

**EFEK CALSIUM-FOSFOR DENGAN RASIO BERBEDA TERHADAP
RETENSI NUTRIEN DAN PERUBAHAN KOMPOSISI KIMIA TUBUH
JUVENIL UDANG WINDU (*PENAEUS MONODON* FABR.)**

***EFFECT OF CALCIUM – PHOSPHOROUS WITH DIFFERENT RATIO
ON NUTRIENT RETENSION AND CHANGES THE CHEMICAL COMPOSITION
OF TIGER SHRIMP JUVENILE (*Penaeus monodon* FABR.)***

Zainuddin

Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas, Makassar

Email: zainuddinlatief@yahoo.co.id

ABSTRACT

Calcium and phosphorous are two important minerals because of their functions for growth and bone mineralization as well as lipid and carbohydrate metabolisms. The study purposes were to determine the effects of calcium and phosphorus with different ratios of nutrient retention and chemical composition changes of juvenile shrimp body. Organism used in this experiment were juvenile tiger prawns with an average weight of 3.43 ± 0.05 g/fish. Stocking density was 6 fish per aquarium (size 60cmx50cmx40cm). This research was formulated according to completely randomized design with four treatments and three replicates. The treatments applied were the ratio of calcium and phosphorus in shrimp food i.e., A (Ca/P=1:0,5), B (Ca/P=1:1,0), C (Ca/P=1:1.5) and D (Ca/P=1:2,0). Food was served four times per day i.e. 07.00 AM, 11.00 AM, 15.00 PM, and 21.00 PM.. The juvenile tiger prawns maintained for 8 weeks. The results showed that calcium and phosphorus with different ratios in the diet did not give effect to the retention of nutrients include protein, fat, calcium, and phosphorus. While the provision of calcium and phosphorus in different ratios to changes in body chemical composition includes protein, fat and ash content of juvenile tiger prawns have a significant effect except for crude fiber and BETN not significant. The result indicated that the ratio of Ca and P with a value of 1:1.0 to 1:1.5 gave better effect in changing the chemical composition of juvenile shrimp body.

Keywords: tiger shrimp juvenile, retention of nutrients, chemical composition

ABSTRAK

Kalsium dan fosfor adalah dua mineral yang penting karena berperan untuk pertumbuhan dan mineralisasi tulang juga metabolisme lipid dan karbohidrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek calcium dan fosfor dengan rasio berbeda terhadap retensi nutrient dan perubahan komposisi kimia tubuh juvenil udang windu. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil udang windu dengan bobot rata-rata $3,43 \pm 0,05$ g/ekor. Padat tebar adalah 6 ekor per akuarium (ukuran 60cmx50cmx40cm). Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Adapun perlakuan yang diterapkan adalah rasio calcium dan fosfor dalam pakan udang windu. A (Ca/P=1:0,5), B (Ca/P=1:1,0), C (Ca/P=1:1,5), dan D (Ca/P=1:2,0). Pakan diberikan empat kali per hari yaitu pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 21.00 WITA. Juvenil udang windu dipelihara selama 8 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian calcium dan fosfor dengan rasio berbeda ke dalam pakan tidak memberikan pengaruh terhadap retensi nutrient meliputi protein, lemak, kalsium dan fosfor. Sedangkan pemberian calcium dan fosfor dengan rasio berbeda terhadap perubahan komposisi kimia tubuh meliputi protein, lemak dan kadar abu juvenil udang windu berpengaruh signifikan kecuali serat kasar dan BETN tidak signifikan. Hasil menunjukkan bahwa rasio Ca dan P dengan nilai 1:1,0 hingga 1:1,5 memberikan efek yang lebih baik terhadap perubahan komposisi kimia tubuh juvenil udang windu.

