

## APLIKASI ENZIM PAPAIN DALAM PAKAN BUATAN SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN UPAYA PERCEPATAN PRODUKSI LELE SANGKURIANG DI KAWASAN KAMPUNG LELE DESA WONOSARI

Diana Rachmawati, Johannes Hutabarat, Istiyanto Samidjan

Program Studi Budidaya Perairan, FPIK, UNDIP  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang-Semarang, 50275  
E-mail: dianarachmawati1964@gmail.com

### ABSTRAK

Pakan merupakan salah satu permasalahan dalam budidaya ikan lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Pakan buatan mengandung protein yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ikan. Salah satu solusi untuk meningkatkan penyerapan protein dengan penambahan enzim papain. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan enzim papain pada pakan buatan sebagai pemacu pertumbuhan upaya percepatan produksi lele Sangkuriang di kawasan kampung lele Desa Wonosari, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Ikan uji adalah benih lele Sangkuriang bobot rata-rata  $4,23 \pm 0,30$  g/ekor dengan kepadatan 1 ekor/liter yang diperoleh dari Balai Benih Ikan Muntitan. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen, rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah penambahan papain dalam pakan buatan A (0%), B (0,75%), C (1,5%) dan D (2,25%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim papain dalam pakan buatan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap laju pertumbuhan relatif, efisiensi pemanfaatan pakan, rasio efisiensi protein, namun tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kelulushidupan. Penambahan enzim papain pada pakan buatan dapat meningkatkan pertumbuhan benih lele Sangkuriang. Dosis enzim papain sebesar 2,25%/kg pakan merupakan dosis terbaik untuk pertumbuhan benih lele Sangkuriang. Parameter kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran yang layak bagi budidaya benih lele Sangkuriang.

**Kata Kunci:** Enzim papain, pakan buatan, pertumbuhan, lele Sangkuriang

### PENDAHULUAN

Budidaya ikan lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) telah dilakukan oleh pembudidaya ikan di kawasan kampung lele Desa Wonosari, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Kegiatan tersebut cukup berarti dalam menopang kehidupan ekonomi pembudidaya. Namun, kelompok pembudidaya ikan tersebut pada umumnya masih melakukan kegiatan budidaya lele sangkuriang secara tradisional, terutama dalam menjaga kualitas pakan buatan yang diberikan. Upaya peningkatan kualitas pakan buatan terus ditingkatkan agar penggunaannya lebih efisien akan menurunkan biaya produksi.

Menurut Watanabe (1988), pertumbuhan ikan sangat erat kaitannya dengan ketersediaan protein dalam pakan. Protein adalah nutrisi penting dalam pakan ikan (De Silva *et al.*, 1987). Protein berfungsi sebagai komponen struktural penyusun sel dan jaringan tubuh baru untuk pertumbuhan. Kualitas protein pakan, terutama ditentukan oleh kandungan asam amino esensialnya, semakin rendah kandungan asam amino esensialnya maka mutu protein semakin rendah pula (Indah, 2007).

Penelitian dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan enzim papain pada pakan buatan sebagai pemacu pertumbuhan upaya percepatan produksi lele Sangkuriang di kawasan kampung lele Desa Wonosari, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Papain merupakan protease yang mampu menghidrolisis protein menjadi peptide atau asam amino. Enzim papain merupakan enzim protease yang terdapat pada getah pepaya. Enzim tersebut digunakan untuk pemecahan atau penguraian yang sempurna ikatan peptida dalam protein sehingga protein terurai menjadi ikatan peptida yang lebih sederhana karena papain mampu mengkatalis reaksi-reaksi hidrolisis suatu substrat (Muchtadi *et al.*, 1992). Penelitian memanfaatkan enzim papain untuk meningkatkan pemanfaatan protein pakan buatan beberapa spesies antara lain ikan mas (Singh *et al.*, 2011), udang galah (Manush *et al.*, 2013), *Macrobrachium rosenbergii* (Patil and Singh, 2014), *Labeo rohita* (Khatai *et al.*, 2016). Output yang diinginkan dari penelitian ini adalah suatu komposisi pakan dengan pemberian enzim papain pada konsentrasi yang tepat agar dihasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang terbaik. Setelah diperoleh hasil output yang diinginkan, maka dapat dilakukan suatu rekomendasi mengenai pemberian enzim papain dengan konsentrasi yang tepat untuk dapat diaplikasikan pada kegiatan budidaya.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April s/d Juni 2016 di kawasan kampung lele Desa Wonosari, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih lele Sangkuriang dengan bobot rata-rata  $4,23 \pm 0,30$  g/ekor dengan padat penebaran sebesar 1 ekor/L. Ikan uji dipilih dengan kriteria keseragaman bobot, kelengkapan organ tubuh dan sehat. Pengadaptasian ikan uji ini dilakukan sampai ikan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru dan terbiasa dengan pakan uji yang diberikan selama satu minggu. Pemuaian pada ikan uji selama satu hari dilakukan sebelum penelitian untuk menetralkan sisa-sisa metabolisme pakan sebelumnya, sehingga pada awal perlakuan didapatkan bobot awal yang akurat dan tidak terpengaruh sisa-sisa metabolisme pakan sebelumnya. Pakan uji diberikan secara *at satiation* dengan pemberian pakan tiga kali sehari. Sampling untuk mengetahui pertambahan bobot ikan uji dilakukan seminggu sekali selama 42 hari.

