

Pengoptimuman penggunaan asid amino dalam pemakanan ikan

(Optimising amino acid utilization for fish nutrition)

Mardhati Mohammad dan Farahiyah Ilyana Jamaludin

Pengenalan

Makanan ternakan biasanya diformulasi berdasarkan keperluan minimum nutrien untuk setiap jenis ternakan, terutamanya tenaga metabolik/boleh hadam (ME/DE) dan protein. Keperluan nutrien adalah berbeza mengikut peringkat tumbesaran. Begitu juga jenis ikan yang memainkan peranan penting dalam menentukan formulasi makanan disebabkan keperluan nutrien yang berbeza. Sebagai contoh, mengikut *nutrient requirement of fish and shrimp* oleh *National Research Council*, ikan salmon pasifik (*Onchorynchus* spp.) dan tilapia merah (*Oreochromis* spp.) masing-masing memerlukan makanan dengan kandungan DE sebanyak 15.06 MJ/kg dan 12.55 MJ/kg, manakala protein pula 38% dan 32%. Formulasi yang tepat dan seimbang adalah penting bagi menyokong prestasi tumbesaran dan pengeluaran serta kesihatan ternakan.

Makanan ikan selalunya diformulasi dengan kandungan protein melebihi keperluan minimum. Ini disebabkan oleh kandungan protein bahan mentah yang digunakan tidak dapat dihadamkan sepenuhnya untuk memenuhi keperluan minimum asid amino ikan atau kerana kandungan asid amino sebenar bahan tersebut tidak diketahui dengan tepat. Asid amino adalah protein sebenar yang diperlukan oleh ikan untuk mengoptimumkan prestasi dan kesihatan serta menghasilkan produk ikan berkualiti untuk kegunaan manusia. Ikan tidak dapat mensintesis asid amino dalam badan mereka. Oleh itu, ia perlu diperolehi daripada pemakanan. Asid amino terbahagi kepada dua jenis iaitu asid amino perlu dan tidak perlu. Asid amino perlu adalah seperti lisina, metionina, leusina, triptofana dan treonina, manakala asid amino tidak perlu pula ialah alanin, arginina, sisteina dan sebagainya. Pemberian protein berlebihan kepada ikan dianggap sebagai had selamat kerana kemungkinan ikan tersebut kekurangan asid amino yang diperlukannya adalah sangat rendah.

Lebih protein dalam makanan ikan boleh memberikan implikasi negatif kepada penternak ikan dan alam sekitar yang boleh menjejaskan kualiti air. Lebih nitrogen sebagai komponen protein yang tidak dihadamkan oleh ikan dibebaskan melalui perkumuhan menghasilkan ammonia. Ini memberikan kesan kepada alam sekitar kerana ia menyumbang kepada pencemaran air. Nitrogen dalam air boleh menggalakkan pertumbuhan tumbuhan akuatik dan alga yang boleh menyebabkan tahap oksigen yang rendah di dalam air yang boleh menyebabkan kematian ikan. Sesetengah alga juga berbahaya kerana boleh menghasilkan toksin yang tinggi dan menggalakkan pertumbuhan

bakteria dalam air. Menyentuh air atau termakan ikan yang tercemar boleh mendatangkan penyakit pada manusia. Selain itu, pemberian lebih protein kepada ikan boleh menyebabkan kerugian kerana lebih protein yang dikumuhkan oleh ikan merupakan kos yang perlu ditanggung oleh penternak. Protein merupakan nutrien yang paling mahal berbanding dengan nutrien lain dalam makanan terumus. Sumber protein yang selalu digunakan dalam makanan ikan ialah mil kacang soya dan mil ikan yang mana bahan ini agak mahal berbanding dengan sumber lain. Peningkatan penggunaan sumber protein dalam makanan ikan secara tidak langsung meningkatkan harga makanan, seterusnya meningkatkan kos pengeluaran ikan. Ini kerana makanan menyumbang komponen terbesar dalam kos pengeluaran iaitu 50 – 70% daripada jumlah kos.

