

Evaluasi penggunaan tepung cangkang rajungan sebagai bahan baku pakan juwana udang windu *Penaeus monodon*

Evaluation of crab shell meal as dietary ingredient of black tiger shrimp *Penaeus monodon* juvenile

Agus Kurnia*, Wellem H. Muskita, Oce Astuti, Asnani, Wulandari Harahap

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Kendari, Sulawesi Tenggara 93232

*Surel: fatmi_70@yahoo.com

ABSTRACT

Feeding trial was conducted to determine the optimum dietary level of the crab shell meal (CSM) for replacement of fish meal (FM) for growth and survival rate of black tiger shrimp larvae. The shrimp (initial weight: 0.0134±0.02 g) were fed with six experimental diet for six weeks which were formulated to replace FM protein by with CSM at various substitution levels: diet A (0% CSM substitution level), diet B (25% CSM substitution level), diet C (50% CSM substitution level), diet D (75% CSM substitution level), diet E (100% CSM substitution level), diet F (commercial diet). Results from the feeding trial indicates that the shrimp fed with all treatment diet were not significantly different in weight gain and FCR. However, survival rate on the shrimp fed with diet F was significantly different to the other groups. The present study conclude that CSM could be used as protein ingredient in the diet of monodon shrimp juvenile.

Keywords: replacement, crabs shell meal, fish meal, black tiger shrimp, survival rate

ABSTRAK

Penelitian pakan dilakukan untuk menentukan dosis optimum tepung cangkang rajungan (TCR) untuk mengganti tepung ikan (TI) dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang windu. Udang windu (berat awal: 0,00134±0,02 g) diberi pakan uji selama enam minggu yang diformulasi untuk mengganti TI dengan tingkat persentase penggantian TCR dengan desain formulasi pakan A (0% substitusi TCR), pakan B (25% substitusi TCR), pakan C (50% substitusi TCR), pakan D (75% substitusi TCR), pakan E (100% substitusi TCR), dan pakan F (pakan komersial) sebagai pakan kontrol. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa udang yang diberi pakan untuk semua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan laju pertumbuhan harian. Akan tetapi kelompok udang yang diberi pakan F berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup dibanding dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa tepung cangkang rajungan dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein dalam pakan juvenile udang windu.

Kata kunci: penggantian bahan, tepung cangkang rajungan, tepung ikan, udang windu

PENDAHULUAN

Kegiatan industri perikanan budidaya rakyat termasuk budidaya udang dihadapkan dengan permasalahan mahalannya harga pakan. Selain itu, para pembudidaya udang belum mampu memanfaatkan potensi bahan baku pakan lokal dalam membuat pakan. Faktor utama mahalannya harga pakan umumnya disebabkan oleh mahalannya harga tepung ikan dan persentase penggunaannya

dalam pakan udang yang masih tergolong sangat besar yaitu di atas 50%.

Tepung ikan (TI) dikenal sebagai sumber protein utama dalam pakan ikan dan udang karena kandungan protein yang tinggi, memiliki kelengkapan asam amino, memiliki palatabilitas dan tingkat pencernaan dalam tubuh yang tinggi dan sebagai sumber asam lemak omega-3 (Muzinic *et al.*, 2006). Akan tetapi harga TI saat ini semakin mahal seiring dengan menurunnya

produksi perikanan tangkap dunia. Harga tepung ikan impor dari Peru (dengan kandungan protein 65%) telah meningkat dari 700 US \$ per metrik ton menjadi 1400 US\$ atau naik dua kali lipatnya di tahun 2006 (Dominique, 2007).

Umumnya sumber protein yang digunakan sebagai bahan pakan dalam pakan udang windu berasal dari tepung ikan. Tacon *et al.* (2006) melaporkan bahwa dipertengahan tahun 80an produksi tepung ikan yang digunakan dalam industri pakan ikan dibawah 10%, namun saat ini penggunaan tepung ikan dalam industri budidaya ikan adalah lebih dari 46%, terbesar dibanding yang lainnya (peternakan, obat-obatan, dan lain-lain). Sementara itu Tacon dan Metian (2008) menyebutkan bahwa penggunaan tepung ikan dalam industri akuakultur di tahun 2006 adalah sebesar 68,2%. Sementara itu hampir 27% tepung ikan telah digunakan dalam budidaya udang sebagai bahan pakan. Penggunaan tepung ikan terbanyak dalam pakan adalah pakan udang kemudian diikuti oleh pakan ikan budidaya laut, ikan salmon, ikan mas, udang air tawar dan beberapa jenis ikan budidaya air tawar dan dalam pakan ikan bandeng (Jackson, 2007). Salah satu pendekatan dalam pemecahan masalah mahalnnya harga TI adalah dengan mengganti TI secara sebagian maupun keseluruhan dengan bahan pakan sumber protein yang murah dan tersedia di sekitar areal budidaya.

