05$). Pada perlakuan dengan protein pakan rendah, rasio konversi pakan mencapai 1,3-1,4 yang masih dalam kisaran umum pada budidaya ikan lele. Meskipun tidak berbeda nyata secara statistik ($P>0,05$), tingkat kelangsungan hidup ikan pada sistem konvensional cenderung lebih tinggi (88,3-89,0%) dibandingkan dengan ikan pada sistem bioflok (80,5-80,9%). Hal ini diduga berkaitan dengan padat tebar ikan di sistem bioflok yang 3,3 kali lebih tinggi dibanding sistem konvensional (500 berbanding 150 ekor m⁻³). Perbedaan padat tebar juga menjadi penyebab nilai produktivitas lahan pada sistem bioflok yang 2-3 kali lebih besar dibandingkan sistem konvensional ($P<0,05$; 11,4-14,5 kg m⁻³). Padat tebar yang tinggi pada sistem bioflok memungkinkan untuk menghasilkan ikan dengan laju pertumbuhan spesifik yang tidak berbeda dengan padat tebar rendah pada sistem konvensional dengan kadar protein pakan yang sama ($P<0,05$).

Hasil analisis proksimat daging ikan (Tabel 3) menunjukkan bahwa kadar protein ikan tertinggi ($P<0,05$) terdapat pada perlakuan protein tinggi (KHP dan BHP) terlepas dari jenis sistem yang digunakan. Hal ini mendemonstrasikan bahwa protein menjadi komponen penting pembentukan deposisi protein pada tubuh ikan. Meskipun bioflok dapat digunakan sebagai sumber protein ikan lele, namun reilai retensi protein yang tinggi pada BLP akibat. Namun sintesis protein tetap dibatasi oleh ketersediaan suplai protein dari pakan. Hal ini diduga berkaitan dengan adanya defisiensi asam amino esensial tertentu pada bioflok, sehingga sintesis protein tubuh menjadi tidak lengkap (Moreno *et al.*, 2018; Valle *et al.* 2015).

Kisaran nilai suhu secara umum hampir sama untuk semua perlakuan yang berkisar antara 28 – 33 °C. Nilai pH pada perlakuan KHP menunjukkan kisaran yang stabil di atas 7 (7,15 – 7,75) (Gambar 1), sedangkan perlakuan yang lain menunjukkan kisaran yang lebih lebar yaitu antara 6,1 hingga 7,85. Suhu dan pH media pemeliharaan selama penelitian masih berada pada kisaran aman untuk budidaya ikan (Njieassam 2016; Ogunji & Awoke 2017)

Total padatan tersuspensi (TSS) pada sistem bioflok (125- 1.045 mg L⁻¹) lebih tinggi dibandingkan pada sistem konvensional (46-225 mg L⁻¹; Gambar 2). Prinsip utama sistem bioflok adalah pembentukan agregat mikroorganisme pada kolom air, sehingga tingginya TSS menunjukkan tingginya kuantitas bioflok yang terbentuk (De Schryver *et al.*, 2008b). Volume bioflok juga merupakan parameter kuantitas bioflok

yang umum digunakan dalam mengkuantifikasi konsentrasi bioflok dalam air Mansour & Esteban, 2017). Selain produksi biomassa dan kematian alami bakteri penyusun bioflok, fluktuasi harian TSS and volume bioflok pada penelitian ini (Gambar 3) dipengaruhi oleh adanya konsumsi oleh ikan (Cardona *et al.*, 2015). Gambar 1 menunjukkan tren konsentrasi TSS pada BHP lebih tinggi dibandingkan pada BLP. Hal ini sejalan berkaitan dengan lebih tingginya nutrisi input pada BHP, yaitu jumlah protein dan nitrogen dalam pakan serta molase yang diberikan ke air pemeliharaan, dibandingkan dengan BLP. Akan tetapi tren yang sama tidak terlihat di parameter volume bioflok (Gambar 3) yang diduga dipengaruhi oleh komposisi dan struktur bioflok yang berbeda antardua perlakuan.

