



**PENERAPAN SUPLEMENTASI ASAM AMINO METIONIN DALAM  
PAKAN SEBAGAI UPAYA PERCEPATAN PRODUKSI PEM BUDIDAYA LELE  
SANGKURIANG DESA TAMBAKSARI, KECAMATAN ROWOSARI, KABUPATEN  
KENDAL**

*Application of Methionine Amino Acid Supplementation in Feed as an Effort to Accelerate  
The Production of Catfish Sangkuriang Farmers Sido Makmur, Tambaksari Village,  
Rowosari District, Kendal Regency*

**Diana Rachmawati\* , Tita Elfitasari, Tristiana Yuniarti**

Departemen Akuakultur Universitas Diponegoro

Kampus UNDIP Tembalang Jl. Prof. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang Kode Pos 50275

\*Alamat korespondensi: dianarachmawati1964@gmail.com

(Tanggal Submission: 14 November 2024, Tanggal Accepted : 28 Januari 2025)



**Kata Kunci :**

*Lele  
Sangkuriang,  
Metionin, Sido  
Makmur,  
Kabupaten  
Kendal, Pakan*

**Abstrak :**

Keberhasilan budidaya ikan sangat ditentukan oleh keberadaan pakan yang berkualitas yang tidak hanya mengandung protein yang sesuai dengan kebutuhan ikan, namun juga mengandung profil asam amino yang lengkap. Permasalahan yang dihadapi pembudidaya ikan lele Sangkuriang Sido Makmur Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kecamatan Kendal yang merupakan mitra dari kegiatan pengabdian masyarakat skema Penguatan Komoditi Unggulan Masyarakat (PKUM) ini adalah masih rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan sehingga biaya pakan tinggi hampir 60% dari total biaya produksi. Hal ini dikarenakan kedelai sebagai sumber protein nabati dalam pakan kandungan asam amino metioninnya terbatas. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan mitra adalah dengan penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan untuk memperbaiki kualitas pakan. Metode kegiatan pengabdian skema PKUM ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi, dan keberlanjutan. Tujuan kegiatan pengabdian skema PKUM ini adalah untuk membantu mitra dalam menyelesaikan permasalahan sehingga efisiensi pemanfaatan pakan meningkat, pertumbuhan ikan meningkat, biaya pakan menurun dan pendapatan mitra meningkat. Dari hasil kegiatan pengabdian skema PKUM menunjukkan bahwa peningkatan nilai efisien pemanfaatan pakan menjadi 75%, pertumbuhan ikan menjadi 4,2 %/hari, biaya pakan menurun menjadi 50 % dari total biaya produksi, produksi lele Sangkuriang meningkat menjadi 2.050 kg/siklus budidaya dan pendapatan mitra meningkat menjadi Rp.8.750.-00/siklus budidaya. Hasil kegiatan pengabdian skema PKUM

ini dapat disimpulkan bahwa penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan ikan lele Sangkuriang, menurunkan biaya pakan dan meningkatkan pendapatan anggota mitra.

**Key word :**

*Sangkuriang  
Catfish,  
Methionine, Sido  
Makmur, Kendal  
Regency, Feed*

**Abstract :**

The success of fish farming is largely determined by the availability of quality feed that not only contains protein that meets the needs of the fish, but also contains a complete amino acid profile. The problem faced by catfish farmers Sangkuriang Sido Makmur Tambaksari Village, Rowosari District, Kendal District, which is a partner of the community service activity of the Community Superior Commodity Strengthening (PKUM) scheme is the still low efficiency of feed utilization so that feed costs are high, almost 60% of the total production costs. This is because soybeans as a source of vegetable protein in feed have limited methionine amino acid content. One effort to overcome partner problems is to apply methionine amino acid supplementation in feed to improve feed quality. The method of community service activities of the PKUM scheme consists of several stages, namely socialization, training, application of technology, mentoring and evaluation, and sustainability. The purpose of this PKUM scheme community service activity is to assist partners in solving problems so that feed utilization efficiency increases, fish growth increases, feed costs decrease and partner income increases. From the results of the PKUM scheme community service activities, it shows that the increase in the efficient value of feed utilization is 75%, fish growth is 4.2%/day, feed costs decrease to 50% of the total production costs, Sangkuriang catfish production increases to 2,050 kg/cultivation cycle and partner income increases to Rp.8,750.-00/cultivation cycle. The results of the PKUM scheme community service activities can be concluded that the application of methionine amino acid supplementation in feed can increase the efficiency of feed utilization, the growth of Sangkuriang catfish, reduce feed costs and increase the income of partner members.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7<sup>th</sup> edition) :

Rachmawati, D., Elfitasari, T., & Yuniarti, T. (2025). Penerapan Suplementasi Asam Amino Metionin Dalam Pakan Sebagai Upaya Percepatan Produksi Pem Budidaya Lele Sangkuriang Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal. *Jurnal Abdi Insani*, 12(1), 373-380. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i1.2249>

## PENDAHULUAN

Desa Tambak Sari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal dikembangkan merupakan kawasan terpadu peningkatan produksi perikanan berbasis wilayah yang mengintegrasikan manajemen usaha moderen sehingga potensi dapat dikelola dan dikembangkan secara lebih optimal. Sebagai kawasan kawasan terpadu, Desa Tambak Sari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal merupakan salah satu desa di Kabupaten Kendal yang mempunyai potensi sebagai daerah produksi lele Sangkuriang sampai saat ini jumlah terbesar produksi perikanan darat Kabupaten Kendal mencapai 25 ton (DKP Kendal, 2022). Dalam rangka menginisiasi pengembangan kawasan tersebut diperlukan adanya sebuah wadah kelompok masyarakat untuk memfasilitasi semua ruang gerak pengembangan perikanan mulai dari proses pengelolaan perikanan, pemasaran sampai dengan pengembangan kearah penguatan perekonomian. Berawal dari hal tersebut dibentuknya Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) Sido



Makmur. Dengan adanya pokdakan tersebut sebagai kelompok usaha masyarakat, diharapkan mampu mengarahkan kepada meningkatnya perekonomian, terbukanya kesempatan kerja serta mendorong terwujudnya “Ayem Tentrem Mulyo Lan Tinoto” diberbagai sendi tatanan kehidupan masyarakat.

Anggota pokdakan Sido Makmur di Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal sebagai mitra mempunyai pola hubungan kerja yang baik, hal ini dikarenakan anggota mitra mempunyai kegiatan yang sama dalam budidaya lele Sangkuriang dengan tujuan sama meningkatkan produksi sehingga pertumbuhan perekonomian wilayah dalam sektor perikanan meningkat serta mampu mencukupi kebutuhan ikan lele skala regional. Dengan dikembangkannya Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal sebagai kawasan kampung lele menjadikan wilayah tersebut sebagai binaan Kementerian Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kendal bidang budidaya sebagai instansi terkait. Hubungan kerjasama yang sinergis antara Kabupaten Kendal dengan UNDIP dapat dilihat dari kegiatan KKN mahasiswa UNDIP di Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal yang sampai saat ini masih berlangsung. Produksi ikan lele Sangkuriang hasil budidaya kedua mitra dijual untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekitar kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal.

Hasil wawancara dan kunjungan langsung dilapangan yang dilakukan oleh Tim kegiatan pengabdian PKUM permasalahan yang dihadapi mitra pada bidang produksi adalah belum optimalnya pencernaan protein sehingga rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan dari pakan yang diberikan waktu budidaya ikan sehingga pertumbuhan ikan lambat dan biaya pakan tinggi hampir 60% dari total biaya produksi sesuai pendapat Hugues *et al.*, (2018) yang menyatakan permasalahan yang dihadapi pembudidaya ikan adalah rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan dan biaya pakan tinggi sampai 60% dari total biaya produksi. Belum optimalnya pencernaan protein dan efisiensi pemanfaatan pakan dikarenakan masih rendah jumlah asam amino metionin pada pakan buatan dikarenakan asam amino metionin merupakan asam amino pembatas dalam sumber protein nabati bahan penyusun pakan (Wang *et al.*, 2023). Kekurangan asam amino metionin telah terbukti menyebabkan penurunan efisiensi pakan, penurunan pertumbuhan, dan penurunan aktivitas enzim pencernaan (Kumar *et al.*, 2018). Adanya permasalahan tersebut menyebabkan produksi lele rendah/siklus kegiatan budidaya sekitar 1.850 kg/siklus budidaya ikan lele dengan harga jual Rp.15.000 /kg, maka diperoleh Rp. 27.750.000,- . Di sisi lain, biaya produksi per siklus pembesaran ikan lele sekitar Rp. 22.000.000, jadi pendapatan yang diperoleh sekitar Rp..5.750.000,-/anggota mitra.

Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM ini adalah untuk membantu mengatasi permasalahan yang ada pada mitra meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan ikan lele Sangkuriang, menurunkan biaya pakan dan meningkatkan pendapatan anggota mitra.

## METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM ini dilaksanakan pada bulan September s/d November 2024 di Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kecamatan Kendal. Mitra pada kegiatan ini adalah kelompok pembudidaya ikan lele Sangkuriang Pokdakan Sido Makmur yang beranggotakan 35 orang.

Tahapan pelaksanaan penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan adalah sebagai berikut :

1. Tahapan persiapan : tahap ini merupakan tahapan peninjauan Tim pengabdian masyarakat PKUM kepada Pokdakan Sido Makmur yang menjadi sasaran pengabdian sebagai mitra, disamping itu tim pengabdian melakukan identifikasi permasalahan yang dihadapi mitra saat ini. Kegiatan peninjauan yang dilakukan oleh tim dapat dilihat pada Gambar 1.
2. Tahapan pelaksanaan : tahap ini Tim pengabdian kepada masyarakat skema PKUM melakukan koordinasi dengan mitra untuk melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM dengan tema penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan budidaya ikan patin di Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kabupaten Kendal. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian skema PKUM ini terdiri dari beberapa tahapan antara lain : a).

Sosialisasi, tim pengabdian kepada masyarakat skema PKUM melakukan sosialisasi peranan asam amino metionin bagi ikan (Gambar 2a), b). Pelatihan, tim pengabdian melakukan pelatihan suplementasi asam amino metionin dalam pakan bagi anggota mitra. Suplementasi asam amino metionin dalam pakan dilakukan dengan metode repeleting dimana pakan komersial dengan kandungan protein (30%) sesuai kebutuhan ikan lele akan dihancurkan menggunakan alat penepung, selanjutnya ditambahkan asam amino metionin sebanyak 0.90 g/kg pakan mengacu hasil penelitian Rachmawati *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa suplementasi asam amino metionin dosis 0.90 g/kg pakan dapat meningkatkan pencernaan protein, efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan patin. Setelah adonan dicampur rata ditambahkan progol sebagai pengikat (binder) sebanyak 100 g/kg pakan, diaduk sampai homogen, selanjutnya ditambahkan air sedikit demi sedikit sampai adonan rata dan kalis. Kemudian adonan dicetak menggunakan mesin pencetak pelet dengan ukuran 4 mm, setelah dicetak pakan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan menghindari kontak sinar matahari langsung. Setelah pakan kering disimpan dalam kantong plastik kedap udara sampai pakan digunakan (Gambar 2b), c). Penerapan teknologi, pada tahap ini pakan yang telah mengandung asam amino metionin (hasil dari pelatihan) diberikan sebagai pakan pada kegiatan budidaya lele Sangkuriang (Gambar 2c), d). Pendampingan dan evaluasi, pada tahap ini tim pengabdian kepada masyarakat skema PKUM melakukan pendampingan dan evaluasi pada mitra dalam penerapan teknologi suplementasi asam amino metionin pada kegiatan budidaya lele Sangkuriang selama kegiatan PKUM (Gambar 2d), e). Keberlanjutan, pada tahap keberlanjutan ini tim pengabdian kepada masyarakat skema PKUM akan melakukan monitoring terhadap keberlanjutan program PKUM pada mitra setelah pelaksanaan PKUM baik secara online maupun offline (Gambar 2e).



Gambar 1. Tim pengabdian melakukan peninjauan dan identifikasi masalah



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM :  
 2a).Sosialisasi, 2b).Pelatihan, 2c).Penerapan, 2d). Pendampingan dan evaluasi, 2e).  
 Keberlanjutan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan budidaya ikan lele sangat ditentukan oleh keberadaan pakan yang berkualitas. Pakan yang berkualitas tidak hanya mengandung protein yang sesuai dengan kebutuhan ikan, namun juga mengandung profil asam amino yang lengkap (Fontagné-Dicharry *et al.*, 2023). Kekurangan salah satu asam amino esensial dalam pakan dapat menyebabkan penurunan efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan (Zhou *et al.*, 2020), menghambat penggunaan protein yang mengakibatkan pertumbuhan yang buruk, efisiensi pakan yang rendah dan dapat mengubah respon imun ikan terhadap penyakit (Wang *et al.*, 2016).