Salah satu bahan pakan lokal yang berpotensi sebagai bahan pakan alternatif pengganti tepung ikan adalah tepung cangkang rajungan (TCR). Cangkang rajungan, adalah limbah dari hasil sampingan produksi daging rajungan ekspor. Rajungan dengan berat 100–350 g akan menghasilkan limbah sebesar 51–150 g. Artinya bahwa sekitar 50% dari seekor rajungan terbuang dan menjadi limbah berupa kulit karapase. Meningkatnya limbah cangkang rajungan akan menambah persoalan baru berupa pencemaran lingkungan sehingga pemanfaatannya sangat diperlukan (Hastuti *et al.*, 2012).

Tepung cangkang rajungan (TCR) selama ini belum ada laporannya dalam penggunaannya sebagai bahan pakan alternatif menggantikan tepung ikan. Pemanfaatan limbah cangkang rajungan baru sebatas sebagai bahan kitin dalam industri makanan (Hastuti *et al.*, 2012). Satu penelitian penggunaan tepung cangkang kepiting bakau sebagai bahan pakan namun bukan sebagai perlakuan utama yakni penggunaannya sebanyak 10% dalam pakan kepiting bakau telah dilakukan dalam kaitannya dengan upaya produksi kepiting

lunak (Aslamyah & Fujaya, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung cangkang kepiting dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup pascalarva udang windu.

BAHAN DAN METODE

Desain penelitian

Larva udang windu umur sepuluh hari (PL-10) diperoleh dari Balai Benih Udang (BBU) Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Sulawesi Tenggara dan diaklimatisasi selama sepuluh hari. Selama aklimatisasi larva udang diberi pakan komersil. Sebanyak 720 ekor larva udang dengan berat awal $0,00134 \pm 0,02$ g dimasukkan ke dalam wadah sterofom (40 ekor/wadah) dengan volume 40 L air yang telah disaring dan dipelihara selama 42 hari. Salinitas media pemeliharaan dipertahankan sebesar 30 ppt. Setiap wadah dilengkapi dengan batu aerasi dan dua buah waring berbentuk bunga yang diikatkan dengan batu sebagai tempat perlindungan bagi udang *molting*. Penggantian air dilakukan secara manual setiap hari sebanyak 30% sebelum dilakukan pemberian pakan. Pengamatan kualitas air harian menunjukkan bahwa suhu rata-rata adalah 29 °C, oksigen terlarut sebesar 6 ppm dan pH berada pada kisaran 6–6,5. Sebanyak sepuluh ekor udang untuk analisis awal komposisi tubuh udang.

Pakan uji

Pakan uji dibuat dengan fokus utama berupa persen penggantian TI dengan TCR pakan kontrol berupa pakan udang *comfeed*. Lima jenis pakan lainnya dengan formulasi persen penggantian TI dengan TCR masing masing adalah 0%; 25%; 50%; 75%; dan 100% dibuat dengan kadar protein yang berbeda (*non-isonitrogenous*) mulai dari 12–45% seperti tersaji pada Tabel 1. Adapun cara pembuatannya adalah pertama bahan cangkang rajungan yang diperoleh dari limbah pengolahan rajungan kemudian dicuci bersih. Setelah itu cangkang dikukus selama 15–20 menit dihitung mulai saat pertama air mendidih. Kemudian cangkang yang telah dikukus tadi kemudian dijemur selama 1–2 hari atau kalau hari hujan dipanaskan dengan dimasukkan ke dalam oven. Cangkang yang telah kering kemudian digiling memakai mesin penggiling dan terakhir adalah dengan diayak untuk menjadi tepung.

