



## Pengaruh Suplementasi Asam $\alpha$ -Lipoat Dalam Pakan Terhadap Profil Biokimia Darah Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*)

### Effect $\alpha$ -Lipoic Acid Supplementation in Feed on the Blood Biochemical Profile of Gourami Fish (*Osphronemus gouramy*) Juvenile

Received: September 2023, Revised: September 2023, Accepted: Oktober 2023

DOI: 10.35308/ja.v7i2.8385

Khairul Samuki<sup>a\*</sup>, Afrizal Hendri<sup>a</sup>, Fazril Saputra<sup>a</sup>, Alfis Syahril<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Aceh

#### Abstrak

Asam  $\alpha$ -lipoat adalah antioksidan yang dapat mengurangi stres oksidatif pada ikan. Asam  $\alpha$ -lipoat dapat memberikan manfaat pada beberapa spesies ikan dan udang. Namun, penelitian mengenai biokimia darah benih ikan gurami masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam  $\alpha$ -lipoat terhadap profil biokimia darah benih ikan gurami. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam formulasi pakan yaitu 0,0, 0,3, 0,6, dan 0,9 g kg<sup>-1</sup>. Ikan sampel yang digunakan dengan berat awal yaitu 7,05  $\pm$  0,33 g dan panjang awal 5,36  $\pm$  0,07 cm. Analisis data menggunakan analisis varians (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi Asam  $\alpha$ -Lipoat dalam pakan mempunyai nilai perbedaan nyata terhadap profil biokimia darah ikan. Suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan memberikan pengaruh positif terhadap profil biokimia darah benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*).

**Kata Kunci :** Asam  $\alpha$ -lipoat, Stres oksidatif, *Osphronemus gouramy*

#### 1. Pendahuluan

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia (Nurdiansyah dan Sugiyo, 2016). Ikan gurami banyak dibudidayakan karena memiliki rasa yang lezat dan kandungan gizi yang baik. Namun, budidaya ikan gurami masih menghadapi beberapa masalah, seperti tingginya tingkat kematian benih ikan gurami akibat stres dan penyakit (Grandiosa *et al.*, 2022; Rimmer *et al.*, 2016; Novita *et al.*, 2021). Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memberikan suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan (Samuki *et al.*, 2020; Hamano, 2014;

#### Abstract

Alpha-lipoic acid is an antioxidant that can reduce oxidative stress in fish. Alpha-lipoic acid is beneficial for several fish and shrimp species. However, research on the blood biochemistry of gourami fish juvenile is still limited. Therefore, this study aimed to determine the effects of alpha-lipoic acid on the blood biochemistry profile of gourami fish juvenile. This study employed a completely randomized design (CRD) with four treatments and four replications. Alpha-lipoic acid supplementation in the feed formulation was at 0.0, 0.3, 0.6, and 0.9 g kg<sup>-1</sup>. The sample fish used had an initial weight of 7.05  $\pm$  0.33 g and an initial length of 5.36  $\pm$  0.07 cm. Data analysis was conducted using analysis of variance (ANOVA) with a 95% confidence interval. The results showed that alpha-lipoic acid supplementation in the feed significantly affected the blood biochemistry profile of the fish. Supplementation of alpha-lipoic acid in the feed had a positive impact on the blood biochemistry profile of gourami fish juvenile (*Osphronemus gouramy*).

**Keywords:** Alpha-lipoic acid, Oxidative stress, *Osphronemus gouramy*

Yang *et al.*, 2023). Asam  $\alpha$ -lipoat merupakan antioksidan yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif pada benih ikan gurami. Menurut Faisal *et al.*, (2023); Kumar *et al.*, (2017) Stres oksidatif dapat terjadi akibat paparan radikal bebas yang dapat merusak sel-sel tubuh dan menyebabkan berbagai penyakit.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dengan dosis 600 mg/kg pakan pada ikan grass carp dapat mengurangi kadar lipid dalam tubuh dan meningkatkan penimbunan protein secara in vivo (Shi *et al.*, 2018). Suplementasi pakan dengan asam  $\alpha$ -lipoat 1,2 g/kg asam  $\alpha$ -lipoat mengurangi tingkat lipid darah, meningkatkan kerusakan hepatosit, dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dalam hati benih ikan kerapu (Ou *et al.*, 2023). Suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan sebanyak 1300 mg/kg secara signifikan meningkatkan tingkat kelangsungan hidup udang galah (Li *et al.*, 2023). Namun, penelitian mengenai

\* Korespondensi: Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Aceh  
e-mail: khairulsamuki@utu.ac.id

pengaruh suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan terhadap profil biokimia darah benih ikan gurami masih terbatas, oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat terhadap profil biokimia darah benih ikan gurami.

