

Pengambilan Makanan, Kadar Pertumbuhan dan Kecekapan Penukaran Makanan bagi Ikan Inggu *Amphiprion ocellaris* menggunakan Diet Buatan

(Feed Intake, Growth Rate and Feed Conversion Efficiency for Clownfish *Amphiprion ocellaris* using an Artificial Diet)

NURAIN NAZIRATUL AKMA MOHAMAD DAUD^{1,*}, MOHAMAD SAUPI ISMAIL² & KHOO MEI LING^{1,3}

¹*Faculty of Earth Science and Environment, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

²*Fisheries Research Institute (FRI), Batu Maung, 11960 Pulau Pinang, Malaysia*

³*Marine Ecosystem Research Centre (EKOMAR), Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia*

Diserahkan: 30 April 2024/Diterima: 7 Ogos 2024

ABSTRAK

Ikan inggu yang berwarna-warni dan interaksinya dengan buran laut telah menarik perhatian penggemar ikan laut di seluruh dunia menyebabkan permintaannya semakin meningkat. Namun, kebanyakan ikan inggu yang dipasarkan ditangkap daripada kawasan semula jadi. Ternakan ikan hiasan marin tidak popular dalam kalangan penternak tempatan kerana kos makanan yang tinggi dan jumlah pemakanan yang optimum kurang diketahui bagi memastikan ikan tersebut sihat dan membesar. Justeru, kajian ini memberi penekanan kepada penentuan kekerapan dan kadar pengambilan makanan yang optimum untuk *Amphiprion ocellaris*, nisbah penukaran makanan (FCR) serta kadar tumbesaran menggunakan diet buatan. Dalam kajian ini, empat frekuensi pemberian makanan berbeza (1 hingga 4 kali sehari) kepada *Amphiprion ocellaris* telah dijalankan bagi menentukan kekerapan pemakanan optimum. Ikan diberi makan hingga kenyang setiap kali dan jumlah yang dimakan direkodkan. Peningkatan panjang ikan direkodkan setiap dua minggu. Sepanjang tempoh 24 minggu kajian, pertambahan panjang ikan dikesan setiap dua minggu. Semua frekuensi pemberian makanan menghasilkan corak tumbesaran secara beransur-ansur. Kekerapan pemberian makanan tiga kali menunjukkan pertumbuhan panjang tertinggi dengan 0.388 cm diikuti dua kali dengan 0.356 cm. Ikan yang diberi makan tiga kali sehari menunjukkan nilai FCR yang terendah iaitu 3.146 ± 2.370 ($p < 0.05$) dan jumlah makanan diambil paling minimum iaitu 93.229 ± 5.938 g. Kesimpulannya, kekerapan pemberian makanan yang optimum untuk ikan inggu adalah tiga kali sehari untuk menghasilkan peningkatan panjang tertinggi dan jumlah pengambilan makanan terendah.

Kata kunci: Ikan hiasan marin; kekerapan pemberian makanan; nisbah penukaran makanan; tumbesaran

ABSTRACT

The colourful clownfish and its intriguing interactions with sea anemones have caught the attention of marine fish hobbyists worldwide, increasing its demand. However, most supplies are wild caught. Marine ornamental fish farming is unpopular among local farmers because of the high cost of feeding and lack of knowledge on optimum feeding amounts to keep the fish healthy. So, this study focuses on determining the frequency and optimal food intake rate for *Amphiprion ocellaris*, the food conversion ratio (FCR) and growth rate using an artificial diet. In this study, four feeding frequencies (1, 2, 3, and 4 times daily) were tested to determine the optimum feeding frequency using artificial food. Fishes were fed to satiation each time, and the amount eaten was recorded. The growth in length was measured every two weeks. During the 24 weeks of the study period, increment in fish length was detected every two weeks. All feeding frequencies showed increasing growth gradually. Three times feeding frequency showed the highest growth in length followed by two times feeding frequency with 0.388 cm and 0.356 cm, respectively ($p < 0.05$). Fishes fed three times daily showed the lowest value of the FCR and the minimum amount of food taken at 3.146 ± 2.370 and 93.229 ± 5.938 g, respectively. In conclusion, three times a day is the optimum feeding frequency for clownfish with the highest growth length and lowest food intake.

Keywords: Feeding frequency; food conversion ratio; growth; marine ornamental fish

PENGENALAN

Akuakultur telah dikenal pasti sebagai salah satu sektor yang penting di dalam pembangunan ekonomi di Malaysia (Jumatli & Ismail 2021). Menurut Muhamad dan Mohamad (2012), Jabatan perikanan Malaysia juga amat menggalakkan pengembangan industri akuakultur untuk meningkatkan pendapatan dalam kalangan petani dan nelayan, termasuklah akuakultur ikan hiasan (Othman et al. 2017). Perdagangan ikan hiasan di seluruh dunia telah meningkat sebanyak 40% sejak tahun 1970-an (Wood 2001). Malaysia merupakan antara negara pengeluar dan pengeksport ikan hiasan terpenting di dunia dan menyumbang hampir 10% daripada pasaran global (Othman et al. 2017). Perdagangan ikan hiasan air masin Malaysia perlu dipertingkatkan lagi seperti negara-negara Asia yang lain seperti Singapore, Vietnam, Thailand, Indonesia dan Brunei (Bee Hui, Lim & Soo Y. 2022). Ikan hiasan air masin kian mendapat permintaan yang tinggi kerana sifatnya yang unik serta warna dan corak yang menarik. Contoh ikan hiasan air masin yang popular selepas penayangan filem 'Finding Nemo' pada tahun 2003 adalah ikan inggu (Militz & Foale 2017). Bagi memenuhi permintaan penggemar ikan hiasan, ikan inggu terpaksa dituai daripada kawasan semula jadinya. Hal ini secara tidak langsung telah memberikan kesan negatif kepada ekosistem marin seperti kemusnahan habitat terumbu karang dan penurunan populasi ikan akibat penggunaan sianida oleh penangkap ikan (Madhu et al. 2006). Oleh yang demikian, penternak ikan hiasan digalakkan untuk memelihara ikan secara kaedah akuakultur. Hal ini bukan sahaja dapat mengurangkan kemusnahan dan gangguan ekosistem, malah ia juga dapat membekalkan ikan hiasan air masin seperti ikan inggu secara berterusan.