Pemeliharaan udang uji

Sebelum dimulai perlakuan seluruh udang

Tabel 1. Formulasi dan hasil analisis proksimat pakan penelitian

Bahan baku	Pakan uji (g/100 g)					
	A	B	C	D	E	F
Tepung ikan	55	41,25	27,5	13,75	0	pakan komersial
Tepung cangkang rajungan	0	13,75	27,5	41,25	55	
Tepung terigu	10	10	10	10	10	
Tepung jagung	10	10	10	10	10	
Dedak halus	10	10	10	10	10	
Tepung sagu	5	5	5	5	5	
<i>Top mix</i> *	5	5	5	5	5	
Minyak ikan	3	3	3	3	3	
Minyak kelapa	2	2	2	2	2	
Total	100	100	100	100	100	
Hasil analisis proksimat (%)						
Kadar air	9,45	9,34	7,39	7,43	6,39	9,45
Protein	45,2	39,6	30,2	21,2	12,4	43,4
Lemak	11,9	8,34	7,34	8,80	8,31	7,40
Serat kasar	15,3	15,7	16,8	14,9	17,5	10,3
Kadar abu	10,3	9,74	8,91	6,21	5,78	8,56
BETN	3,85	17,28	29,36	41,46	49,62	20,89

**Top mix*: bahan pakan ayam berupa campuran vitamin dan mineral dan beberapa asam amino yang terdiri atas: Vit A, D, E dan K, vit B1, B2, B6, B12, Vit C, *Calcium D-panthotemat, Niacin, choline chloride, Methionine, lysine, Manganese, Iron, Iodine, Zinc, Cobalt, Copper, Xanthoquin, Zinc Batitracin.*

uji dilakukan proses adaptasi selama tujuh hari dengan pemberian pakan komersial. Frekuensi pemberian pakan sebanyak lima kali sehari yakni pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 18.00, dan 22.00 WITA. Pemberian pakan dilakukan sampai kenyang (*at satiation*) dengan mengamati tingkah laku gerakan udang tidak lagi memakan pakan.

Sebanyak enam jenis pakan uji diberikan kepada udang uji. Lima jenis pakan merupakan pakan yang diformulasi yang didasarkan pada persentasi penggantian bahan pakan protein tepung ikan dengan tepung cangkang kepiting sebagai bahan protein alternatif. Pakan A adalah pemberian tepung ikan dengan persentase tidak ada pemberian (0%)TCK dan 100% TI; pakan B adalah pemberian 25% TCK dan 75% TI; pakan C adalah pemberian 50% TCK dan 50% TI, pakan D adalah pemberian 75%TCK dan 25% TI dan E adalah pemberian 100% TCK dan 0% TI. Sedangkan pakan F merupakan pakan udang komersial yang dijadikan sebagai pakan kontrol.

Setelah itu dilakukan penimbangan biomassa udang uji dengan timbangan elektrik untuk

mengetahui bobot awal udang uji. Penyiponan dilakukan setiap pagi sebelum dilakukan pemberian pakan. Penggantian air dilakukan secara manual sebanyak 30% dari volume air media penelitian.

Setiap hari dilakukan pengukuran terhadap suhu dan setiap seminggu sekali dilakukan pengamatan terhadap salinitas, oksigen terlarut dan pH air. Lama pemeliharaan udang windu adalah 42 hari dan setiap 14 hari sekali dilakukan sampling berupa penimbangan biomassa dan pengukuran konsumsi pakan.

Analisis kimia bahan pakan dan pakan uji

Analisis kimia bahan pakan dan pakan uji dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan *Tokyo University of Marine Science and Technology*, Tokyo, Jepang. Bahan pakan dan pakan uji udang dianalisis dengan metode proksimat standar (Kritsanapuntu *et al.*, 2013). Kadar air pakan dan bahan pakan ditentukan dengan pengukuran berat yang konstan setelah dipanaskan dalam diletakkan di oven pada suhu 105 °C. Persentase

protein ditentukan melalui pengukuran nitrogen ($N \times 6,25$) menggunakan metode Kjeldahl; lemak melalui ekstraksi menggunakan tabung Soxhlet dan kadar abu diukur dengan pembakaran pada suhu 550 °C selama delapan jam. Pakan yang telah dibuat berdasarkan perlakuan kemudian diukur kadar protein, kadar abu dan kadar lemak.