Kandungan nutrien dan asid amino bahan mentah

Secara amnya, komposisi nutrien dan nilai penghadaman asid amino beberapa jenis bahan mentah yang biasa digunakan dalam makanan ikan telah dikaji di MARDI. Bahan-bahan ini termasuklah yang berasaskan haiwan dan tumbuhan seperti mil ikan, mil ofal poltri, mil kacang soya dan mil gluten jagung. Bahan-bahan mentah ini agak mudah diperolehi di pasaran makanan ternakan di Malaysia dan mengandungi kandungan protein yang tinggi antara 25.1 – 57.8% (Jadual 1).

Selain komposisi nutrien, kajian penghadaman asid amino juga dijalankan menggunakan kaedah pengumpulan najis (*total collection method*) secara *in vivo* ke atas ikan tilapia merah. Ini bertujuan untuk mengkaji jumlah penyerapan asid amino oleh ikan tilapia. Kajian ini dijalankan selama dua minggu bagi mendapatkan kuantiti najis yang mencukupi untuk tujuan analisis.

Jadual 1. Komposisi nutrien dan asid amino dalam bahan mentah sebagai sumber protein kepada ikan

Parameter	Unit	Mil ikan	Mil kacang soya	Mil gluten jagung	Mil ofal ayam
Bahan kering	%	88.49	89.07	91.62	88.42
Protein	%	52.72	43.75	57.80	53.71
Serat	%	1.19	3.48	1.77	1.09
Lemak	%	1.18	1.34	3.19	8.84
Abu	%	29.56	9.68	2.38	14.98
Tenaga kasar	MJ/kg	14.39	17.64	22.02	29.54
Lisin	%	4.15	2.60	1.01	2.01
Metionina	%	1.44	0.63	1.82	0.84
Sisteina	%	0.56	0.67	1.12	0.83
Treonina	%	2.24	1.76	2.53	1.97
Triptofan	%	0.60	0.61	0.30	0.39

Seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 2*, bahan-bahan yang dikaji mempunyai kadar penghadaman asid amino yang tinggi antara 72 – 99%. Ini membuktikan bahawa bahan-bahan ini sesuai digunakan dalam makanan ikan.

Setelah maklumat nilai penghadaman asid amino diperolehi, makanan ikan diformulasi menggunakan nilai ini. Formulasi makanan ikan berdasarkan konsep penggunaan nilai kadar penghadaman asid amino bertujuan untuk membekalkan asid amino yang diperlukan untuk prestasi optimum dan pertumbuhan maksimum, mengikut keperluan jenis ikan dan peringkat tumbesaran. Ini bagi mengelakkan pembaziran nutrien terutama protein yang dibekalkan kepada ikan melalui makanan. Konsep ini menekankan perumusan makanan ikan berasaskan keperluan asid amino perlu, berdasarkan kepada nilai yang boleh dihadamkan [*digestible amino acid* (DAA)] dan bukannya jumlah asid amino. Tidak seperti ternakan lain, ikan tidak boleh menggunakan 100% nutrien yang dibekalkan kepada mereka. Penggunaan asid amino secara efisien dengan penggunaan sumber protein yang minimum dalam makanan ikan mengurangkan kos makanan secara tidak langsung meningkatkan keuntungan penternak. Konsep ini juga dapat mengurangkan kebergantungan kepada sumber protein terutamanya mil ikan. Oleh itu, tangkapan ikan laut untuk dijadikan mil ikan untuk makanan ternakan dapat dikurangkan.