Walaupun ikan hiasan marin mempunyai permintaan yang tinggi daripada para peminatnya, namun ternakan ikan hiasan spesies ikan inggu masih belum meluas berikutan makanan semula jadi yang sukar diperolehi dan kurangnya pengetahuan tentang penternakan seperti penggunaan diet buatan. Tambahan pula, laporan atau penerbitan berkaitan pembangunan embrio, kaedah pembesaran larva dan pengeluaran mana-mana juvenil ikan inggu di Malaysia masih kurang (Ismail et al. 2023). Menurut Kaiser, Endemann dan Paulet (2003), pembangunan diet buatan adalah sangat sedikit berbanding dengan makanan semula jadi walaupun pemakanan diet buatan telah dirumuskan khas supaya menyediakan semua keperluan nutrien untuk pertumbuhan dan perkembangan (Fitriadi, Palupi & Nurwahyuni 2022). Namun, ikan inggu hidup dalam sistem hierarki yang menyebabkan mereka sentiasa ada persaingan dengan ikan lain yang bukan dominan dalam pengambilan diet. Pemberian makanan yang berlebihan kepada ikan inggu boleh menyebabkan larut lesap nutrien.

Namun diet yang tidak mencukupi boleh menyebabkan ikan inggu kelaparan dan kurang membesar (Hassan et al. 2021). Kajian ini bertujuan untuk menentukan kekerapan optimum dalam pemberian makanan kepada ikan inggu bagi memastikan terdapat pertumbuhan ikan walaupun hanya menggunakan diet buatan sahaja. Oleh itu, kajian kekerapan makanan kepada ikan inggu penting bagi memastikan pertumbuhan maksimum ikan inggu dan pengurangan pembaziran terhadap makanan. Oleh itu, penternak juga dapat menentukan saiz dan tumbesaran ikan dari semasa ke semasa, sekali gus dapat meningkatkan pendapatan mereka dan mengurangkan kos operasi.

BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

Uji kaji telah dijalankan di Makmal Sains Marin Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor. Sebanyak 40 ekor sampel ikan dengan saiz purata sampel $3.891 \text{ g} \pm 0.573 \text{ g}$ berat basah dan $6.106 \text{ cm} \pm 0.313 \text{ cm}$ panjang piawai diperolehi daripada peniaga ikan hiasan tempatan. Sampel telah dikuarantin bagi menyingkirkan parasit yang terdapat pada ikan inggu dan proses penyuaian iklim dalam 2 tangki segi empat tepat berkapasiti 55 L dan 103 L, selama tiga minggu dan disuai iklim dengan keadaan makmal pada suhu $26\text{--}27 \text{ }^\circ\text{C}$. Sebanyak 25 ekor ikan ditempatkan di dalam tangki berkapasiti 103 L manakala selebihnya ditempatkan di dalam tangki berkapasiti 55 L. Hal ini bagi memastikan saiz tangki yang digunakan adalah optimum bagi tumbesaran ikan inggu bagi mengelakkan persaingan dan wujudnya hierarki dalam tangki tersebut. Semasa tempoh kuarantin ikan direndam dalam larutan Nifurpirinol (JBL Forehand) bertujuan untuk merawat semua jenis penyakit disebabkan bakteria dan parasit di samping bertindak sebagai antibiotik untuk ikan. Kualiti air diukur setiap dua minggu menggunakan kit ujian (Sera GnH, D52518 Hinesburg, Jerman). Oksigen terlarut kekal melebihi 6.0 mg/L , pH berjulat antara 8.0 hingga 8.4, ammonia (NH_4/NH_3) dan nitrit (NO_2^-) tidak melebihi 0.1 mg/L , nitrat (NO_3^-) di bawah 25 mg/L serta ketidapan air pada $8\text{--}12 \text{ dKH}$. Saliniti diukur setiap minggu menggunakan refraktometer dan dikekalkan pada 30 ppt. Selepas proses penyesuaian iklim dan kuarantin, sampel ikan dipindahkan ke tangki uji kaji yang bersaiz 109 L yang dilengkapi dengan sistem penapisan kitaran semula biologi dengan fotokala 12 cahaya: 12 gelap.