Wadah pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember plastik dengan ukuran 14L sebanyak 12 buah ditutup dengan waring supaya ikan uji tidak loncat. Wadah pemeliharaan dilengkapi dengan selang aerasi, *blower*, batu aerasi, dan pipa paralon yang digunakan untuk mensuplai oksigen ke dalam media. Kualitas air harus tetap terjaga selama penelitian, untuk itu dilakukan pengecekan kualitas air yang terdiri dari DO (oksigen terlarut), pH, dan suhu menggunakan alat pengukur kualitas air yaitu *water quality checker*. Penempatan posisi perlakuan pada wadah dilakukan secara acak.

Pakan uji berupa pakan buatan komersial bentuk pellet mengandung protein sebanyak 30% (SNI, 2000) ditambahkan enzim papain dengan cara spray sesuai perlakuan, yaitu A (0%/kg pakan), B (1,125%/kg pakan), C (2,25%/kg pakan) dan D (3,375%/kg pakan). Penentuan dosis enzim papain dalam penelitian ini memodifikasi hasil penelitian Singh *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa dosis enzim papain sebesar 2%/kg pakan merupakan dosis terbaik untuk performa pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*).

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, Rancangan Acak lengkap (RAL), 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Laju pertumbuhan spesifik (SGR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi ratio (PER) dan kelulushidupan (SR) digunakan sebagai parameter yang dievaluasi. Data yang diperoleh dianalisa dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila hasil analisis ragam berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) atau berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) maka dilakukan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antara perlakuan (Steel and Torrie, 1993). Parameter kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), pH dilakukan setiap hari dan pengukuran amonia ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ) dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

Laju pertumbuhan spesifik dalam penelitian ini dapat dihitung menggunakan rumus Steffens (1989) sebagai berikut:

$$\text{SGR} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

- SGR = Laju pertumbuhan spesifik (SGR)
- $W_0$  = Bobot ikan patin pada awal penelitian (g)
- $W_t$  = Bobot patin pada akhir penelitian (g)
- t = Lama penelitian (hari)

Perhitungan nilai protein efisiensi ratio (PER) menggunakan rumus Tacon (1987):

$$\text{PER} = \frac{W_t - W_0}{P_i} \times 100\%$$

Keterangan:

- PER = Protein Efisiensi Rasio (%)
- $W_t$  = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)
- $W_0$  = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)
- $P_i$  = Kandungan protein x pakan yang dikonsumsi ikan (%)

Efisiensi pemanfaatan pakan dihitung menggunakan rumus (Tacon, 1987):

$$\text{EPP} = \frac{W_t - W_0}{F} \times 100\%$$

Keterangan:

- EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)
- $W_t$  = Biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)
- $W_0$  = Biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)