Jadual 2. Kadar penghadaman asid amino oleh ikan tilapia merah

Amino asid	Unit	Mil ikan	Mil kacang soya	Mil gluten jagung	Mil ofal ayam
Lisina	%	95.44	92.96	86.57	83.39
Metionina	%	93.86	93.89	91.63	96.44
Triptofan	%	91.58	95.94	95.48	92.26
Histidina	%	93.85	97.96	94.80	96.38
Treonina	%	91.68	90.03	91.35	89.44
Valina	%	90.70	87.14	82.51	90.04
Isoleusina	%	94.77	90.36	87.59	92.92
Leusina	%	96.69	93.19	85.70	87.91
Tirosina	%	95.61	95.37	93.07	91.36
Sisteina	%	97.53	97.06	89.34	84.35
Serina	%	98.87	92.73	94.22	89.53
Arginina	%	94.44	96.45	96.42	79.53
Prolina	%	94.28	88.32	90.22	82.55

Penilaian prestasi ikan tilapia merah

Kajian ini dijalankan bagi mengkaji prestasi tumbesaran ikan tilapia merah (*Oreochromis spp.*) diberi makanan yang diformulasi menggunakan nilai DAA. Kualiti air dalam tangki ikan juga dikaji.

Kajian pemakanan ikan tilapia merah dijalankan di makmal MARDI Serdang. Sebanyak 360 ekor anak ikan tilapia merah (monoseks) berukuran 2.5 inci telah diperolehi dari ladang penternakan ikan di Gambang, Pahang digunakan dalam kajian ini. Ikan dipelihara di dalam tangki *polyethylene* (diameter 27 inci) yang berkapasiti 114 gelen yang dilengkapi dengan sistem pengudaraan. Tempoh adaptasi ikan sebelum kajian bermula ialah tiga minggu. Ikan kemudian dibahagikan secara rawak kepada empat kumpulan dengan 30 ekor ikan setiap replikasi dan tiga replikasi bagi setiap kumpulan/makanan. Makanan diformulasi menggunakan nilai protein untuk kumpulan kawalan (kumpulan A) dan nilai kehadiran asid amino (kumpulan B, C dan D), di mana kandungan bahan mentah bagi setiap perlakuan ditunjukkan seperti dalam *Jadual 3*. Kandungan nilai tenaga boleh hadam (DE) bagi setiap makanan ialah 13.0 MJ/kg. Makanan telah diformulasi berdasarkan keperluan pertumbuhan ikan seperti yang dicadangkan oleh *Rhodimet Nutrition Guide* dan *National Research Council (NRC)*. Makanan ikan diproses menjadi pelet ikan terapung menggunakan mesin *twin screw extruder* bagi membantu meningkatkan nilai penghadaman bahan mentah. Ikan diberi makan dua kali sehari berdasarkan 2% berat badan.

Data prestasi bagi setiap kumpulan direkodkan setiap dua minggu sehingga kajian tamat dijalankan pada minggu kesembilan. Penerimaan (*palatability*) ikan terhadap makanan yang diformulasi juga diukur dengan mengumpul data tentang pengambilan makanan sepanjang kajian dijalankan. Data kualiti air seperti suhu, pH, kepekatan oksigen terlarut (DO), kandungan ammonium (NH_4^+) dan ammonia (NH_3) juga diambil setiap minggu.

Keputusan kajian (*Jadual 4*) menunjukkan makanan yang diformulasi mengikut nilai DAA tidak menunjukkan kesan yang signifikan terhadap prestasi ikan tilapia merah. Kemasukan bahan mentah berlainan sebagai sumber protein tidak menjejaskan prestasi ikan atau pengambilan makanan oleh ikan tilapia. Dalam kajian ini, menunjukkan kumpulan ikan diberi makanan berasaskan kacang soya dan mil ikan menggunakan nilai DAA (kumpulan B) juga menunjukkan kadar penukaran makanan [*feed conversion ratio (FCR)*] yang setanding dengan makanan yang diformulasi menggunakan nilai protein. Kadar penukaran makanan adalah nilai yang menunjukkan kuantiti makanan yang diperlukan untuk meningkatkan 1 kg berat badan ternakan. Keputusan ini membuktikan bahawa pengurangan kandungan protein dalam makanan ikan tidak menjejaskan pertumbuhan ikan, malah dapat mengatasi masalah pembaziran protein berlebihan yang tidak digunakan oleh ikan.