KAEDAH PEMAKANAN

Selepas proses suai iklim dan kuarantin, ikan dibahagikan kepada lapan kumpulan (A, B, C, D, E, F, G dan H) dengan empat frekuensi pemakanan yang berbeza (Jadual 1). Ikan diberi makan pada jarak masa 3 hingga 9 jam kerana proses pencernaan makanan bagi ikan inggu dikesan seawal 4 jam

JADUAL 1. Frekuensi pemakanan bagi *Amphiprion ocellaris* mengikut kekerapan dan masa pemberian makanan bagi setiap tangki uji kaji

Tangki	Kekerapan pemakanan sehari	Masa pemberian makanan
A & B	1	8am
C & D	2	8am, 5pm
E & F	3	8am, 1pm, 5pm
G & H	4	8am, 11am, 2pm, 5pm

(Khoo & Mazlan 2014). Setiap kumpulan mengandungi dua tangki yang berisi ekor 4-5 ikan setiap satu. Pada permulaan kajian, sampel dibiarkan berpuasa selama 36 jam untuk memastikan perut mereka kosong (Khoo, Das & Ghaffar 2019). Panjang (cm) dan berat (g) awal setiap ikan diukur. Kemudian, ikan diberi makan mengikut kekerapan yang ditetapkan di dalam Jadual 1 sehingga kenyang, iaitu apabila ikan berhenti mengambil makanan (Árnason, Björnsson & Steinarsson 2009). Ikan diberi makan pada waktu siang kerana menurut kajian Hobson (1972), kebanyakan ikan terumbu tropika adalah bersifat diurnal iaitu aktif pada waktu siang dan akan mencari makanan pada waktu siang. Jenis makanan yang diberikan adalah *Ocean Nutrition, Formula One*. Makanan ini digunakan kerana nilai nutrisi dan palet mudah diperoleh. Produk ini menawarkan kandungan protein tinggi serta menggunakan bahan makanan laut segar, yang menyerupai diet semula jadi ikan marin, sesuai untuk pertumbuhan, vitaliti dan warna yang lebih baik. Selain itu, direka sebagai pelet lembut, lembap, serta tenggelam secara perlahan, ia menyokong pencernaan yang lebih cekap dan mengurangkan sisa, yang seterusnya membantu mengekalkan kualiti air. Tambahan pula, ia meminimumkan pengaburan air dan menyumbang kepada persekitaran akuarium yang lebih bersih. Jumlah makanan yang diberi dikira berdasarkan berat makanan ikan bagi setiap biji sebanyak 0.0015 g.

PENGIRAAN PERTUMBUHAN IKAN

Setiap dua minggu, sepanjang tempoh 24 minggu yang bersamaan dengan enam bulan uji kaji, panjang badan setiap sampel diukur menggunakan papan pembaris (pengukur ikan dan berat basah) ditimbang menggunakan penimbang analitik. Bagi mendapatkan kadar pertambahan saiz setiap sampel ikan, ikan diukur setiap dua minggu sekali kerana tiada pertumbuhan yang ketara pada pengukuran seminggu. Tambahan pula, ikan yang ditimbang terlalu kerap boleh menyebabkan ikan stres dan kurang makan apabila jadual pengambilan makanan disambung semula (Lestari & Syukriah 2020). Bagi setiap ikan yang mati, saiz ikan akan direkodkan pada hari kematiannya dan ikan yang

mati sewaktu pertengahan kajian dijalankan tidak akan diganti kerana sifat semula jadi ikan inggu membentuk hierarki. Bagi menentukan penggunaan sumber makanan yang baik (Keri, Aziz & Abol-Munafi 2011) pengiraan kadar pertumbuhan khusus (SGR) dilakukan berdasarkan formula berikut:

$$SGR = \frac{\ln(L_f - L_i)}{t} \times 100$$

dengan L_i ialah jumlah berat awal (g); L_f ialah jumlah berat akhir (g); dan t ialah bilangan hari antara W_i dan W_f .

Nisbah penukaran makanan (FCR) (Gandotra et al. 2014) dan kecekapan pemakanan (FE) (Oliveira et al., 2021) dikira berdasarkan formula berikut:

$$FCR = \frac{\text{Jumlah berat makanan ikan yang dimakan}}{\text{Jumlah berat ikan yang diperoleh selepas makan}}$$

$$FE = \frac{(W_f - W_i)}{\text{jumlah berat makanan yang diambil (g)}}$$

dengan W_i ialah jumlah berat awal (g) dan W_f ialah jumlah berat akhir (g).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

TUMBESARAN BERAT DAN PANJANG IKAN INGGU

Berdasarkan Rajah 1, tumbesaran ikan meningkat pada 8 minggu pertama dan kian perlahan pada minggu-minggu berikutnya. Secara am, ikan inggu membesar dengan agak perlahan dan tidak mencapai saiz maksimum sehingga berusia tiga tahun (Kearney & Jusup 2023). Ikan inggu akan membentuk sistem reproduksi pada bulan kelima atau keenam dan selepas dua tahun ikan yang paling dominan akan berubah jantina menjadi betina (Buston & Elith 2011; Roux et al. 2021). Apabila sistem reproduksi mulai terbentuk, tumbesaran ikan akan perlahan kerana tenaga akan digunakan bagi proses pembentukan sistem reproduksi tersebut (Koeleman 2017). Selain itu, bagi pemakanan satu