Permasalahan yang dihadapi pembudidaya ikan lele Sangkuriang di Desa Tambaksari, Kecamatan Rowosari, Kecamatan Kendal saat ini adalah efisiensi pemanfaatan pakan dari pakan yang diberikan selama kegiatan budidaya masih rendah sehingga biaya pakan buatan tinggi hampir 60% dari total biaya produksi. Masih rendahnya efisiensi pemanfaatan pakan dikarenakan kedelai sebagai sumber protein nabati dalam pakan terbatas kandungan asam amino metionin (Fang *et al.*, 2020). Metionin merupakan salah satu faktor yang paling terbatas dalam pakan nabati. dan memainkan peran penting dalam kinerja pertumbuhan ikan dan pemanfaatan pakan (Gao *et al.*, 2019), meningkatkan pertumbuhan dan regulasi nafsu makan (Zhou *et al.*, 2020). Pakan buatan yang menggunakan kedelai sebagai protein nabati pakan selalu kekurangan metionin (Martínez *et al.*, 2017). Terjadinya penurunan efisiensi pakan, penurunan pertumbuhan, dan penurunan aktivitas enzim pencernaan ikan terbukti disebabkan oleh kekurangan metionin dalam pakan (Eleshoa *et al.*, 2020). Penambahan metionin dalam pakan diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan yang optimal (He *et al.*, 2019). Kebutuhan metionin dalam pakan ikan berkisar antara 0.49 g sampai 2.0 g / kg pakan, dan kebutuhan dipengaruhi oleh spesies, stadia pertumbuhan, dan bentuk metionin (Wang *et al.*, 2023). Dengan demikian, upaya untuk mengatasi permasalahan yang ada pada mitra PKUM ini adalah dengan penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan buatan untuk memperbaiki kualitas pakan buatan.

Penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan pada kegiatan pengabdian kepada Masyarakat skema PKUM ini dilakukan beberapa tahap antara lain sosialisasi, pelatihan, penerapan, pendampingan, evaluasi dan keberlanjutan program pada mitra. Penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan pada kegiatan budidaya ikan lele Sangkuriang mitra selama 2

bulan. Pertumbuhan ikan lele Sangkuriang yang diberi pakan dengan suplementasi asam amino metionin selama kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan ikan lele Sangkuriang yang diberi pakan dengan suplementasi asam amino metionin dan tanpa suplementasi asam amino metionin

| Samping<br>Minggu<br>ke | Bobot Ikan Lele (g)                             |  |
|-------------------------|---|--|
|                         | Pakan Tanpa Suplementasi Asam<br>Amino Metionin | Pakan Dengan Suplementasi Asam Amino<br>Metionin |
| 1                       | 3,5   | 3,5  |
| 2                       | 9,5   | 12,2   |
| 3                       | 25,7  | 32,8   |
| 4                       | 35,2  | 50,5   |
| 5                       | 40,5  | 65,4   |
| 6                       | 50,7  | 80,3   |
| 7                       | 63,9  | 94,9   |
| 8                       | 69,3  | 110,3  |
| 9                       | 70,9  | 120,8  |
| 10                      | 85,2  | 126,4  |

Pertumbuhan ikan lele Sangkuriang hasil pengabdian kepada masyarakat skema PKUM (Tabel 1) menunjukkan bahwa ikan lele Sangkuriang yang diberi pakan dengan suplementasi asam amino metionin memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan tanpa suplementasi asam amino metionin. Hal ini menunjukkan bahwa metionin berperan dalam meningkatkan pencernaan protein, maka semakin besar protein yang dapat dimanfaatkan oleh ikan sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan ikan. Zeng *et al.*, (2015) mengemukakan nilai efisiensi pemanfaatan pakan berbanding lurus dengan penambahan bobot tubuh ikan dan efisiensi pakan semakin tinggi menunjukkan penggunaan pakan yang lebih baik untuk pertumbuhan. Disamping itu, pakan yang disuplementasi asam amino metionin memiliki profil asam amino esensial yang mirip dengan profil asam amino esensial ikan lele Sangkuriang. El-Wahab *et al.*, (2016) menyatakan pakan yang sesuai untuk pertumbuhan ikan adalah pakan yang memiliki profil asam amino yang mirip dengan ikan yang dibudidayakan. Penerapan asam amino metionin dalam pakan menjadikan kegiatan budidaya ikan lele Sangkuriang membutuhkan waktu budidaya selama 2 bulan, sedangkan tanpa penerapan asam amino metionin dalam pakan kegiatan budidaya lele Sangkuriang dilakukan selama 2,5 bulan, dengan demikian kegiatan budidaya lebih cepat 6 bulan yang berdampak pada penurunan jumlah pakan yang diberikan dan biaya total produksi.

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM ini juga menunjukkan bahwa meningkatnya nilai efisiensi pemanfaatan pakan diikuti menurunnya nilai rasio konversi pakan (FCR) pada kegiatan budidaya lele Sangkuriang mitra. Nilai efisiensi pemanfaatan pakan berbanding terbalik dengan konversi pakan dimana semakin kecil nilai konversi pakan menunjukkan semakin efisien pakan digunakan untuk pertumbuhan (Aliu *et al.*, 2021). Sebelum adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM nilai rasio konversi pakan dari pakan yang diberikan selama kegiatan budidaya ikan lele Sangkuriang sebesar 1,5 yang artinya bahwa 1 kg bobot ikan membutuhkan 1,5 kg pakan, sedangkan setelah kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM nilai rasio konversi pakan menjadi 1,0 yang artinya bahwa 1 kg bobot ikan membutuhkan 1,0 kg pakan. Dengan menurunnya nilai rasio konversi pakan ini berdampak dengan menurunnya biaya pakan yang awalnya 60% dari biaya total produksi menjadi 50% dari biaya produksi.

Kelulushidupan ikan lele Sangkuriang yang dibudidayakan pada kegiatan pengabdian kepada Masyarakat PKUM ini memiliki nilai 100% yang berarti tidak ada kematian ikan yang dibudidayakan. Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi asam amino metionin dalam pakan dapat meningkatkan

kekebalan tubuh ikan dan tidak berpengaruh terhadap kelulushidupannya. Wu *et al.*, (2017) mengemukakan bahwa penambahan metionin dalam pakan dapat meningkatkan imun ikan terhadap penyakit sehingga meningkatkan kelulushidupan.

Dengan adanya kegiatan pengabdian kepada masyarakat PKUM ini dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada mitra yang mana terjadi peningkatan nilai efisien pemanfaatan pakan dari 58% menjadi 75%, pertumbuhan ikan meningkat dari 2,4%/hari menjadi 4,2 %/hari, biaya pakan menurun dari 60 % menjadi 50 % dari total biaya produksi, produksi lele Sangkurian meningkat dari 1.850 kg/siklus budidaya menjadi 2.050 kg/siklus budidaya dan pendapatan mitra meningkat dari Rp.5.750.000/siklus menjadi Rp.8.750.-00/siklus budidaya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM ini dapat disimpulkan bahwa penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan ikan lele Sangkuriang, menurunkan rasio konversi pakan, menurunkan biaya pakan dan meningkatkan pendapatan anggota mitra.

Saran dapat disampaikan dari hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat skema PKUM ini adalah penerapan suplementasi asam amino metionin dalam pakan setelah kegiatan pengabdian ini sebaiknya dilakukan untuk meningkatkan produksi ikan lele Sangkuriang dan kesejahteraan anggota mitra.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Diponegoro yang telah memberikan dana penelitian melalui Surat Penugasan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Skema Penguatan Komoditi Unggulan (PKUM) Dibiayai Selain Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (Selain APBN) Universitas Diponegoro Tahun 2024 Nomor : 974-27/UN7.D2/PP/IX/2024 Tanggal 19 September 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliu, B. S., & Omenogor S.O. (2021). Effect of dietary methionine on growth and utilization of *Clarias gariepinus* fingerlings. *International Journal of Advanced Academic Research*, 7(3), 70-77. DOI: [www.doi.org/10.46654/ij.24889849.e7328](http://www.doi.org/10.46654/ij.24889849.e7328)
- Dinas Kelautan Dan Perikanan Kabupaten Kendal. 2022. *Potensi Perikanan Kabupaten Kendal*. <https://dkp.kendalkab.go.id/>. Diakses tanggal 3 November 2024.
- Eleshoa, F. E., Sutterb, D. A. H., Swinkelsa, M. A. C., Verretha, J. A. J., Krockelb, S., & Schrama, J. W. (2021). Quantifying methionine requirement of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 532 (15), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736020>
- El-Wahab, A. A, Aziza, A., Mahgoub, H., & Marwa, A. (2016). Effects of dietary methionine levels and sources on performance, blood lipid profile and histopathology in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(4), 89-98
- Fang, C.C., Feng, L., Jiang, W.D., Wu, P., Liu, Y., Kuang, S.-Y., & Zhou, X. Q. (2020). Effects of dietary methionine on growth performance, muscle nutritive deposition, muscle fibre growth and type I collagen synthesis of on-growing grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Br. J. Nutr*, 126(3), 321-336, 1-36. DOI:10.1017/S0007114520002998
- Fontagné-Dicharry, S., Alami-Durante, H., Aragão, C., Kaushik, S. J., & Geurden, I. (2017). Parental and Early-feeding Effect of Dietary Methionine in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 46,:16-27. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.039>
- Gao, Z., He, G., Zhou, H., Mai, K., Tan, C., & Wang, X. (2019). Effect of dietary methionine levels on growth performance, amino acid metabolism and intestinal homeostasis in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 498, 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.053>

- He, Y., Chi, S., Tan, B., Dong, X., Yang, Q., Liu, H., & Liu, D. (2019). DL -methionine supplementation in a low-fishmeal diet affects the TOR/S6K pathway by stimulating ASCT2 amino acid transporter and insulin-like growth factor-I in the dorsal muscle of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Br. J. Nutr*, 122(7), 734-744. DOI: 10.1017/S0007114519001648
- Hugues, de V., Komen, H., Quillet, E., Chatain, B., Allal, F., Benzie, J. A. H., & Vandeputte, M. (2018). Improving feed efficiency in fish using selective breeding: a review. *Aquaculture*, 10 (4), 833-851.
- Kumar, V., A. K. Sinha, H. P. S. Makkar, G. De Boeck., & Beckerl K. (2018). Phytate and phytase in fish nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 335–364.
- Martínez, Y., Li, X., Liu, G., Bin, P., Yan, W., Más, D., Valdivié, M., Hu, CA., Ren, W., & Yin, Y. (2017). The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. *Amino acids*, 49, 2091-2098. doi: 10.1007/s00726-017-2494-2
- Rachmawati, D., Samidjan, I., Elfitasari, T., Nurhayati, D., & Tristiana, Y. (2023). Dietary methionine improves feed efficiency, growth performance, body composition and digestive enzyme activity of catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *AAFL Bioflux*, 16 (3), 1805-1815
- Wang, L., Gao, C., Wang, B., Wang, C., Sagad, G., & Yunzhi, Y. (2023). Methionine in fish health and nutrition: Potential mechanisms, affecting factors, and future perspectives. *Aquaculture*, 568, 739310. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture..2023.739310>
- Wang, Z., Mai, K. S., Xu, W., Zhang, Y. J., Liu, Y. L., & Ai, Q. H. (2016). Dietary methionine level influences growth and lipid metabolism via GCN2 pathway in cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 454, 148-156. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.12.019
- Zeng, Q., Zhang, Q., Chen, X., Doster, A., Murdoch, R., Makagon, M., Gardner, A., & Applegate, T. (2015). Effect of dietary methionine content on growth performance, carcass traits, and feather growth of Pekin duck from 15 to 35 days of age. *Poultry Science*, 94(7), 1592-1599.
- Zhou, Y., He, J., Su, N., Masagounder, K., Xu, M., Chen, L., Liu, Q., Ye, H., Sun, Z., & Chaoxia, Y. (2020). Effects of DL-methionine and a methionine hydroxy analogue (MHA-Ca) on growth, amino acid profiles and the expression of genes related to taurine and protein synthesis in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 532, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735962>