Kisaran konsentrasi TAN pada media pemeliharaan sistem bioflok lebih tinggi dari sistem konvensional karena tingginya kepadatan ikan dan jumlah pakan yang ditambahkan pada sistem ini (Gambar 4A). Namun demikian bioflok dapat mempertahankan konsentrasi TAN pada kisaran optimal untuk budidaya ikan lele yaitu 0,5-2,6 mg L⁻¹ (Abu Bakar *et al.*, 2015), meskipun tanpa ada pergantian air yang rutin. Konsentrasi nitrit (Gambar 4B) dan nitrat (Gambar 4C) dengan kisaran nilai yang kurang dari 1 mg L⁻¹, masih sesuai dengan kisaran optimal untuk budidaya ikan air tawar (Roques *et al.*, 2015). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan ikan berkorelasi negatif dengan kualitas air terutama pada akumulasi senyawa-senyawa nitrogen toksik seperti *ammonia* dan nitrit (Oké & Goosen, 2019; Palm *et al.*, 2018).

Hasil analisis usaha (Tabel 4) menunjukkan bahwa rerata biaya pakan terendah selama pemeliharaan 70 hari terdapat pada perlakuan KHP sebesar Rp 10.121/kg ikan yang dihasilkan, dan biaya pakan tertinggi terdapat pada perlakuan BLP sebesar Rp 11.482/kg ikan. Keuntungan didapatkan pada perlakuan protein pakan tinggi, sedangkan perlakuan penurunan protein pakan mengalami kerugian pada masing-masing sistem. Perbedaan tingkat keuntungan ini berkaitan dengan biomassa akhir dan jumlah ikan ukuran konsumsi yang lebih tinggi pada perlakuan protein pakan tinggi. Hal ini dapat terlihat juga pada nilai RC ratio yaitu di bawah 1 untuk perlakuan KLP dan BLP serta di atas 1 untuk perlakuan KHP dan BHP. Menurut Bayu *et al.* (2019) , jika nilai R/C ratio lebih dari 1 maka usaha layak dijalankan. Dibutuhkan waktu pemeliharaan yang lebih panjang agar ikan berukuran palang pada perlakuan protein pakan rendah dapat mencapai ukuran konsumsi, sehingga dapat meningkatkan penerimaan.

Keuntungan per tahun pada perlakuan BHP (Rp 24.413.257) bernilai 7 kali lebih tinggi dibandingkan perlakuan

KHP (Rp. 3.434.020), yang juga sejalan lama PP yang menurun 6 kali lebih lipat pada perlakuan BHP (1.51 vs. 9.33 tahun). Hal ini tentunya berkaitan dengan pada tebar ikan yang lebih tinggi. Akan tetapi, penelitian ini menunjukkan bahwa dengan padat tebar 3,3 kali lipat, sistem bioflok mampu meningkatkan produktivitas lahan sambil dengan kualitas air yang tetap baik, serta meningkatkan R/C ratio dan menekan masa pengembalian investasi (PP) dibandingkan sistem konvensional. Pada sistem bioflok Perlakuan BHP merupakan perlakuan yang ideal baik secara teknis maupun ekonomis