F = Jumlah pakan ikan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Kelulushidupan (*Survival Rate*) dihitung dengan rumus (Effendie, 2002):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelulushidupan (%)  
N<sub>t</sub> = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)  
N<sub>0</sub> = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan benih lele Sangkuriang terjadi karena adanya pasokan energi yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi. Artinya energi dalam pakan tersebut melebihi kebutuhan energi untuk *maintenance* dan aktivitas tubuh lainnya, sehingga kelebihan energi itu dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Lovell (1989), bahwa sebelum terjadi pertumbuhan, kebutuhan energi untuk *maintenance* harus terpenuhi terlebih dahulu. Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa penambahan enzim papain dalam pakan buatan meningkatkan SGR benih lele Sangkuriang. Penambahan enzim papain pada pakan buatan dari dosis 1,125%/kg pakan sampai 3,375%/kg (perlakuan B, C dan D) memiliki nilai SGR semakin meningkat dibandingkan dengan perlakuan A (0%/kg pakan). Peningkatan laju pertumbuhan ikan terjadi setelah penambahan papain pada pakan buatan, hasil penelitian yang sama diperoleh Jackson *et al.* (1996) dan Vielma *et al.* (2002). Dengan demikian jelas dari penelitian ini bahwa papain meningkatkan ketersediaan protein oleh aktivitas proteolitik dengan demikian memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai SGR tertinggi adalah perlakuan C (enzim papain 2,25%/kg pakan) sebesar 2,19±0,02%/hari, hal ini diduga dosis tersebut merupakan dosis yang efektif benih lele Sangkuriang dapat memanfaatkan pakan yang diberikan dengan baik karena didukung oleh aktivitas protease papain dalam pakan. Penambahan enzim papain ini membantu menghasilkan asam amino lebih banyak sehingga pakan yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan dengan lebih efisien, karena pakan yang diberikan lebih dapat dimanfaatkan terutama untuk pertumbuhan. Hal ini diperkuat Hasan (2000) yang menyatakan bahwa kehadiran enzim dalam pakan buatan dapat membantu dan mempercepat proses pencernaan sehingga nutrisi dapat cukup tersedia untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Selanjutnya pendapat Miyamoto *et al.* (2004) yang mengemukakan bahwa papain dapat menghidrolisis lipid dan karbohidrat serta protein, dan telah terbukti memiliki aktivitas di berbagai pH dan suhu. Laju pertumbuhan yang tinggi berkaitan dengan efisiensi pakan yang tinggi pula (Huet, 1970). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan C (enzim papain 2,25%/kg pakan) disamping memiliki nilai SGR tertinggi juga nilai EPP tertinggi yaitu sebesar 2,19±0,02%/hari dan 91,25±3,56% (Tabel 2). Efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan penggunaan pakan yang efisien, sehingga hanya sedikit zat makanan yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Variabel yang Diamati Selama Penelitian

Data	Perlakuan			
	A	B	C	D
SGR (%/hari)	1,84±0,02 <sup>c</sup>	2,01±0,05 <sup>bc</sup>	2,19±0,02 <sup>a</sup>	1,94±0,03 <sup>a</sup>
EPP (%)	79,62±1,95 <sup>c</sup>	82,45±3,40 <sup>bc</sup>	91,25±3,56 <sup>a</sup>	81,97±4,35 <sup>a</sup>
PER	2,65±0,06 <sup>c</sup>	2,75±0,11 <sup>bc</sup>	3,04±0,12 <sup>a</sup>	2,73±0,14 <sup>a</sup>
SR (%)	86,67±5,77 <sup>a</sup>	90,00±6,13 <sup>a</sup>	96,67±5,77 <sup>a</sup>	90,00±6,13 <sup>a</sup>

Keterangan: Nilai dengan *Superscript* yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata

Hasil penelitian (Tabel 2) penambahan enzim papain dalam pakan buatan meningkatkan nilai EPP. Penambahan enzim eksogen papain pada pakan buatan (perlakuan B, C dan D) mengakibatkan peningkatan EPP bila dibandingkan dengan tanpa penambahan enzim papain (perlakuan A). Hal ini diduga dengan penambahan enzim papain pada pakan komersial dapat meningkatkan metabolisme ikan sehingga EPP maksimal. Enzim papain adalah enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi ikatan peptida pendek dalam pakan yang merupakan faktor kunci untuk meningkatkan daya cerna protein dan penyerapan cepat, dan membantu untuk meningkatkan faktor pertumbuhan (Wong *et al.*, 1996).

