



**Jurnal Sains Akuakultur Tropis**  
**Departemen Akuakultur**  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698  
Email: [sainsakuakulturtropis@gmail.com](mailto:sainsakuakulturtropis@gmail.com), [sainsakuakulturtropis@undip.ac.id](mailto:sainsakuakulturtropis@undip.ac.id)

**PENGARUH TRIPTOFAN DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP EFISIENSI  
PEMANFAATAN PAKAN DAN PERFORMA PERTUMBUHAN BENIH LELE  
SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*)**

**Auliafi Brilian Agustiana, Diana Rachmawati\*), Vivi Endar Herawati**

Departemen Akuakultur, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedharto S.H., Semarang 50275, Indonesia, telp: +62821 5350 5993,  
fax: 0247474698

Corresponding Author: [dianarachmawati1964@gmail.com](mailto:dianarachmawati1964@gmail.com)

**ABSTRAK**

Lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis tinggi. Permasalahan pada budidaya lele sangkuriang salah satunya adalah efisiensi pemanfaatan pakan yang belum maksimal. Triptofan merupakan asam amino esensial yang berfungsi sebagai precursor serotonin yang dapat mengatur asupan pakan, adanya serotonin dalam otak akan menimbulkan perasaan tenang dan senang sehingga napsu makan meningkat, selain itu triptofan juga membantu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh triptofan dalam pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan lele sangkuriang dan dosis optimum triptofan. Penelitian ini dilaksanakan selama 42 hari yaitu pada bulan Juni 2021 - Agustus 2021 bertempat di Loka Perbenihan dan Budidaya Ikan Air Tawar Ngrajek, Magelang. Ikan uji yang digunakan adalah benih lele sangkuriang dengan bobot rata-rata  $1,95 \pm 0,08$  g/ekor. Pakan uji yang digunakan berupa pakan komersil dengan kandungan protein 31%. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah Tingkat Konsumsi Pakan (TKP), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP), Rasio Efisiensi Protein (PER), Laju Pertumbuhan Relatif (RGR), Rasio Konversi Pakan (FCR), Kelulushidupan (SR), dan kualitas air. Metode yang digunakan adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan A, B, C, D, E, dan F masing-masing adalah (0; 0,85; 1,7; 2,55; 3,4; dan 4,25) g/kg pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan triptofan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap TKP, EPP, PER, RGR, dan FCR tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap SR. Dosis optimum penambahan triptofan pada pakan buatan untuk lele sangkuriang adalah 3,6; 3,03; 2,94; 2,98; dan 3,05 g/kg pakan yang menghasilkan TKP, EPP, PER, RGR, dan FCR maksimal sebesar 136,29g; 67,55%; 1,92%; 5,13%/ hari; dan 1,48.

**Kata kunci:** lele sangkuriang; triptofan; pakan; pertumbuhan

**ABSTRACT**

*Sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) is one of the freshwater commodities that is widely cultivated because it has high economic value. One of the problems in sangkuriang catfish cultivation is the efficiency of feed utilization that has not been maximized. Tryptophan is an essential amino acid that functions as a serotonin*

precursor that can regulate feed intake, the presence of serotonin in the brain will cause feelings of calm and pleasure so that appetite increases, besides that tryptophan also helps increase the activity of fish digestive enzymes. This study aims to determine the effect of tryptophan in artificial feed on the efficiency of feed utilization and growth of sangkuriang catfish and the optimum dose of tryptophan. This research was carried out for 42 days, in June 2021 - August 2021 at Loka Perbenihan dan Budidaya Ikan Air Tawar, Ngrajek, Magelang. The experimental fish used were sangkuriang catfish with an average weight of  $1,95 \pm 0,08$  g/individual. The experimental feed used was commercial feed with a protein content of 31%. Parameters measured in this study were Feed Intake (TKP), Feed Utilization Efficiency (EPP), Protein Efficiency Ratio (PER), Relative Growth Rate (RGR), Feed Conversion Ratio (FCR), Survival Rate (SR), and water quality. This study used an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 6 treatments and 3 replications. Treatment A, B, C, D, E, and F (0; 0,85; 1,7; 2,55; 3,4; and 4,25) g/kg feed. The results showed that the addition of tryptophan had a significant effect ( $P < 0,05$ ) on TKP, EPP, PER, RGR, and FCR but had no significant effect ( $P > 0,05$ ) on SR. The optimum dose of the addition of tryptophan in artificial feed for sangkuriang catfish is 3,6; 3,03; 2,94; 2,98; and 3,05 g/kg feed which produces a maximum TKP, EPP, PER, RGR, and FCR of 136,29g; 67,55%; 1,92%; 5,13%/day; and 1,48.

**Keywords:** sangkuriang catfish; tryptophan; feed; growth

## Pendahuluan

Lele sangkuriang merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Yulianti *et al.*, 2020). Berdasarkan Rachmawati *et al.*, (2020), permasalahan yang dihadapi oleh pembudidaya lele sangkuriang pada umumnya adalah efisiensi pemanfaatan pakan yang belum maksimal dari pakan komersil yang diberikan sehingga biaya pakan tinggi. Pakan memiliki pengaruh yang paling besar dalam permasalahan biaya budidaya ikan karena dapat mencapai 30-70% dari keseluruhan biaya operasional sehingga mempengaruhi profitabilitas (Kari *et al.*, 2021). Menurut Halijah *et al.*, (2019), penyediaan pakan yang tidak sesuai kualitas yang dibutuhkan dapat menyebabkan pertumbuhan ikan tidak optimal dan rendahnya kelangsungan hidup. Pakan yang dimakan ikan akan diproses dalam tubuh dan unsur-unsur nutrisi atau gizinya akan diserap untuk dimanfaatkan kemudian membangun jaringan sehingga akan terjadi pertumbuhan (Mahasri *et al.*, 2015). Menurut Pianesso *et al.*, (2015), pakan yang kaya nutrisi sangat penting untuk pertumbuhan ikan. Pakan ikan harus mengandung asam amino esensial untuk perbaikan dan pertumbuhan jaringan. Kekurangan asam amino pada ikan dapat menyebabkan pertumbuhan yang buruk dan efisiensi pakan yang rendah. Zaminhan *et al.*, (2018), menyebutkan bahwa kebutuhan optimal semua asam amino esensial pada pakan ikan harus terpenuhi, karena jika kekurangan salah satunya dapat menyebabkan terganggunya pemanfaatan asam amino lainnya dan akan berpengaruh negatif terhadap sintesis protein. Salah satu jenis asam amino yang berperan dalam proses pertumbuhan ikan adalah asam amino triptofan.