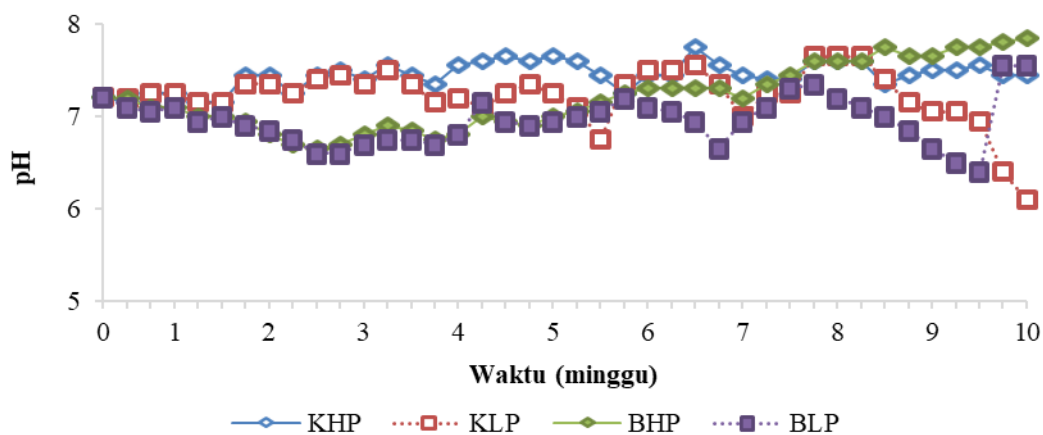
dibandingkan perlakuan BLP. Penelitian selanjutnya perlu menginvestigasi aspek teknis dan ekonomi dari budidaya ikan lele pada sistem konvensional dan bioflok pada padat tebar dan jumlah pemberian pakan yang sama.

Penggunaan sistem bioflok dengan pakan berprotein tinggi mampu meningkatkan produktivitas dan keuntungan usaha pembesaran ikan lele. Selain itu hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein 13% tidak dapat menurunkan biaya pakan pada usaha pembesaran ikan lele.

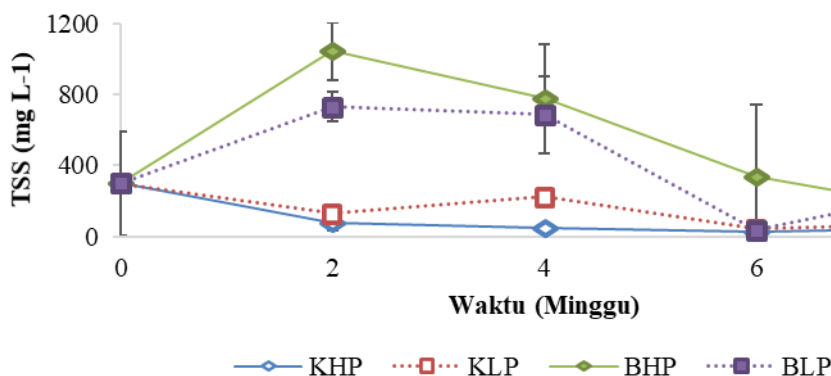
Tabel 3. Kadar Air, Protein, dan Lemak Daging Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda

Parameter Uji	Perlakuan			
	KHP	KLP	BHP	BLP
Kadar air (%)	76,32±0,58 ^a	76,52±1,29 ^a	75,03±1,25 ^a	73,89±0,18 ^a
Kadar protein (%)	16,91±0,24 ^b	12,43±0,73 ^a	17,68±1,00 ^b	13,73±0,05 ^a
Kadar lemak (%)	4,28±0,54 ^a	4,50±0,44 ^a	5,25±0,13 ^a	4,24±0,13 ^a