Kata kunci: juvenil udang windu, retensi nutrisi, komposisi kimia tubuh udang

I. PENDAHULUAN

Penelitian tentang kebutuhan unsur makro dalam pakan udang windu telah banyak dilakukan (Liao dan Sheen, 1993; Nordrum *et al.*, 1997; Skonberg *et al.*, 1997; Ketola dan Richmond, 1994), sedangkan penelitian unsur mikro khususnya mineral masih sangat terbatas (Zainuddin, 2001; Suprayudi dan Setiawati, 1993; Setiawati, 1996), padahal peranan unsur mineral tersebut terhadap pertumbuhan udang tidak dapat diabaikan (Davis dan Gatlin III, 1991). Secara umum fungsi mineral antara lain sebagai unsur pokok dari eksoskeleton, menjaga keseimbangan tekanan osmosa, unsur pokok dalam struktur jaringan, berperan dalam transmisi syaraf pusat dan kontraksi otot, sebagai komponen enzim, vitamin, hormon, pigmen, kofaktor dalam metabolisme, katalisator dan aktivitas enzim (Akiyama *et al.*, 1991; Davis dan Gatlin III, 1991; Zainuddin *et al.*, 2000).

Calcium (Ca) dan fosfor (P) merupakan mineral penting dari 20 jenis mineral yang diidentifikasi memegang peranan penting dalam tubuh udang (Akiyama *et al.*, 1991). Calcium dan fosfor merupakan komponen utama dari materi anorganik pakan. Secara kuantitatif fungsi utama dari Ca dan P terutama pada pembentukan jaringan keras seperti halnya tulang, eksoskeleton dan rangka. Pada udang terutama berperan dalam pembentukan kulit dan karapaks. Ca merupakan mineral yang sangat penting terutama dalam transmisi impuls syaraf, osmoregulasi, kontraksi otot dan kofaktor pada beberapa proses enzimatik. Sementara itu, P merupakan mineral yang banyak berperan dalam proses metabolik seperti bagian esensial dari fosfolipid, asam amino, fosfoprotein, adenosin trifosfat (ATP) dan banyak berperan dalam metabolisme intermidier (Zubay, 1983 *dalam* Davis dan Gatlin III, 1991).

Meskipun Ca dan P tersedia di perairan, akan tetapi konsentrasinya sangat rendah (Boyd, 1981 *dalam* Davis dan Gatlin III, 1991) diperkirakan hanya sebesar 0,02 mg/L (Lall, 1989) sehingga penambahan ke dalam pakan mutlak diperlukan untuk mencukupi kebutuhan udang (Akiyama dan Chwang, 1989). Zainuddin (2001) melaporkan bahwa penambahan P ke dalam pakan udang windu sebesar 1-2% memberikan efek yang positif terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang windu.

Disamping itu, Ca dan P yang merupakan unsur utama penyusun karapaks udang windu yang disebut exuvia sehingga kekurangan atau kelebihan Ca/P akan berpengaruh terhadap proses pergantian kulit (*molting*) pada udang windu. Hingga saat ini penelitian tentang rasio Ca dan P dalam pakan udang windu khususnya pengaruhnya terhadap retensi nutrient dan perubahan komposisi kimia tubuh belum pernah dilakukan di Indonesia padahal Ca dan P merupakan golongan mineral yang saling sinergis satu dengan lainnya, sehingga ketepatan dalam menentukan rasio Ca dan P akan menentukan efisien tidaknya pakan dan pada akhirnya berpengaruh terhadap pertumbuhan udang windu. Berpedoman pada hal tersebut maka penelitian tentang rasio Ca dan P dalam pakan udang windu sangat penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek calcium dan fosfor dengan rasio berbeda terhadap retensi nutrient dan perubahan komposisi kimia tubuh juvenil udang windu.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pemeliharaan udang dilakukan di Laboratorium Hatchery Mini Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan dari bulan Juni sampai dengan Agustus 2009 dan

pengujian proksimat pakan di lakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Fakultas Peternakan Unhas.

2.2. Wadah dan Media Penelitian

Wadah yang digunakan adalah akuarium kaca yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 60cmx50cmx40cm sebanyak 12 buah yang diisi air bersalinitas 27 (titik isotonik untuk jenis udang windu) (Fox, 1993). Penempatan wadah penelitian dilakukan secara acak sesuai petunjuk Steel dan Torrie (1993).

Selama penelitian, salinitas dan suhu air media dibuat konstan. Air yang digunakan adalah air laut yang diencerkan sehingga salinitasnya sesuai. Sebelum digunakan, air laut tersebut ditampung dalam bak besar dan didesinfeksi serta diaerasi selama 24 jam. Setiap wadah dilengkapi dengan aerator.