Parameter uji

Parameter yang diujikan dalam penelitian ini adalah:

- a. Laju pertumbuhan spesifik dihitung menggunakan persamaan Kader *et al.* (2010);

$$LPS = (Ln Wt - Ln Wo) / t \times 100$$

Keterangan:

LPS = laju pertumbuhan spesifik

Wt = bobot biomassa saat penimbangan hari ke-t

Wo = bobot biomassa saat penimbangan awal

t = waktu penimbangan

- b. Rasio konversi pakan (FCR) menggunakan rumus Hu *et al.* (2008)

$$FCR = F / (Wt - Wo)$$

Keterangan:

FCR = Rasio konversi pakan

F = Jumlah pakan yang diberikan (g)

Wt = Bobot pada waktu t (g)

Wo = Bobot awal (g)

- c. Kelangsungan hidup (SR) dihitung dengan menggunakan rumus (Cruz-Suárez *et al.*, 2007).

Analisis statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan mengaplikasikan enam

perlakuan dengan tiga ulangan. Penempatan wadah penelitian dilakukan secara acak. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Data dianalisis menggunakan uji sidik ragam (*One-way ANOVA*) dengan perangkat lunak SYSTAT 8.0 (SPSS Inc, 1998). Perbedaan di antara perlakuan ditindaklanjuti dengan Uji Tuckey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil perhitungan terhadap, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, protein efisiensi rasio, lemak efisiensi rasio, dan kelangsungan hidup disajikan pada Tabel 2. Hingga akhir penelitian, selama 42 hari pemeliharaan, tingkat kelangsungan hidup udang windu yang diberi pakan F berbeda nyata dengan kelompok juvenil udang lainnya). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada parameter kelangsungan hidup tidak adanya perbedaan yang signifikan di antara kelompok udang uji akibat adanya perbedaan pakan perlakuan ($P < 0,05$). Demikian pula pada LPS antara perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan. Hasil statistik rasio konversi pakan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata akibat dari berbedanya persentasi substitusi penggantian TI dengan TCR sampai akhir penelitian.

Pembahasan

Pencarian terhadap sumber-sumber protein alternatif untuk menggantikan sumber protein tepung ikan yang selama ini digunakan dalam pakan menjadi fokus penelitian bagi ahli nutrisi ikan. Hal ini dilakukan karena semakin rendahnya produksi perikanan tangkap dunia dan berakibat pada meningkatnya harga tepung ikan. Minimal

Tabel 2. Tabel hasil penelitian laju pertumbuhan dan sintasan udang windu pada pascalarva (PL 20) selama 42 hari

Parameter	Perlakuan pakan					
	A	B	C	D	E	F
LPS	0,40±0,12a	0,36±0,10a	0,47±0,27a	0,43±0,04a	0,39±0,16a	0,33±0,04a
RKP	1,22±0,37a	1,52±0,50a	1,21±0,56a	1,19±0,08a	1,49±0,52a	1,81±1,02a
SR (%)	49,4±7,8a	49,5±8,24a	39,4±9,74a	39,2±3,85a	37,2±4,86a	56,9±4,72b

Keterangan: angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji selang berganda Duncan.

ada dua syarat yang harus dimiliki bahan pakan sumber protein alternatif ini yakni selain harganya yang murah juga memiliki kandungan protein yang mendekati kandungan protein tepung ikan.

Selama masa pemeliharaan, laju pertumbuhan spesifik berkisar antara 0,33–0,47 g. Hasil ini lebih rendah dibanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Suarez *et al.* (2007) pada penggunaan tepung produk samping ayam potong dalam pakan udang vaname yakni sebesar 2,73–4,47 g. Perbedaan ini kemungkinan diakibatkan oleh perbedaan kadar protein bahan pakan tepung limbah ayam potong dan bahan pakan cangkang rajungan yakni masing-masing sebesar 66% dan 9,81% (Tabel 2). Umumnya produk hasil buangan termasuk cangkang rajungan sudah kehilangan satu atau lebih jenis asam amino (Fasakin *et al.*, 2005).

Meskipun udang termasuk pada kelompok hewan omnivor namun respons pertumbuhan yang lebih tinggi bila pakan yang diberikan mengandung kadar protein yang lebih tinggi pula (Suarez, 2007). Hasil penelitian ini menunjukkan hal yang sama, kelompok udang yang diberi pakan dengan kadar protein 30% (pakan C) menghasilkan nilai pertumbuhannya yang tidak berbeda nyata dengan juvenil udang yang diberi pakan dengan kadar protein 21% (pakan D) dan 12% (pakan E).