**2. Bahan dan Metode**

**2.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2023 yang bertempat di Hatchery Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Teuku Umar.

**2.2. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan ini menggunakan empat jenis formulasi dengan kandungan nutrisi yang setara dan nilai kalori pakan. Suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam formulasi pakan yaitu 0.0, 0.3, 0.6, dan 0.9 g kg<sup>-1</sup>, disingkat sebagai P0 (kontrol), P1, P2, dan P3 secara berturut-turut. Asam  $\alpha$ -lipoat yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran rasematik dari R-LA (isomer dekstro) dan S-LA (isomer levo). Adapun detail penjelasan perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.**  
Formulasi pakan perlakuan

Bahan Baku (g kg <sup>-1</sup> )	Perlakuan Pakan			
	P0	P1	P2	P3
Tepung Ikan	120.0	120.0	120.0	120.0
PBM	60.0	60.0	60.0	60.0
Bungkil Kedelai	280.0	280.0	280.0	280.0
Polard	280.0	280.0	280.0	280.0
Tepung Terigu	183.7	183.4	183.1	182.8
Minyak Ikan	10.0	10.0	10.0	10.0
Minyak Jagung	10.0	10.0	10.0	10.0
Lisin	15.0	15.0	15.0	15.0
Metionin	9.6	9.6	9.6	9.6
Choline chloride	5.0	5.0	5.0	5.0
di-calcium phosphate	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin mix	10.0	10.0	10.0	10.0
Mineral mix	5.0	5.0	5.0	5.0
Asam $\alpha$ -Lipoat	-	0.3	0.6	0.9
Fitase	3.72	3.72	3.72	3.71
Binder	3.0	3.0	3.0	3.0
Total	1000	1000	1000	1000
<b>Hasil Proksimat (%)</b>				
Protein (%)	30.54	30.51	30.40	30.36
Lipid (%)	5.63	5.62	5.50	5.50
Moisture (%)	8.12	8.88	8.75	8.75
Ash (%)	6.38	6.50	6.25	6.38
Crude fibre (%)	4.36	4.23	4.26	4.18
BETN (%)	44.98	44.26	44.84	44.83
Gross energy (kkal/g)	405.61	402.58	403.08	402.85

Note: PBM : poultry by product meal, BETN : bahan ekstrak tanpa nitrogen, Vitamin and mineral premix composition (Suprayudi *et al.* 2014): Vitamin mix : retinol (A), 900 IU kg<sup>-1</sup>; ascorbic acid (C), 200 mg kg<sup>-1</sup>; cholecalciferol (D), 200 IU kg<sup>-1</sup>; menadione (K3), 10.0 mg kg<sup>-1</sup>; a-tocopherol (E), 100 mg kg<sup>-1</sup>; choline, 1000 mg kg<sup>-1</sup>; inositol, 100 mg kg<sup>-1</sup>; thiamine (B1), 15 mg kg<sup>-1</sup>; riboflavin (B2), 20 mg kg<sup>-1</sup>; pyridoxine (B6), 15 mg kg<sup>-1</sup>; d-pantothenic acid (B5), 50 mg kg<sup>-1</sup>; nicotinic acid, 75 mg kg<sup>-1</sup>; biotin, 0.5 mg kg<sup>-1</sup>; cyanocobalamin (B12), 0.05 mg kg<sup>-1</sup>; folic acid, 5 mg kg<sup>-1</sup>. Mineral mix : Co (as CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), 0.5 mg kg<sup>-1</sup>; Cu (as CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), 5 mg kg<sup>-1</sup>; Fe (as FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), 50 mg kg<sup>-1</sup>; I (as KI), 4 mg kg<sup>-1</sup>; Cr (as CrCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O), 0.1 mg kg<sup>-1</sup>; Mg (as MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), 150 mg g<sup>-1</sup>; Mn (as MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O), 25 mg kg<sup>-1</sup>; Se (as NaSeO<sub>3</sub>), 0.1 mg kg<sup>-1</sup>; Zn (as ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), 100 mg kg<sup>-1</sup>. Amino acid mix, 0.3 g kg<sup>-1</sup>; Natrium chloride (NaCl), 1g kg<sup>-1</sup>