Nilai EPP tertinggi diperoleh perlakuan C (enzim papain 2,25%/kg pakan) sebesar 68,20±0,45%. Hal ini diduga dosis enzim papain sebesar 2,25%/kg pakan merupakan dosis yang efektif menghidrolisis

protein untuk peptida pendek dalam pakan sehingga EPP meningkat. Nilai EPP yang tinggi menunjukkan bahwa pakan memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara efisien untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Huet (1970), yang menyatakan bahwa efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan penggunaan pakan yang efisien, sehingga hanya sedikit protein yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan. Semakin tinggi nilai efisiensi protein suatu pakan berarti semakin efisien penggunaan protein pakan tersebut dalam menunjang pertumbuhan.

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2) nilai PER tertinggi pada perlakuan C sebesar  $3,04 \pm 0,12$  dan terendah pada perlakuan A sebesar  $2,65 \pm 0,06$ . Hal ini diduga pada perlakuan C pemanfaatan protein sangat efisien dengan adanya penambahan papain hingga dosis 2,25% dengan kandungan bahan aktif papain yang digunakan sebesar 2,38%, sehingga semakin banyak papain yang ditambahkan ke dalam pakan, maka semakin banyak protein yang dipecah menjadi peptida hingga asam amino. Semakin banyak protein yang dapat terhidrolisis menjadi asam amino, maka semakin banyak pula jumlah asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh (Muchtadi, 1989). Perlakuan A memiliki nilai terendah dibandingkan perlakuan lain diduga dengan tidak terdapatnya enzim papain sebagai enzim eksogen yang dapat membantu mempercepat proses hidrolisis protein dalam pakan, sehingga hanya sedikit protein yang dipecah menjadi asam amino dan semakin sedikit asam amino yang diserap oleh tubuh. PER menunjukkan nilai efisiensi protein yang dimanfaatkan oleh tubuh ikan. PER merupakan nilai yang menunjukkan jumlah bobot ikan yang dihasilkan dari tiap unit berat protein dalam pakan dengan asumsi bahwa semua protein digunakan untuk pertumbuhan. PER digunakan untuk mengukur kualitas protein dalam pakan (Hepher, 1988).

Hasil analisis ragam data menunjukkan penambahan enzim papain dalam pakan buatan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap SR benih lele Sangkuriang. Menurut Yakuputiya (2013), pakan bukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelulushidupan karena kelulushidupan itu sendiri dipengaruhi oleh penanganan awal terhadap ikan maupun kualitas media yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 2) kelulushidupan benih lele Sangkuriang dapat dikatakan tinggi. Tingginya nilai kelulushidupan ikan lele yang diperoleh dalam penelitian ini diduga parameter kualitas air selama pemeliharaan masih berada dalam batas kondisi optimum untuk keperluan budidaya sehingga layak bagi kelulushidupan benih lele Sangkuriang (Tabel 3). Menurut Hepher (1988), besar kecilnya kelulushidupan dipengaruhi oleh faktor internal yang meliputi jenis kelamin, keturunan, umur, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit dan faktor eksternal meliputi kualitas air, padat penebaran, jumlah dan komposisi kelengkapan asam amino dalam pakan.

Tabel 3. Data kualitas air media budidaya benih lele Sangkuriang selama penelitian

Kualitas Air	Perlakuan				Kelayakan
	A	B	C	D	
Suhu (°C)	26,4 – 30,2	26,6 – 30,0	26,6 – 30,0	26,5 – 30,0	25 – 30*
DO (mg/L)	3,52 – 3,85	3,55 – 3,86	3,53 – 3,85	3,43 – 3,67	3 – 5 *
pH	7,2 – 7,8	7,0 – 7,4	7,3 – 7,6	7,5 – 7,6	6,5 – 8*
Amonia (mg/L)	0,64 – 0,84	0,64 – 0,84	0,64 – 0,84	0,64 – 0,84	< 1*

Keterangan:

\*Robinette (1976)

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan enzim papain pada pakan buatan dapat mempercepat pertumbuhan benih lele Sangkuriang dan disarankan menambahkan enzim fitase sebesar 2,25%/kg pakan pada pakan buatan karena merupakan dosis terbaik untuk pertumbuhan benih lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ketua Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNDIP yang telah memberi dana melalui Sumber Dana PNPB DIPA Universitas Diponegoro No :SP DIPA – 042.01.2.400898/2016, tanggal 7 Desember 2015, Tahun Anggaran 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

De Silva, S. S. (1987). Finfish Nutrition Research in Asia. *Proceeding of The Second Asian Fish Nutrition Network Meeting*. Heinemann, Singapore. 128 pp.

- Effendie, M. S. (1979). *Metode Biologi Perikanan*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hepher (1988). *Nutrition of Pond Fishes*. Cambridge University. Cambridge. 365 p.
- Huet, M. (1970). *Textbook of Fish Culture Breeding and Cultivation of Fish*. Fishing News (Book Ltd). London. 436 pp.
- Indah, M. S. (2007). *Struktur Protein*. Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Jackson, L. S., Li, M. H., Robinson, E. H. (1996). Use of microbial phytase in channel catfish *Ictalurus punctatus* diets to improve utilization of phytate phosphorus. *J. World Aqua. Soc*, 27, 309-313.
- Khati, A., Danish, M., Mehta, K. S., & Pandey, N. N. (2015). Estimation of growth parameters in fingerlings of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fed with exogenous nutrzyme in Tarai region of Uttarakhand, India. 10(30), pp. 3000-3007.
- Lovell, R. T. (1988). *Nutrition and feeding of fish*. New York : Van Nostrand Reinhold, p.11-91.
- Manush, S. M., Srivastava, P.P., Kohli, M.P.S., Jain, K.K., Ayyappan, S., & Metar, S. Y. (2013). Combined Effect of Papain and Vitamin C Levels on Growth Performance of Freshwater Giant Prawn, *Macrobracium rosenbergii*. Institute of Fisheries Education, Deemed University, India. 13: 479-486 pp.
- Miyamoto, D., Watanabe, J., & Ishihara, K. (2004). Effect of water soluble phospholipids polymers conjugated with papain on the enzymatic stability. *Biomaterials.*, 25, 71-76.
- Muchtadi, D., Palupi, S. R., & Astawan, M. (1992). *Enzim dalam Industri Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 118 hlm.
- Patil, D. W., & Singh, H. (2014). Effect of papain supplemented diet on growth and survival of post-larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. *Int. J. Fish. Aquatic Stud.*, 1(6), 176-179.
- Robinette, H. R. (1976). Effect of Sublethal Level of Ammonia on The Growth of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus* R.) Frog. *Fish Culture*, 38(1), 26-29.
- (SNI) Standar Nasional Indonesia. (2000). Produksi Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* x *C. fuscus*) Kelas Benih Sebar. SNI: 01-6484.4-2000. Jakarta: SNI. 1-6 hlm.
- Singh, P., Maqsood, S., Samoon, M.H., Phulia, V., Danish, M., & Chalal, R.S. (2011). Exogenous Supplementation of Papain as Growth Promoter in Diet of Fingerlings of *Cyprinus carpio*. Faculty of Fisheries, Shere-e-Kashmir University of Agricultural Science and Technology of Kashmir, India. 3:1-9 pp.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H., & Dickey, D. A. (1993). *Principles and Procedures of Statistics, 3rd Ed.* McGraw Hill International Book Company, Inc. New York. USA, 336-352 p.
- Steffens, W. (1989). *Principles of Fish Nutrition*. Elis Horwood Limited. London. 384 p.
- Tacon, A. G. (1987). *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp - A Training Manual*. FAO of The United Nations, Brazil, pp. 106-109.
- Vielma, J., Ruohonen, K., & Peisker, M. (2002). Dephytination of two soy proteins increases phosphorus and protein utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 204, 145-156.
- Watanabe, T. (1988). *Fish Nutrition and Marine Culture*. JICA Text Book the General Aquaculture Broscienees. Tokyo University of Fisheries. 233 pp.
- Wong, M. H., Tang, L. Y., & Kwok, F. S. L (1996). The use of enzyme digested soyabean residue for feeding common carp. *J Biol, Hong Kong Baptist University, Kowloon Tong, Hong Kong*. 9, 418-42.
- Yakuputiyage, A. (2013). On-Farm Feeding and Feed Management Strategies in Tropical Aquaculture. In M.R. Hasan and M.B. New, eds. On-Farm Feeding and Feed Management in Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO. p.361-376.