Triptofan merupakan asam amino esensial yang ditemukan dalam makanan (Safitrah *et al.*, 2020). Beberapa jenis bahan dengan kandungan triptofan yang cukup tinggi antara lain jagung, kacang merah (Annisaa dan Diana, 2015), kulit pisang (Fatimah *et al.*, 2016) biji-bijian, kacang-kacangan, dan bungkil kacang kedelai (Lewis *et al.*, 2020). Triptofan termasuk dalam asam amino pembatas di sebagian besar protein nabati dan jumlahnya dalam pakan sangat sedikit sehingga perlu ditambahkan dari luar (Muslimin *et al.*, 2011). Triptofan adalah komponen penting dari protein yang berperan sebagai precursor serotonin yang dapat mempengaruhi asupan pakan dan perilaku agresif pada ikan (Ahmed *et al.*, 2012). Tang *et al.*, (2013), menyatakan bahwa triptofan membantu mengaktifkan enzim amilase dan lipase sehingga nutrisi dalam pakan dapat dimanfaatkan dengan maksimal dalam tubuh ikan. Disamping itu kekurangan asupan triptofan dapat menyebabkan pertumbuhan yang buruk pada benih ikan Rohu (*Labeo rohita*), skoliosis pada ikan rainbow trout (*Salmo gairdnerz*) (Wen *et al.*, 2014), menyebabkan katarak mata dan gangguan mineral pada juvenil blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) (Ji *et al.*, 2019), serta dapat menyebabkan perkembangan anatomi ikan menjadi tidak normal (Santoso *et al.*, 2018). Hseu *et al.*, (2003), menyatakan bahwa untuk mencegah hal serupa pada ikan perlu ditambahkan triptofan dalam pakan dengan dosis yang optimal sesuai dengan kebutuhan ikan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh triptofan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan performa pertumbuhan benih lele sangkuriang serta untuk menemukan dosis optimum triptofan.

## Materi dan Metode

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi ember plastik bervolume 45 liter sebanyak 18 buah, waring, aerator, selang dan batu aerasi, seser, WQC (*Water Quality Checker*), pH meter, timbangan digital, milimeter blok, oven, mesin penggiling pakan, gelas ukur, aluminium foil, saringan tepung, dan alat sanitasi berupa sabun. Bahan yang digunakan meliputi pakan komersil berbentuk pellet dengan merk dagang Hi-Pro-Vite 781-1, asam amino L-Tryptophan yang diproduksi oleh perusahaan Synaptent LLC, Chicago, Amerika Serikat, CMC, aquades, benih lele sangkuriang dengan bobot rata-rata  $1,95 \pm 0,08$  g/ekor sebanyak 360 ekor yang berasal dari Loka Perbenihan dan Budidaya Ikan Air Tawar Ngrajek, Magelang, Jawa Tengah.

Ikan uji diseleksi terlebih dahulu berdasarkan keseragaman ukuran, kelengkapan organ tubuh, kesehatan, dan potensi adanya penyakit (Yulyanah *et al.*, 2017). Ikan ditebar dengan padat penebaran 1 ekor/ liter air (Khodijah *et al.*, 2015). Sebelum masa pemeliharaan ikan uji diadaptasikan terlebih dahulu selama 7 hari dan diberikan pakan tanpa penambahan triptofan. Selama masa pemeliharaan ikan diberi pakan setiap 3x sehari pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB dengan metode *ad satiation*. Saat air pemeliharaan sudah terlihat keruh dilakukan penyiponan agar tidak terjadi penumpukan kotoran ikan pada wadah dan media pemeliharaan. Sampling pertumbuhan ikan dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mengambil sampel pada setiap wadah pemeliharaan secara acak. Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 42 hari. Penambahan triptofan pada pakan buatan dilakukan dengan metode repeleting yang mengacu pada penelitian Rachmawati *et al.*, (2020), yaitu pakan buatan komersil dihaluskan terlebih dahulu kemudian ditambahkan asam amino triptofan sesuai dosis perlakuan, aquades, dan CMC 1% kemudian dicampurkan hingga homogen, selanjutnya pakan dicetak kembali dan dikeringkan. Pakan uji selanjutnya dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kandungan nutrisinya. Hasil analisis proksimat pakan tersaji pada Tabel 1.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental yang bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap perlakuan lain dalam kondisi terkontrol (Darna dan Elin, 2018). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan sebagai berikut:

Perlakuan A= Pakan + triptofan 0 g/kg pakan  
Perlakuan B= Pakan + triptofan 0,85 g/kg pakan + CMC 1%  
Perlakuan C= Pakan + triptofan 1,70 g/kg pakan + CMC 1%  
Perlakuan D= Pakan + triptofan 2,55 g/kg pakan + CMC 1%  
Perlakuan E= Pakan + triptofan 3,40 g/kg pakan + CMC 1%  
Perlakuan F= Pakan + triptofan 4,25 g/kg pakan + CMC 1%

Penelitian ini memodifikasi penelitian dari Pianesso *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa ikan silver catfish (*Rhamdia quelen*) mengalami pertumbuhan terbaik pada perlakuan pakan dengan tambahan triptofan sebesar 3,4 g/kg pakan.

#### Tingkat Konsumsi Pakan (TKP)

Tingkat konsumsi pakan (TKP) dapat dihitung menggunakan rumus menurut Pereira *et al.*, (2007) sebagai berikut:

$$TKP = \frac{F1 - F2}{F1} \times 100\%$$

Dimana:

TKP = Tingkat Konsumsi Pakan (g)  
F1 = Jumlah Pakan Awal (g)  
F2 = Sisa Pakan (g)

#### Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Tacon (1993) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{Wt - Wo}{F} \times 100\%$$

Dimana:

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)  
Wt = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
Wo = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)  
F = Jumlah pakan yang dikonsumsi (g)

### Rasio Efisiensi Protein (PER)

Rasio efisiensi protein (PER) dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Tacon (1993) sebagai berikut:

$$PER = \frac{W_t - W_o}{P_i} \times 100\%$$

Dimana:

- PER = Rasio efisiensi protein (%)  
W<sub>t</sub> = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
W<sub>o</sub> = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)  
P<sub>i</sub> = Berat pakan yang dikonsumsi x % protein pakan

### Laju Pertumbuhan Relatif (RGR)

Laju Pertumbuhan Relatif (RGR) dapat dihitung dengan rumus menurut Steffens (1989) sebagai berikut:

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

Dimana:

- RGR = Laju pertumbuhan relatif (%)  
W<sub>t</sub> = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
W<sub>o</sub> = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)  
t = Waktu pemeliharaan (hari)

### Rasio Konversi pakan (FCR)

Rasio Konversi Pakan (FCR) dapat dihitung dengan rumus menurut Effendie (1997) sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

Dimana:

- FCR = Rasio konversi pakan  
F = Jumlah pakan yang dikonsumsi (g)  
W<sub>t</sub> = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
W<sub>o</sub> = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)  
D = Bobot ikan mati (g)

### Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan (SR) dapat dihitung dengan rumus menurut Effendie (1997) yaitu sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Dimana:

- SR = Kelulushidupan  
N<sub>t</sub> = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan  
N<sub>o</sub> = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan

### Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) yang diukur setiap hari pada pagi dan sore hari, pengujian ammonia dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan DO berupa *Water Quality Checker* dan pH diukur menggunakan pH meter (Heriyati *et al.*, 2020).

### Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian dianalisis secara statistik dengan pengujian normalitas, homogenitas dan additivitas, selanjutnya data tersebut dianalisis ragam *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang telah dilakukan. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Ms. Excel (Trisnasari

*et al.*, 2020). Berdasarkan Hariadi *et al.*, (2014), apabila analisis sidik ragam (ANOVA) diperoleh hasil yang berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan (*Duncan multiple range test*) untuk perbandingan antara perlakuan. Untuk mengetahui dosis optimum triptofan ditentukan menggunakan uji *Polynomial Orthogonal* (Susanti *et al.*, 2021). Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan disesuaikan dengan nilai kelayakan kualitas air bagi kehidupan lele sangkuriang (*C. gariepinus*).

### Hasil

Hasil analisis proksimat pakan tersaji pada Tabel 1. Nilai rata-rata tingkat konsumsi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, rasio efisiensi protein, laju pertumbuhan relatif, rasio konversi pakan, dan kelulushidupan lele sangkuriang (*C. gariepinus*) tersaji pada Tabel 2. Hasil uji *polynomial orthogonal* tingkat konsumsi pakan tersaji pada Gambar 1, efisiensi pemanfaatan pakan tersaji pada Gambar 2, rasio efisiensi protein tersaji pada Gambar 3, laju pertumbuhan relatif tersaji pada Gambar 4, dan rasio konversi pakan tersaji pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Pakan

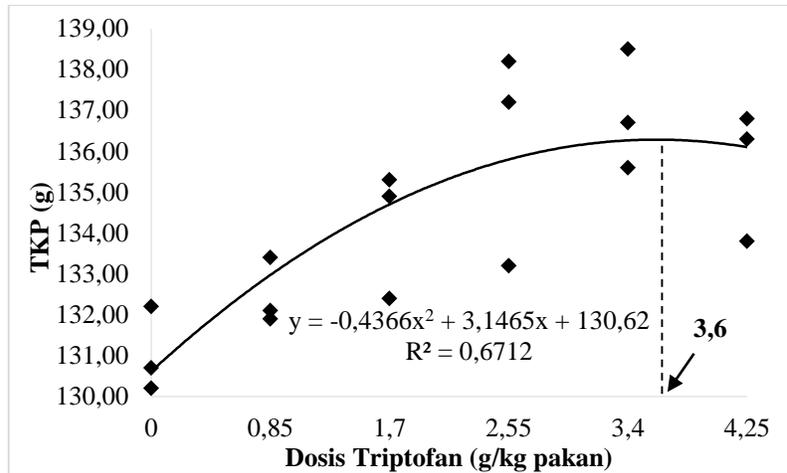
Pakan Perlakuan	Komponen				
	Protein	Lemak	Air	Abu	Serat Kasar
A	31,84	13,60	10,78	9,28	13,60
B	31,80	12,49	10,95	9,55	12,49
C	31,78	9,27	10,89	9,62	9,27
D	32,50	9,15	10,62	10,12	9,15
E	31,90	7,40	13,30	6,90	7,40
F	31,64	13,06	10,21	9,91	13,06

Sumber: Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang (2021)

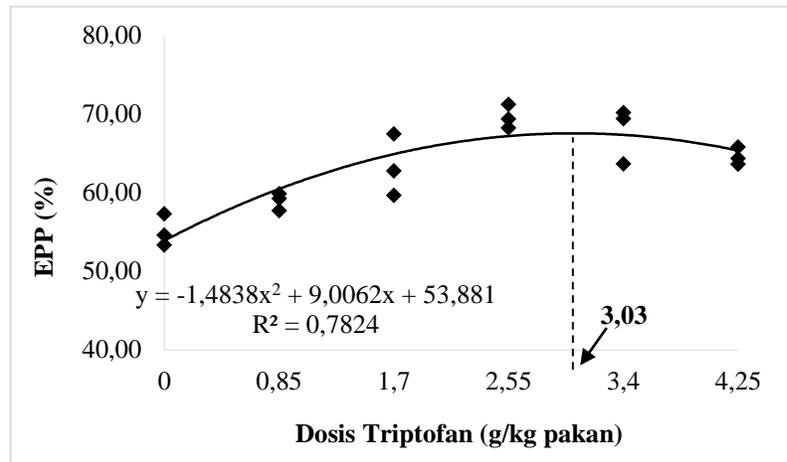
Tabel 2. Nilai Rata-rata Tingkat Konsumsi Pakan (TKP), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP), Rasio Efisiensi Protein (PER), Laju Pertumbuhan Relatif (RGR), Rasio Konversi Pakan (FCR), dan Kelulushidupan (SR) Benih Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)

Variabel	Perlakuan					
	A	B	C	D	E	F
TKP	131,03± 1,04 <sup>e</sup>	132,47± 0,81 <sup>de</sup>	134,20± 1,57 <sup>abcd</sup>	136,20± 2,65 <sup>ab</sup>	136,93± 1,46 <sup>a</sup>	135,63± 1,61 <sup>abc</sup>
EPP	55,06± 2,03 <sup>e</sup>	58,91± 1,10 <sup>de</sup>	63,29± 3,39 <sup>bcd</sup>	69,60± 1,50 <sup>a</sup>	67,73± 3,56 <sup>ab</sup>	64,57± 1,10 <sup>bc</sup>
PER	1,61± 0,02 <sup>ef</sup>	1,68± 0,03 <sup>e</sup>	1,84± 0,08 <sup>bcd</sup>	1,97± 0,09 <sup>a</sup>	1,91± 0,05 <sup>ab</sup>	1,84± 0,04 <sup>bc</sup>
RGR	4,00± 0,20 <sup>e</sup>	4,44± 0,16 <sup>de</sup>	4,76± 0,23 <sup>cd</sup>	5,29± 0,18 <sup>a</sup>	5,14± 0,23 <sup>ab</sup>	4,86± 0,22 <sup>bc</sup>
FCR	1,82± 0,07 <sup>f</sup>	1,70± 0,03 <sup>e</sup>	1,58± 1,10 <sup>d</sup>	1,44± 0,03 <sup>a</sup>	1,48± 0,08 <sup>bc</sup>	1,55± 0,03 <sup>cd</sup>
SR	91,67± 2,89 <sup>a</sup>	90,00± 5,00 <sup>a</sup>	91,67± 2,89 <sup>a</sup>	93,33± 2,89 <sup>a</sup>	90,00± 5,00 <sup>a</sup>	91,67± 2,89 <sup>a</sup>

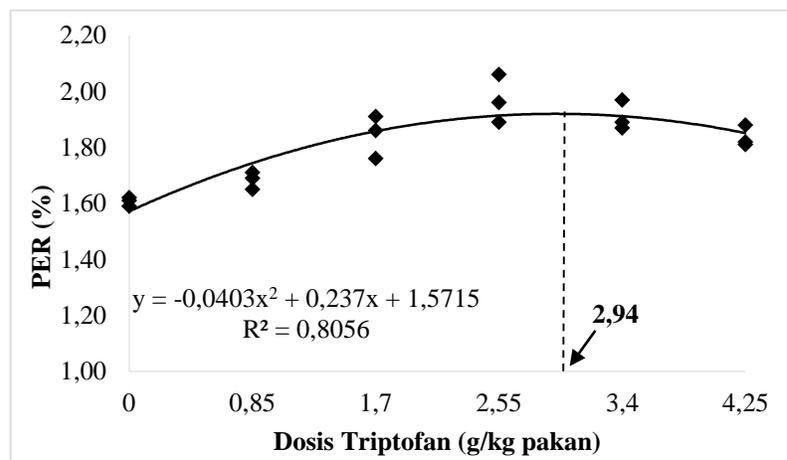
Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05)



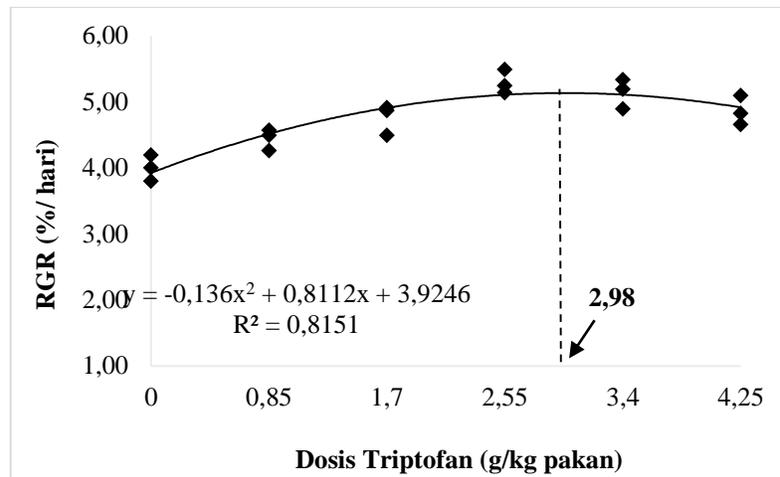
Gambar 1. Grafik *Polynomial Orthogonal* Tingkat Konsumsi Pakan Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)



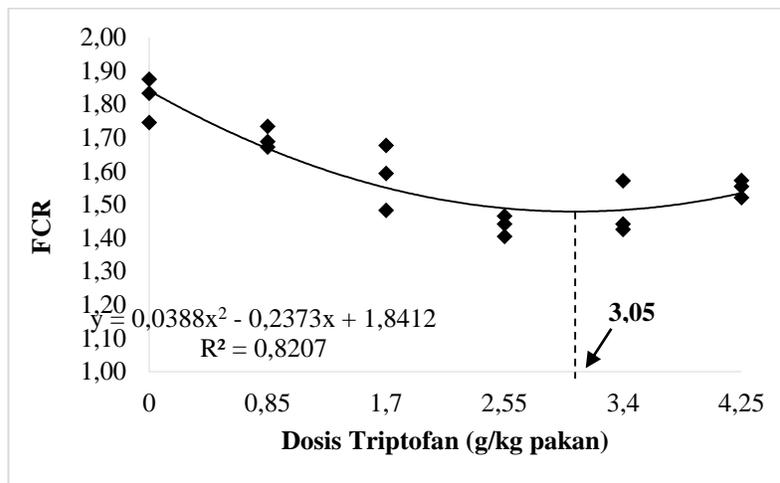
Gambar 2. Grafik *Polynomial Orthogonal* Efisiensi Pemanfaatan Pakan Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)



Gambar 3. Grafik *Polynomial Orthogonal* Rasio Efisiensi Protein Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)



Gambar 4. Grafik *Polynomial Orthogonal* Laju Pertumbuhan Relatif Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)



Gambar 5. Grafik *Polynomial Orthogonal* Rasio Konversi Pakan Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)

### Kualitas Air

Data kualitas air yang diamati selama penelitian meliputi DO, pH, suhu, dan amonia. Berdasarkan data hasil penelitian, kualitas air pemeliharaan selama 42 hari berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan lele sangkuriang. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Rentang Kualitas Air Pemeliharaan Lele Sangkuriang (*C. gariepinus*)

No	Parameter	Satuan	Hasil	Kelayakan
1	DO	mg/l	4,0 – 5,3	> 3 <sup>a</sup>
2	Suhu	°C	25,0 – 27,9	25 – 32 <sup>b</sup>
3	pH	-	7,0 – 8,2	6,5 – 9,0 <sup>c</sup>
4	Amonia	mg/l	0,012 – 0,960	< 1,0 <sup>d</sup>

Sumber: a. Ahmad *et al.*, (2019), b. Zaenab dan Andi (2012), c. Qalit *et al.*, (2017), d. Firmansyah *et al.*, (2021)

### Pembahasan

#### Tingkat konsumsi pakan

Penambahan triptofan pada pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tingkat konsumsi pakan lele sangkuriang. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan triptofan pada pakan buatan dapat meningkatkan nafsu makan lele sangkuriang. Menurut Miao *et al.*, (2021) dan

Wen *et al.*, (2014), triptofan berperan sebagai precursor serotonin yang dapat mengatur perilaku makan dan asupan pakan ikan. Hal ini sesuai dengan Ahmed *et al.*, (2012), yang menyatakan bahwa Ikan Indian catfish yang diberi pakan dengan kandungan triptofan yang sesuai kebutuhan ikan mengalami peningkatan asupan pakan karena triptofan menghasilkan 5-hidroksitriptamin (5-HTP) yang diubah menjadi serotonin di dalam otak yang dapat mempengaruhi perilaku makan ikan. Hal ini diperkuat oleh Awwaly *et al.*, (2015), peptida-peptida yang kaya akan triptofan akan mampu ikut meningkatkan kadar triptofan dalam plasma darah, sehingga dapat merangsang serta meningkatkan proses sintesa serotonin dalam otak, sehingga akan dapat meningkatkan timbulnya selera makan dan perasaan senang. Menurut Høglund *et al.*, (2005) ikan yang diberi pakan kekurangan triptofan mengalami pertumbuhan yang lebih rendah karena penurunan asupan pakan. Berdasarkan hasil penelitian, ikan yang diberi pakan dengan dosis triptofan yang lebih rendah memiliki tingkat konsumsi pakan yang lebih rendah pula diduga karena menurunnya nafsu makan.

Berdasarkan hasil penelitian diduga bahwa tingkat konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh nafsu makan ikan, ketika nafsu makan ikan tinggi maka tingkat konsumsi pakan ikan juga semakin meningkat. Hal ini diperkuat oleh Lestari dan Eko (2018), yang menyatakan bahwa meningkatnya nafsu makan ikan menyebabkan tingkat konsumsi pakan yang tinggi pula. Menurut Islami *et al.*, (2017) dan Abidin *et al.*, (2015), jika nafsu makan ikan berkurang dapat menyebabkan pertumbuhan ikan yang lambat karena kurangnya asupan nutrisi, sedangkan nutrisi tersebut dapat diperoleh dengan pengambilan makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan. Penurunan nafsu makan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kesehatan ikan (Kurniawan *et al.*, 2017), kualitas air, dan juga kualitas pakan (Suminto *et al.*, 2018). Halijah *et al.*, (2019), menyatakan bahwa pakan yang tidak sesuai kebutuhan ikan menyebabkan pertumbuhan ikan yang kurang optimal.

#### **Efisiensi pemanfaatan pakan**

Berdasarkan data hasil penelitian penambahan triptofan pada pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ). Hal tersebut diduga bahwa pakan yang dimakan dapat dimanfaatkan secara baik untuk menghasilkan pertumbuhan lele sangkuriang. Menurut Arief *et al.*, (2014), semakin tinggi nilai efisiensi pakan berarti ikan dapat merespon pakan dengan baik yang ditunjukkan dengan pertumbuhan ikan yang lebih cepat. Nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada lele sangkuriang selama penelitian mengalami peningkatan sejalan dengan penambahan dosis triptofan pada pakan. Efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi adalah perlakuan dengan penambahan triptofan 2,55 g/kg pakan (D), hal ini diduga karena triptofan yang ada sudah sesuai kebutuhan nutrisi lele sangkuriang. Berdasarkan Wilson *et al.*, (2018), kebutuhan triptofan bagi lele sebesar 0,5%, namun menurut Muslimin *et al.*, (2011), kandungan triptofan dalam pakan masih sangat sedikit sehingga perlu ditambahkan dari luar, dimana menurut Neto *et al.*, (2020) menyatakan bahwa pakan komersil memiliki kandungan triptofan 0,32%.

Berdasarkan Miao *et al.*, (2021), efisiensi pemanfaatan pakan ikan yang diberi pakan dengan tambahan triptofan menunjukkan peningkatan yang signifikan. Syahrir *et al.*, (2020), menyatakan bahwa triptofan mampu mengaktifkan enzim amilase dan enzim lipase yang akan berkorelasi dengan kinerja sistem pencernaan dan meningkatkan pemanfaatan nutrisi pada tingkat tertentu sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Hal serupa ditemukan pada penelitian ikan salmon atlantik oleh Mardones *et al.*, (2018), dan pada ikan mas oleh Tang *et al.*, (2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai efisiensi pemanfaatan pakan lele sangkuriang sudah cukup baik. Hal ini sesuai dengan Putra *et al.*, (2019), yang menyatakan bahwa pakan yang baik menunjukkan nilai efisiensi pakan lebih dari 50%. Berdasarkan Tjodi *et al.*, (2016), pemberian pakan yang bermutu, disenangi ikan, dan sesuai kebutuhan ikan selain dapat meningkatkan derajat efisiensi pakan juga dapat memacu pertumbuhan ikan. Menurut Trisnasari *et al.*, (2020), semakin tinggi nilai efisiensi pakan menunjukkan bahwa kualitas pakan yang diberikan semakin baik.

#### **Rasio efisiensi protein**

Berdasarkan data hasil penelitian penambahan triptofan pada pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai rasio efisiensi protein. Berdasarkan hasil uji proksimat pakan (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan A yaitu pakan komersil tanpa penambahan triptofan menunjukkan nilai protein sebesar 31,84% dan pakan D dengan tambahan triptofan 2,55 g/kg pakan menunjukkan kandungan protein yang tertinggi sebesar 32,50% berdasarkan hal tersebut diduga triptofan dapat meningkatkan kualitas pakan dengan adanya peningkatan protein dalam pakan, dan diduga kandungan triptofan dalam pakan D sudah memenuhi kebutuhan lele sangkuriang sehingga mengalami pertumbuhan yang paling baik. Hal ini diperkuat oleh Ahmed dan Khan (2004), yang

menyatakan bahwa suplementasi asam amino merupakan strategi untuk memenuhi keseimbangan asam amino pada pakan dan meningkatkan protein pakan. Meningkatnya protein dalam pakan menyebabkan nilai rasio efisiensi protein juga meningkat dan nilai efisiensi pakan tinggi sehingga laju pertumbuhan lebih optimal.

Nilai rasio efisiensi protein berkaitan dengan laju pertumbuhan ikan, dimana semakin tinggi nilai pertumbuhan bobot tubuh ikan menunjukkan kandungan dan asupan protein pada pakan yang diberikan sudah memenuhi kebutuhan ikan untuk pertumbuhan (Olusola dan Nwana, 2014). Berdasarkan Ji *et al.*, (2019), triptofan dapat membantu meningkatkan sintesis protein dalam tubuh sehingga ikan dapat memanfaatkan pakan dengan baik untuk pertumbuhan. Menurut Wang *et al.*, (2021) rasio efisiensi protein menjadi indikator yang mampu menunjukkan tingkat pemanfaatan protein dalam pakan. Semakin tinggi nilai rasio efisiensi protein berarti ikan dapat memanfaatkan protein yang terkandung dalam pakan dengan baik. Hal ini sesuai dengan Pinandoyo *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai rasio efisiensi protein menunjukkan pakan dapat dimanfaatkan secara efisien dan maksimal untuk pertumbuhan. Menurut Rachmawati *et al.*, (2020) nilai protein efisiensi rasio akan meningkat sejalan dengan nilai pencernaan protein.

### Laju pertumbuhan relatif

Berdasarkan hasil penelitian penambahan triptofan pada pakan buatan menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan relatif lele sangkuriang. Menurut Tejpal *et al.*, (2009), suplementasi triptofan pada pakan dapat meningkatkan parameter pertumbuhan ikan. Ahmed *et al.*, (2012), menyatakan bahwa triptofan menghasilkan 5-hidroksitriptamin (5-HTP) yang diubah menjadi serotonin dalam otak sehingga dapat mempengaruhi perilaku makan dan nafsu makan ikan. Ketika nafsu makan ikan baik maka dapat memacu pertumbuhan ikan yang optimal. Laju pertumbuhan merupakan penambahan bobot tubuh ikan yang dihasilkan dalam selang waktu tertentu. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pakan yang diberikan dapat menunjang laju pertumbuhan lele sangkuriang. Pakan dengan kandungan nutrisi yang sesuai mampu meningkatkan laju pertumbuhan karena ikan mengonsumsi pakan yang cukup untuk pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan Sebayang *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa kualitas pakan merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang laju pertumbuhan ikan, pakan dengan kualitas yang baik dapat dengan mudah dicerna dan dimanfaatkan secara efisien oleh ikan sehingga laju pertumbuhan meningkat.

Kandungan triptofan dalam pakan umumnya rendah sehingga menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan perlu ditambahkan dari luar (Lewis *et al.*, 2020; Muslimin *et al.*, 2011; Rostika *et al.*, 2015; dan Usman *et al.*, 2016). Hal ini juga diperkuat oleh Nguyen *et al.*, (2019), yang menyatakan bahwa triptofan tidak dapat disintesis oleh ikan sehingga perlu ditambahkan dalam pakan dengan jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan. Namun demikian menurut Miao *et al.*, (2021), kadar triptofan yang berlebihan dapat mengurangi aktivitas enzim penyerapan. Hal ini sesuai dengan penelitian Zhang *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa teripang dengan penambahan triptofan 5% mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan teripang dengan penambahan triptofan 3%, disamping itu Abidi dan Mukhtar (2010) serta Pianesso *et al.*, (2015), menyatakan bahwa penurunan pertumbuhan terjadi pada ikan yang diberi pakan dengan kadar triptofan yang terlalu tinggi. Berdasarkan Usman *et al.*, (2014), penurunan pertumbuhan pada kadar triptofan yang terlalu tinggi diduga karena peningkatan proses deaminasi sehingga sebagian asam amino dari pakan yang diserap diubah menjadi ammonia dimana jika kadar ammonia terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan ikan.

### Rasio konversi pakan

Penambahan triptofan pada pakan buatan memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rasio konversi pakan lele sangkuriang. Berdasarkan hasil penelitian penambahan triptofan pada pakan buatan dapat menekan nilai FCR lele sangkuriang. Menurut Pinto *et al.*, (2019), semakin rendah FCR berarti nilai efisiensi pakan ikan semakin tinggi. Namun demikian dosis triptofan yang terlalu tinggi dan tidak sesuai dengan kebutuhan ikan menyebabkan penurunan pemanfaatan pakan dan pertumbuhan sehingga FCR meningkat. Hal ini sesuai dengan Tang *et al.*, (2013), yang menyatakan dosis triptofan yang melebihi kebutuhan ikan menunjukkan penurunan kinerja pertumbuhan dan meningkatnya nilai FCR. Berdasarkan Abdel-Warith *et al.*, (2018), FCR dapat diturunkan dengan pakan yang mengandung protein tinggi serta adanya suplementasi asam amino.

Berdasarkan Fitriyanto (2020), FCR merupakan indeks dari pemanfaatan total pakan untuk pertumbuhan atau jumlah gram pakan yang dibutuhkan ikan untuk menghasilkan 1g berat basah ikan. Tinggi rendahnya FCR dapat dipengaruhi oleh kandungan protein dan serat kasar pada pakan.

Sebayang *et al.*, (2020), menyatakan bahwa pakan dengan kandungan protein tinggi dan serat kasar rendah dapat mempengaruhi efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan, dimana semakin tinggi tingkat pemanfaatan pakan dan laju pertumbuhan ikan maka nilai FCR semakin rendah. Ryla *et al.*, (2017), menyatakan bahwa nilai FCR yang tinggi menunjukkan konsumsi pakan tinggi tetapi pertumbuhan yang rendah dan sebaliknya.

### **Kelulushidupan**

Berdasarkan hasil analisis ragam kelulushidupan lele sangkuriang dapat diketahui bahwa penambahan triptofan pada pakan buatan tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $P>0,05$ ). Berdasarkan hal tersebut diduga bahwa kelulushidupan lele sangkuriang tidak dipengaruhi oleh penambahan triptofan. Menurut Apriliani *et al.*, (2018), Fajriyani *et al.*, (2017), dan Mutia *et al.*, (2020), faktor yang mempengaruhi kelulushidupan ikan adalah keadaan fisiologis ikan, keadaan lingkungan, tingkat stress ikan dan agensi penyakit. Wangni *et al.*, (2019), menambahkan bahwa ikan memerlukan kemampuan adaptasi fisiologis yang optimal untuk dapat mempertahankan atau mencapai kemampuan hidup.

Nilai kelulushidupan lele sangkuriang selama penelitian menunjukkan hasil yang baik yaitu lebih dari 84% pada setiap perlakuan. Hal ini diperkuat oleh Rachmawati *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa tingkat kelulushidupan pada budidaya ikan dengan nilai lebih dari 84% sudah dianggap baik. Kematian ikan selama masa pemeliharaan diduga akibat tingkat stress ikan setelah dilakukan penimbangan bobot tubuh. Menurut Mustofa *et al.*, (2018), penanganan yang salah dapat menyebabkan stress pada ikan hingga menyebabkan kematian. Perilaku stress ikan dapat dilihat dari kegesitan ikan berenang, pola berenang ikan, jumlah bukaan operculum, nafsu makan, dan posisi ikan dalam bergerombol maupun menyendiri (Arianto *et al.*, 2018).

### **Kesimpulan dan Saran**

#### **Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan triptofan pada pakan buatan komersil memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), rasio efisiensi protein (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), dan terhadap rasio konversi pakan (FCR), tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kelulushidupan (SR) benih lele sangkuriang (*C. gariepinus*).
2. Dosis optimal penambahan triptofan pada pakan buatan komersil untuk lele sangkuriang (*C. gariepinus*) terhadap tingkat konsumsi pakan adalah 3,6 g/kg pakan yang menghasilkan TKP 136,29g, terhadap efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 3,03 g/kg pakan yang menghasilkan EPP 67,55%, terhadap rasio efisiensi protein adalah 2,94 g/kg pakan yang menghasilkan PER 1,92%, dosis optimal pada laju pertumbuhan relatif yaitu 2,98 g/kg pakan yang menghasilkan RGR sebesar 5,13 %/hari, dan dosis optimum pada rasio konversi pakan sebesar 3,05 g/kg pakan yang menghasilkan sebesar FCR 1,48.

#### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan triptofan yang optimal pada pakan buatan lele sangkuriang (*C. gariepinus*), sehingga menghasilkan efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan yang lebih optimal.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdel-Warith, N. Al-Asgah, Y. El-Sayed, A. El-Otaby and S. Mahboob. 2018. *The effect of replacement of fish meal with Amino Acids and Optimized Protein Levels in the diet of the Nile Tilapia Oreochromis niloticus*. *Brazilian Journal of Biology*, 1-9.
- Abidi, S. F., dan M. A. Khan. 2010. *Dietary Tryptophan Requirement of Fingerling Rohu, Labeo rohita (Hamilton), Based on Growth and Body Composition*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(5): 700-709.
- Abidin, Z., M. Junaidi, Paryono, N. Cokrowati, dan S. Yuniarti. 2015. *Pertumbuhan dan Konsumsi Pakan Ikan Lele (Clarias sp.) yang Diberi Pakan Berbaku Lokal*. *Depik*, 4(1): 33-39.

- Ahmad, N., O. Herdelah, Z. Zulkhasyni, dan A. Andriyeni. 2019. Pengaruh Penyiponan Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) Pada Sistem Bioflok. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 17(1): 49-57.
- Ahmed, I., M. A. Khan. 2004. *Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp, Cirrhinus mrigala (Hamilton)*. *Aquaculture*, 235: 499– 511.
- Ahmed, Imtiaz. 2012. *Dietary Amino Acid L-tryptophan Requirement of Fingerling Indian Catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch), Estimated by Growth and Haemato-biochemical Parameters*. *Fish Physiol Biochem*, 38: 1195-1209.
- Annisaa', A. L. F., dan D. N. Afifah. 2015. Kadar Protein, Nilai Cerna Protein In Vitro dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Komplementasi Tepung Jagung dan Tepung Kacang Merah Sebagai Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang. *Journal of Nutrition College*, 4(4): 365-371.
- Apriliani, R., F. Basuki, dan R. A. Nugroho. 2018. Pengaruh Pemberian *Recombinant Growth Hormone* (rGH) dgn Dosis Berbeda pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Tawes (*Puntius* sp.). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(1): 49-58.
- Arianto, R. M., A. D. P. Fitri, dan B. B. Jayanto. 2018. Pengaruh Aklimatisasi Kadar Garam terhadap Nilai Kematian dan Respon Pergerakan Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) untuk Umpan Hidup Ikan Cakalang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(2): 43-51.
- Arief, M., N. Fitriani, dan S. Subekti. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* Sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1): 49-54.
- Awwaly, K. U. A., S. Triatmojo, Y. Erwanto, dan W. T. Artama. 2015. Komponen Bioaktif dalam Daging dan Sifat Fungsionalnya: Sebuah Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, (10)1: 22-34.
- Darna, N., dan E. Herlina. 2018. Memilih Metode Penelitian Yang Tepat: Bagi Penelitian Bidang Ilmu Manajemen. *Jurnal Ekologi Ilmu Manajemen*, 5(1): 287-292.
- Effendie. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fajriyani, A., S. Hastuti, dan Sarjito. 2017. Pengaruh Serbuk Jahe pada Pakan terhadap Profil Darah, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Patin (*Pangasius* sp.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4): 39-48.
- Fatimah, M., Y. Andriani, dan Y. Dhahiyat. 2016. Penambahan Ekstrak Kulit Pisang Pada Pakan Komersial Sebagai Upaya Menurunkan Kanibalisme Pada Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Mann). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1): 75-83.
- Firmansyah, W. N. Cokrowati1, A. R. Scabra. 2021. Pengaruh Luas Penampang Sistem Resirkulasi yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, (26)2: 85-93.
- Fitriyanto, A. N., Ediyanto, dan V. D. Gultom. 2020. Efektivitas Penambahan Probiotik terhadap Pertumbuhan, FCR, dan Sintasan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Satya Minabahari*, 05(02): 73-84.
- Halijah, H., S. Budi, dan H. Zainuddin. 2019. Analisis Performa Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Suplementasi Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) pada Pakan. *Journal of Aquaculture and Environment*, 1(2): 8-11.
- Hariadi, S., C. Irsan, C dan M. Wijayanti. 2014. Kombinasi larva lalat bunga (*Hermetia illucens* L.) dan pelet untuk pakan ikan patin jambal (*Pangasius djambal*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(2): 150-161.
- Heriyati, E., R. Rustadi, R., dan B. Triyatmo. 2020. Uji Aerasi Microbubble dalam Menentukan Kualitas Air, Nilai *Nutrition Value Coefficient* (NVC), Faktor Kondisi (K) dan Performa pada Budidaya Nila Merah (*Oreochromis* Sp.). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(1): 27-41.
- Hoglund, E., M. J. Bakke, O. Overli, S. Winberg, dan G. E. Nilsson. 2005. *Suppression os Aggressive Behaviour in Juvenile Atlantic Cod (Gadus morhua) by L-tryptophan Supplementation*. *Aquaculture*, 249: 525-531.
- Hseu, J. R., F. I. Luc, H. M. Sud, L. S. Wange, C. L. Tsaie, dan P.P. Hwang. 2003. *Effect of exogenous tryptophan on cannibalism, survival and growth in juvenile grouper, Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 0-12.
- Islami, A. N., Zahidah, dan Z. Anna. 2017. Pengaruh Perbedaan Siphonisasi dan Aerasi terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan, dan Kelangsungan Hidup pada Budidaya Ikan Nila (*Orheochromis niloticus*) Stadia Benih. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 73-82.
- Ji, K., H. Liang, M. Ren, X. Ge, B. Liu, B. Xi, dan H. Yu. 2019. *Effects of dietary tryptophan levels on antioxidant status and immunity for juvenile blunt snout bream (Megalobrama amblycephala) involved in Nrf2 and TOR signaling pathway*. *Fish & shellfish immunology*, 93: 474-483.

- Kari, Z. A., M. A. Kabir, M. A. O. Dawood, M. K. A. A. Razab, N. K. Ariff, T. Sarkar, S. Pati, H. A. Edinur, K. Mat, T. A. Ismail, dan L. S. Wei. 2021. *Effect of Fish Meal Substitution with Fermented Soy Pulp on Growth Performance, Digestive Enzyme, Amino Acid Profile, And Immune-Related Gene Expression of African Catfish (Clarias gariepinus)*. *Aquaculture*, 546: 1-11.
- Khodijah, D., D. Rachmawati, dan P. Pinandoyo. 2015. Performa Pertumbuhan Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) melalui Penambahan Enzim Papain dalam Pakan Buatan. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2): 35-43.
- Kurniawan, A., F. Basuki, dan R. A. Nugroho. 2017. Pengaruh Pemberian Rekombinan Hormon Pertumbuhan (rGH) melalui Metode Oral dengan Interval Waktu yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomun*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 20-29.
- Lestari, T. P., dan E. Dewanto. 2018. Pengaruh Suhu Media Pemeliharaan Terhadap Laju Pemangsaan dan Pertumbuhan Larva Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ruaya*, 6(1): 14-22.
- Lewis, I. K., I. K. Sumadi, dan A. A. P. P. Wibawa. 2020. Pengaruh Suplementasi Asam Amino Esensial Pada Pakan Berbasis Jagung-Pollard Terhadap Dimensi Tubuh Babi Bali. *Jurnal Peternakan Tropika*, 8(2): 256-267.
- Mahasri, G., M. Munir, dan R. Sidik. 2015. Peningkatan Nilai Nutrisi Pollard melalui Fermentasi Ragi Tempe sebagai Bahan Pakan Buatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(1): 67-70.
- Mardones, A., E. Devia, B. S. Labbe, R. Oyarzun, L. Vargas-Chacoff, dan J. L. P. Munoz. 2018. *Effect of L-tryptophan and Melatonin Supplementation on The Serotonin Gastrointestinal Content and Digestive Enzymatic Activity for Salmo salar and Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 482: 203-210.
- Miao, S. E. Chang, B. Han, X. Zhang, X. Liu, Z. Zhou, dan Y. Zhou. 2021. *Dietary Tryptophan Requirement of Northern Snakehead, Channa argus (Cantor, 1842)*. *Aquaculture*, 542: 1-8.
- Muslimin, M, H. Haryati, dan D. D. Trijuno. 2011. Penambahan Dosis Tryptophan dalam Pakan untuk Mengurangi Sifat Kanibalisme pada Larva Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(2): 271-279.
- Mustofa, A., S. Hastuti, dan D. Rachmawati. 2018. Pengaruh Periode Pemuasaan terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 17(2): 41-58.
- Mutia, Hanisah, dan M. F. Isma. 2020. Pengaruh Perbedaan Padat Tebar terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 4(2): 50-57.
- Neto, J. F., dan P. C. Giaquinto. 2020. *Environmental enrichment techniques and tryptophan supplementation used to improve the quality of life and animal welfare of Nile tilapia*. *Aquaculture Reports* 17, 1-8.
- Nguyen, L., S. M. Salem, G. P. Salze, H. Dinh, dan D. A. 2019. *Tryptophan requirement in semi-purified diets of juvenile Nile tilapia Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 502: 258-267.
- Olusola, S. E., dan L.C. Nwanna. 2014. *Growth Performance of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Fed Processed Soybean Meal Based Diets Supplemented with Phytase*. *International Journal of Aquaculture*, 4(8): 48-54.
- Pereira, L., Riquelme, T., dan Hosokawa, H. 2007. *Effect of Three Photoperiod Regimes on The Growth and Mortality of The Japanese Abalone (Haliotis discus hannaino)*. *Journal of Shellfish Research*, 26(3): 763-767.
- Pianesso, D., J. R. Neto, L. P. Da Silva, F. R. Goulart, T. J. Adorian, P. I. Mombach, dan R. Lazzari. 2015. *Determination of tryptophan requirements for juvenile silver catfish (Rhamdia quelen) and its effects on growth performance, plasma and hepatic metabolites and digestive enzymes activity*. *Animal feed science and technology*, 210: 172-183.
- Pinandoyo, P., M. B. Syakirin, dan T. Y. Mardiana. 2021. Pemanfaatan Ikan Rucah dan Fermentasi Kotoran Ayam dalam Pakan Lele terhadap Pertumbuhan dan Kelulus Hidupan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 20(1): 1-16.
- Pinto, L. R., J. A. Martos-Sitchad, B. Reisa, R. Azeredoa, S. Fernandez-Booa, J. Pérez-Sánchez, J. A. Caldach-Ginerd, S. Engrolaf, L. E. C. Conceição, J. Diasc, T. S. Silvac, B. Costas. 2019. *Dietary tryptophan supplementation induces a transient immune enhancement of gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles fed fishmeal free diets*. *Fish and Shellfish Immunology*, 93: 240-250.

- Putra, L. V. D., Agustono, U., & Kenconoajati, S. H. 2019. *The Effect of Adding Lysine in Commercial Feed on Growth Rate, Feed Efficiency, and Feed Conversion Ratio to Tambaqui (Colossoma Macropomum)*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 236(1): 1-7. IOP Publishing.
- Qalit, A., F. Fardian, dan A. Rahman. 2017. Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar pH dan Kontrol Suhu serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT. Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro, 2(3): 8-15.
- Rachmawati, D., J. Hutabarat, T. Susilowati, I. Samidjan, dan H. Pranggono. 2020. Penambahan *Saccharomyces cerevisiae* pada Pakan Buatan Komersial Benih Lele Sangkuriang (*Clarias Gariepinus* Var. Sangkuriang) terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan. Pena Akuatika, 19 (2): 28-38.
- Rachmawati, D., S. Sarjito, S., P. Y. Anwar, dan S. Windarto. 2020. Pengaruh Penambahan Asam Amino Lisin pada Pakan Komersil terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jurnal Kelautan Tropis, 23(3): 388-396.
- Rostika, R., A. Sadeli, B. Sukaya. Dan S. Saifullah. 2005. Pengaruh Kandungan Tepung Daun Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dalam Pakan Buatan Isoprotein terhadap Pertumbuhan Benih Gurami (*Osphronemus gotamy*). *Aquacultura Indonesiana*, 6(2): 53-58.
- Ryla, C., A. Riki, S. Nurchalidah, K. W. Vidra, dan Z. Arico. 2017. Pengaruh Fortifikasi Minyak Ikan dan Tepung Daun Pepaya terhadap Nilai FCR dan Laju Kematian Ayam Broiler. Jurnal Jeumpa, 4(1): 1-10.
- Safitrah, L., D. N. A. Setyowati, dan B. H. Astriana. 2020. Efektivitas Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) untuk Menurunkan Kanibalisme pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 13(1): 36-44.
- Santoso, B., L. Santoso, dan T. Tarsim. 2018. *Optimization of Maggot Hermetia Illucens Combination with Artificial Feed Against Growth and Survival Rate of Mad Barb Fish (Bleeker, 1851)*. Berkala Perikanan Terubuk, 46(3): 10-19.
- Sebayang, E. P., S. Hudaidah, dan L. Santoso. 2020. *Study of Feeding with Local Raw Materials with Different Protein Contents on The Growth of Catfish Seeds (Clarias sp.)*. *Journal of Aquatropica Asia*, 5(2): 11-18.
- Steffens, W. 1989. *Principles of Fish Nutrition*. Ellis Horwood Limited, West Sussex, England, 384.
- Suminto, T. Susilowati, B. A. Wibowo, dan D. Chilmawati. 2018. Pengaruh Tepung Ayam Afkir pada Pakan Buatan yang Berprobiotik terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Sainstek Perikanan, 13(2): 111-118.
- Susanti, R., R. Rugayah, S. Widagdo, dan D. H. Pangaribuan. 2021. Pengaruh Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). Jurnal Agrotek Tropika, 9(1): 137-144.
- Syahrir, M., W. Kantun, dan I. Cahyono. 2020. Kinerja Enzim Pencernaan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Lingkungan Budidaya. *Gorontalo Fisheries Journal*, 3(1): 42-55.
- Tacon, A. E. J. 1993. *Feed Ingredient for Warmwater Fish: Fish Meal and Other Processed Feedstuffs*. AO Fisheries Circular, 856: 64.
- Tang, L. L. Feng, C. Sun, G. Chen, W. Jiang, K. Hu, Y. Liu, J. Jiang, S. Li, S. Kuang, dan X. Zhou. 2013. *Effect of tryptophan on growth, intestinal enzyme activities and TOR gene expression in juvenile Jian carp (Cyprinus carpio var. Jian): Studies in vivo and in vitro*. *Aquaculture*:23-33.
- Tejpal, C. S., A. K. Pal, N. P. Sahu, J. A. Kumar, N. A. Muthappa, S. Vidya, dan M. G. Rajan. 2009. *Dietary Supplementation of L-tryptophan Mitigates Crowding Stress and Augments the Growth in Cirrhinus mrigala Fingerlings*. *Aquaculture*, 293: 272-277.
- Tjodi, R., J., O. Kalesaran, dan J. Ch. Watung. 2016. Kombinasi pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*), 4(2): 1-7.
- Trisnasari, V., S. Subandiyono dan S. Hastuti. 2020. Pengaruh Triptofan dalam Pakan Buatan terhadap Tingkat Kanibalisme dan Pertumbuhan Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture, 4(1): 19-30.
- Usman, E. Harris, D. Jusadi, E. Supriyono, dan M. Yuhana. 2014. Performansi Pertumbuhan Ikan Bandeng dengan Pemberian Pakan Tepung Bioflok yang Disuplementasi Asam Amino Esensial. J. Ris. Akuakultur, 9(2): 271-282.
- Usman, Kamarrudin, dan A. Laining. 2016. Pengaruh Kadar Triptopan Pakan terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Krabtel Kepiting Bakau, *Scylla serrata* Selama Masa Pendederan. Jurnal Riset Akuakultur, 11(3): 259-269.
- Wang, Jiteng., H. Rongxing, T. Han, P. Zheng, H. Xu, H. Su, dan Y. Wang. 2021. *Dietary Protein Requirement of Juvenile Spotted Knifefish Oplegnathus punctatus*. *Aquaculture Report*, 21: 1-8.

- Wangni, G. P., S. Prayoho, dan Sumantriyadi. 2019. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada Suhu Media Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(2): 1-8.
- Wen, H., L. Feng, W. Jiang, Y. Liu, J. Jiang, S. Li, dan X. Zhou. 2014. *Dietary tryptophan modulates intestinal immune response, barrier function, antioxidant status and gene expression of TOR and Nrf2 in young grass carp (Ctenopharyngodon idella)*. *Fish & shellfish immunology*, 40(1): 275-287.
- Wilson, R. P., O. W. Jr. Allen, E. H. Robinson, dan A. E. Poe. 2018. *Tryptophan and Threonine Requirements of Fingerling Channel Catfish*, 1595-1599.
- Yulianti, N., D. S. C. Utomo, dan B. Putri. 2020. Uji Komparatif Hormon Human Chorionic Gonadotrophin (Hcg), Ovaprim, Dan Spawnprim Pada Pemijahan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp.). *Journal of Aquatropica Asia*, 5(2): 1-7.
- Yulyanah, D. Rachmawati, dan A. Sudaryanto. 2017. Pengaruh Kombinasi Penambahan Enzim Papain Pada Pakan Buatan Dan Probiotik Pada Media Pemeliharaan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 49-58.
- Zaenab, St., dan A. N. Massiseng. 2021. Pemanfaatan Limbah Usus Ayam untuk Pembesaran Ikan Lele. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(2): 193-198.
- Zaminhan, M., M. Michelato, V. R. B. Furuya, W. R. Boscolo, F. E. Araújo, T. P. Cruz, dan W. M. Furuya. 2018. *Total and available tryptophan requirement of Nile tilapia, Oreochromis niloticus, fingerlings*. *Aquaculture Nutrition*, 24(5): 1553-1562.
- Zhang, E., S. Dong, F. Wang, X. Tian, dan Q. Gao. 2018. *Effects of l-tryptophan on the growth, intestinal enzyme activities and non-specific immune response of sea cucumber (Apostichopus japonicus Selenka) exposed to crowding stress*. *Fish & shellfish immunology*, 75: 158-163.