**2.3. Pemeliharaan Ikan**

Ikan sampel yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari pembudidaya ikan di Ciampea, Bogor. Ikan sampel memiliki berat awal yaitu 7,05 ± 0,33 g dan panjang awal 5,36 ± 0,07 cm. Ikan dipelihara dalam akuarium berdimensi 80x70x35 cm, dengan padat tebar 15 ekor kan/akuarium. Sebelum pemeliharaan, benih ikan diaklimatisasi dalam akuarium dan diberi pakan komersial secara at sation selama sepuluh hari. Benih ikan dipelihara selama 60 hari dan diberi pakan tiga kali sehari pada jam 08.00, 12.00, dan 17.00. Pengukuran bobot ikan sampel dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Sisa pakan yang tidak dimakan disifon dan dilakukan pergantian air pada pagi hari sebelum pemberian pakan, berkisar 30% dari volume total air diganti.

**2.4. Analisis Biokimia Darah**

Sampel darah yang diambil dianalisa kadar trigliserida (TG), *High Density Lipoprotein* (HDL) dan *Low Density Lipoprotein* (LDL) nya mengikuti prosedur GPO-PAP (uji enzimatis kolorimetrik) menggunakan kit Trigliserida (TG) liquicolormono 10017P , Merek HUMAN. Selain itu, glukosa darah diukur mengikuti metode (Rizki *et al.*, 2020).

**2.5. Analisis Statistik**

Data penelitian ini dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95%. Uji lanjut Duncan digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan di antara perlakuan-perlakuan.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Hasil**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi Asam  $\alpha$ -Lipoat pada pakan mempunyai nilai perbedaan nyata terhadap profil biokimia darah ikan (Tabel 2). Trigliserida ikan gurami yang diberi suplemen asam lipoat dalam pakan mempunyai nilai lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (p <0,05). Nilai total kolestrol dalam penelitian ini tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dan terendah terdpat pada perlakuan P3 (p < 0,05). Sedangkan nilai parameter HDL dan LDL berbanding terbalik dengan nilai parameter trigliserida dan total kolestrol yaitu pemberian asam  $\alpha$ -Lipoat dalam pakan meningkatkan konsentrasi HDL dan LDL didalam darah ikan P3 (p < 0,05). Nilai parameter glukosa menunjukkan bahwa pemberian asam  $\alpha$ -Lipoat dapat menurunkan konsentrasi glukosa didalam darah (p < 0,05).

**Tabel 2.**

Profil biokimia darah ikan gurami (*Osphronemus goramy*) dengan dosis asam  $\alpha$ -Lipoat berbeda

Parameter	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Trigliseride (mmol/L)	30.88 ± 1.03 <sup>b</sup>	15.59 ± 1.65 <sup>a</sup>	15.68 ± 1.25 <sup>a</sup>	15.59 ± 1.93 <sup>a</sup>
Total Kolestrol (mmol/L)	1.34 ± 0.07 <sup>c</sup>	1.23 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.23 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.13 ± 0.03 <sup>a</sup>
HDL (mmol/L)	1.15 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.26 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.38 ± 0.05 <sup>c</sup>
LDL (mmol/L)	0.42 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.45 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.27 ± 0.04 <sup>a</sup>
Glukosa (mmol/L)	1.51 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.37 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.25 ± 0.02 <sup>a</sup>

Note: Nilai rata-rata ± Standar Error (n = 4). Nilai yang mempunyai huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata (Duncan test's; p < 0.05). Singkatan : P0: 0.0 g kg<sup>-1</sup>; P1: 0.3 g kg<sup>-1</sup>; P2: 0.6 g kg<sup>-1</sup>; P3: 0.9 g kg<sup>-1</sup>.

