

**PENGARUH PAKAN YANG DISUPLEMENTASIKAN DENGAN
LECITHIN KEDELAI DAN LALAT TENTARA HITAM TERHADAP
KINERJA PERTUMBUHAN DAN PEMANFAATAN LIPID IKAN MAS
(*Cyprinus carpio* L.)**

**Effect of a Diet Supplemented with Soybean Lecithin and Black Soldier
Flies on The Growth Performance and Lipid Utilization of Common Carp
(*Cyprinus carpio* L.)**

Wastu Ayu Diamahesa^{1*} dan Toshiro Masumoto²

1 Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83115, Indonesia

2 Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Pertanian dan Ilmu Kelautan, Universitas Kochi, Nankoku, Kochi 783-8502, Jepang.

*Korespondensi email : wastuayu@unram.ac.id

(Received 15 Mei 2023; Accepted 14 Juni 2023)

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, pengaruh suplementasi larva lalat tantara hitam kering yang mengandung lesitin kedelai (SBL) dievaluasi terhadap performa pertumbuhan, parameter biokimia, dan retensi nutrisi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). Tiga jenis pakan diuji: pakan DBSFL 20% DBSFLD tanpa tepung ikan dan SBL, pakan tanpa memasukkan tepung ikan dan dengan memasukkan SBL, dan pakan kontrol (CONT; 20% tepung ikan). Studi pemberian pakan dilakukan selama empat minggu. Tingkat pertumbuhan spesifik ikan yang diberi pakan DBSFL ($9,48 \pm 0,05b$) dan SBLD ($9,47 \pm 0,08b$) secara signifikan lebih rendah daripada ikan yang diberi pakan CONT ($9,79 \pm 0,15 a$). Tak satu pun dari perlakuan cukup mengubah retensi protein ikan. Namun, ada perbedaan substansial antara kelompok SBL dan CONT dalam hal retensi lipid. Meskipun kadar trigliserida plasma tidak berbeda nyata 8 jam setelah pemberian pakan, ikan yang diberi makan SBLD cenderung memiliki kadar TG terendah. Kesimpulannya, pemberian pakan DBSFL 20% berdampak negatif pada konsumsi lipid, dan efek negatif ini tidak dapat dikembalikan dengan pemberian SBL; karenanya, meningkatkan kadar lesitin kedelai dalam pakan DBSFL mungkin bukan strategi yang layak. Untuk menjelaskan mekanisme kerja pemanfaatan lipid yang buruk oleh makanan DBSFL dan penawarnya, diperlukan penelitian tambahan.

Kata kunci: Tepung lalat tentara hitam, Ikan mas, Performa pertumbuhan, Tepung serangga, Lesitin kedelai

ABSTRACT

In this study, the effect of dry black soldier fly supplementation containing soybean lecithin (SBL) on the growth performance, biochemical parameters, and nutrient retention of common carp (*Cyprinus carpio* L.) was evaluated. Three types of feed were assessed: a DBSFL diet 20% DBSFLD without fish meal and SBL, a diet without the inclusion of fish meal and with inclusion of SBL, and a control diet (CONT; 20% fish meal). The feeding study was conducted for four weeks. The specific growth rate of DBSFL (9.48 ± 0.05^b) and SBLD (9.47 ± 0.08^b)-fed fish was significantly inferior to that of CONT (9.79 ± 0.15^a)-fed fish. None of the treatments appreciably altered the protein retention of the fish. However, there was a substantial difference between the SBL and CONT groups in terms of lipid retention. Although plasma triglyceride levels were not significantly different 8 hours after feeding, fish fed SBLD tended to have the lowest TG levels. In conclusion, feeding 20% DBSFL negatively affected lipid consumption, and this negative effect could not be reversed by administration of SBL; hence, increasing soybean lecithin levels in DBSFL diets may not be a viable strategy. To explain the mechanism of action of poor lipid utilization by DBSFL meals and their antidotes, additional research is required.

