

EVALUASI DIET KOLIN DAN METIONIN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)

*Evaluation of Dietary Choline and Methionine on The Growth Performance and Feed Indices of Common Carp (*Cyprinus carpio*)*

Rahma Suci, Rudy Agung Nugroho, Retno Aryani, Hetty Manurung, Rudianto

Laboratorium Fisiologi, perkembangan, dan Molekuler hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

Laboratorium Fisiologi dan perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

Email : chysinaga2407@gmail.com, rudysatriana@yahoo.com, retno_ar@yahoo.com, hettymanroe@ymail.com,
rudi_rsc@yahoo.com

Diserahkan tanggal 04 September 2019, Diterima tanggal 12 Januari 2020

ABSTRAK

Kolin dan metionin bermanfaat dalam imunitas, pertumbuhan, deposisi lipid dan protein pada ikan. Penambahan kolin dan metionin dalam pakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) perlu dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penambahan kolin dan metionin pada pakan terhadap pertumbuhan dan efektivitas pakan ikan mas. Sejumlah 1.350 ekor ikan (umur ± 2 bulan, berat awal $25,29 \pm 0,10$ gram, panjang $10,5 \pm 11,2$ cm) dibagi menjadi tujuh kelompok perlakuan dan satu kelompok kontrol dengan masing-masing tiga pengulangan. Kelompok kontrol dan perlakuan diberi diet basal (5 kali sehari) dengan penambahan persentase (%) rasio kolin dan metionin berbeda. Kelompok D1 = tanpa kolin dan metionin (kontrol); D2-8 adalah kelompok ikan dengan penambahan formulasi kombinasi kolin dan metionin sebagai berikut: D2 (0%:0,15%), D3 (0,04%:0%), D4 (0,04%:0,15%), D5 (0,08%:0%), D6 (0,08%: 0,15%), D7 (0,12%:0%), D8 (0,12%: 0,15%) selama 12 minggu. Parameter pertumbuhan yaitu: berat akhir, pertambahan berat badan, pertambahan berat harian, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, laju efisiensi protein, dan kelangsungan hidup ikan mas yang diukur pada akhir minggu ke 12. Hasil penelitian, menunjukkan bahwa nilai tertinggi berat akhir, pertambahan berat badan, pertambahan berat harian, laju pertumbuhan spesifik, rasio efisiensi protein, dan efisiensi pakan didapat pada ikan mas kelompok D8. Sementara rasio konversi pakan ikan kelompok D3 menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari ikan kelompok lainnya. Kesimpulan penelitian adalah diet D8 dapat diterapkan dan bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan ikan. Sementara diet D3 bermanfaat untuk menaikkan efisiensi pakan dan rasio konversi pakan ikan mas.

Kata kunci : *Cyprinus carpio*; kolin; metionin; pertumbuhan; efisiensi pakan

ABSTRACT

*Choline and methionine are beneficial in immunity, growth, lipid and protein deposition in fish. A supplementation of choline and methionine in Carp fish (*Cyprinus carpio*) feed should be performed to improve growth and feed efficiency. This study evaluated the importance of choline and methionine supplementation on the growth and feed efficiency. In total 1,350 fish (± 2 months old, initial weight 25.29 ± 0.10 g, length 10.5 ± 11.2 cm) were randomly divided into triplicates seven treatment groups and one control group. For 12 weeks, the control and treatment fish groups were given a basal diet (5 times per day) with a different percentage (%) ratio of choline and methionine. Namely: D1 = without choline and methionine (control); D2-8 are groups of fish with a combination of formulation and methionine as follows: D2 (0%: 0.15%), D3 (0.04%: 0%), D4 (0.04%: 0.15%), D5 (0.08%: 0%), D6 (0.08%: 0.15%), D7 (0.12%: 0%), D8 (0.12%: 0.15%). Growth parameters such as: final weight (FW), body weight gain (BWG), daily weight gain (DWG), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), feed efficiency (FE), protein efficiency rate (PER), and survival rate were determined at the end of the week 12. The results showed that optimum FW, BWG, DWG, SGR, PER, and FE were obtained in D8 group. Meanwhile, the FCR of D3 group was higher than other groups. In conclusion, D8 diet is beneficial to increase fish growth, while D3 diet is useful for increasing FE and FCR of carp.*

Keywords: *Cyprinus carpio*; Choline; methionine; growth; feed efficiency

PENDAHULUAN

Salah satu senyawa biologi yang penting dalam komponen sel adalah kolin. Kolin memainkan peranan penting dalam pemeliharaan sel dan mempunyai fungsi spesifik metabolisme seperti fungsi imunitas (Dellschaft *et al.*, 2018;

Li *et al.*, 2019; Rashvand *et al.*, 2019). Kolin merupakan bagian penting dari senyawa asetilkolin, neurotransmitter pada sistem saraf yang berperan dalam proses transmisi impuls saraf di sinapsis (Casini *et al.*, 2018; Ibarra *et al.*, 2018; Topal *et al.*, 2016).