### 3.2. Pembahasan

Hasil analisis statistik menunjukkan tingkat trigliserida dalam darah ikan gurami mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan peningkatan dosis asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan (P1, P2, P3). Hasil ini membuktikan bahwa asam  $\alpha$ -lipoat memiliki potensi untuk mengurangi tingkat trigliserida dalam darah ikan gurami. Trigliserida yang tinggi pada perlakuan P0 (kontrol) sering kali dikaitkan dengan risiko penyakit dan gangguan metabolik pada ikan, tingginya kadar trigliserida dalam darah menjelaskan sistem metabolisme ikan tidak bekerja secara maksimal dalam merubah trigliserida menjadi energi. Menurut Li *et al.*, (2022) beberapa gangguan metabolisme yang dapat terjadi akibat tingginya kadar trigliserida dalam darah ikan antara lain hepatopati glikogenik dan steatosis hati. Diperkuat oleh Luo *et al.*, (2023) bahwa gangguan metabolisme disebabkan oleh terbatasnya kemampuan ikan dalam mengoksidasi glukosa dan mengontrol konsentrasi glukosa darah. Selain itu, pola makan tinggi karbohidrat dapat menyebabkan penumpukan lemak berlebih pada ikan, dan mikrobiota usus diduga berperan penting dalam metabolisme inang. Menurut Ou *et al.*, (2023); Zhang *et al.*, (2021) suplementasi asam  $\alpha$ -Lipoat dalam pakan harus sesuai, hal tersebut dikarenakan asam  $\alpha$ -Lipoat pada dosis tinggi dapat berdampak negatif pada metabolisme sel.

Hasil yang sama juga terdapat pada parameter total kolesterol dimana pemberian asam  $\alpha$ -lipoat dapat menurunkan kadar kolestrol didalam darah ikan. hal ini menunjukkan bahwa asam  $\alpha$ -lipoat dapat membantu mengurangi kadar kolesterol dalam darah ikan gurami. Penurunan kadar kolesterol dalam darah dapat mengurangi risiko penyumbatan pembuluh darah dan meningkatkan kesehatan ikan kesehatan pada ikan. Siagian *et al.*, (2021) mengungkapkan suplementasi pakan dengan asam  $\alpha$ -lipoat dapat meningkatkan status antioksidan didalam hati dan mengurangi kadar kolesterol total dalam darah ikan (siagian *et al.*, 2021). Hasil penelitian Ou *et al.*, (2023) menjelaskan pada ikan benih kerapu hibrida ditemukan bahwa pola makan yang disuplementasi dengan 1,2 g kg<sup>-1</sup> asam  $\alpha$ -lipoat mengurangi tingkat lipid darah, kolesterol total, dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan hati.

Tingkat HDL dalam darah ikan gurami mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan dosis asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan (P1, P2, P3). Sesuai penelitian Rifai *et al.*, (2022) kadar HDL dalam darah ikan gurami meningkat secara signifikan seiring dengan meningkatnya dosis asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan. HDL dikenal sebagai kolesterol "baik" karena membantu mengangkut kolesterol berlebih dari pembuluh darah kembali ke hati untuk pengeluaran. Oleh karena itu, peningkatan kadar HDL dapat dianggap sebagai tanda positif dalam menjaga kesehatan jantung ikan gurami. Menurut Ou *et al.*, (2023) asam  $\alpha$ -lipoat merupakan salah satu jenis antioksidan yang dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan Kesehatan ikan. Selain itu, asam  $\alpha$ -lipoat juga dapat mengurangi kadar glukosa darah dan kandungan lipid dalam darah.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar LDL dalam darah ikan gurami pada setiap perlakuan (P0, P1, P2, P3). Kadar LDL mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan peningkatan dosis asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan, Perlakuan P3 dengan dosis tertinggi menunjukkan tingkat LDL yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan Huang *et al.*, (2020); Ou *et al.*, (2023) bahwa suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dapat menurunkan secara signifikan kadar LDL-C seiring dengan peningkatan dosis asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan. Selain itu, asam  $\alpha$ -lipoat terbukti mengurangi akumulasi lipid pada ikan yang diberi pakan dengan tingginya kandungan lemak.