2.3. Hewan Uji

Udang uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil udang windu

dengan bobot tubuh rata-rata $3.43 \pm 0,05$ g per ekor yang sebelumnya dipelihara dari post larva (PL) 20. Selanjutnya juvenil udang uji dipelihara selama 8 minggu. Udang uji dipelihara dalam 12 buah akuarium sesuai perlakuan yang ditetapkan.

2.4. Pakan Uji

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat macam pakan dengan rasio Ca dan P yang berbeda. Keempat macam pakan tersebut mempunyai kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang sama. Komposisi pakan yang digunakan mengacu kepada hasil penelitian Zainuddin (2001) dengan penambahan Ca dan P yang berbeda. Komposisi pakan setelah penambahan Ca dan P dengan rasio berbeda disajikan pada Tabel 1.

Setelah pakan dibuat dalam bentuk pasta, maka pakan tersebut dianalisis proksimat dan hasil analisisnya disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi pakan percobaan (%).

Bahan	Rasio Ca dan P			
	A(1 : 0.5)	B(1 : 1.0)	C(1 : 1.5)	D(1 : 2.0)
Tepung rebon	15.00	15.00	15.00	15.00
Tepung ikan	40.00	40.00	40.00	40.00
Tepung terigu	15.00	15.00	15.00	15.00
Minyak cumi	7.66	7.66	7.66	7.66
CMC	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamin mix ¹	2.70	2.70	2.70	2.70
Mineral mix tanpa Ca & P ²	4.00	4.00	4.00	4.00
Fosfor	0.50	1.00	1.50	2.00
Calsium	1.00	1.00	1.00	1.00
Kolesterol	1.00	1.00	1.00	1.00
Sellulosa	10.14	9.64	9.14	8.64

¹Vitamin mix (New 1976 dalam Suwirya 1993)

²Mineral mix (Briggs et al. 1988 dalam Fox 1993)

Tabel 2. Komposisi proksimat pakan uji (%).

Kandungan	Rasio Ca dan P			
	A(1 : 0.5)	B(1 : 1.0)	C(1 : 1.5)	D(1 : 2.0)
Protein	27,88	27.42	27.82	27.53
Lemak	16.88	17.07	17.27	17.50
Kadar abu	18.95	21.11	23.55	25.30
Serat kasar	13.68	14.43	14.04	14.17
BETN	22.61	19.97	17.32	3.00
Mineral Ca	1.04	1.14	1.26	1.36
Mineral P	1.01	1.90	2.79	3.44

Ket: hasil analisis Lab. Nutrisi Ternak Fakultas Peternakan Unhas

2.5. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan pakan sebagai perlakuan (Tabel 1), dan setiap perlakuan mempunyai tiga ulangan, sehingga diperoleh 12 unit penelitian.

2.6. Pelaksanaan Penelitian

2.6.1. Adaptasi Udang Uji Terhadap Pakan

Penelitian didahului dengan persiapan dan adaptasi udang uji terhadap pakan. Adapun kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada masa ini meliputi pembuatan pakan uji, penyediaan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dan adaptasi udang uji. Adaptasi udang uji terhadap pakan dilakukan selama 2 minggu. Pakan yang digunakan selama masa adaptasi adalah pakan pellet. Setelah udang uji memberikan respon dan sudah terbiasa dengan pakan pellet maka masa adaptasi dianggap cukup.

2.6.2. Penebaran Udang Uji

Udang uji yang telah diadaptasikan terhadap lingkungan dan pakan buatan dimasukkan ke dalam tiap-tiap akuarium dengan padat penebaran 6 ekor/akuarium. Juvenil udang uji dipuaskan selama satu hari, kemudian ditimbang untuk mengetahui bobot awal udang yang akan dicobakan.

2.6.3. Pemberian Pakan dan Pemeliharaan

Pemberian pakan dilakukan empat kali sehari, yaitu pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 21.00 (Zainuddin 2001). Jumlah pakan yang diberikan adalah 5% dari bobot tubuh udang windu perhari. Penyesuaian jumlah pakan dilakukan sekali dalam dua minggu bersamaan dengan pengamatan bobot tubuh udang. Untuk menjaga agar kualitas air tetap layak untuk kehidupan udang windu selama masa pemeliharaan maka pergantian air dilakukan setiap harinya sebesar 50%. Juvenil udang windu dipelihara selama 8 minggu.