Faktor kelangsungan hidup menjadi hal yang utama (sangat penting) dibandingkan laju pertumbuhan dalam manajemen pembenihan. Hal ini disebabkan karena pada masa larva metabolisme enzim pencernaan masih terbatas dan adaptasi terhadap tekanan lingkungan yang tinggi sehingga menyebabkan kematian yang tinggi. Selain itu, produksi pada masa larva erat kaitannya dengan jumlah benih yang dihasilkan yang akan dibeli dan bernilai uang dan bukan berdasarkan bobot tubuh. Hasil pengamatan kelangsungan hidup pada larva *P. monodon* selama penelitian menunjukkan tingkat kelangsungan hidup tertinggi yaitu pada kelompok udang yang diberi pakan F, yakni sebesar 56,9±4,72%. Tingginya tingkat kelangsungan hidup pada kelompok udang yang diberi pakan F diduga karena pakan yang diberikan memiliki protein tinggi serta dapat dimanfaatkan dengan baik.

Hasil analisis proksimat pakan menunjukkan bahwa pakan perlakuan F memiliki kadar protein sebesar 43,4%. Kemudian pakan komersial (pakan F) hasil produksi dari pabrik pakan diduga memiliki kelengkapan nutrisi yang lebih tinggi dibanding pakan uji yang dibuat dalam

penelitian ini. Kadar protein optimum pada pakan dan kelengkapan nutrisi lainnya menyebabkan pertumbuhan yang optimum dan keseragaman ukuran sehingga dapat mengurangi dan mencegah tingkat kanibalisme, hal ini dapat menunjang kelangsungan hidup yang tinggi. Kandungan nutrisi dari pakan sangat memengaruhi tingkat kelangsungan hidup. Selanjutnya Yuwono (2005) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup organisme ditentukan oleh ketersediaan pakan yang sesuai dan dari faktor lingkungan itu sendiri.

Tingkat kelangsungan hidup terendah didapat pada kelompok udang yang diberi pakan E hanya sebesar 37,2±4,9%. Menurunnya tingkat kelangsungan hidup diduga karena adanya sifat kanibalisme pada larva udang windu dan kualitas pakan yang rendah. Kanibalisme di antara juvenil udang windu bisa dikurangi dengan mengurangi tingkat kepadatan, pemberian pelindung (*shelter*) namun kanibalisme juga dapat meningkat bila kandungan nutrisi yang ada dalam pakan rendah dan tidak tepatnya dalam frekuensi pemberian pakan (Kim *et al.*, 2011).

Umumnya bahan utama pakan sebagai sumber protein adalah tepung ikan. Tepung ikan memiliki tingkat pencernaan yang tinggi dan kelengkapan asam amino esensial. Namun ketersediaannya di alam semakin terbatas sehingga perlu dicari dan ditemukan bahan-bahan pakan sumber protein alternatif. Hasil analisis proksimat protein tepung cangkang rajungan yang rendah (sekitar 9,8%) menjadikan bahan ini kurang tepat dijadikan sebagai bahan utama sumber protein dalam pakan terkecuali hanya sebagai bahan substitusi. Hal ini terbukti dengan rendahnya kadar protein pakan E, yaitu penggunaan 100% tepung cangkang rajungan dalam pakan hanya memiliki kadar protein sekitar 12,1%. Meskipun kadar protein dalam pakan E yang rendah namun memiliki pertumbuhan yang sama dengan kelompok juvenil yang diberi pakan komersial dan pakan dengan 0% TCR. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya proses kanibalisme yang terjadi pada kelompok udang yang diberi pakan E. Kondisi ini memicu pertumbuhan yang tinggi pada kelompok udang ini yang disebabkan oleh udang yang dimangsa memiliki kesamaan asam amino baik jumlah maupun kuantitasnya dengan yang dimangsa sehingga pertumbuhannya menyerupai pada kelompok udang F dan A. Pertumbuhan maksimum (optimal) ini diakibatkan adanya kesamaan asam amino yang dimakan dan yang memakan (predator dan mangsa).

Hasil analisis proksimat pakan uji menunjukkan bahwa pakan A, B, dan F memiliki kandungan protein berada pada kisaran antara 40–45% sedangkan kadar protein pakan C, D, dan E memiliki kadar protein yang lebih rendah yakni 12–30%. Protein sebagai bahan yang sangat dibutuhkan untuk menjalankan fungsi pertumbuhan ikan dan udang. Hasil penelitian Hu *et al.* (2008) mendapatkan bahwa pakan dengan kandungan protein 42% dan lemak 7,5% menghasilkan laju pertumbuhan spesifik terbaik pada udang vaname. Namun kelompok udang yang diberi pakan dengan kandungan protein 34% dan lemak 7,5% menghasilkan pertumbuhan, rasio konversi pakan, rasio efisiensi pakan dan retensi protein tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Substitusi tepung ikan menggunakan tepung cangkang kepiting dalam pakan buatan tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup pascalarva udang windu *Penaeus monodon*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah membiayai penelitian ini dalam suatu program hibah Riset Unggulan Strategis Nasional tahun 2012. Terima kasih pula kami sampaikan kepada *Fish Nutrition Laboratory of University of Marine Science and Technology, Japan* dan Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Pembinaan Udang Provinsi Sulawesi Tenggara atas dukungan sarana dan prasarana dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aslamyah S, Fujaya Y. 2010. Stimulasi *molting* dan pertumbuhan kepiting bakau *Scylla* sp. melalui aplikasi pakan buatan berbahan dasar limbah pangan yang diperkaya dengan ekstrak bayam. *Jurnal Ilmu Kelautan* 15: 170–178.

Cruz-Suárez LE, Nieto-Lopez MG, Guajardo-Barbosa C, Tapia-Salazar M, Scholz U, Ricque-Marie D. 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei* and digestibility of the tested ingredients and diets. *Aquaculture* 272: 466–476.

Dominique DP. 2007. Fish meal replacement. Opportunities for Rendered Product. Canada: Rendered magazine.

Fasakin EA, Serwata RD, Davies SJ. 2005: Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soyabean meal in hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mosambicus* diets. *Aquaculture* 249: 329–338.

Hastuti, S, Arifin S, Hidayati D. 2012. Pemanfaatan limbah cangkang rajungan *Portunus pelagicus* sebagai perisa makanan alami. *Jurnal AGROINTEK* 6: 88–96.

Hu M, Wang Y, Wang Q, Zhai M, Xiong B, Qian X, Zhao Y, Luo Z. 2008. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture* 274: 1–4.

Hu Y, Tan B, Mai KS, Ai Q, Zheng S, Cheng K. 2008. Growth and body composition of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed different ratios of dietary protein to energy. *Journal of Aquaculture Nutrition* 14: 499–506.

Jackson AJ. 2007. Challenges and opportunities for the fish meal and fish oil industry. *Feed Technology Update* 2: 1–9.

Kader MA, Koshio S, Ishikawa M, Yokoyama S, Bulbul M. 2010. Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture* 308: 136–144.

Kim JD, Nhut TM, Hai TN, Ra CS. 2011. Effect of dietary essential oils on growth, feed utilization and meat yields of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 24: 1.136–1.141.

Kritsanapuntu S, Chaitanawisuti N, Santaweewuk W. 2013. Effects of dietary partial replacement of tuna oil by corn oil in formulated diets for growth performance and proximate composition of juvenile spotted babylon *Babylonia areolata* under hatchery conditions. *Journal of Aquaculture Research and Development* 4: 197–203.

Muzinic LA, Thompson KR, Metts LS, Dasgupta S, Webster CD. 2006. Use of turkey meal as partial and total replacement of fish meal in practical diets for sunshine bass *Morone chrysops* X *Morone saxatilis* grown in tanks. *Aquaculture Nutrition* 12: 71–81.

Suarez LE, Lopez MN, Barbosa CG, Salazar MT, Ulrike S, Marie DR. 2007. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in

- practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. *Aquaculture* 272 : 466–476
- Tacon AGJ, Hasan MR, Subasinghe RE. 2006. Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fisheries Circular No. 30. Rome: FAO.100 hlm.
- Tacon AGJ, Metian M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture* 285: 146–158.
- Yuwono E. 2005. Kebutuhan nutrisi crustacea dan potensi cacing lur (*Nereis*, *Polychaeta*) untuk pakan udang. *Jurnal Pembangunan Pedesaan* 5: 42–49.