kali makan sehari, kadar peratusan hidup paling rendah direkodkan. Sebagai contoh, penyelidikan ke atas benih ikan bass Asia menunjukkan bahawa mereka yang diberi makan tiga kali sehari mempunyai penunjuk pertumbuhan dan kadar kelangsungan hidup terbaik berbanding mereka yang diberi makan sekali sehari, yang merekodkan parameter terendah dalam aspek ini (Hassan et al. 2021). Bagi setiap ikan yang mati, saiz ikan akan direkodkan pada hari kematiannya dan ikan yang mati sewaktu pertengahan kajian dijalankan tidak akan diganti kerana sifat semula jadi ikan inggu membentuk hierarki dan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang dinamik populasi dan kesan kematian pada ikan yang tinggal (Pauly 1983). Makanan yang diperoleh oleh ikan pada kekerapan tersebut tidak mencukupi untuk membekalkan tenaga sehingga keesokan harinya. Ikan memerlukan bekalan tenaga yang mencukupi untuk mengekalkan metabolisme dan kesihatan umum mereka, ini boleh disebabkan oleh pemakanan yang kurang. Ikan yang kekurangan tenaga mungkin mempunyai kadar kematian yang lebih tinggi kerana mereka tidak dapat mencapai keperluan fisiologi mereka (Campelo et al. 2019). Makanan yang dicerna bertujuan untuk menghasilkan tenaga, terutamanya bagi ikan bukan dominan yang memerlukan banyak tenaga untuk mengelakkan ikan dominan daripada menyerang ikan bukan dominan.

Berdasarkan Rajah 1, kenaikan panjang yang tertinggi untuk kekerapan satu kali makan adalah pada minggu kelapan. Ini kerana pada minggu tersebut ikan yang dominan terbentuk. Ikan inggu adalah bersifat kewilayahan (territorial) dengan ikan dominan akan menjadi lebih agresif, berebut makanan dan menyerang ikan lain. Ini disokong oleh Gao et al. (2022) yang melaporkan kekerapan pemberian makanan yang lebih rendah meningkatkan tingkah laku agresif ikan dan kecenderungan untuk menyerang ikan adalah tinggi, termasuklah persaingan untuk merebut makanan. Kesemua kadar kekerapan makanan menunjukkan peningkatan dan graf bercorak meningkat secara beransur-ansur.

NISBAH PENUKARAN MAKANAN (FCR)

Nisbah penukaran makanan (FCR) dikira untuk menilai penggunaan makanan yang diberikan kepada ikan. Semakin rendah FCR, semakin tinggi berat badan yang diperoleh daripada makanan yang diambil. Maka semakin rendah nilai FCR menunjukkan hasil kecekapan yang lebih tinggi. Berdasarkan Rajah 2, FCR yang paling rendah adalah bagi kekerapan pemakanan tiga kali sehari dengan nilai 3.146 ± 2.370 dan FCR yang paling tinggi adalah bagi kekerapan empat kali sehari (3.646 ± 2.310). Nisbah penukaran makanan bagi dua kali makan adalah kedua yang terendah iaitu 3.546 ± 3.01 kerana ikan yang diperoleh bagi

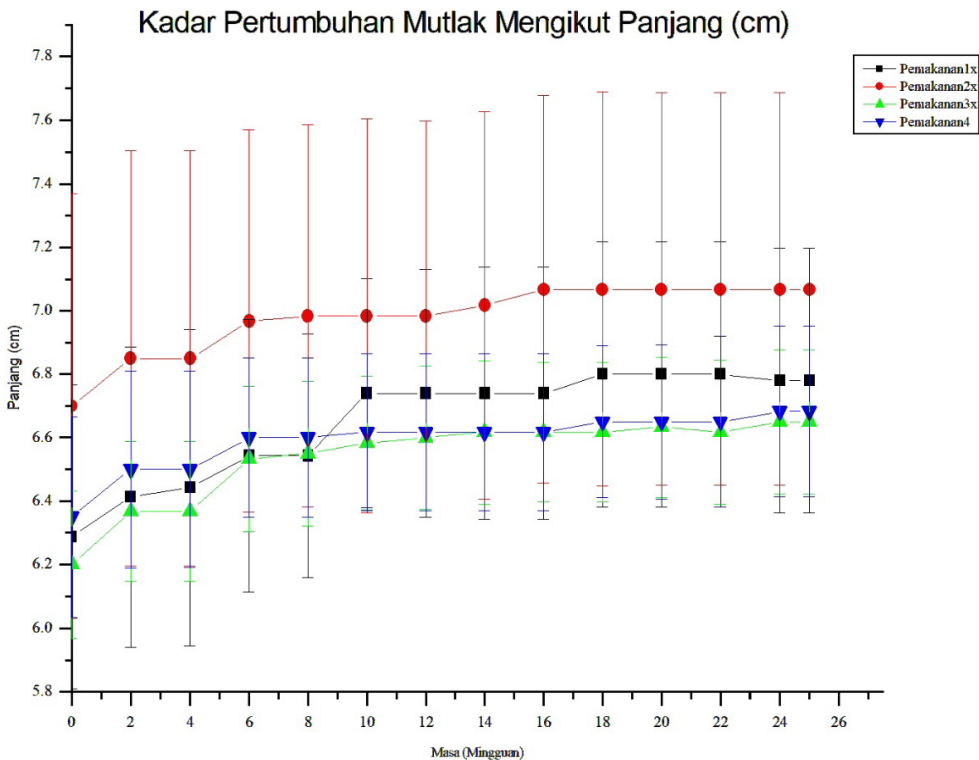
kekerapan ini adalah paling besar iaitu 4.011 ± 1.332 g dan 6.169 ± 0.801 cm. Disebabkan itu, nutrisi yang diambil akan digunakan untuk proses membentuk sistem reproduksi. Semasa tempoh persenyawaan ikan jantan yang dominan akan menghalang lain-lain ikan jantan untuk mengawan bersama ikan betina yang dominan (Casadevall et al. 2009).