Manakala, pengukuran kualiti air tidak menunjukkan perbezaan dalam purata suhu air bagi semua kumpulan tangki iaitu 27.9 °C. Menurut kajian yang telah dijalankan oleh penyelidik lain, suhu optimum bagi mencapai FCR terbaik ialah 27 – 32 °C. Nilai FCR akan berkurangan apabila suhu kurang daripada 25 °C. Air dalam tangki bagi kumpulan ikan B, C dan D mempunyai kandungan NH_4^+ dan NH_3 yang lebih rendah berbanding dengan kumpulan A (*Jadual 5*). Ini menunjukkan pemberian makanan yang diformulasi menggunakan nilai DAA dapat mengurangkan NH_4^+ dan NH_3 dalam air, sekali gus mengurangkan masalah pencemaran air disebabkan oleh aktiviti ternakan ikan.

Jadual 3. Kadar kemasukan sumber protein dan bahan-bahan lain yang digunakan dalam kajian serta komposisi nutrien makanan ikan yang telah diformulasi

Bahan	Unit	A	B	C	D
Mil kacang soya	%	40.00	40.00	33.00	33.00
Mil ikan	%	13.66	5.97	7.89	3.41
Mil gluten jagung	%	-	-	2.95	-
Mil ofal ayam	%	-	-	-	10.98
Bahan-bahan lain	%	46.34	54.03	56.16	52.61
Komposisi nutrien (secara pengiraan)					
Protein	%	32.00	28.44	28.46	30.00
Fiber	%	5.56	5.49	5.48	5.50
Lemak	%	6.37	8.34	8.17	9.58
Abu	%	7.63	6.24	6.49	7.17
Tenaga boleh hadam	MJ/kg	13.00	13.00	13.00	13.00
Lisin	%	1.99	1.64	1.64	1.64
Metionina dan sisteina	%	1.02	1.00	1.00	1.00
Triptofana	%	0.41	0.34	0.32	0.32
Histidina	%	1.36	1.09	1.07	1.13
Treonina	%	1.30	1.20	1.20	1.20

Jadual 4. Prestasi ikan tilapia diberi makan makanan diformulasi menggunakan nilai penghadaman asid amino

Kumpulan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Pertambahan berat (g)	Kadar kematian (%)	Pengambilan makanan (g)	*FCR
A	37.23	260.00	222.77	0	341.37	1.53
B	37.80	256.67	218.90	0	335.71	1.53
C	37.80	253.33	215.57	0	331.20	1.54
D	37.80	268.90	231.10	0	354.96	1.54
<i>Pr > F</i>	0.9679	0.6483	0.6176	-	0.3674	0.9944

Jadual 5. Kualiti air dalam tangki air untuk semua kumpulan sepanjang kajian pemakanan dijalankan.

Kumpulan	Oksigen terlarut (ppm)	Suhu (°C)	pH	Ammonium (mg/L)	Ammonia (mg/L)
A	7.20	27.9	7.43	5.91 ^a	0.07 ^a
B	7.33	27.9	7.27	3.00 ^b	0.03 ^b
C	7.00	27.9	7.37	3.40 ^b	0.03 ^b
D	7.17	27.9	7.53	3.57 ^b	0.05 ^{ab}
<i>Pr > F</i>	0.6743	0.9769	0.4204	0.0018	0.0508

Kesimpulan

Menurut kajian ini, makanan ikan yang diformulasikan menggunakan nilai penghadaman bahan mentah adalah setanding dengan nilai protein. Ini menunjukkan konsep ini boleh diadaptasikan dalam penternakan ikan bagi mengurangkan lebihan protein yang tidak dihadam oleh ikan. Pengurangan pengeluaran protein dapat mengawal aras ammonia dalam air. Oleh itu, masalah pencemaran air disebabkan oleh aktiviti penternakan ikan dapat dikurangkan. Konsep ini juga mampu mengatasi masalah pembaziran protein yang tidak digunakan oleh ikan yang merugikan penternak. Kajian juga menunjukkan penggunaan bahan mentah tempatan iaitu mil ofal ayam dalam makanan ikan menunjukkan prestasi pertumbuhan yang baik. Oleh itu, ia boleh digunakan bagi menggantikan sebahagian mil ikan yang diimport.