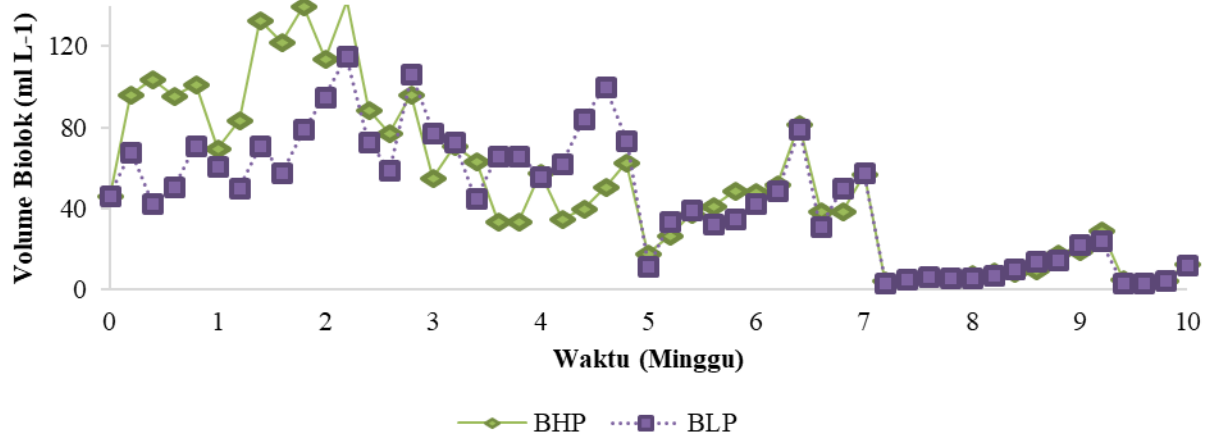
Keterangan: kontrol *high protein* (KHP), kontrol *low protein* (KLP), bioflok *high protein* (KLP), bioflok *low protein* (BLP). Huruf cetak atas yang berbeda setelah nilai rata-rata±standar deviasi dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$).



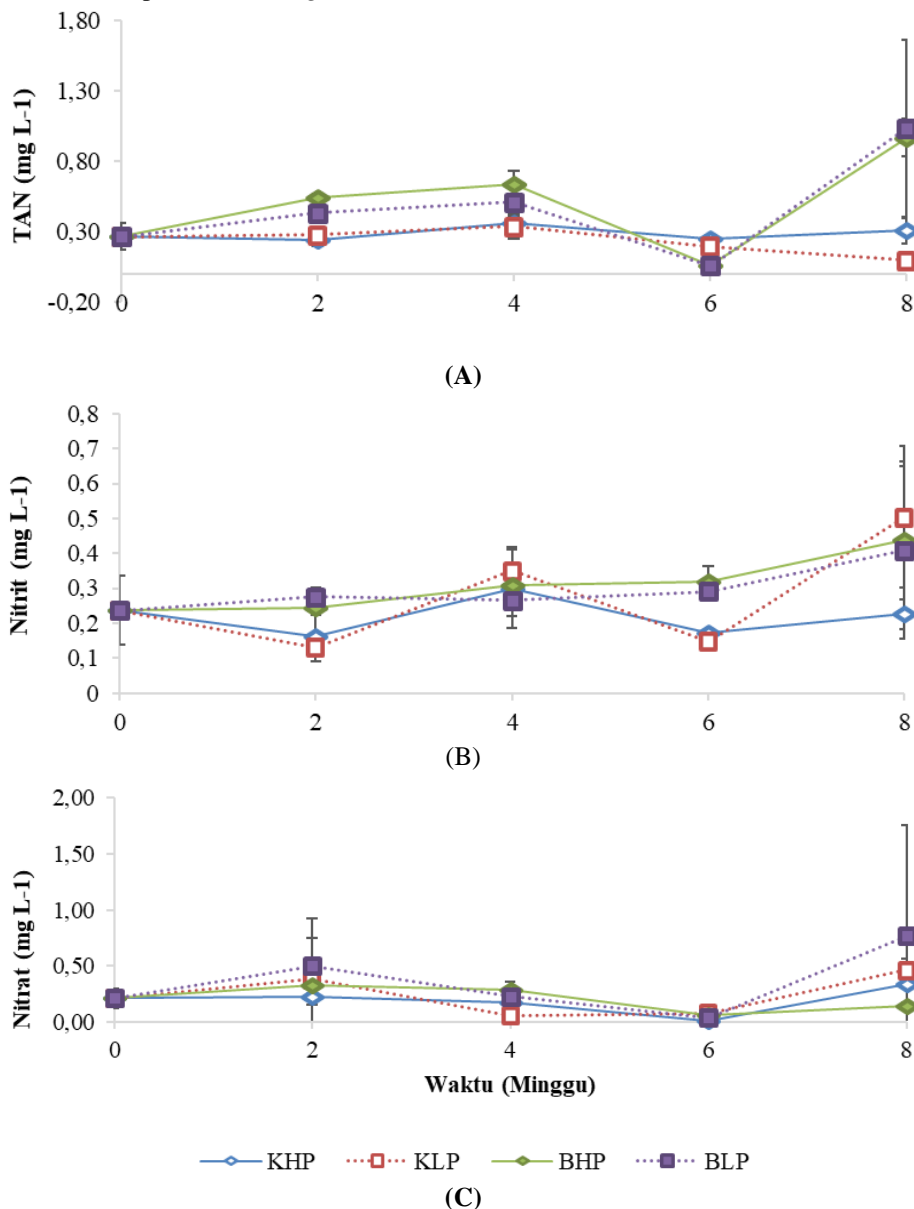
Gambar 1. Nilai pH Media Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda. Perlakuan Meliputi Kontrol *High Protein* (KHP), Kontrol *Low Protein* (KLP), Bioflok *High Protein* (KLP), Bioflok *Low Protein* (BLP).



Gambar 2. Total Padatan Tersuspensi (TSS) Media Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda. Perlakuan Meliputi Kontrol *High Protein* (KHP), Kontrol *Low Protein* (KLP), Bioflok *High Protein* (KLP), Bioflok *Low Protein* (BLP).



Gambar 3. Volume Bioflok Media Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Bioflok Dengan Manajemen Pakan yang Berbeda. Perlakuan Meliputi Bioflok *High Protein* (KLP), Bioflok *Low Protein* (BLP).



Gambar 4. Konsentrasi Total Ammonia Nitrogen (A), Nitrit (B) dan Nitrat (C) pada Media Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda. Perlakuan Meliputi Kontrol *High Protein* (KHP), Kontrol *Low Protein* (KLP), Bioflok *High Protein* (KLP), Bioflok *Low Protein* (BLP).

Tabel 4. Analisis Usaha Pemeliharaan Ikan Lele yang Dipelihara pada Sistem Konvensional dan Sistem Bioflok dengan Manajemen Pakan yang Berbeda.

	Perlakuan			
	KHP	KLP	BHP	BLP
Jumlah kolam	20	20	20	20
Siklus per tahun	4	4	4	4
Jumlah benih (ekor)	20.000	20.000	60.000	60.000
Masa pemeliharaan (hari)	70	70	70	70
Tingkat kelangsungan hidup (%)	89	89	81	81
Rasio konversi pakan	1,03	1,39	1,16	1,31
Produksi per siklus (kg)				
Ukuran konsumsi	1.873 (93%)	1.363 (77%)	4.398 (88%)	3.165 (73%)
Ukuran palang	81 (4%)	332 (19%)	450 (9%)	1040 (24%)
Ukuran <i>big size</i>	60 (3%)	52 (3%)	150 (3%)	130 (3%)
Harga benih (Rp)	320	320	320	320
Harga jual per kg (Rp)				
Ukuran konsumsi	18.000	18.000	18.000	18.000
Ukuran palang	16.000	16.000	16.000	16.000
Ukuran <i>big size</i>	13.000	13.000	13.000	13.000
Biaya tetap (Rp)	43.513.100	43.513.100	61.933.383	61.933.383
Biaya variabel (Rp)	96.208.000	88.936.000	266.912.000	245.648.000
Biaya total (Rp)	139.721.100	132.449.100	328.845.383	307.581.383
Penerimaan (Rp)	143.155.120	122.150.240	353.258.640	301.195.800
Keuntungan (Rp)	3.434.020	-10.298.860	24.413.257	-6.385.583
Biaya pakan (Rp/kg ikan)	10.121	11.148	11.331	11.482
<i>Payback period</i> (tahun)	9,33	-	1,51	-
<i>Revenue/cost ratio</i>	1,02	0,92	1,07	0,98

Keterangan: Kontrol *High Protein* (KHP), Kontrol *Low Protein* (KLP), Bioflok *High Protein* (KLP), Bioflok *Low Protein* (BLP).

KESIMPULAN

Penggunaan sistem bioflok dengan pakan berprotein tinggi mampu meningkatkan produktivitas dan keuntungan usaha pembesaran ikan lele. Selain itu hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein 13% tidak dapat menurunkan biaya pakan pada usaha pembesaran ikan lele.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Teuku Riefky Harsya, MT selaku pemilik Farm Cikeas Garden yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian dan kepada tim Farm Cikeas Garden yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, N. S., Mohd Nasir, N., Lananan, F., Abdul Hamid, S. H., Lam, S. S., & Jusoh, A. (2015). Optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African catfish, (*Clarias gariepinus*) utilizing Bioflocs Technology. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 102, 100-106. doi:https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.04.001
- AOAC. (2020). *Official Method of the Association of Official Analytical Chemists* (17th ed.). Gaithersburg, Md.: AOAC International.
- APHA. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*: American Public Health Association.

- Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc technology: a practical guide book*: World Aquaculture Society.
- Bayu, M., Umar, S., Ginting, N., & Henuk, Y. (2019). Effect of Rabbit Production Factors on Revenue of Rabbit Farmers in Berastagi District, Karo Regency. *Jurnal Peternakan Integratif*, 7(1).
- Browdy, C. L., Ray, A. J., Leffler, J. W., & Avnimelech, Y. (2012). *Biofloc-based aquaculture systems. Aquaculture Production Systems*. US: Willey Blackwell.
- Cardona, E., Lorgeoux, B., Geffroy, C., Richard, P., Saulnier, D., Gueguen, Y., . . . Chim, L. (2015). Relative contribution of natural productivity and compound feed to tissue growth in blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) reared in biofloc: Assessment by C and N stable isotope ratios and effect on key digestive enzymes. *Aquaculture*, 448, 288-297. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.05.035
- Chen, M., Chen, X.-Q., Tian, L.-X., Liu, Y.-J., & Niu, J. (2020). Beneficial impacts on growth, intestinal health, immune responses and ammonia resistance of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed dietary synbiotic (mannan oligosaccharide and *Bacillus licheniformis*). *Aquaculture Reports*, 17. doi:10.1016/j.aqrep.2020.100408
- Dauda, A. B., Romano, N., Ebrahimi, M., Teh, J. C., Ajadi, A., Chong, C. M., . . . Kamarudin, M. S. (2018). Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerol-based biofloc systems. *Aquaculture*, 483, 120-

130.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.016>
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2008a). The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4), 125-137. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.02.019
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2008b). The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3), 125-137.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>
- Durigon, E. G., Lazzari, R., Uczay, J., Lopes, D. L. d. A., Jerônimo, G. T., Sgnaulin, T., & Emerenciano, M. G. C. (2020). Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. *Aquaculture and Fisheries*, 5(1), 42-51. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aaf.2019.07.001>
- Effendie, M. (2002). *Biologi Perikanan (Edisi Revisi)*. Penerbit Yayasan Pustaka Nusantara Yogyakarta, 163.
- Ekasari, J., Suprayudi, M. A., Wiyoto, W., Hazanah, R. F., Lenggara, G. S., Sulistiani, R., . . . Zairin, M. (2016). Biofloc technology application in African catfish fingerling production: The effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. *Aquaculture*, 464, 349-356. doi:10.1016/j.aquaculture.2016.07.013
- Fatimah, N., Pande, G. S. J., Natrah, F. M. I., Meritha, W. W., Widanarni, Sucipto, A., & Ekasari, J. (2019). The role of microbial quorum sensing on the characteristics and functionality of bioflocs in aquaculture systems. *Aquaculture*, 504, 420-426. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.022>
- Fauji, H., Budiardi, T., & Ekasari, J. (2018). Growth performance and robustness of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in biofloc-based nursery production with different stocking densities. *Aquaculture Research*, 49(3), 1339-1346. doi:<https://doi.org/10.1111/are.13595>
- Gonçalves, G. S., Pezzato, L. E., Barros, M. M., Julia, M., & Rosa, S. (2009). Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do- nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2289-2298. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001200001>.
- Hisano, H., Parisi, J., Cardoso, I. L., Ferri, G. H., & Ferreira, P. M. F. (2020). Dietary protein reduction for Nile tilapia fingerlings reared in biofloc technology. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(2), 452-462. doi:<https://doi.org/10.1111/jwas.12670>
- Junior, A. C. F., Carvalho, P. L. P. F. De, Pezzato, L. E., Koch, J. F. A., Teixeira, C. P., Cintra, F. T., et al. (2016). The effect of digestible protein to digestible energy ratio and choline supplementation on growth, hematological parameters, liver steatosis and size-sorting stress response in Nile tilapia under field condition. *Aquaculture*, 456, 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.001>.
- Khasanah, N. R. (2016). Evaluasi Kinerja Pertumbuhan Benih Lele (*Clarias Gariepinus*) Pada Sistem Budidaya Bioflok Yang Diberi Pakan Dengan Kadar Protein Berbeda.
- Mansour, A. T., & Esteban, M. A. (2017). Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Shellfish Immunol*, 64, 202-209. doi:10.1016/j.fsi.2017.03.025
- Moreno-Arias, A., López-Elías, J. A., Martínez-Córdova, L. R., Ramírez-Suárez, J. C., Carvallo-Ruiz, M. G., García-Sánchez, G., . . . Miranda-Baeza, A. (2018). Effect of fishmeal replacement with a vegetable protein mixture on the amino acid and fatty acid profiles of diets, biofloc and shrimp cultured in BFT system. *Aquaculture*, 483, 53-62. doi:10.1016/j.aquaculture.2017.10.011
- Njieassam, E. S. (2016). Evaluating water quality parameters for tank aquaculture of cat fish in Cameroon. *J Ecosys Ecograph*, 6(203), 2.
- Ogunji, J. O., & Awoke, J. (2017). Effect of environmental regulated water temperature variations on survival, growth performance and haematology of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Our Nature*, 15.
- Oké, V., & Goosen, N. J. (2019). The effect of stocking density on profitability of African catfish (*Clarias gariepinus*) culture in extensive pond systems. *Aquaculture*, 507, 385-392.
- Palm, H., Knaus, U., Wasenitz, B., Bischoff, A., & Strauch, S. (2018). Proportional up scaling of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) commercial recirculating aquaculture systems disproportionately affects nutrient dynamics. *Aquaculture*, 491, 155-168.
- Putra, I., Rusliadi, R., Fauzi, M., Tang, U. M., & Muchlisin, Z. A. (2017). Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic. *F1000Research*, 6.
- Roques, J. A., Schram, E., Spanings, T., van Schaik, T., Abbink, W., Boerrigter, J., ... & Flik, G. (2015). The impact of elevated water nitrite concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture Research*, 46(6), 1384-1395.
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2015). Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(1), 1-10. doi:10.1080/23308249.2014.987209
- Valle, B., Dantas Jr, E., Silva, J., Bezerra, R., Correia, E., Peixoto, S., & Soares, R. (2015). Replacement of fishmeal by fish protein hydrolysate and biofloc in the diets of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Nutrition*, 21(1), 105-112.
- Watanabe, T. (1988). Fish nutrition and mariculture. In JICA Textbook The General Aquaculture Course Tokyo: Departemen of Aquatic Biosciences Tokyo University of Fisheries.