Pemberian makanan empat kali sehari memberikan jumlah pemakanan yang diambil tertinggi pada 98.948 ± 6.545 , namun ia tidak menghasilkan tumbesaran yang terbaik. Cho, Slinger & Bayley (1982) melaporkan makanan digunakan untuk menghasilkan tenaga fizikal dan tumbesaran. Kekerapan memberi makan empat kali sehari membawa kepada lebih makanan yang boleh menyebabkan ikan menjadi tertekan. Ini kerana makanan akan ditukarkan kepada tenaga bagi melakukan aktiviti fizikal tanpa meningkatkan tumbesaran ikan. Di samping itu, makan secara kerap menyebabkan pengumpulan lemak dan karbohidrat yang berlebihan (Gao et al. 2022). Hasilnya menunjukkan pertumbuhan paling sedikit dalam saiz. Peningkatan tekanan oksidatif dan pengimunotindasan boleh disebabkan oleh kekerapan pemakanan yang tinggi (Fan et al. 2017). Pemberian terlalu banyak makanan boleh menyebabkan ketoksikan air yang tidak mempunyai sebarang faedah, bahkan hanya akan menyebabkan pembaziran dalam sistem akuakultur.

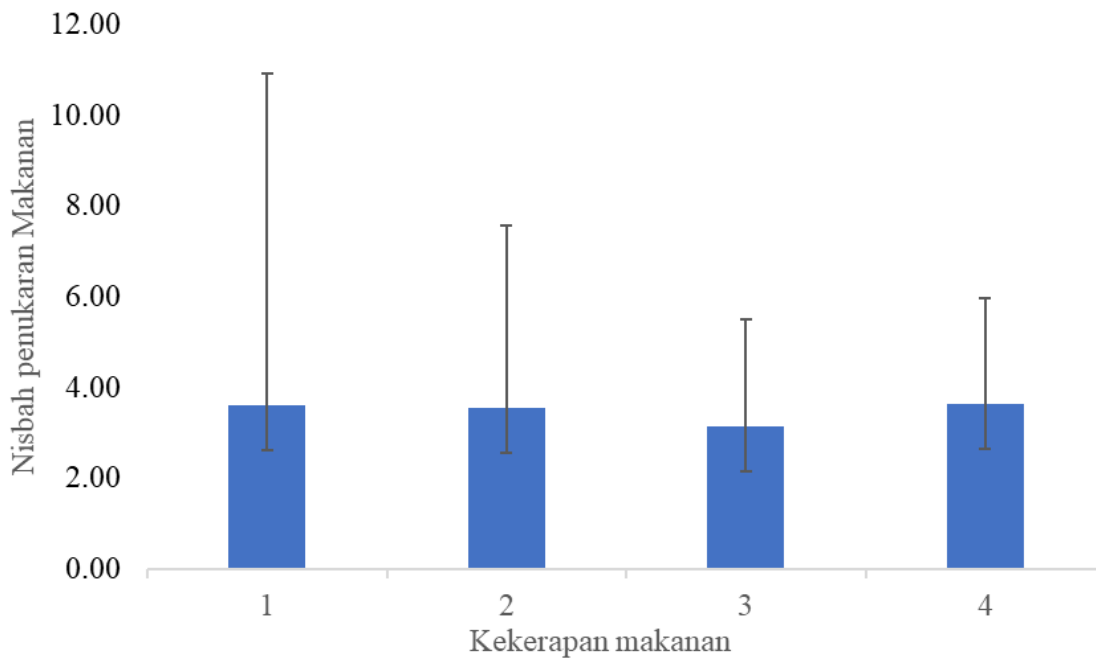
KADAR PERTUMBUHAN KHUSUS (SGR)

Tumbesaran dan komposisi berat badan dipengaruhi oleh kadar pemberian makanan kerana terdapat perbezaan dalam kecekapan penukaran yang disebabkan oleh potensi tumbesaran setiap spesies ikan (Lupatsch et al. 2013). Justeru, dalam sebuah koloni ikan akan terdapat saiz yang berlainan berdasarkan sistem hierarki semula jadi dalam koloni ikan tersebut (Buston 2003). Peratusan SGR dikira dalam asas pertambahan berat. Namun secara amnya, spesies ikan hiasan dijual mengikut bilangan dan digredkan mengikut saiz, bukannya mengikut berat (Chambel et al. 2015). Dalam kajian ini, kadar tumbesaran ikan diukur berdasarkan peningkatan saiz dan bukannya berat badan ikan. Peningkatan saiz ikan inggu adalah sangat sedikit kerana saiz maksimum bagi *Amphiprion ocellaris* adalah 11 cm pada usia 17 tahun iaitu meningkat satu atau separuh inci dalam jangka masa setahun. Tabiat pemakanan khusus spesies dan anatomi sistem pencernaan sangat mempengaruhi tindak balas ikan terhadap pemakanan harian (Sahm et al. 2019). Ia menyokong hasil kajian ini yang dijalankan dalam tempoh 24 minggu (6 bulan) dengan peningkatan sebanyak 0.316 cm - 0.388 cm.