2.7. Retensi Nutrien

Retensi nutrien yang diukur antara lain retensi protein (RP), lemak (RL), kalsium (RCa) dan fosfor (RF) sebagai berikut (Watanabe, 1988):

$$RP = \frac{\text{Pertambahan bobot protein tubuh (g)}}{\text{Bobot total protein yang dimakan (g)}} \times 100\%$$

$$RL = \frac{\text{Pertambahan bobot lemak tubuh (g)}}{\text{Bobot total lemak yang dimakan (g)}} \times 100\%$$

$$RCa = \frac{\text{Pertambahan bobot kalsium tubuh (g)}}{\text{Bobot total kalsium yang dimakan (g)}} \times 100\%$$

$$RF = \frac{\text{Pertambahan bobot fosfor tubuh (g)}}{\text{Bobot total fosfor yang dimakan (g)}} \times 100\%$$

2.8. Komposisi Kimia Tubuh

Komposisi kimia tubuh yang diukur antara lain kadar protein, lemak, BETN, kadar abu dan serat kasar. Analisis kadar protein dilakukan dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metode ekstraksi Folch *et al. in* Takeuchi (1988), kadar abu melalui pemanasan sampel pada suhu 600°C, serat kasar menggunakan metode pelarutan sampel dengan asam dan basa kuat, BETN dengan pemanasan sampel pada suhu 110°C. Perubahan komposisi kimia tubuh diketahui berdasarkan selisih antara komposisi kimia tubuh udang uji sebelum dan sesudah percobaan.

2.9. Analisa Data

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap retensi nutrien dan perubahan komposisi kimia tubuh juvenil udang windu maka data hasil pengamatan diolah dengan menggunakan analisis ragam one way ANOVA (Steel dan Torrie, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Retensi protein, lemak, kalsium dan fosfor

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan Ca dan P kedalam pakan buatan dengan rasio berbeda tidak berpengaruh secara signifikan terhadap retensi protein, lemak, kalsium dan fosfor juvenil udang windu. Hal ini berarti semua rasio Ca dan P yang digunakan di dalam penelitian memiliki potensi yang sama terhadap retensi protein, lemak, kalsium dan fosfor juvenil udang windu. Hasil penelitian Zainuddin (1998) mendapatkan penambahan fosfor dalam pakan hingga 1.5% ke dalam pakan buatan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap retensi lemak dan retensi fosfor benih ikan jambal siam dan udang windu (Zainuddin, 2001). Meskipun demikian terlihat bahwa rasio Ca dan P sebesar 1:1.5 memberikan retensi protein dan lemak yang relatif

lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya kecenderungan dengan meningkatnya rasio Ca dan P dalam akan menyebabkan menurunnya retensi fosfor juvenil udang windu. Hal ini sejalan dengan penelitian Nordrum *et al.* (1997) yang menunjukkan hasil retensi fosfor ikan Atlantik salmon yang semakin rendah dengan meningkatnya kadar fosfor dalam pakan. Demikian pula penelitian Zainuddin (1998) memperoleh kecenderungan yang sama pada ikan jambal siam. Pada kadar fosfor pakan yang rendah udang cenderung meretensi fosfor sebanyak mungkin untuk memenuhi kebutuhannya dan jika kadar fosfor pakan meningkat maka kemungkinan untuk meretensi fosfor semakin kecil karena dipakai untuk keperluan lainnya. Satoh *et al.* (1992) menyatakan bahwa pemberian fosfor dalam pakan akan meningkatkan kadar Ca tubuh ikan mas. Demikian pula hasil penelitian Brown *et al.* (1993) yang menunjukkan bahwa peningkatan kadar fosfor dalam pakan cenderung meningkatkan kadar fosfor tulang juvenile ikan sunshine bass. Penelitian yang menggunakan ikan red rum dan ikan striped bass, membuktikan bahwa pemberian fosfor dalam pakan dapat meningkatkan konsentrasi fosfor pada tulang (Skonberg *et al.*, 1997).

3.2. Komposisi Proksimat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio Ca dan P yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan protein, lemak dan kadar abu tubuh juvenil udang windu pada akhir penelitian. Sedangkan rasio Ca dan P yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap kandungan serat kasar dan BETN tubuh juvenil udang windu pada akhir penelitian (Tabel 4).