Keywords: Black soldier fly meal, Carp, Growth performance, Insect meal, Soybean lecithin

PENDAHULUAN

Perkembangan budidaya ikan mas yang pesat dari tahun ke tahun membutuhkan pakan sebagai variabel penting untuk kelangsungan kegiatan tersebut. Namun, bahan pakan utama yang digunakan dan didistribusikan masih berupa tepung ikan yang mahal karena permintaan terus meningkat dan pasokan terus turun (World Bank, 2013). Sementara impor tepung ikan bisa mencapai 80.000-ton atau \$480 per ton di Indonesia saja (Hutagalung, 2015). Oleh karena itu, untuk menggantikan tepung ikan diperlukan bahan baku alternatif yang tersedia dalam jumlah banyak dan harga yang wajar.

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat inisiatif untuk mempelajari tepung *black soldier fly larvae* (BSFL) sebagai pengganti tepung ikan. Meskipun pakan BSFL memiliki nilai nutrisi yang sebanding dengan FM, tingkat inklusi tinggi dari makanan BSFL (DBSFL) yang dihilangkan lemaknya dalam aquafeed telah terbukti menyebabkan efek yang tidak diinginkan dalam hal pengurangan pertumbuhan, penurunan daya cerna, dan masalah kesehatan pada beberapa spesies ikan seperti salmon, *Salmo salar* (Fisher et al., 2020), Jian carp, ikan mas (Li et al., 2017; Zhou et al., 2018), *Gilthead Sea Bream*, *Sparus aurata* (Karapanagiotidis et al., 2014).

Kehadiran kitin dalam BSFL merupakan salah satu elemen yang berkontribusi terhadap konsekuensi negatif tersebut (Li et al., 2017; Xu et al., 2020). Dalam sebuah studi baru-baru ini (Iwai et al., 2021), ditemukan bahwa suplementasi 2% lesitin kedelai (SBL) dalam pakan yang mengandung 20% *meal worm meal* (MWM) mengurangi efek merugikan dari pakan MWM pada ikan mas. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah penambahan SBL ke dalam pakan makan DBSFL dapat meningkatkan performa pertumbuhan ikan mas, kadar trigliserida plasma, dan retensi lipid.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan September-Desember 2020 di Laboratorium ikan air tawar Nutrisi Ikan, Universitas Kochi. Sedangkan Analisa proksimat dilakukan di laboratorium nutrisi ikan berupa Analisa kadar air, protein, dan lipid pada bahan baku serta komposisi tubuh ikan uji.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender listrik, labu Erlenmeyer, nampan, aluminium foil, *blower*, oven, satu set Kjedadhl, dan satu set soxlet. Selain itu, juga digunakan, sendok, kotak penyimpanan bahan baku dan pakan, mesin pencampur bahan baku (*mixer*), akurium, selang aerasi. Sedangkan bahan yang digunakan adalah ikan mas, oil mix, soybean lecithin, vitamin dan mineral premix, a-corn starch, choline chloride, calcium phosphate, CMC-Na, guar gum, L-lysine, DL-methionine, threonine, chromix oxide, cellulose dan air.

Persiapan Pakan DBSFL

BSFL kering dengan kandungan protein kasar sekitar 42% yang diperoleh dari perusahaan swasta di Indonesia (Depok, Indonesia) dibuat dari limbah susu dan dihaluskan menggunakan blender listrik. BSFL dihilangkan lemaknya dengan n-heksana dengan perbandingan 1:4 (100 g BSFL: 400 ml n-heksana). BSFL dan n-heksana dicampur dalam 2 L labu Erlenmeyer dengan tutup silikon. Labu Erlenmeyer dikocok untuk mengekstraksi lipid sebanyak 15 kali dan tutupnya dibuka setiap 5 kali. Campuran BSFL dan n-heksana didiamkan selama 1 jam pada suhu kamar (19°C). Supernatan didekantasi untuk menghilangkan lipid yang diekstraksi, kemudian n-heksana baru ditambahkan. Proses ini diulang 2 kali. Pada akhir proses, supernatan dibuang, dan BSFL yang telah diekstraksi dihamparkan di atas nampan aluminium dan dibiarkan pada suhu kamar (19°C) yang difasilitasi dengan penghembus udara semalaman untuk mendapatkan tepung DBSFL.

Setelah produksi tepung DBSFL, analisis proksimat dilakukan untuk menghitung kandungan protein, lipid, dan kelembapannya. Dari hasil analisis perkiraan, kadar protein, lipid, dan kadar air DBSFL ditentukan masing-masing 55,39%, 2,5%, dan 9,38% (Tabel 1).

Pakan Perlakuan

Tiga pakan perlakuan dengan tingkat protein yang sebanding (sekitar 34%) dan lipid (sekitar 16%) dirancang (Tabel 1). Tepung ikan digunakan sebagai kandungan protein utama pakan kontrol (CONT; 20% FM); dua pakan lainnya terdiri dari 24% DBSFL yang dihilangkan lemaknya sebagai pengganti tepung ikan. Pakan DBSFL tanpa suplementasi SBL ditetapkan sebagai pakan DBSFL (DBSFLD), sedangkan pakan SBL termasuk suplementasi SBL (SBLD). Sebagai sumber lipid, minyak ikan *cod* digunakan dalam pakan CONT (11%), DBSFL (13%), dan SBLD (11%) dengan SBL menggantikannya di sisa 2%. Bahan dan cara penyiapan pakan sama dengan penelitian sebelumnya (Iwai et al., 2021).

Tabel 1. Komposisi pakan (g kg⁻¹) dan komposisi proksimat (%)

Ingredients (g kg ⁻¹)	DBSFLM	CONT	DBSFLD	SBLD
Fish meal (Peru)		200	0	0
DBSFLM ^a		0	240	240
Corn gluten meal		100	100	100

Defatted soybean meal	250	250	250	
Wheat flour	110	60	60	
Oil mix*	110	130	110	
Soybean lecithin	0	0	20	
Vitamin and mineral premix ^b	50	50	50	
a-corn starch	100	100	100	
Choline chloride	5	5	5	
Calcium phosphate	10	10	10	
CMC-Na	25	25	25	
Guar gum	5	5	5	
L-lysine	8	6	6	
DL-methionine	0	2	2	
Threonine	2	5	5	
Chromic oxide	5	5	5	
Cellulose	20	7	7	
<i>Proximate composition</i>				
Dry matter	90.38	96.48	96.71	97.25
Crude protein ^c	55.39	34.50	34.75	34.77
Crude fat	2.5	15.99	16.17	15.50

^a Defatted black soldier fly larvae meal produced from dry black soldier fly larvae (Depok, Indonesia)

^b Vitamin and mineral premix composition and concentration can be found in (Tola et al., 2019)

^c N (%) x 6.25

*Oil mix (3 soybean oil: 2 pollack liver oil) see (Pongmaneerat et al., 1993)

Ikan dan pemberian pakan

Dalam percobaan ini, ikan mas diperoleh dari sumber yang sama dengan penelitian sebelumnya (Iwai et al., 2021). Kondisi aklimatisasi dan keadaan pemeliharaan identik dengan percobaan sebelumnya. Lima ikan dengan berat rata-rata 21,45 g dibius dengan fenoksietanol (FUJIFILM-Wako Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Jepang) dan disebarkan secara acak di antara sembilan tangki percobaan 60 L (total 45 ikan). Kelompok rangkap tiga ikan diberi makan sekali sehari pada pukul 09:00 selama empat minggu secara kenyang. Mereka menerima aerasi konstan untuk mempertahankan kadar oksigen terlarut mendekati 7,0 (mg/L) dan suhu air 26°C ± 2°C.

Pengambilan sampel ikan

Pada awal studi pemberian pakan, sampel ikan awal dikumpulkan, dibekukan pada suhu -20°C, dan diperiksa komposisi proksimatnya. Di akhir penelitian pemberian pakan, ikan dipuasakan selama sehari sebelum pengambilan sampel dan kemudian dibius dengan fenoksietanol. Massa tubuh akhir dan jumlah ikan diukur untuk menentukan parameter pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Ikan dipindahkan ke tangki percobaan aslinya untuk tambahan tiga hari pemberian pakan. Pada hari ketiga "refeeding", tiga ikan dari masing-masing tangki dipilih secara acak untuk diambil sampel darahnya. Dengan sentrifugasi, plasma dipisahkan dari sel darah merah (10.000 x g selama 10 menit pada suhu 4°C). Supernatan kemudian dikumpulkan dan disimpan pada -30 derajat Celcius sampai analisis. Untuk analisis komposisi proksimat, tiga sampel ikan untuk setiap perlakuan dipilih secara acak, dihomogenkan, dan disimpan pada suhu -30oC hingga analisis.

Analisis kimia

Pakan dan seluruh tubuh dianalisis untuk komposisi proksimat mengikuti metode (AOAC, 1995). Trigliserida plasma (TG) ditentukan menggunakan penganalisis otomatis (FUJIFILM holdings Co., Tokyo., Jepang) dan kit kimia (FUJIFILM-Wako Pure Chemicals Co., Osaka, Jepang).

Parameter pertumbuhan

Persamaan berikut digunakan untuk menghitung parameter pertumbuhan (Huisman, 1987), pemanfaatan pakan, dan retensi nutrisi Takeuchi (1988) pada akhir studi pakan.

Pertambahan berat badan (g ikan⁻¹) = berat badan akhir – berat badan awal

Tingkat pemberian pakan harian (% hari⁻¹) = 100 × (asupan pakan kering / rata-rata berat badan awal dan akhir) / hari pemberian pakan

Laju pertumbuhan spesifik (SGR, % hari⁻¹) = 100 × [ln (berat badan akhir – berat badan awal)] / jumlah hari kultur

Efisiensi pakan (%) = 100 × pertambahan berat badan / konsumsi pakan kering

Retensi protein (%) = 100 × perolehan protein / asupan protein

Retensi lipid (%) = 100 × perolehan lipid / asupan lipid

Analisis statistik

Semua data ditampilkan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Microsoft Excel 2016 digunakan untuk melihat perbedaan statistik antara kelompok dalam kinerja pertumbuhan, retensi nutrisi, dan trigliserida plasma diperiksa menggunakan ANOVA satu arah diikuti dengan Tes Post Hoc Tukey-Kramer. Hasil secara statistik dianggap signifikan pada p<0,05.

HASIL

Setelah 4 minggu pemberian pakan, tidak ada perbedaan yang signifikan pada berat badan akhir, pertambahan berat badan, atau laju pemberian pakan harian di antara perlakuan pakan (p>0,05). Namun, pertumbuhan spesifik dan efisiensi pakan ikan yang diberi DBSFLD dan SBLD jauh lebih rendah daripada yang diberi makan CONT (p<0,05) (Tabel 2). Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara parameter pertumbuhan ikan yang diberi SBLD dan DBSFLD (p>0,05).

Tabel 2. Performa pertumbuhan ikan mas yang diberi pakan percobaan selama empat minggu

Kelangsungan hidup (%)	CONT	DBSFLD	SBLD
	100	100	100
Berat badan awal (g)	21.00 ± 0.11	21.34 ± 0.59	22.00 ± 0.83
Berat badan akhir (g)	36.53 ± 0.61	35.54 ± 0.56	36.19 ± 1.15
Tingkat makan harian (% hari ⁻¹)	2.65 ± 0.01	2.66 ± 0.09	2.62 ± 0.12
Tingkat pertumbuhan spesifik (% hari ⁻¹)	9.79 ± 0.15 ^a	9.48 ± 0.05 ^b	9.47 ± 0.08 ^b
Pertambahan berat badan (g)	15.53 ± 0.67	14.20 ± 0.22	14.19 ± 0.33
Efisiensi pakan (%)	72.66 ± 2.45 ^a	67.04 ± 0.62 ^b	66.52 ± 2.14 ^b

Nilai dinyatakan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n = 3)

Nilai setiap parameter pada baris yang sama dengan superskrip yang berbeda berbeda nyata (p<0,05).

Pada 4 minggu, ada perbedaan yang signifikan dalam kadar air dan lemak kasar dari semua kelompok pakan dibandingkan dengan nilai awalnya ($p < 0,05$; Tabel 3). Namun, tidak ada perbedaan yang signifikan pada kadar air, protein kasar, dan lemak kasar seluruh tubuh antar kelompok pakan ($p > 0,05$).

Tabel 3 Komposisi proksimat seluruh tubuh ikan mas selama 4 minggu

Parameter	Awal	CONT	DBSFLD	SBLD
Kadar Air (%)	78.92 ± 2.31 ^a	76.21 ± 1.47 ^b	75.60 ± 1.18 ^b	74.23 ± 0.86 ^b
Protein (%)	13.9 ± 0.19	13.63 ± 0.1	13.9 ± 0.56	14.54 ± 0.46
Lemak (%)	2.07 ± 1.72 ^a	6.74 ± 0.78 ^b	5.98 ± 0.53 ^b	4.97 ± 1.25 ^b

Nilai dinyatakan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n = 3)

Nilai setiap parameter pada baris yang sama dengan superskrip yang berbeda berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tak satu pun dari kelompok ikan menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam retensi protein ($p > 0,05$). Namun, terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok SBL dan CONT dalam hal retensi lipid ($p < 0,05$; Tabel 4).

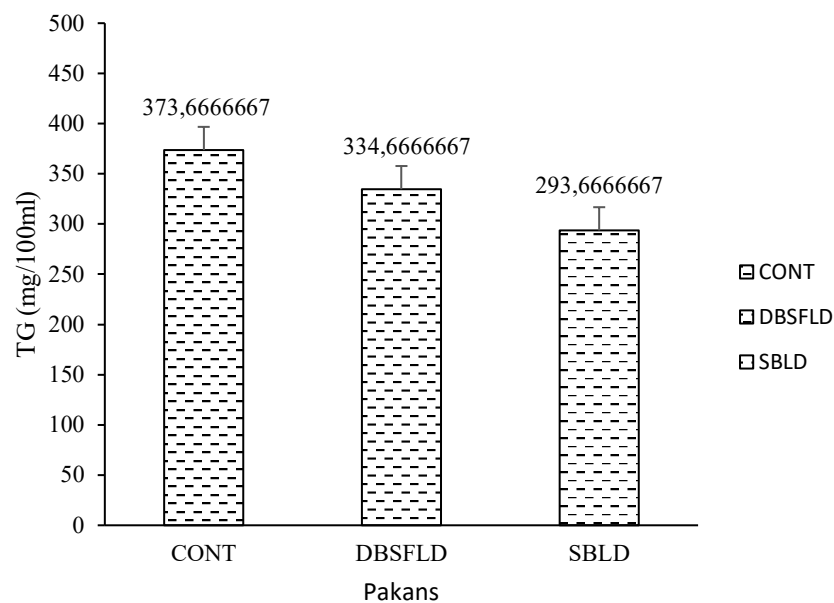
Tabel 4 Retensi nutrisi ikan mas yang diberi pakan percobaan selama empat minggu

Parameter	CONT	DBSFLD	SBLD
Retensi Protein (%)	19.04 ± 3.82	16.74 ± 3.18	15.96 ± 3.29
Retensi Lipid (%)	48.96 ± 3.50 ^b	39.33 ± 5.96 ^{ab}	29.81 ± 10.57 ^a

Nilai dinyatakan sebagai rata-rata ± standar deviasi (n = 3)

Nilai setiap parameter pada baris yang sama dengan superskrip yang berbeda merupakan perbedaan yang nyata.

Kadar trigliserida dalam plasma tidak berbeda bermakna antar kelompok ($p > 0,05$). Namun, ikan yang diberi makan SBLD cenderung memiliki kadar TG plasma terendah (Gambar 1).



Gambar 1. Kadar TG plasma pada ikan mas pada pemberian pakan 8 jam (n=3).

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, ikan mas yang diberi pakan yang mengandung DBSFL (DBSFLD dan SBLD) menunjukkan laju pertumbuhan spesifik dan efisiensi pakan yang lebih rendah dibandingkan ikan yang diberi pakan CONT, menunjukkan bahwa total penggantian tingkat FM sebesar 20% oleh DBSFL di pakan biasa. ikan mas tidak mungkin.

Diasumsikan bahwa penurunan kinerja pertumbuhan ikan yang diberi makan DBSFL disebabkan oleh adanya kitin, seperti halnya ikan mas yang diberi makan ulat bambu dalam penelitian sebelumnya (Iwai et al., 2021). Performa pertumbuhan dapat ditingkatkan dengan suplementasi SBL pada pakan berbasis ulat bambu. Kandungan kitin ulat bambu yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah 1,5%, sedangkan kandungan kitin yang dilaporkan lebih tinggi yaitu 4,92% (Song et al., 2018), sehingga dapat diasumsikan bahwa keberadaan kitin dalam pakan berbasis ulat bambu (200g /kg) adalah 3-9,84 g/kg berat badan atau 0,3-0,98% berat badan. Jumlah kitin dalam pakan berbahan dasar ulat bambu cukup untuk didegradasi dengan suplementasi lesitin kedelai yang meningkatkan penyerapan lemak. Diener et al (2009) mengamati bahwa kandungan kitin larva lalat tentara hitam adalah 8,72% DW. Pada penelitian ini tidak ditentukan kandungan kitin pakan larva lalat tentara hitam. Namun dapat diasumsikan keberadaan kitin dalam pakan ini dengan perhitungan 240 g/kg DBSFL dengan 8,72% kitin dalam DBSFL menghasilkan 20,92 g/kg (DW) atau 2,09% (DW) kitin dalam pakan BSFL. Dari hasil kami, dapat diasumsikan bahwa kadar kitin dalam penelitian ini lebih tinggi dari penelitian kami sebelumnya (Iwai et al., 2021).

Berbeda dengan studi mealworm sebelumnya di ikan mas dari (Iwai et al., 2021), suplementasi SBL tidak meningkatkan penyerapan lemak ikan yang diberi pakan yang mengandung DBSFL. Salah satu alasan yang mungkin adalah tingkat TG yang rendah dalam penelitian ini. Pada penelitian ulat bambu sebelumnya, kadar TG plasma 8 jam setelah pemberian pakan CONT atau ulat bambu masing-masing adalah 566 dan 399 (mg/100ml). Sebaliknya, tingkat TG 8 jam setelah makan dari CONT penelitian ini hanya 373 (mg/100ml). Karena tingkat TG yang rendah dari ikan yang diberi makan CONT mengakibatkan tidak signifikannya tingkat TG ikan yang diberi makan CONT dan DBDF. Meskipun laju pemberian makan selama percobaan pertumbuhan tidak berbeda nyata di antara perlakuan (Tabel 2), dan agak lebih tinggi dari penelitian sebelumnya, jumlah pemberian makan yang sebenarnya pada hari pengambilan sampel darah mungkin rendah.

Meskipun tingkat TG tidak berbeda secara statistik di antara perlakuan pakan, retensi lipid (%) ikan yang diberi pakan yang mengandung DBSFL (DBSFLD dan SBLD) lebih rendah daripada CONT, dan ada perbedaan yang signifikan antara CONT dan SBLD (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa DBSFL juga berdampak buruk pada pemanfaatan lipid, dan efek negatif ini tidak dapat dipulihkan oleh SBL seperti yang dilakukan pada penelitian sebelumnya. Pemanfaatan lipid yang rendah yang dihasilkan dari pemberian makan DBSF mungkin berbeda dari ulat bambu. Oleh karena itu, meningkatkan kadar lesitin kedelai dalam pakan DBSFL mungkin bukan solusi.

Sebaliknya, suplementasi SBL dapat menyebabkan efek samping, yang dibuktikan dengan retensi lipid terendah. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menjelaskan cara kerja penggunaan lipid rendah oleh tepung DBSFL dan tindakan pencegahannya.