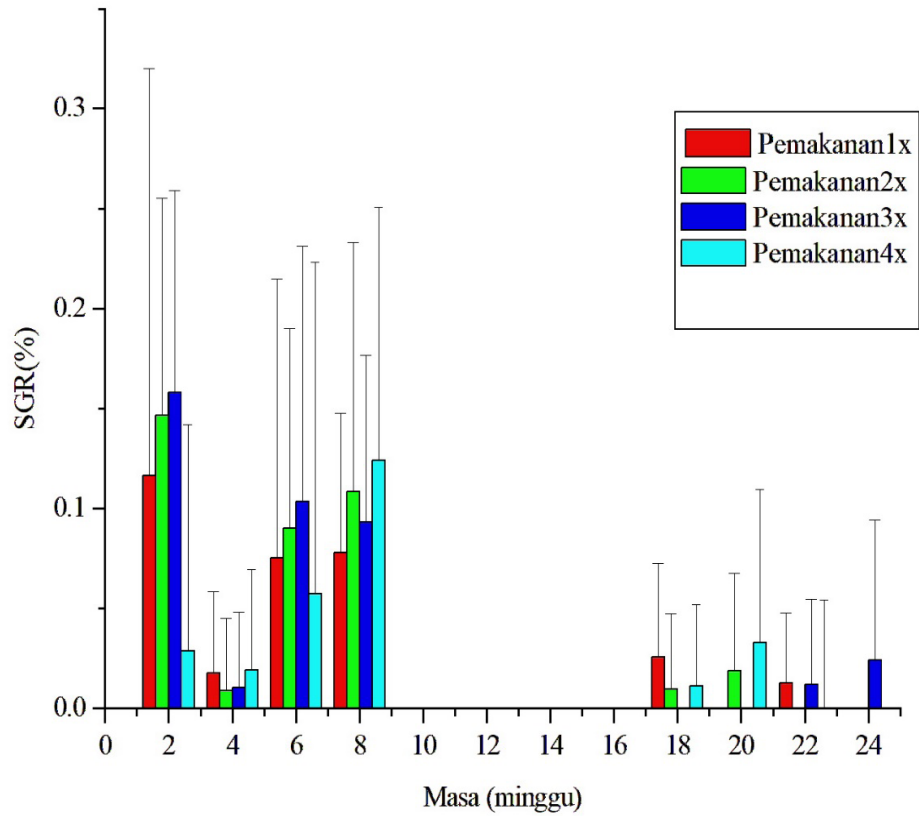
Peratusan SGR setiap minggu yang diperoleh dalam kajian ini adalah sebanyak 0.038% - 0.030% (Rajah 3). Nilai SGR bagi kesemua kekerapan makanan meningkat di awal tempoh uji kaji. Peningkatan saiz ikan adalah sangat tinggi



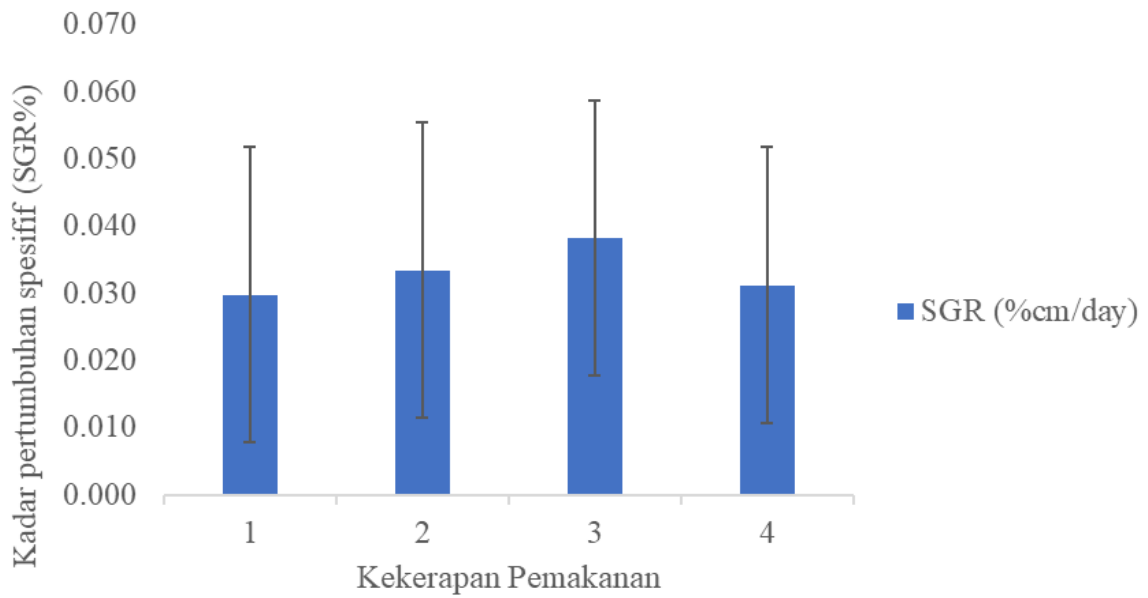
RAJAH 1. Corak pertumbuhan (cm) mingguan bagi *Amphiprion ocellaris*



RAJAH 2. Nisbah penukaran makanan bagi setiap kekerapan makanan yang berbeza mengikut kumpulan bagi *Amphiprion ocellaris*



RAJAH 3. Kadar Pertumbuhan Khusus (SGR) bagi pertambahan panjang (cm) *Amphiprion ocellaris* setiap minggu