Penghargaan

Kajian ini dibiayai oleh Geran Science Fund Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI, 06-03-08-SF0212/RL5004SF10). Penulis mengucapkan terima kasih kepada mantan kakitangan Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, En. Zainal Abidin Abdul Rahman kerana membantu dalam penyelidikan ini.

Bibliografi

- Brunty, J. L., Bucklin, Ray Davis, J., Baird, C. D., & Nordstedt, R. A. (1997). The influence of feed protein intake on tilapia ammonia production. *Aquacultural Engineering*. 16, 161–166.
- Furuya, W. M., Cruz, T. P. D., & Gatlin, D. M. (2023). Amino acid requirements for Nile tilapia: An update. *Animals* 13(5).
- Mengistu, S. B., Han, A., Mulder, H. A., Benzie, J. A. H., & Komen, H. (2020). A systematic literature review of the major factors causing yield gap by affecting growth, feed conversion ratio and survival in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Aquac.* 12, 524–541.
- Miles, R., & Chapman, F. (2007). Concept of Ideal Protein in Formulation of Aquaculture Feeds: FA144/FA144, 3/2007. EDIS. 2007. 10.32473/edis-fa144-2007.
- National Research Council (NRC) (1993). *Nutrient requirements of fish*. National Academy Press, Washington DC.
- National Research Council (NRC). (2011). *Nutrient requirements of fish*. National Academy Press, Washington DC.
- Rhodimet Nutrition Guide (2013). Amino Acid Recommendations for feed formulation.

Ringkasan

Asid amino merupakan komponen terpenting protein bagi menyokong pertumbuhan dan kesihatan ikan, meningkatkan kecekapan makanan serta menghasilkan produk ikan berkualiti tinggi untuk kegunaan manusia. Walau bagaimanapun, kandungan asid amino, terutama kadar penghadamannya dalam sesetengah bahan mentah tidak diketahui. Oleh itu, makanan ikan sering diformulasi dengan protein berlebihan bagi memastikan keperluan asid amino minimum ikan dipenuhi. Ini menyebabkan lebih protein yang tidak dihadam oleh ikan dibebaskan ke dalam air. Nitrogen sebagai komponen protein yang dikumuhkan oleh ikan menghasilkan ammonia dan menyebabkan pencemaran air. Oleh itu, konsep pemformulasian makanan ikan menggunakan nilai penghadaman bahan mentah diperkenalkan bagi mengatasi masalah lebih protein dibekalkan kepada ikan. Melalui konsep ini, makanan diformulasi dengan mengambil kira jumlah asid amino yang diperlukan oleh ikan. Kajian MARDI menunjukkan penggunaan konsep ini dalam pemakanan ikan berjaya menurunkan aras ammonia dalam air tanpa menjejaskan prestasi ikan tilapia. Ini menunjukkan konsep ini boleh digunakan dalam penternakan ikan bagi mengatasi masalah lebih protein yang juga merupakan pembaziran kos kepada penternak.

Summary

Amino acids are the most crucial components in protein to support the growth and health of fish, enhance feed efficiency and produce high-quality fish products for human consumption. However, the amino acid content, especially the digestibility rate of amino acids in some raw materials, is unknown. Therefore, fish feed is often formulated with excess protein to ensure that the minimum amino acid requirements for fish are met. This results in excess undigested protein being released into the water. Nitrogen, as a component of excreted fish protein, produces ammonia that can cause water pollution. Thus, the concept of formulating fish feed using the digestibility value of raw materials has been introduced to address the issue of supplying excess protein to fish. Through this concept, feed is formulated based on the amino acid values needed by the fish. MARDI's study indicates that implementing this concept in fish feeding does not affect the performance of tilapia fish and successfully reduces ammonia levels in the water. This demonstrates that this concept can be used in fish farming to address the problem of excess protein, which is also a cost-saving measure for farmers.

Penulis

Mardhati Mohammad (Dr.)
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor
E-mel: mardhati@mardi.gov.my

Farahiyah Ilyana Jamaludin
Pusat Penyelidikan Sains Ternakan, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor