

ATRAKTAN PADA PAKAN IKAN: JENIS, FUNGSI, DAN RESPONS IKAN

Ikhsan Khasani

Balai Penelitian Pemuliaan Ikan

Jl. Raya 2 Sukamandi, Subang, Jawa Barat

E-mail: ikhsankhasani@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu faktor utama yang memengaruhi laju pertumbuhan dan kesehatan ikan adalah pakan, baik aspek kandungan nutrisi maupun kuantitas. Pakan buatan berkualitas memiliki tingkat palatabilitas, yang tinggi. Ikan cepat merespons pakan yang memiliki senyawa yang merangsang indera penciumannya karena adanya mekanisme kemoreseptor. Senyawa tersebut dikenal sebagai atraktan. Berbagai senyawa yang memiliki sifat atraktan, baik yang bersifat alami maupun sintesis, telah digunakan pada pakan buatan. Penggalan potensi sumber senyawa atraktan terus dilakukan secara intensif. Artikel ini disusun dengan tujuan memberikan gambaran mengenai beberapa jenis bahan atraktan dan penggunaannya pada beberapa komoditas ikan budidaya.

KATA KUNCI : atraktan, ikan, kemoreseptor, pakan, palatabilitas

PENDAHULUAN

Sistem akuakultur yang produktif dan menguntungkan sangat bergantung pada ketersediaan pakan berkualitas dengan harga terjangkau. Pakan merupakan komponen terbesar dari biaya produksi budidaya perikanan hingga mencapai 60%-70% dari biaya produksi. Kebutuhan pakan terus meningkat seiring pesatnya perkembangan kegiatan budidaya perikanan. Kondisi tersebut menyebabkan harga pakan selalu meningkat, dikarenakan ketersediaan bahan baku sumber protein, seperti tepung ikan berfluktuasi dan masih harus diimpor (Ginting & Krisnan, 2006). Permasalahan tersebut mendorong para pembudidaya dan perusahaan pakan skala kecil untuk mencari bahan baku pakan yang tersedia secara lokal, jumlahnya berlimpah, dan terjaga kontinuitasnya sebagai alternatif pengganti tepung ikan

dan bungkil kedelai. Beberapa bahan baku pakan lokal yang mempunyai potensi sebagai bahan baku pakan alternatif adalah yang berasal dari limbah industri pertanian, seperti bungkil kelapa sawit, onggok singkong (Hadadi *et al.*, 2007) dan limbah peternakan seperti isi rumen (Wizna *et al.*, 2008).

Pengetahuan yang relatif terbatas mengenai komponen utama nutrisi pakan dan pengaruhnya terhadap kondisi fisiologis ikan menyebabkan masalah baru dalam penggunaan pakan buatan berbahan baku lokal, yaitu keberterimaan (palatabilitas) dan pencernaan yang rendah terhadap pakan tersebut sehingga ikan tumbuh lambat dan produktivitasnya rendah. Kualitas pakan selain ditentukan oleh kecukupan, keseimbangan energi, dan kandungan nutrisi utama pakan, seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral (Watanabe, 1998), serta dipengaruhi pula oleh beberapa unsur yang mampu menstimulus ikan untuk merespons keberadaan pakan tersebut, yang dikenal dengan atraktan.

Definisi dan Fungsi Atraktan

Atraktan merupakan bahan yang dicampurkan dalam pakan dalam jumlah sedikit untuk meningkatkan asupan pakan (*food intake*), pertumbuhan, dan konsumsi ikan terhadap pakan (de-Olivera & Cyrino, 2004; Venketeshwarlu *et al.*, 2009). Supaya ikan merespons kehadiran pakan dan aktivitas pencarian terhadap pakan lebih efisien, maka pakan buatan ditambahkan senyawa phagostimulatory atau dikenal dengan atraktan kimiawi (chemo-attractant). Atraktan memberi sinyal yang sesuai sehingga memungkinkan ikan mengenali pelet tersebut sebagai sumber makanannya (Hertrampf & Pascual, 2000).

Penggunaan atraktan pada industri pakan ikan telah menjadi hal yang sangat penting. Bahan kimia berbahan

dasar bahan organik, betaine, terpene, dan senyawa sulfur dapat menginduksi rangsangan rasa dan bau bagi ikan. Berpedoman pada beberapa variasi kebiasaan ikan, seperti rangsang tanggap, pencairan (searching), memakan (uptake), dan fase penyerapan, maka sangat realistis bahwa penambahan atraktan pada pakan akan membuat ikan lebih cepat tertarik pada pakan tersebut, sehingga waktu ikan untuk kegiatan makan lebih pendek dan nilai nutrisi yang masuk ke dalam lambung ikan lebih terjaga. Serangkaian penelitian menunjukkan bahwa penambahan atraktan pada pakan dapat mempercepat waktu konsumsi pakan, meningkatkan pertumbuhan ikan, meningkatkan sintasan, dan mempercepat waktu produksi (Fernandez, 1999; de Olivera & Cyrino, 2004; Venkatheswarlu *et al.*, 2009). Penambahan atraktan yang sesuai mengakibatkan sisa pakan berkurang sehingga kualitas media pemeliharaan dan lingkungan lebih baik.

Ketertarikan ikan terhadap pakan atau rangsangan untuk memakan pakan merupakan hal yang sangat penting dalam formulasi pakan ikan. Dengan kata lain, keseimbangan komponen nutrisi menjadi kurang efektif apabila pakan tidak mengandung komponen yang dapat memacu respons ikan terhadap pakan tersebut. Sebagai contoh, larva ikan salmon pada masa awal mengonsumsi pakan buatan akan mati hingga 50% populasi walaupun diberikan pakan komersial, karena kurangnya respons larva tersebut terhadap pakan yang diberikan.

Konsumsi pakan dipengaruhi oleh palatabilitas pakan yang diberikan (Halver, 1989). Pemakaian tepung darah sebagai sumber zat besi pada pakan ikan ternyata berdampak pada menurunnya palatabilitas pakan kerapu bebek sehingga asupan pakan juga menurun secara nyata. Oleh karena itu, pada pakan formulasi tersebut perlu ditambahkan bahan pakan yang dapat meningkatkan nafsu makan ikan (Setiawati *et al.*, 2009).

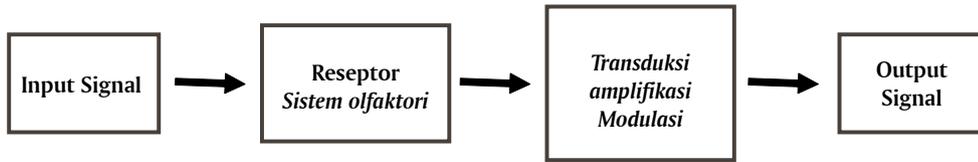
Atraktan umumnya dihasilkan dari asam amino bebas. Menurut Michael (1980), dan Hara (1982), keberadaan asam amino bebas mempunyai peranan penting untuk proses osmoregulasi. Peran lain asam amino bebas adalah sebagai komponen untuk memacu pertumbuhan, sebagai sumber energi dan sebagai bahan atraktan pada makanan (Yufera *et al.*, 2002). Pemberian asam amino bebas campuran lebih

efektif daripada asam amino tunggal (Kubitza, 1995 dalam de Olivera & Cyrino, 2004), dan dilaporkan bahwa penggunaan asam amino tunggal seringkali tidak memberikan stimulus bagi ikan untuk memakan pakan tersebut. Glisin, prolin, taurin, dan valin memberikan stimulus lebih tinggi pada ikan karnivora (Hertrampf & Pascual, 2000; Houlihan *et al.*, 2000). Dilaporkan oleh Fernandez (1999) bahwa glisin dan lisin merupakan asam amino yang dominan sebagai atraktan pada pakan udang laut, *Penaeus indicus* dan *Metapenaeus dobsonii*.

Mekanisme Respons Ikan Terhadap Pakan

Bahan kimia yang terdifusi dari makanan ke dalam air akan merangsang sel kemoseptor ikan. Kebiasaan makan ikan sangat dipengaruhi sifat campuran bahan kimia yang terdapat dalam pakan, sehingga sel-sel kemoseptor pada ikan harus dirangsang agar menimbulkan respons terhadap pakan. Tingkah laku makan pada ikan menunjukkan bahwa Olfactori (indera penciuman) dan gustatori (indera perasa) sensitif terhadap bahan makanan yang mirip dengan makanan ikan tersebut. Olfactori merupakan indera jarak jauh, sedangkan gustatori merupakan indera jarak dekat. Olfactori berperan dalam pemberian isyarat untuk mendekati makanan, sedangkan gustatori memegang peranan penting dalam keputusan menerima atau menolak makanan (Houlihan *et al.*, 2000; Michael, 2006).

Mekanisme respons ikan terhadap pakan diawali dari adanya *stimuli olfactori* yang ditangkap oleh neuron khusus, dinamakan *olfactory sensory neuron* (OSNs), yang ditemukan pada epitel Olfactori. Selanjutnya OSNs mentransmisi informasi sensori dari hidung ke sistem syaraf pusat (Michael, 2006). Dijelaskan oleh Rahardjo *et al.* (2011) bahwa pelacakan makanan merupakan fungsi penghidu yang utama pada ikan yang makan dalam cahaya temaram atau mencari obyek yang dapat dimakan di antara material dasar dan tumbuhan. Organ penghidu pada ikan terletak pada kantung di bagian atas moncong dan biasanya tepat di depan mata. Kantung nasal tersebut berfungsi sebagai cuping hidung luar (*external nares*). Dijelaskan bahwa ikan cucut yang lapar lebih responsif daripada ikan normal, dan mampu mencium bau makanan yang berkadar senyawa



Sumber: Brown & Hara (1982)

Gambar 1. Diagram skematik interaksi stimulus-reseptor pada sistem kemosensori

atraktan 0,0001 mg/L. Mekanisme kemoreseptor pada ikan digambarkan oleh Brown & Hara (1982), bahwa sinyal kimiawi yang datang akan diterima oleh organ khusus, seperti antena pada udang (Marshall & Orr, 1980) dan cuping hidung luar pada ikan, selanjutnya informasi tersebut masuk ke dalam sistem syaraf pusat, dan mengalami proses transduksi, amplifikasi, dan modulasi. Berdasarkan sinyal tersebut, syaraf pusat akan memerintahkan kepada organ untuk melakukan suatu aksi atau merespons secara positif atau negatif (Gambar 1).

Kemoreseptor pada Udang Galah

Hewan air selain melakukan gerakan berenang juga dapat berjalan di permukaan dasar perairan dalam upaya mencari makan. Contoh berikut menggambarkan bagaimana udang galah melakukan gerakan sebagai respons terhadap pakan yang mengandung kemoatraktan. Udang galah dalam merespons presentasi pakan melakukan gerakan yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga perilaku gerakan makan, yaitu (1) gerakan orientasi, (2) gerakan mencari dan mendekati pakan, (3) gerakan menemukan dan memakan pakan.

Gerakan orientasi terhadap pakan diawali dengan pelecutan antenula dan terkadang diikuti dengan gerak membersihkan antenula, pemutaran antenula, dan penarikan antenula. Pelecutan antenula merupakan mekanisme merapatkan rambut-rambut aestetac yang akan memberikan peningkatan ketajaman pengenalan lingkungan kimiawi yang ada di sekelilingnya. Pelecutan antenula terjadi secara spontan kira-kira 1 Hz, bergantung pada intensitas rangsang. Semakin tinggi konsentrasi senyawa perangsang semakin tinggi pula frekuensi pelecutan antenula. Misalnya pada perangsangan menggunakan betain-HCL konsentrasi 1 M akan memberikan frekuensi pelecutan antenula lebih tinggi dari konsentrasi 10^{-1} M, 10^{-2} M, 10^{-3} M, dan seterusnya (Harpaz & Steiner, 1999 dalam Yuwono & Sukardi, 2001).



Gambar 2. Reaksi udang galah terhadap stimulus atraktan pakan melalui gerakan antenula

Pelecutan antenula dapat terjadi secara terus-menerus, tetapi gerakannya tidak ritmis dan tidak sinkron antara pelecutan antenula kiri dengan yang kanan. Pelecutan antenula tersebut membantu sirkulasi air sekitar rambut-rambut aestetac sehingga memudahkan proses penerimaan rangsang dari kemoatraktan. Fungsi pemutaran antenula adalah untuk menegakkan rambut-rambut aestetac ke dalam arus air, sehingga memudahkan deteksi perubahan di sekeliling rambut-rambut tersebut selama pergerakannya. Pembersihan antenula berfungsi untuk menghilangkan atau memindahkan bahan-bahan yang terperangkap atau terselip di antara rambut-rambut aestetac pada antenula. Fungsi gerakan menarik antenula adalah untuk mekanisme perlindungan melawan rangsangan-rangsangan kimiawi yang berbahaya.

Setelah gerakan orientasi pakan berhasil menunjukkan udang galah pada lokasi pakan, selanjutnya hewan tersebut akan bergerak mendekati pakan dengan cara berjalan di dasar perairan atau berenang. Gerakan mencari pakan tersebut dipengaruhi oleh rangsang penarik kimia (kemoatraktan) yang diterima oleh reseptor rambut-rambut aestetac yang

kemudian dikode untuk menjadi impuls syaraf yang ditransmisikan ke sistem syaraf pusat untuk diterjemahkan ke dalam respons yang sesuai. Jadi pergerakan sebagai respons terhadap rangsangan kimia tersebut seperti halnya pergerakan lainnya yang memerlukan koordinasi yang dilakukan oleh sistem syaraf pusat. Pada Gambar 2 memperlihatkan aktivitas respons udang galah terhadap pakan.

Atraktan Kimiawi

Dijelaskan pada sejumlah referensi bahwa beberapa senyawa, seperti L-asam amino, nukleotida, dan betain merupakan stimulus pada mekanisme tanggap ikan terhadap pakan (olfactory and gustatory stimulants). Dinyatakan oleh Borquez & Cerquera (1998), bahwa pada salmon, respons sistem penciuman (olfactory) lebih sensitif dibandingkan sistem perasa (gustatory system). Pengujian pada channel catfish oleh Sutterlin & Sutterlin (1970) dalam Borquez & Cerquera (1998) memberi gambaran bahwa stimulus olfactory dihasilkan oleh senyawa L-alanine, sedangkan stimulus gustatory dihasilkan oleh L-cysteine.

Asam amino bebas yang berperan dalam mekanisme kemoreseptor terhadap pakan adalah taurin, yang merupakan asam 2-aminoethanesulfonic dan terbentuk dari metabolisme methionin dan sistein. Organ hewan memiliki kandungan taurin yang tinggi (Gaylord et al., 2007; Pinto et al., 2010; Guaosan Qi et al., 2012). Fungsi taurin yang utama adalah bagi penglihatan, perkembangan otak, sistem syaraf, dan jantung. Suplementasi taurin secara nyata memperbaiki pertumbuhan ikan Japanese

flounder (*Paralichthys olivaceus*), dengan pertumbuhan terbaik melalui suplementasi taurin 1% (Park et al., 2002). Pemberian taurin ternyata memberikan pengaruh nyata terhadap perbaikan pertumbuhan yang dihasilkan maupun efisiensi pakan. Total pakan yang dikonsumsi ikan sea bass (*Dicentrarchus labrax*) berlipat hingga 3 kali pada pakan yang diberi taurin 0,2%; dibandingkan kontrol (Martinez et al., 2004). Penambahan taurin pada pakan berbasis protein nabati juga memperbaiki pertumbuhan ikan rainbow trout (Gaylord et al., 2007).

Pengujian betaine-HCl pada pakan yuwana udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) meningkatkan pertumbuhan hingga 17% dibandingkan kontrol, karena senyawa tersebut bersifat atraktan (Harpaz, 1997). Berdasarkan data tersebut dijelaskan bahwa penggunaan kemoatraktan pada lingkungan akuatik dilakukan dengan beberapa tujuan, salah satunya untuk mengurangi masalah berkenaan dengan ketidakberterimaan ikan terhadap pakan buatan dengan kualitas rendah. Keberadaan atraktan tersebut dapat meningkatkan tingkat konsumsi ikan.

Asam amino dan nukleotida juga diketahui sebagai stimulan aktivitas memakan (*feeding*) bagi organisme akuatik. Berdasarkan analisis respons pakan yuwana udang galah, aktivitas pencarian dan pengenalan pakan meningkat secara nyata pada pakan yang ditambahkan bahan kemoreaktan yang larut dalam air. Beberapa jenis bahan atraktan pakan ikan ditampilkan pada Tabel 1.

Penambahan phospholipids (PL) atau lecithin pada pakan dengan sumber protein tepung tulang juga telah mampu meningkatkan palabilitas dan kekuatan rangsang

Tabel 1. Bahan atraktan pakan pada budidaya ikan

Atraktan pakan	Spesies
<i>Glycine betaine, trimethyl glycine</i>	Red sea bream (<i>Chrysophrys major</i>)
	Dover sole (<i>Solea solea</i>)
	European eel (<i>Anguilla anguilla</i>)
Asam amino bebas + <i>glycine-betaine</i>	Rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)
	European eel (<i>Anguilla anguilla</i>)
	Japanese eel (<i>Anguilla japonicus</i>)
	Sea bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>)
	Red sea bream (<i>Chrysophrys major</i>)
	Dover sole (<i>Solea solea</i>)
	Puffer (<i>Fugu pardalis</i>)

Sumber: Ajiboye et al. (2012)

pakan terhadap beberapa spesies ikan laut. Keuntungan yang diperoleh atas penambahan senyawa golongan phospholipid, seperti lesitin, terhadap pertumbuhan telah dibuktikan pada sejumlah larva dan yuwana ikan laut. Sebagai gambaran, larva sea bream (*Sparus aurata*) yang diberi *Artemia* yang diperkaya phosphatidylcholine (PC) memiliki laju pencernaan pakan yang nyata lebih baik dibandingkan larva yang diberi *Artemia* tanpa pengkayaan PC. PC dapat berperan sebagai atraktan pakan, merangsang aktivitas makan larva. Peran phospholipid juga dilaporkan oleh Coutteau *et al.* (1997), yang menyatakan bahwa senyawa tersebut selain dapat meningkatkan performa dari pakan melalui perbaikan stabilitas partikel pakan dalam air (*water stability*) juga berperan sebagai atraktan pakan.

Selain senyawa tersebut di atas, akhir-akhir ini nukleotida juga ditenggarai sebagai senyawa kimia yang memiliki peran penting dalam fungsi fisiologi dan biokimia ikan. Mackie (1973) dalam Gatlin & Li (2007) menganalisis nukleotida (fraksi dengan berat molekul rendah) pada cumi, dan diduga bahwa nukleotida (AMP, adenosin mono phosphate) dan nukleosida (inosine) merupakan kemoatraktan utama pada cumi tersebut. Borda *et al.* (2003) dalam Gatlin & Li (2007) menyatakan bahwa penambahan nukleotida pada larva sea bream (*Sparus aurata*) dapat mempercepat laju pertumbuhan.

Atraktan Alami

Sebagian besar bahan atraktan alami yang dikenal luas dan digunakan pada pakan ikan berasal dari hewan laut. Tepung cumi dan kepala udang merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan pakan untuk hewan akuatik (Lovel, 1989). Tepung cumi memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu 70%-90%. Tepung cumi dan produk cumi lainnya mengandung bahan atraktan, berupa glisin, dan betain yang sangat penting untuk merangsang nafsu makan. Daging cumi kasar mengandung 619-928 mg glisin/betain/100 g otot, sedangkan untuk jenis *octopus* mengandung 1.434 mg glisin/betain/100 g otot *octopus* (Hertrampf & Pascual, 2000). Ternyata ikan gurita memiliki kandungan glisin dan betaine tertinggi di antara organisme laut. Konsentrasi glisin dan betaine pada beberapa organisme laut yang banyak digunakan sebagai bahan atraktan pakan ikan ditampilkan pada Tabel 2.

Tepung darah juga terbukti efektif sebagai bahan atraktan pakan pada sejumlah spesies ikan, dan dapat digunakan sebagai komponen pengkaya pakan dengan bahan baku utama tanaman. Dijelaskan lebih lanjut bahwa protein hewani tersebut memiliki tingkat pencernaan tinggi bagi ikan rainbow trout, serta kaya akan asam amino valin, leucin, dan histidin (Tacon & Jackson, 1985 dalam Tusche *et al.*, 2011).

Selain atraktan berbahan dasar sumber protein hewani, beberapa jenis tanaman terestrial dan akuatik juga dapat digunakan sebagai atraktan, khususnya untuk ikan herbivorus. Alga dan rumput laut merupakan bahan atraktan sangat sesuai untuk pakan ikan herbivora, karena memiliki kandungan asam amino bebas dalam konsentrasi tinggi (Hertrampf & Pascual, 2000).

Penggunaan bahan alami seperti bagian tanaman, sebagai umpan untuk menjebak dan memancing ikan di alam telah lama dikenal di masyarakat, baik di India, Cina, Mesir, maupun di Indonesia. Venkateshwarlu *et al.* (2009) telah menguji beberapa jenis bagian tanaman yang umum digunakan masyarakat di India sebagai umpan dalam perangkap ikan di alam. Dinyatakan bahwa dari 10 jenis ekstrak tanaman yang dijadikan sebagai atraktan pada pakan buatan dan dicobakan pada ikan dan udang menunjukkan adanya kecenderungan spesies tertentu terhadap jenis atraktan tersebut. Dijelaskan bahwa Ikan Indian Carp, catla (*Catla catla*) lebih responsif terhadap pakan dengan bahan atraktan dari biji tanaman Latkhandana (*Bixa orellana*), ikan rohu (*Labeo rohita*) lebih cenderung memilih pakan dengan bahan atraktan buah kakla (*Piper cubeba*), dan ikan

Tabel 2. Konsentrasi glisin dan betain pada beberapa invertebrata

	Spesies	Glisin dan betain (mg/100 g otot)
Krustase	Kepiting	357-711
	Udang	251-961
	krill	106
Moluska	Ikan gurita	1.434
	Cumi	619-928
	Kijing	679-727
	Tiram	805
	Remis	964

Sumber: Hertrampf & Pascual (2000)

mrigala (*Cirrhinus mrigala*) lebih cenderung terhadap pakan berbahan atraktan buah kharbaz.

Sementara itu, hasil penelitian El-Dakkar *et al.* (2008) menyatakan bahwa penggunaan ekstrak daun bawang putih dan marjoram (dried basil leaves, DBL) sebagai bahan atraktan dalam pakan ikan nila dapat meningkatkan pencernaan protein dan energi, serta menurunkan *level* pencernaan terhadap lemak dan karbohidrat. Penambahan 2% DBL juga secara signifikan memberikan pertumbuhan lebih baik terhadap ikan uji dibandingkan kontrol. Indeks palatabilitas meningkat sebanding dengan peningkatan *level* DBL dan ternyata memberikan pengaruh terhadap berkurangnya limbah pakan; dari 33,48% pada kontrol menjadi 8,43% pada perlakuan 2% *level* DBL. Ternyata melalui penambahan ekstrak daun tersebut diperoleh dua keuntungan, yaitu nilai biaya pembuatan pakan yang rendah dan indeks keuntungan yang tinggi karena FCR yang lebih kecil.

Terkait aspek keamanan pangan (*food safety*) maka penggunaan bahan aditif alami pakan (*natural feed additive*) akan lebih memiliki prospek bila dikembangkan dibandingkan bahan aditif kimiawi. Efek akumulatif bahan aditif kimiawi biasanya terjadi pada makanan yang mengandung bahan kimiawi sehingga penggunaan dalam jangka panjang dapat berdampak pada kesehatan manusia.

KESIMPULAN

Penambahan bahan atraktan dalam pakan ikan akan meningkatkan tingkat keberterimaan (palatabilitas) ikan terhadap pakan tersebut. Guna meningkatkan kualitas pakan berbahan utama protein nabati diperlukan penambahan senyawa atraktan dalam jumlah memadai 0,3%-1%; bergantung jenis ikan yang dipelihara. Organisme golongan krustase dan moluska laut memiliki kandungan asam amino bebas dalam jumlah tinggi sehingga potensial sebagai bahan atraktan pada pakan ikan. Ekstrak sejumlah tanaman berpotensi sebagai bahan atraktan pada pakan ikan herbivora sehingga sesuai sebagai komponen formula pakan berbahan baku protein nabati.

DAFTAR ACUAN

- Ajiboye, O.O., Yakubu, A.F., & Adams, T.E. 2012. A Perspective on the ingestion and nutritional effects of feed additives in farmed fish species. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(1): 87-101.
- Borquez, A. & Cerqueira, V.R. 1998. Feeding behavior in juvenile snook, *Centropomus undecimalis* L. Individual effect of some chemical substances. *Aquaculture*, 169: 25-35.
- Brown, S.B. & Hara, T.J. 1982. Biochemical aspect of amino acid receptors in olfactorion. In *Chemoreceptor in fish*, Hara (Ed.). Elsevier Scientific Publication Company, p. 159-180.
- Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M.R., Bergot, P., & Sorgeloos, P. 1997. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. *Aquaculture*, 155: 149-164.
- de Oliveira, A.M. & Cyrino, J.E.P. 2004. Attractant in plant protein-based diet for the carnivorous largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Sci. Agric.*, 61(3): 326-331.
- El-Dakkar A.Y.E.G.D., Hassanien¹, S.S., & Sakr, S.E. 2008. Use of dried basil leaves as a feeding attractant for hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*, Fingerlings. *Mediterranean Aquaculture Journal*, 1(1): 35-44.
- Fernandez, C.H. 1999. Chemoreception studies in relation to feeding responses in the marine shrimps, *H. Milne Edwards (Penaeus indicus)* and *Miers (Metapenaeus dobsonii)*. *Naga*, 22(2): 20-21.
- Gatlin III., D.M. & Li, P. 2007. Nucleotides. In Nakagawa, H., Sato, M., & Gatlin III, D.M. *Dietary supplements for the health and quality of cultured fish*. Cabi International, Cambridge, ix + 239 pp.
- Gaylord, T.G., Barrows, F.T., Teague, A.I.M., Johansen, K.A., Overturf, K.E., & Shepherd, B. 2007. Supplementation of taurine and methionine to all-plant protein diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 269: 514-524.
- Ginting, S.P. & Krisnan, R. 2006. Pengaruh fermentasi menggunakan beberapa strain *Trichoderma* dan masa inkubasi berbeda terhadap komposisi kimiawi bungkil inti sawit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan*

- Veteriner*, hlm. 939-944.
- Hadadi, A., Setyorini, H., Surahman, A., & Ridwan, E. 2007. Pemanfaatan limbah sawit untuk bahan pakan ikan. *Jurnal Budidaya Air Tawar*, 4(1): 11-18.
- Halver, J.E. 1989. Fish nutrition. Second ed. Academic Press Inc. New York, 789 pp.
- Hara, T.J. 1982. Structur activity relationship of amin acids as olfactory stimuli. In *Chemoreceptor in fish*, Hara (Ed.) Elsevier Scientific Publication Company, p. 135-157.
- Harpaz, S. 1997. Enhancement of growth in juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, through the use of a chemoattractant. *Aquaculture*, 156: 221-227.
- Hertrampf, J.W. & Pascual, F.P. 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, London, xLix + 573 pp.
- Houlihan, D., Boujard, T., & Jobling, M. 2000. Food intake in fish. University of Tromso, Norway, 415 pp.
- Johnson, J.A. & Summerfelt, R.C. 2000. Spray-dried blood cells as a partial replacement in diets for ranbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31(1): 96-117.
- Lovell, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. AVI Book, New York, xiii + 256 pp.
- Marshall, S.M. & Orr, A.P. 1980. Feeding and nutrition. In *The Physiology of crustacea*, Waterman. Academic Press, Newyork, p. 227-255.
- Martinez, J.B.C.S., Divanach, P., & Takeuchi, T. 2004. Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and feed selection of sea bass *Dicentrachus labrax*. Fry feed selection with demand-feeder. *Fish Sci.*, 70: 74-79.
- Michael, W.C. 2006. Chemoreceptions. In Evans, D.H. laiborne. *The physiology of fish*, 3th Eds. CRC Press, Boca Raton, p. 471-488.
- Park, G.S., Takeuchi, T., Yokohama, M., & Seikai, T. 2002. Optimal dietary taurine level for growth of juvenil Japanese flounder *Paralichthys olivaceaus*. *Fish Sci.*, 68: 824-829.
- Pinto, W., Figueira, L., Ribeiro, L.L., Yúfera, M., & Dinis, M.T. 2010. Dietary taurine supplementation enhances metamorphosis and growth potential of *Solea senegalensis* larvae. *Aquaculture*, 309: 159-164.
- Qi, G., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Liufu, Z., Yun, B., & Zhou, H. 2012. Effects of dietary taurine supplementation to a casein-based diet on growth performance and taurine distribution in two sizes of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 385: 122-128.
- Rahardjo, M.F., Sjafei, D.J., Affandi, R., & Sulistiono. 2011. Iktiologi. Lubuk Agung, Bandung, xii + 393 hlm.
- Setiawati, M., Nuryati, S., Mokoginta, I., & Effendi, I. 2009. Bioavailibility Fe-tepung darah untuk pertumbuhan dan peningkatan daya tahan tubuh ikan kerapu bebek (*Cromileptes alivelis*). *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian*. Insitut Pertanian Bogor, hlm. 558-568.
- Tusche, K., Berends, K., Wuertz, S., Susenbeth, A., & Schulz, C. 2011. Evaluation of feed attractants in potato protein concentrate based diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 321: 54-60.
- Venkateswarlu, G., Muralidhar, A.P., Rathodand, R., & Pal, A.K. 2009. Plants traditionally used in fish harvest & angling potential feed attractant in aquaculture. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 8(4): 539-550.
- Watanabe T. 1988. Fish nutrition and mariculture. JICA Textbook the general mariculture course. Departement of Aquatic Biosciences, Tokyo, 233 pp.
- Wizna, H.A., Rizal, Y., Kompiani, I.P., & Dharna, A. 2008. Improving the quality of sago pith and rumen content mixture as poultry feed through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(2): 249-254.
- Yufer, M., Kolkovski, S., Fernandez-Diaz, & Pabrowski, K. 2002. Free asam amino acid leaching from protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. *Aquaculture*, 214: 273-287.
- Yuwono, E. & Sukardi, P. 2001. Fisiologi Hewan Air. CV Sagung Seto, Jakarta, 52 hlm.