Fungsi esensial metabolisme kolin adalah sebagai bagian dari gugus metal yang berhubungan dengan pembentukan transmetilasi metionin dari homosistein (Combs, 2008). Kolin sebagai donor gugus metil melalui produk degradasi dikenal sebagai betaine (Day and Kempson, 2016; Workel, 2005). Sebagian besar hewan dapat mensintesis sendiri kolin jika donor metal seperti metionin tersedia dalam pakan. Kolin seperti fosfatidilkolin dapat disintesis melalui metilasi fosfatidiletanolamin yang dibantu dengan S-adenosyl methionine (SAM) sebagai donor metil (Combs, 2008).

Kolin merupakan nutrisi seperti vitamin yang dibutuhkan esensial dalam diet sebagian besar vertebrata termasuk ikan (NRC, 1993). Diet kolin meningkatkan pertumbuhan, deposisi lipid dan protein, memacu aktivitas enzim intestinal dan hepatopankreas pada ikan *Cyprinus carpio* var. Jian (Wu *et al.*, 2011). Kebutuhan diet kolin juga telah diestimasi pada beberapa ikan dan nilainya berkisar antara 400 to 1,000 mg kg⁻¹ dalam diet (Fernandes *et al.*, 2016; Luo *et al.*, 2016; Qin *et al.*, 2017). Studi sebelumnya oleh Shiao and Lo (1999) menyatakan bahwa, diet optimum kebutuhan kolin untuk pertumbuhan tilapia sekitar 1.000 mg kg⁻¹. Riset terdahulu juga menyatakan bahwa konsentrasi kolin sekitar 230 mg kg⁻¹ dalam diet memenuhi kebutuhan ikan *Oplegnathus fasciatus* muda (Khosravi *et al.*, 2015).

Sementara, metionin merupakan asam amino esensial yang berperan dalam sintesis protein (Ratriyanto *et al.*, 2009). Namun, laju sintesis kolin terkadang menjadi faktor pembatas, karena tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan metabolisme tersebut dan kebutuhan fisiologi ikan (Wilson and Poe, 1988). Dengan demikian kebutuhan kolin dan donor metal untuk sintesis metionin, kolin harus ditambahkan dalam diet ikan. Niu *et al.* (2016) menemukan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung soybean dengan penambahan metionin menghasilkan pertumbuhan ikan golden pompano (*Trachinotus ovatus*) yang lebih baik. Sementara, Wang *et al.* (2013) menyatakan bahwa, kebutuhan optimal diet metionin

untuk pertumbuhan maksimum dan penggunaan pakan *Pseudobagrus ussuriensis* muda sekitar 14 g kg⁻¹, dengan ditambah 2.5 g kg⁻¹ kering diet sistein. Namun, studi mengenai kebutuhan nutrisi kolin dan metionin terhadap pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sangatlah terbatas. Untuk itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh Komposisi diet kolin dan metionin dalam pakan ikan *C. carpio* terhadap pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan ikan mas.

Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan petani karena mudah diperoleh, khususnya di daerah Jawa Barat. Ikan ini merupakan ikan yang sangat populer dan banyak disukai masyarakat, karena memiliki kandungan gizi dan nutrisi yang sangat tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan di PT. Suri Tani Pemuka Unit R&D (Research and Development) Cianjur Desa Sulajambe, Kecamatan Sukaluyu, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini menggunakan Rancangan faktorial (4x2) dengan 3 kali ulangan. Penjabaran kelompok perlakuan adalah sebagai berikut: Perlakuan 1 adalah pakan tanpa penambahan formulasi kolin dan metionin sebagai kontrol (D1), sedangkan perlakuan D2-8 adalah pakan dengan penambahan formulasi kombinasi kolin dan metionin sebagai berikut: D2 (0%:0,15%), D3 (0,04%:0%), D4 (0,04%:0,15%), D5 (0,08%:0%), D6 (0,08%: 0,15%), D7 (0,12%:0%), D8 (0,12%: 0,15%). Ikan mas yang digunakan adalah ikan mas yang berasal dari pembenihan di Subang, Jawa Barat yang berumur ±2 bulan (Bobot awal rata-rata 25,29±0,10 gram dan panjang 10,5±11,2 cm) berjumlah 1.350 ekor. Pakan dasar dibuat dengan kandungan nutrisi sesuai dengan formulasi perlakuan yang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Formulasi Bahan Pakan Percobaan (g per100 gram pakan dalam % berat kering bahan)

Bahan Pakan %	Diet							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tepung jagung	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Tepung gandum	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Tepung kedelai	31,94	31,78	31,90	31,75	31,86	31,71	31,82	31,67
Tepung tapioka	17,80	17,80	17,80	17,80	17,80	17,80	17,80	17,80
Protein hewan	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
Minyak ikan dan tumbuhan	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Vitamin	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mineral	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Kolin	0,00	0,00	0,04	0,04	0,08	0,08	0,12	0,12
Bahan pelengkap	2,92	2,77	2,88	2,73	2,84	2,69	2,80	2,65
Metionin	0	0,15	0	0,15	0	0,15	0	0,15
Jumlah %	100	100	100	100	100	100	100	100

Keterangan: D1 (Kontrol) = tanpa kolin dan metionin; D2 (0%:0,15%), D3 (0,04%:0%), D4 (0,04%:0,15%), D5 (0,08%:0%), D6 (0,08%: 0,15%), D7 (0,12%:0%), D8 (0,12%: 0,15%).