RAJAH 4. Kadar Pertumbuhan Khusus (SGR) berbanding kekerapan pemakanan ikan

pada minggu pertama dan kedua kerana secara umumnya di habitat liar ikan biasanya terdedah dengan masalah makanan yang terhad dan akibatnya telah mengembangkan mekanisme untuk menghadapi ketersediaan makanan yang terhad iaitu dengan pengambilan makanan yang banyak (Fu, Xie & Cao 2005; Ntantali et al. 2023). Pada minggu keempat dan ke-22 terdapat penurunan ketara pada peratusan SGR ikan. Rahman dan Arifuzzaman (2021) melaporkan penurunan boleh berlaku pada peringkat berat badan tertentu. Pada minggu ke-10 hingga ke-16 tiada kenaikan atau penurunan peratusan SGR. Ini kerana ikan pada ketika ini berada pada fasa pembentukan hierarki yang ketara. Oleh demikian itu, ikan yang bukan dominan hanya mengambil makanan secara tersorok dan mengelak diserang oleh ikan dominan. Ikan dominan mendapat pertumbuhan yang tinggi dan hasil kajian diambil secara purata jadi tiada pertumbuhan secara purata direkodkan. Mengikut Rajah 4, secara keseluruhan, peratusan kenaikan pertumbuhan khusus yang tertinggi adalah pada kadar tiga kali makan iaitu $0.030 \pm 0.022\%$ per hari iaitu memberi makna makanan yang diberikan mengikut masa adalah mencukupi.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian ini, kekerapan makan sebanyak tiga kali sehari iaitu pagi, tengahari dan petang merupakan kaedah yang cekap kerana nilai kadar pertumbuhan yang tinggi serta nilai nisbah penukaran yang paling minimum diperolehi. Ikan inggu mempunyai tumbesaran semasa yang kecil. Kadar tumbesaran semakin perlahan dengan peningkatan usia. Di samping itu, dengan pemberian makan 3 kali sehari dapat mengurangkan persaingan atau kebarangkalian yang bukan dominan tidak dapat mengambil makanan. Kekerapan makanan memberi impak yang ketara pada semua peringkat usia. Pemakanan yang terlalu kerap hanya akan meningkatkan pencemaran dan penukaran air.

PENGHARGAAN

Pengarang mengucapkan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia atas geran penyelidikan GGPM-2019-019. Selain itu, terima kasih diucapkan kepada semua staf dan juruteknik makmal Sains Laut, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) atas usaha dan sokongan yang diberikan sepanjang kajian dijalankan.

RUJUKAN

- Árnason, T., Björnsson, B. & Steinarsson, A. 2009. Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: Effects of temperature and body weight. *Journal of Applied Ichthyology* 4(25): 401-406.
- Bee Hui Soh, Lim Ghee-Thean & Soo Y. Chua. 2022. Is Malaysian fish export competitive compared with that of other ASEAN countries? *International Journal of Economics, Management and Accounting* 30(1): 175-201.
- Buston, P. 2003. Size and growth modification in clownfish. *Nature* 424(6945): 145-146.
- Buston, P.M. & Elith, J. 2011. Determinants of reproductive success in dominant pairs of clownfish: A boosted regression tree analysis. *Journal of Animal Ecology* 80(3): 528-538.
- Campelo, D.A.V., Marques, M.H.C., Marim, O.P., de Moura, L.B., Eiras, B.J.C.F., Brabo, M.F. & Veras, G.C. 2019. Effects of feeding rates and feeding frequencies on growth performance, uniformity of the batch and survival rate of Amazon ornamental fish larvae. *International Journal of Fisheries and Aquaculture* 11(2): 23-28.
- Casadevall, M., Delgado Sureda, E., Colleye, O., Ber Monserrat, S. & Parmentier, E. 2009. Histological study of the sex-change in the skunk clownfish *Amphiprion akallopisos*. *The Open Fish Science Journal* 2: 55-58.
- Cho, C., Slinger, S. & Bayley, H. 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochemistry Physiology Part B: Comparative Biochemistry* 73(1): 25-41.
- Chambel, J., Severiano, V., Baptista, T., Mendes, S., & Pedrosa, R. (2015). Effect of stocking density and different diets on growth of *Percula Clownfish*, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). *Springerplus* 4: 1-7.
- Fan, X., Li, M., Yuan, L., Lai, H., Song, M., Wang, R. & Zheng, R. 2017. Effects of feeding frequency on the enzymes and genes involved in oxidative stress in juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson) exposed to ammonia. *Aquaculture Research* 12(48): 5874-5882.
- Fitriadi, R., Palupi, M. & Nurwahyuni, R. 2022. Growth performance and feed utilization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with diets containing animal protein source from expired sausage. *Sains Malaysiana* 51(9): 2763-2774.
- Fu, S.J., Xie, X.J. & Cao, Z.D. 2005. Effect of fasting on resting metabolic rate and postprandial metabolic response in *Silurus meridionalis*. *J. Fish Biol.* 67(1): 279-285.
- Gandotra, R., Parihar, D.S., Koul, M., Gupta, V. & Kumari, R. 2014. Effect of varying dietary protein levels on growth, feed conversion efficiency (FCE) and feed conversion ratio (FCR) of *Catla catla* (HAM.) fry. *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary* 2(1): 28-35.
- Gao, B., Zhang, X., Zhang, Y., Li, S., Lu, L., Xu, D. & Liu, X. 2022. Effects of dietary carbohydrate levels on the growth, glycometabolism, antioxidant capacity and metabolome of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture Research* 10(53): 3748-3758.

- Hassan, H.U., Ali, Q.M., Khan, W., Masood, Z., Abdel-Aziz, M.F.A., Shah, M.I.A., Gabol, K., Wattoo, J., Mahmood Chatta, A., Kamal, M., Zulfiqar, T. & Hossain, M.Y. 2021. Effect of feeding frequency as a rearing system on biological performance, survival, body chemical composition and economic efficiency of Asian seabass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) reared under controlled environmental conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences* 28(12): 7360-7366.
- Hobson, E.S. 1972. Activity of Hawaiian reef fishes during the evening and morning transitions between daylight and darkness. *Fishery Bulletin* 70(3): 715-740.
- Ismail, M.S., Khoo, M.L., Ma'mor, D.B. & Christianus, A. 2023. Breeding and hybridization of clownfish *Amphiprion ephippium* x *Amphiprion melanopus* in captivity. *Journal of Tropical Agricultural Science* 46(1): JTAS-2536-2022.
- Jumatli, A. & Ismail, M.S. 2021. Promotion of sustainable aquaculture in Malaysia. In *Proceedings of the International Workshop on the Promotion of Sustainable Aquaculture, Aquatic Animal Health and Resource Enhancement in Southeast Asia*, 25-27 June 2019, Tigbauan, Iloilo City, Philippines edited by Aya, F.A., de la Peña, L.D., Salayo, N.D. & Tendencia, E.A. Tigbauan, Iloilo, Philippines: Southeast Asian Fisheries Development Center. hlm. 31-40.
- Kaiser, H., Endemann, F. & Paulet, G. 2003. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius Auratus* (L.). *Aquaculture Research* 34: 943-950.
- Kearney, M.R. & Jusup, M. 2023. Comment on "Metabolic scaling is the product of life-history optimization". *Science* 380: 6643.
- Keri, A.I., Aziz, A. & Abol-Munafi, A.B. 2011. Condition factor as an indicator of growth and feeding intensity of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) fed on different levels of maltose. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 11(4): 559-563.
- Khoo, M.L. & Mazlan, A.G. 2014. Estimation of gastric emptying time (GET) in clownfish (*Amphiprion ocellaris*) using x-radiography technique. *AIP Proceedings* 1614: 624-628.
- Khoo, M.L., Das, S.K. & Ghaffar, A.M. 2019. Gastric emptying and the enzymatic activity in the stomach of *Amphiprion ocellaris* fed on artificial diet. *Sains Malaysiana* 48(1): 1-6.
- Koeleman, E. 2017. *Fish Growth by Adding Reproduction Inhibitors*. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/fish-growth-by-adding-reproduction-inhibitors/> (Diakses pada 26 September 2023).
- Lestari, D.F. & Syukriah. 2020. Manajemen stres pada ikan untuk akuakultur berkelanjutan. *Jurnal Ahli Muda Indonesia (JAMI)* 1(1): 97-105.
- Lupatsch, I., Floyd, R., Shields, R. & Snellgrove, D. 2013. Feed requirements for maintenance and growth of anemone clownfish *Amphiprion percula*. *Isr. J. Aquac. Bamidgeh* 65: 1-9.
- Madhu, K., Rema, M., Gopakumar, G. & Sasidharan, C.S. 2006. Breeding, larval rearing and seed production of maroon clown *Premnas biaculeatus* under captive conditions. *Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series* 190: 1-5.
- Militz, T.A. & Foale, S. 2017. The "Nemo Effect": Perception and reality of Finding Nemo's impact on the marine aquarium fisheries. *Fish and Fisheries* 18(3): 596-606.
- Muhamad, N.A. & Mohamad, J. 2012. Fatty acids composition of selected Malaysian fishes. *Sains Malaysiana* 41(1): 81-94.
- Ntantal, O., Malandrakis, E.E., Abbink, W., Bastiaansen, J., Chatzoglou, E., Karapanagiotidis, I.T., Golomazou, E. & Panagiotaki, P. 2023. Effects of short-term intermittent fasting on growth performance, fatty acids profile, glycolysis and cholesterol synthesis gene expression in European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Fishes* 8(12): 582.
- Oliveira, L.K., Pilz, L., Furtado, P.S., Ballester, E.L.C. & de A. Bicudo, Á.J. 2021. Growth, nutritional efficiency, and profitability of juvenile GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in biofloc system on graded feeding rates. *Aquaculture* 541: 736830.
- Othman, M.F., Hashim, M., Eim, Y.M., Azmai, M.N.A., Iksan, N., Ho, G.C. & Merican, Z. 2017. Transforming the aquaculture industry in Malaysia. *World Aquac.* 48(2): 16-23.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (234). Food and Agriculture Organization of the United Nations. hlm. 52.
- Rahman, M. & Arifuzzaman, M. 2021. An experiment on growth performance, specific growth rate (SGR) and feed conversion ratio (FCR) of rohu (*Labeo rohita*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tank based intensive aquaculture system. *Int. J. Aquac. Fish. Sci.* 7: 35-41.
- Roux, N., Logeux, V., Trouillard, N., Pillot, R., Magré, K., Salis, P., Lecchini, D., Besseau, L., Laudet, V. & Romans, P. 2021. A star is born again: Methods for larval rearing of an emerging model organism, the false clownfish *Amphiprion ocellaris*. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* 336(4): 376-385.

- Sahm, A., Almada-Pagán, P., Bens, M., Mutalipassi, M., Lucas-Sánchez, A., De Costa Ruiz, J., Görlach, M. & Cellerino, A. 2019. Analysis of the coding sequences of clownfish reveals molecular convergence in the evolution of lifespan. *BMC Evolutionary Biology* 19(1): 1-12.
- Wood, E.M. 2001. *Collection of Coral Reef Fish for Aquaria: Global Trade, Conservation Issues and Management Strategies*. Herefordshire: Marine Conservation Society. hlm. 80.
- *Pengarang untuk surat-menyurat; email: meilingkhoo@ukm.edu.my