Hasil analisis kadar glukosa darah menunjukkan adanya perbedaan signifikan kadar glukosa dalam darah terhadap kelompok perlakuan yang berbeda. Kelompok perlakuan dengan pemberian asam  $\alpha$ -lipoat (P2 dan P3) menunjukkan penurunan yang signifikan terhadap kadar glukosa darah jika dibandingkan perlakuan kontrol (P0) dan perlakuan P1 yang diberikan dosis rendah. Udupa *et al.*, (2013) mengungkapkan bahwa asam  $\alpha$ -lipoat merupakan antioksidan yang dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah. Diperkuat oleh Midaoui dan Champlain (2002) menjelaskan bahwa suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat meningkatkan pembuangan glukosa didalam darah. Hal tersebut, karena asam  $\alpha$ -lipoat dapat mencegah resistensi insulin dan stres oksidatif. Menurut Udupa *et al.*, (2013) kadar glukosa darah yang tinggi dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pada ikan, antara lain gangguan pertumbuhan, penurunan imunitas, dan peningkatan serangan terhadap penyakit.

### 4. Kesimpulan

Suplementasi asam  $\alpha$ -lipoat dalam pakan memberikan pengaruh positif terhadap profil biokimia darah benih ikan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*).

### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih dukungan finansial yang telah diberikan oleh LPDP selama proses penelitian ini. Dana penelitian yang telah disediakan oleh LPDP telah membantu kami untuk menjalankan penelitian, mengumpulkan data, dan melakukan analisis yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian kami. Dukungan ini bukan hanya berarti bagi saya secara pribadi, tetapi juga bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan penelitian di Indonesia.

### Daftar Pustaka

- Faisal, M., Juswono, U. P., & Santoso, D. R. (2022). The dielectric properties of skin damage and its correlation to free radical intensity caused by uva/uvb radiation impact. *Journal of Physics: Conference Series*, 2165(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012053>
- Grandiosa, R., Sa'baniya, A. K., Nurhayati, A., & Mulyani, Y. (2022). The effect of aqueous cattapa leaf extract on the treatment of gouramy juvenile (*osphronemus goramy*) infected with saprolegnia sp. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 28-35. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2022/v16i330374>
- Hamano Y. (2014). Effects of  $\alpha$ -lipoic acid supplementation on sexual difference of growth performance, heat exposure-induced metabolic response and lipid peroxidation of raw meat in broiler chickens. *British poultry science*, 55(3), 343–350. <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.903559>
- Huang, C. C., Sun, J., Ji, H., Kaneko, G., Xie, X. D., Chang, Z. G., & Deng, W. (2020). Systemic effect of dietary lipid levels and  $\alpha$ -lipoic acid supplementation on nutritional metabolism in zebrafish (*Danio rerio*): focusing on the transcriptional level. *Fish physiology and biochemistry*, 46, 1631-1644.
- Kumar, J., Teoh, S. L., Das, S., & Mahakknaukrah, P. (2017). Oxidative stress in oral diseases: understanding its relation with other systemic diseases. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00693>