Pemberian pakan saat aklimatisasi dan pengujian dilakukan sebanyak lima kali dalam satu hari yaitu pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 dan 16.00 WIB. Metode pemberian pakan menggunakan metode *at satiation* yakni pakan yang diberikan sedikit demi sedikit sampai dengan 80% atau ikan

tidak lagi merespon untuk mengonsumsi pakan yang diberikan (Hanief *et al.*, 2014).

Ikan yang diuji diaklimatisasi terlebih dahulu di dalam kolam penampungan, Aklimatisasi ikan dilakukan dengan cara ikan dipuasakan terlebih dahulu selama satu malam dengan

maksud untuk menghilangkan sisa pakan sebelumnya di dalam tubuh (Patriono *et al.*, 2009) dan adaptasi terhadap pakan uji. Aklimatisasi juga bertujuan untuk menyesuaikan kondisi lingkungan hidup yang baru dengan habitat asal dan untuk memastikan bahwa ikan yang akan diberi perlakuan tidak terjangkit penyakit tertentu yang dibawa dari habitat sebelumnya (Fujiani *et al.*, 2015).

Penebaran ikan saat akan uji dilakukan dengan cara memindahkan ikan yang telah diaklimatisasi di dalam kolam penampungan ke dalam kolam riset, berupa waring. Waring yang dipergunakan berjumlah 24 waring dengan ukuran jala 5 mm dengan panjang, lebar dan tinggi (120 cm x 110 cm x 105 cm), Waring dipasang 11 waring dari lajur kanan dan 13 waring dari lajur kiri.

Penebaran ikan ke dalam waring (total 50 ekor/waring) dilakukan bertahap yang bertujuan mengurangi stress pada saat ikan dipindah. Di dalam kolam riset, ikan yang akan diuji harus diadaptasikan terlebih dahulu. Adaptasi ikan dilakukan selama empat hari sampai ikan benar-benar mempunyai nafsu makan yang baik. Air kolam diganti sebanyak tiga kali dalam seminggu dan diganti 30% dari total volume banyak air dalam kolam.

Waring dilengkapi dengan aerasi dikedua sisi lebar kolam. Aerasi dihidupkan pada sore hari yaitu pukul 18.00 WIB sampai dengan pukul 07.00 WIB. Tujuan aerasi dihidupkan pada sore hari adalah untuk mensuplai oksigen ketika malam hari, karena suplai oksigen pada malam hari lebih rendah dibanding siang hari, karena pada siang hari tumbuhan melakukan fotosintesis.

Kualitas air yang diukur yaitu suhu, pH, DO (Dissolved Oxygen), TAN dan Nitrit. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali dalam sehari yaitu pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan sore hari pada pukul 16.00 WIB, kecuali TAN dan Nitrit, Pengukuran TAN dan Nitrit dilakukan setiap satu minggu satu kali pada pukul 07.00 WIB, Sementara itu, suhu diukur dengan menggunakan alat DO meter, Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter (Eutech Instrument Cyber Scan pH 11), Untuk DO, dilakukan dengan menggunakan alat DO meter (YSI 500A). Pengukuran nitrit menggunakan reagen Tetra test NO₂ no 1 dan NO₂ no 2, TAN diukur dengan menggunakan reagen Rochelle salt solution dan reagen Nessler.

Penimbangan bobot tubuh ikan uji dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Sebelumnya ikan terlebih dahulu dipuaskan pada pukul 16.00 WIB (5th feeding) sehari sebelum dilakukan timbang total, bertujuan untuk pada saat timbang total pakan ikan yang dikonsumsi sehari sebelumnya tidak berpengaruh terhadap berat ikan. Penimbangan total dilakukan dengan cara ditimbang berat total ikan dengan neraca analitik (AND SK-500 TWP 20000 gram dx 1 g) ketelitian 0,01 dan kemudian dirata-ratakan per individu, dihitung pula berat biomassa serta berat rata-rata ikan (g/ekor).