KESIMPULAN

Pemberian pakan DBSFL 20% berdampak negatif pada konsumsi lipid, dan efek negatif ini tidak dapat dikembalikan dengan pemberian SBL; karenanya, peningkatan kadar lesitin kedelai dalam pakan DBSFL mungkin bukan strategi yang layak diaplikasikan. Untuk

menjelaskan mekanisme kerja pemanfaatan lipid yang buruk oleh makanan DBSFL dan penawarnya, diperlukan penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Olahraga, Sains, dan Teknologi Jepang memberikan penghargaan W.A.D. berupa beasiswa untuk mengejar gelar PhD di Universitas Ehime, Jepang. Tatsukashi Maeda, Ryusei Yamada, dan Ryouan Hamano, dukungan Anda dalam penelitian ini sangat kami hargai.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed.* Arlington, VA. USA.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste Management and Research*, 27, 603-610.
- Fisher, H. J., Collins, S. A., Hanson, C., Mason, B., Colombo, S. M., & Anderson, D. M. (2020). Black Soldier Fly Larvae Meal as a Protein Source In Low Fish Meal Diets For Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 521, 734978.
- Huisman, E. A. (1987). *The Principles of Fish Culture Production*. Department of Aquaculture. Wageningen University, Netherland.
- Hutagalung, S. (2015). *Impor Tepung Ikan Capai Rp 5,7 Triliun per Tahun*. <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-2794634/impor-tepung-ikan-capai-rp-57-triliuntahun> (Diakses pada 01 Maret 2023)
- Iwai, K., Diamahesa, W. A., Fukada, H., & Masumoto, T. (2021). Effects of a Soybean Lecithin-Supplemented Mealworm-Containing Diet on The Growth Performance and Lipid Utilization of Common Carp (*Cyprinus carpio L.*). *Aquacult. Sci*, 69(1), 79–86.
- Karapanagiotidis, I. T., Daskalopoulou, E., Vogiatzis, I., Rumbos, C., Mente, E., & Athanassiou, C. G. (2014). Substitution of Fishmeal by fly *Hermetia Illucens* Prepupae Meal in The Diet of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Proceedings of the Hydro Medit*, 110–114.
- Li, S., Hong, J., Binxin, Z., Jishu, Zhou., & Haibo, Y. (2017). Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal in Diets For Juvenile Jian Carp (*Cyprinus carpio var. Jian*): Growth Performance, Antioxidant Enzyme Activities, Digestive Enzyme Activities, Intestine and Hepatopancreas Histological Structure. *Aquaculture*, 477, 62–70.
- Pongmaneerat, J., Watanabe, T., Takeuchi, T., & Satoh, S. (1993). Use of Different Protein Meals as Partial or Total Substitution For Fish Meal in Carp Diets. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59, 1249–1257.
- Song, Y. S., Kim, M. W., Moon, C., Seo, D. J., Han, Y. S., Jo, Y. H., Noh, M. Y., Park, Y. K., Kim, S. A., Kim, Y. W., & Jung, W. J. (2018). Extraction of Chitin and Chitosan From Larval Exuvium and Whole Body of Edible Mealworm, *Tenebrio Molitor*. *Entomological Research*, 48, 227–233.
- Takeuchi, T. (1988). *Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients*. In: *Watanabe T (Editor). Fish Nutrition and Mari-Culture*. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA.
- Tola, S., Fukada, H., & Masumoto, T. (2019). Effects of Feeding a Fish Meal-Free Soy Protein Concentrate-Based Diet on The Growth Performance and Nutrient Utilization of Red Sea

Bream (*Pagrus major*). *Aquaculture Research*, 50, 1087–1095.

World Bank. (2013). *Fish to 2030: Prospects For Fisheries and Aquaculture. Agriculture and Environmental Services Discussion Paper*.

Xu, W., Mohan, A., Pitts, N. L., Udenigwe, C., & Mason, B. (2020). Bile Acid-Binding Capacity of Lobster Shell-Derived Chitin, Chitosan and Chitooligosaccharides. *Food Bioscience*, 33, 1–8.

Zhou, J. S., Liu, S. S., Ji, H., & Yu, H. B. (2018). Effect of Replacing Dietary Fish Meal With Black Soldier Fly Larvae Meal on Growth and Fatty Acid Composition of Jian Carp (*Cyprinus carpio var. Jian*). *Aquaculture Nutrition*, 24, 424–433.