- Li, S., Wang, J., Xiong, Y., Zheng, J., Zhou, D., Zhao, J., & Ding, Z. (2023). Protein-Sparing Effect of  $\alpha$ -Lipoic Acid in Diets with Different Protein/Carbohydrate Ratios for the Oriental River Prawn, *Macrobrachium nipponense*. *Aquaculture Research*.
- Li, X., Han, T., Zheng, S., & Wu, G. (2022). Hepatic glucose metabolism and its disorders in fish. *Recent Advances in Animal Nutrition and Metabolism*, 207-236.
- Luo, Y., Li, M., Wang, T., Zhou, N. N., Qiao, F., Du, Z. Y., & Zhang, M. L. (2023). *Bacillus cereus* Alters Bile Acid Composition and Alleviates High-Carbohydrate Diet-Induced Hepatic Lipid Accumulation in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(12), 4825-4836.
- Midaoui, A. E., & de Champlain, J. (2002). Prevention of hypertension, insulin resistance, and oxidative stress by  $\alpha$ -lipoic acid. *Hypertension*, 39(2), 303-307.
- Novita, H., Andriyanto, S., Surniati, T., & Tauhid, T. (2021). Potentially new emerging diseases on two species of Indonesian freshwater aquaculture: giant gourami (*Oshpronemus gourami*) and Asian catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *E3s Web of Conferences*, 322, 02008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132202008>
- Nurdiansyah, N., & Sugiyono, S. (2016). Performa Pemeliharaan Larva Ikan Gurami (*Oshpronemus Gourami*) Dengan Sistem Resirkulasi. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 14(1), 9-11.
- Ou, G., Xie, R., Huang, J., Huang, J., Wen, Z., Li, Y., ... & Chen, G. (2023). Effects of Dietary Alpha-Lipoic Acid on Growth Performance, Serum Biochemical Indexes, Liver Antioxidant Capacity and Transcriptome of Juvenile Hybrid Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus polyphekadion* ♂). *Animals*, 13(5), 887.
- Ou, G., Xie, R., Huang, J., Huang, J., Wen, Z., Li, Y., ... & Chen, G. (2023). Effects of Dietary Alpha-Lipoic Acid on Growth Performance, Serum Biochemical Indexes, Liver Antioxidant Capacity and Transcriptome of Juvenile Hybrid Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus polyphekadion* ♂). *Animals*, 13(5), 887.
- Rifai, R., Jusadi, D., Suprayudi, M.A., Alimuddin, Nuryati, S. (2022). Evaluation of dietary  $\alpha$ -lipoic acid effect on growth and antioxidative responses of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *AACL Bioflux*, 15(3).
- Rimmer, A., Whittington, R., Tweedie, A., & Becker, J. (2016). Susceptibility of a number of Australian freshwater fishes to dwarf gourami iridovirus (infectious spleen and kidney necrosis virus). *Journal of Fish Diseases*, 40(3), 293-310. <https://doi.org/10.1111/jfd.12510>
- Rizki, R. R., Diatin, I., Budiardi, T., & Effendi, I. (2020). Improved performance of botia fish *Chromobotia macracanthus* with the utilization of blood clam shell in the recirculation system. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(2), 160-170.
- Shi, X. C., Jin, A., Sun, J., Tian, J. J., Ji, H., Chen, L. Q., & Du, Z. Y. (2018). The protein-sparing effect of  $\alpha$ -lipoic acid in juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*: effects on lipolysis, fatty acid  $\beta$ -oxidation and protein synthesis. *The British journal of nutrition*, 120(9), 977-987. <https://doi.org/10.1017/S000711451800226X>
- Siagian, D. R., Jusadi, D., Ekasari, J., & Setiawati, M. (2021). Dietary  $\alpha$ -lipoic acid supplementation to improve growth, blood chemistry, and liver antioxidant status of African catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture International*, 29(5), 1935-1947.
- Udupa, A., Nahar, P., Shah, S., Kshirsagar, M., & Ghongane, B. (2013). A Comparative Study of Effects of Omega-3 Fatty Acids, Alpha Lipoic Acid and Vitamin E in Type 2 Diabetes Mellitus. *Annals of medical and health sciences research*, 3(3), 442-446.
- Yang, X., Zhang, H., Pang, F., Zhang, L., Fu, T., Wang, L., Liu, K., & Gao, T. (2023). Effects of  $\alpha$ -lipoic acid on growth performance, antioxidant capacity, and immune function in sheep. *Journal of animal science*, 101, skad092. <https://doi.org/10.1093/jas/skad092>
- Zhang, H., Yang, G., Li, H., Wang, L., Fu, T., Li, G., & Gao, T. (2021). Effects of dietary supplementation with alpha-lipoic acid on apparent digestibility and serum metabolome alterations of sheep in summer. *Tropical animal health and production*, 53, 1-13.