Ikan dipanen setelah pemeliharaan selama 84 hari hingga mencapai bobot berat dan ukuran konsumsi, Sebelumnya ikan dipuaskan terlebih dahulu pada pukul 16.00 WIB. Diambil seluruh ikan di dalam waring dengan menggunakan jaring, Ditimbang ikan tersebut dengan menggunakan neraca analitik dengan kapasitas 20000 gram dan dicatat angka yang tertera. Pertumbuhan bobot dihitung menggunakan rumus menurut Markovic *et al.* (2012):

$$\text{- Final weight} = (W)/(n(\text{ekor})) \quad \dots(1)$$

$$\text{BWG (Body Weight Gain)} = W_t - W_o \quad \dots(2)$$

$$\text{-DWG (Daily Weight Gain)} = (W_t - W_o)/(t(\text{hari})) \quad \dots(3)$$

$$\text{-Laju Pertumbuhan Spesifik} = (\ln(W_t) - \ln(W_o))/(t(\text{hari})) \times 100\% \quad \dots(4)$$

$$\text{-Rasio Konversi pakan} = (F)/((W_t + D) - W_o) \quad \dots(5)$$

Keterangan:

W = Berat bobot ikan selama pemeliharaan (g), W_t = Berat ikan pada akhir penelitian (g), W_o = Berat ikan pada awal penelitian (g), t = Lama pemeliharaan (hari), F = Jumlah pakan yang dikonsumsi (g), D = Bobot total ikan yang mati (g), n = Jumlah ikan yang dipelihara (ekor),

Rasio efisiensi protein dihitung menggunakan rumus:

$$(W_t - W_o)/P_i \times 100\% \quad \dots(6)$$

Keterangan:

W_t = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g), W_o = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g), P_i = Bobot protein pakan yang dikonsumsi (g)

Efisiensi pakan dihitung menggunakan rumus menurut Zhao *et al.* (2012):

$$\text{Efisiensi pakan} = ((W_t + D) - W_o)/F \times 100\% \quad \dots(7)$$

Keterangan:

Efisiensi pakan (%), W_t = Bobot ikan uji pada akhir penelitian (g), W_o = Bobot ikan uji pada awal penelitian (g), D = Bobot total ikan yang mati selama pemeliharaan (g), F = Jumlah pakan yang diberikan (g).

Kelangsungan hidup ikan uji dihitung menggunakan rumus yang sebelumnya digunakan oleh Farhat and Khan, (2011):

$$\text{Kelangsungan hidup} = N_t/N_o \times 100\% \quad \dots(8)$$

Keterangan:

Kelangsungan hidup ikan (%), N_t = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor), N_o = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Data hasil pengamatan rata-rata berat akhir, Pertambahan berat badan, pertambahan berat harian, ratio efisiensi protein, rasio konversi pakan, efisiensi pakan, kelangsungan hidup, Laju pertumbuhan spesifik diuji normalitas dan homogenitasnya terlebih dahulu. Hasil uji normalitas dan homogenitas signifikan ($P > 0,05$) maka dilakukan uji analisis ragam (ANOVA) dan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 20 Inc., USA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Parameter Pertumbuhan

Secara umum, penambahan kolin dan metionin dengan rasio tertentu mempengaruhi pertumbuhan ikan mas. Hasil penelitian menunjukkan, penambahan kolin dan metionin (D8) dalam pakan berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap pertumbuhan ikan mas, yaitu pada parameter berat akhir, pertambahan berat badan, pertambahan berat harian, dan laju pertumbuhan spesifik (Tabel 2).

Efisiensi Pakan

Pemberian kolin dan metionin dengan rasio yang berbeda dalam pakan terhadap pemanfaatan pakan ikan dapat dilihat pada (Tabel 3). Penambahan suplementasi kolin dan metionin (D8) dalam pakan berpengaruh signifikan terhadap pemanfaatan pakan yang meliputi parameter efisiensi pakan

dan rasio efisiensi protein, sedangkan terhadap rasio konversi pakan kelompok D3 menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding dengan yang lain. Nilai efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein ikan mas yang diberi pakan suplementasi kolin dan metionin D8 (0,12%:0,15%) memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan suplementasi kolin kombinasi lainnya, demikian juga rasio konversi pakan dari kelompok D3, menghasilkan nilai signifikan lebih tinggi dari kelompok lain.

Kelangsungan hidup

Berdasarkan analisis variansi pengaruh kolin dan metionin dalam pakan tidak mempengaruhi ($P > 0,05$) tingkat kelangsungan hidup ikan mas (Gambar 1). Nilai kelangsungan hidup yang paling rendah ditunjukkan pada ikan mas yang diberi pakan suplementasi kombinasi kolin dan metionin (D8) yaitu 75%. Sementara itu, nilai kelangsungan hidup (SR) ikan mas paling tinggi ditunjukkan pada kelompok ikan Kontrol (D1), yaitu 84,5%.

Tabel 2. Parameter Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Penambahan Kolin dan Metionin selama 12 Minggu Penelitian

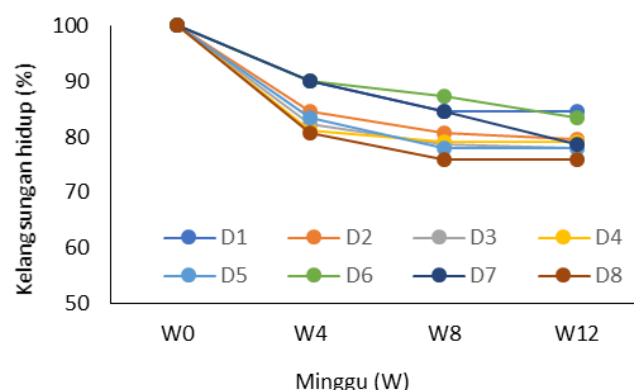
Konsentrasi (%)			Variabel			
Kolin	Metionin	Diet	Berat akhir (g/ekor)	Pertambahan berat badan (g/ekor)	Pertambahan berat harian (g/ekor/hari)	Laju pertumbuhan spesifik (%/ekor/hari)
0%	0	D1	94,63±1,61 ^b	69,43±1,61 ^c	0,83±0,02 ^b	7,20±0,04 ^{bc}
	0,15	D2	81,43±0,61 ^a	56,10±0,65 ^a	0,66±0,008 ^a	6,77±0,02 ^a
0,04%	0	D3	75,70±2,58 ^a	50,30±2,58 ^a	0,60±0,03 ^a	6,53±0,10 ^a
	0,15	D4	90,53±2,81 ^{ab}	65,26±2,77 ^b	0,77±0,033 ^b	7,07±0,08 ^b
0,08%	0	D5	87,80±8,51 ^{ab}	62,53±8,44 ^{ab}	0,74±0,10 ^a	6,95±0,25 ^{ab}
	0,15	D6	91,76±1,86 ^{ab}	66,50±1,92 ^b	0,79±0,023 ^b	7,11±0,06 ^b
0,12%	0	D7	94,36±2,10 ^b	68,96±2,11 ^c	0,82±0,026 ^b	7,17±0,06 ^b
	0,15	D8	98,43±4,73 ^c	73,16±4,75 ^d	0,87±0,055 ^c	7,29±0,128 ^c

Rerata±Standard error ($\Sigma \pm SE$) diikuti huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda signifikan ($P < 0,05$). Keterangan: D1 = tanpa kolin dan metionin (Kontrol); D2-8 adalah pakan dengan penambahan formulasi kombinasi kolin dan metionin sebagai berikut: D2 (0%:0,15%), D3 (0,04%:0%), D4 (0,04%:0,15%), D5 (0,08%:0%), D6 (0,08%: 0,15%), D7 (0,12%:0%), D8 (0,12%: 0,15%).

Tabel 3. Rerata±Standard error ($\Sigma \pm SE$) pemanfaatan pakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) setelah Pemberian Variasi Kombinasi Kolin dan Metionin selama 12 Minggu.

Konsentrasi (%)			Variabel		
Kolin	Metionin	diet	Rasio konversi pakan	FE (%)	PER
0%	0	D1	0,62±0,018 ^a	53±0,88 ^{ab}	1,65±0,029 ^b
	0,15	D2	0,62±0,018 ^a	52±0,66 ^{ab}	1,62±0,018 ^b
0,04%	0	D3	0,75±0,067 ^b	48±0,34 ^a	1,48±0,098 ^a
	0,15	D4	0,60±0,018 ^a	54±0,88 ^b	1,68±0,032 ^b
0,08%	0	D5	0,62±0,018 ^a	53±1,20 ^{ab}	1,68±0,035 ^b
	0,15	D6	0,60±0,018 ^a	54±1,00 ^b	1,66±0,031 ^b
0,12%	0	D7	0,56±0,019 ^a	56±1,00 ^b	1,71±0,028 ^b
	0,15	D8	0,54±0,039 ^a	58±2,84 ^b	1,78±0,082 ^c

Rerata±Standard error ($\Sigma \pm SE$) diikuti huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda signifikan ($P < 0,05$).



Gambar 1. Kelangsungan hidup ikan *Cyprinus carpio* setelah Pemberian Variasi Kombinasi Kolin dan Metionin selama 12 Minggu,

Keterangan: D1 = tanpa kolin dan metionin (Kontrol); D2-8 adalah pakan dengan penambahan formulasi kombinasi kolin dan metionin sebagai berikut: D2 (0%:0,15%), D3 (0,04%:0%), D4 (0,04%:0,15%), D5 (0,08%:0%), D6 (0,08%: 0,15%), D7 (0,12%:0%), D8 (0,12%: 0,15%).

Kualitas Air

Selama penelitian, kualitas air terukur terdiri atas suhu, pH, DO, TAN dan Nitrit (NO₂) ditabulasikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kualitas Air Kolam selama 84 Hari Pemeliharaan

Parameter	Kisaran	Kisaran optimum berdasarkan pustaka
Suhu (°C)	27,3 °C – 33,3 °C	25 °C – 32 °C (a)
pH	6,75 – 8,2	6,5 – 8,5 (b)
DO mg/L	1,84 – 4,80	>3 mg/L (b)
TAN	0,20-1,30 ppm	<1 mg/L (c)
Nitrit (NO ₂)	<0,3-0,3 ppm	<1 mg/L (c)

Keterangan: DO = Dissolve oksigen, TAN = Total Amoniak Nitrit, a. (Boyd, 1998); b. (SNI, 2015); c. (Asmawi, 1983)

Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berat akhir, penambahan berat badan, penambahan berat harian, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein ikan kelompok D8 dengan rasio penambahan kolin:metionin (0,12%: 0,15%) menunjukkan nilai beda nyata signifikan. Sementara itu, rasio konversi pakan ikan kelompok D3 (0,04%:0%) juga menunjukkan hasil signifikan. Hal tersebut berarti bahwa, penambahan kolin dan metionin sangat penting dalam mempengaruhi variabel pertumbuhan dan efektivitas pakan. Kolin tergolong vitamin B kompleks yang berperan dalam pembentukan membran sel sedangkan metionin mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan oleh ikan. Menurut Wu dan Davis (2005), metionin penting digunakan untuk sintesis protein, sementara kolin digunakan sebagai donor metil dalam metabolisme.

Rasio konversi pakan merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan jumlah bobot ikan yang dihasilkan (Iskandar, 2015). Semakin kecil nilai konversi pakan maka semakin baik kualitas pakan dan makin efisien ikan dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsinya untuk pertumbuhan. Sehingga bobot tubuh ikan dapat meningkat dikarenakan pakan dapat dicerna secara optimal (Effendi *et al.*, 2006). Sementara itu, meskipun rasio konversi pakan dari kelompok ikan dengan pemberian kolin 12% memiliki nilai tertinggi, nilai kelompok lain masih di dalam kisaran optimum. Menurut Kordi dan Ghufon (2010), konversi pakan yang optimum pada ikan yaitu berkisar antara 0,8-1,6, berarti nilai konversi pakan pada semua perlakuan dapat dikatakan baik, karena masih dalam kisaran optimum.

Nilai efisiensi pakan didapatkan dari rasio antara pertumbuhan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan. Semakin besar nilai efisiensi pakan, menunjukkan pemanfaatan pakan dalam tubuh ikan semakin efisien dan kualitas pakan semakin baik. Tinggi rendahnya nilai efisiensi pakan ini dipengaruhi oleh suplementasi konsentrasi kolin dan metionin yang diberikan dan terkait dengan peran kolin dan metionin dalam tubuh ikan (Setiawati, 2008).

Selain adanya kolin dan metionin, efisiensi pakan juga sangat dipengaruhi oleh tingkat energi. Tingkat energi yang tinggi akan menyebabkan ikan cepat kenyang dan segera menghentikan pakannya. Sementara kolin dan metionin juga

berperanan dalam metabolisme yang terkait dengan tingkat energi (Craig and Helfrich, 2002).

Nilai rasio efisiensi protein ikan mas menunjukkan daya cerna protein dari perbandingan antara jumlah asam amino yang dapat diserap oleh usus halus dalam tubuh dengan jumlah protein yang dikonsumsi melalui pembentukan jaringan tubuh yang ditunjukkan oleh pertambahan bobot ikan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Badriyah *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa kolin mempunyai peranan penting sebagai donor gugus metil untuk proses transmetilasi dalam tubuh yang dapat mensintesis asam amino metionin melalui produk degradasinya yaitu betain. Betain merupakan asam amino (trimetil glisin) intermediet dalam proses katabolisme kolin. Nasution dan Karyadi (1991) menambahkan bahwa, kolin merupakan salah satu sumber metil yang labil dan mampu memberikan gugus metil untuk sintesis asam amino metionin dan senyawa bermetil lainnya yang dibutuhkan oleh sel untuk tumbuh dan berfungsi dengan baik. Sebagai tambahan, nilai PER tinggi menandakan kualitas pakan baik.

Dalam tolok ukur kelangsungan hidup, hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan kolin dan metionin dalam pakan buatan tidak berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup ikan mas. Tingkat kelangsungan hidup ikan selama penelitian menunjukkan bahwa jumlah pakan yang diberikan sudah cukup untuk mendukung kebutuhan pokok ikan.

Faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kelangsungan hidup suatu organisme diantaranya adalah faktor abiotic seperti suhu, pH, oksigen terlarut dan kandungan ammonia. Selama penelitian berlangsung, hasil pengukuran suhu masih berada pada kisaran toleran untuk kelangsungan hidup ikan mas. Hal ini sesuai dengan pendapat (Boyd, 1998) mengatakan bahwa suhu yang baik untuk kehidupan ikan berkisar antara 25°C - 32 °C. Hasil pengukuran pH masih berada pada kisaran toleran, hal ini sesuai dengan pedoman SNI (2015), mengatakan bahwa pH yang baik untuk kehidupan ikan berkisar antara 6,5-8,5. Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) berada pada kisaran tolerir, hal ini sesuai dengan rujukan SNI (2015), yang menyebutkan bahwa oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan ikan berkisar >3mg/L. Sementara itu, nilai TAN dan Nitrit yang baik untuk kehidupan ikan berkisar < 1mg/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: Kombinasi kolin dan metionin pada penelitian mempengaruhi parameter pertumbuhan dan efisiensi pakan serta rasio efisiensi protein. Diet kolin:metionin (0,12%:0,15%) atau (0,04%:0 %) bermanfaat untuk menaikkan efisiensi pakan dan rasio konversi pakan ikan mas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT Suri Tani Pemuka Unit Research and Development Cianjur, Jawa Barat, Indonesia atas dukungan fasilitas penelitian, Terima kasih juga diucapkan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman,

Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia. Apresiasi juga ditujukan kepada seluruh mahasiswa yang terlibat dan membantu di lapangan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, C. E. 1998. Water Quality for Pond Aquaculture. International Center for Aquaculture and Aquatic Environment.
- Badriyah C., T. H. Suprayogi, C. B. Soejono. 2015. Pengaruh Suplementasi Kolin Klorida Dengan Level Berbeda Pada Ran-Sum Kambing Perah Terhadap Kadar Lemak Dan Bahan Kering Tanpa Lemak Susu. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. 4;25(3):8-14.
- Casini, A., R. Vaccaro, M. Toni, and C. Cioni. 2018. Distribution of Choline Acetyltransferase (ChAT) Immunoreactivity in the Brain of the Teleost *Cyprinus carpio*. European Journal of Histochemistry: EJH 62. DOI: <https://doi.org/10.4081/ejh.2018.2932>
- Combs, G. F. 2008. The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health. Elsevier Academic Press, New York, USA. ISBN: 0128029838
- Craig, S., and L. A. Helfrich. 2002. Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding. Virginia Cooperative Extension.
- Day, C. R., and S. A. Kempson. 2016. Betaine Chemistry, Roles, and Potential Use in Liver Disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects* 1860: 1098-1106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.02.001>
- Dellschaft, N. C. Richard, E. D. Lewis, S. Goruk, R. L. Jacobs, J. M. Curtis, and C. J. Field. 2018. The Dietary Form of Choline During Lactation Affects Maternal Immune Function in Rats. *European Journal of Nutrition* 57: 2189-2199. DOI <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1493-0>
- Effendi, I., H. J. Bugri, and Widanarni. 2006. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) Lac. Ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia* Vol. 5(2): 127-135. DOI: <https://doi.org/10.19027/jai.5.127-135>
- Farhat, and M. A. Khan. 2011. Growth, Feed Conversion, and Nutrient Retention Efficiency of African Catfish, *Clarias gariepinus*, (Burchell) Fingerling Fed Diets with Varying Levels of Protein. *Aquaculture* 23(4): 304-316. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2011.626370>
- Fernandes, A. C. P. L. P. F. deCarvalho, L.E. Pezzato, J. F. A. Koch, C. P. Teixeira, F. T. Cintra, F. M. Damasceno, R. L. Amorin, C. R. Padovani, and M. M. Barros. 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.001>
- Fujiani, T., Efrizal, and R. Rahayu. 2015. Laju Pertumbuhan Belut Sawah (*Monopterus albus* Zuiew) dengan Pemberian Berbagai Pakan. *Biologi Universitas Andalas* 4(1). DOI: <https://doi.org/10.25077/jbioua.4.1.%25p.2015>
- Hanief, M. A. R., Subandiyono, and Pinandoyo. 2014. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan hidup Benih Tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3: 67-74.
- Ibarra, G. A. T., A. E. R. Mayorquin, and M. I. G. Perez. 2018. Influence of the Cholinergic System on the Immune Response of Teleost Fishes: Potential Model in Biomedical Research. *Clinical and Developmental Immunology*. 2013(13). DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/536534>
- Iskandar, R. D. E. 2015. Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang. 40(1): 18-24 DOI: <http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v40i1.93>
- Khosravi, S., J. W. Jang, S. Rahimnejad, J. W. Song, and K. J. Lee. 2015. Choline Essentiality and Its Requirement in Diets for Juvenile Parrot Fish (*Oplegnathus fasciatus*). *Asian-Australas Journal of Animal Science* 28(5): 647-653. DOI: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0532>
- Kordi, M. dan H. Ghufron. 2010. Budidaya Ikan Bandeng untuk Umpan. Akademia. Jakarta
- Li, S., Y. Qu, X. Yu, W. Xue, and Z. Liu. 2019. Cell Membrane Adhesive N-Hexadecyl Choline Phosphate as Vaccine Delivery Systems for Anticancer Immunotherapy. *Chemical Engineering Journal* 360: 402-414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.11.227>
- Luo, Z., C.C. Wei, H. M. Ye, H. P. Zhao, Y. F. Song, and K. Wu. 2016. Effect of Dietary Choline Levels on Growth Performance, Lipid Deposition and Metabolism in Juvenile Yellow Catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 202: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2016.07.005>
- Markovic, Z., Poleksic, V., Lacic, N., Dulic, Z., , M. Stankovic, and M. Sorensen. 2012. Evaluation of Growth and Histology of Liver and Intestine in Juvenile Carp (*Cyprinus carpio*, L.) Fed Extruded Diets with or without Fish Meal. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 12: 301-308. DOI: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_2_15
- Niu, J. C. Figueiredo- Silva, Y. Dong, Y.R. Yue, H.Z. Lin, J. Wang, Y. Wang, Z. Huang, D.M. Xia, and X. Lu. 2016. Effect of Replacing Fish Meal with Soybean Meal and of DL-Methionine or Lysine Supplementation in Pelleted Diets on Growth and Nutrient Utilization of Juvenile Golden Pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture Nutrition*. 22:606-614. DOI: <https://doi.org/10.1111/anu.12284>
- NRC. 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, D.C.
- Patriono, E., E. Junaidi, and A. Setiorini. 2009. Pengaruh Pemotongan Sirip terhadap Pertumbuhan Panjang Tubuh Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Penelitian Sains*. 63-66
- Qin, D. G. X.H. Dong, B.P. Tan, Q.H. Yang, S.Y. Chi, H.Y. Liu, and S. Zhang. 2017. Effects of Dietary Choline on Growth Performance, Lipid Deposition and Hepatic Lipid Transport of Grouper (*Epinephelus coioides*).

- Aquaculture Nutrition*. 23: 453-459. DOI: <https://doi.org/10.1111/anu.12413>
- Rashvand, S., M. Mobasseri, and A. Tarighat-Esfanjani. 2019. Effects of Choline and Magnesium Concurrent Supplementation on Coagulation and Lipid Profile in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: a Pilot Clinical Trial. *Biological trace element research*. 1-8. DOI <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01802-7>
- Ratriyanto, A., R. Mosenthin, E. Bauer, and M. Eklund. 2009. Metabolic, Osmoregulatory and Nutritional Functions of Betaine in Monogastric Animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 22(10):1461-1476. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80659>
- Setiawati, M., Sutaja, R., dan Suprayudi, M.A. 2008. Effect of Different Protein and Protein Energy Ratio in Diet on Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Fingerling. Akuakultur Indonesia*. 7(2): 171-178. DOI: <https://doi.org/10.19027/jai.7.171-178>
- Setiawati, M., R. Sutaja dan M. A. Suprayudi. 2008. Effect of Different Protein and Protein Energy Ratio in Diet on Growth of Common Carp (*Cyprinus carpio*) Fingerling. *Akuakultur Indonesia* 7(2): 171-178.
- Shiau, S. Y., and P. S. Lo. 1999. Dietary Choline Requirements of Juvenile Hybrid Tilapia, *Oreochromis niloticus* \times *O. aureus*. *American Society for Nutritional Sciences*. Department of Food Science, National Taiwan Ocean University, The Journal of Nutrition China. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/130.1.100>
- SNI. 2015. Pembesaran Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dalam Karamba Jaring Apung di Sungai. SNI 8123.
- Topal, A., M. Şişecioglu, M. Atamanalp, A. Işık, and B. Yılmaz. 2016. The In Vitro and In Vivo Effects of Chlorpyrifos on Acetylcholinesterase Activity of Rainbow Trout Brain. *Journal of Applied Animal Research*. 44: 243-247. DOI: <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1031776>
- Utomo, N. B. P., P. Hasanah, and I. Mokoginta. 2005. Pengaruh Cara Pemberian Pakan yang Berbeda terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Keramba Jaring Apung. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4(2):49-52. DOI: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/66420>
- Wang, Y. G.J. Ma, Y. Shi, D.S. Liu, J.X. Guo, Y.H. Yang, and C.D. Chen. 2013. Effects of Dietary Protein and Lipid Levels on Growth, Feed Utilization and Body Composition in *Pseudobagrus ussuriensis* fingerlings. *Aquaculture Nutrition*. 19: 390-398. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00972.x>
- Wilson, R. P., and W. E. Poe. 1988. Choline Nutrition of Fingerling Channel Catfish. *Aquaculture*. Department of Biochemistry, Mississippi State University, Mississippi State, USA. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90292-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90292-X)
- Workel, H. A. 2005. Quality and nutritional aspects of choline chloride Krmiva 47, Zagreb, 2; 101-106
- Wu, G., and D. A. Davis. 2005. Interrelationship Among Methionine, Choline, and Betaine in Channel Catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of The World Aquaculture Society*. Auburn, Alabama, USA Vol. 36(3). DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00337.x>
- Wu, P., Feng, L., Kuang, S.Y., Liu, Y., Jiang, J., Hu, K., Jiang, W.D., Li, S.H., Tang, L. and Zhou, X.Q. 2011. Effect of Dietary Choline on Growth, Intestinal Enzyme Activities and Relative Expressions of Target of Rapamycin and Eif4e-Binding Protein Gene In Muscle, Hepatopancreas and Intestine of Juvenile Jian Carp (*Cyprinus Carpio* Var. Jian). *Animal Nutrition Institute, Sichuan Agricultural University, China*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.042>
- Zhao, B., Feng, L., Liu, Y., Kuang, S-Y., Tang, L., Jiang, J., Hu, K., Jiang, W-D., , S.-H. Li, and X.-Q. Zhou. 2012. Effects of Dietary Histidine Levels on Growth Performance, Body Composition and Intestinal Enzymes Activities of Juvenile Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture Nutrition*. 18: 220-232. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00898>