Tabel 3. Rata-rata retensi protein, lemak, kalsium dan fosfor juvenil udang windu pada akhir penelitian¹⁾.

Retensi	Rasio Ca dan P			
	A(1 : 0.5)	B(1 : 1.0)	C(1 : 1.5)	D(1 : 2.0)
Protein (%) ¹	148.62±44.04	142.22±11.71	153.51±69.01	145.72±8.70
Lemak (%) ¹	13.87±3.41	16.79±1.74	33.83±15.78	20.47±3.73
Kalsium (%) ¹	46.22±22.39	39.84±9.01	44.44±21.77	34.46±1.31
Fosfor (%) ¹	71.03±40.51	57.05±4.39	52.52±23.98	47.97±0.79

Keterangan: ¹⁾tidak terdapat perbedaan antar perlakuan ($p > 0.05$).

Berdasarkan uji Tukey untuk kandungan protein tubuh menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan C dan D tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A. Adanya perbedaan antara perlakuan terhadap kandungan protein tubuh juvenil udang windu menunjukkan bahwa Ca dan P berperan penting dalam sintesis protein. Hal ini ditegaskan oleh Davis dan Gatlin III (1991) bahwa sebagai bagian dari komponen DNA dan RNA, Ca dan P juga berperan dalam sintesis protein. Adanya peningkatan kemampuan sintesis protein pada rasio Ca dan P dengan perbandingan 1:1 menunjukkan bahwa pada rasio tersebut menyebabkan sintesis protein lebih tinggi.

Berdasarkan uji Tukey untuk kandungan lemak tubuh udang windu menunjukkan bahwa perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan D. Sedangkan perlakuan lainnya tidak berbeda nyata diantara ketiganya. Tingginya kandungan lemak tubuh udang windu pada perlakuan C diduga karena rasio Ca dan P sebesar 1:1,5 merupakan rasio yang optimal untuk sintesis lemak. Sehubungan dengan hal tersebut Onishi *et al.* (1981) dalam Skonberg *et al.* (1997) menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang positif antara pemberian Ca dan P dalam pakan dengan metabolisme lemak. Terdapat hubungan antara menurunnya sintesis protein dengan meningkatnya sintesis lemak. Hal ini terlihat pada perlakuan C dimana sintesis protein

menurun sedangkan sintesis lemaknya meningkat. Atau sebaliknya pada perlakuan A dan B dimana sintesis proteinnya meningkat sedangkan sintesis lemaknya menurun. Menurunnya deposit lemak pada tubuh udang windu diakibatkan oleh meningkatnya β -oksidasi asam lemak dan meningkatnya aktivitas glukoneogenesis (Sakamoto dan Yono, 1978 dalam Eya *et al.*, 1997).

Kandungan serat kasar dan BETN tubuh udang windu tidak dipengaruhi oleh rasio Ca dan P yang berbeda. Hal ini berarti dengan rasio Ca dan P sampai 1:2 dalam pakan tidak menyebabkan perbedaan terhadap serat kasar dan kandungan BETN pada tubuh udang hingga penelitian ini berakhir.

Hasil uji Tukey untuk kadar abu tubuh udang uji menunjukkan bahwa perlakuan B dengan rasio Ca dan P 1:1 berbeda nyata dengan perlakuan A, C dan D. Sedangkan ketiga perlakuan lainnya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Kadar abu dapat mencerminkan kandungan mineral tubuh, oleh karena itu untuk mendeterminasi mineral dapat melalui kadar abu (McDowel, 1992 dalam Seyawati, 1996). Menurut Lall (1989), Ca dan P merupakan pembentuk tulang utama pada ikan atau pembentuk eksuvia pada udang. Rendahnya kadar abu pada perlakuan B menunjukkan bahwa rasio Ca dan P 1:1 merupakan rasio yang optimum jika ditambahkan ke dalam pakan buatan. Andrews *et al.* (1973) menyatakan

Tabel 4. Rata-rata kandungan protein, lemak, serat kasar, BETN dan kadar abu juvenil udang windu pada akhir penelitian.

Komposisi	Rasio Ca dan P			
	A(1 : 0.5)	B(1 : 1.0)	C(1 : 1.5)	D(1 : 2.0)
Protein (%)	71.25 ± 0.67 ^a	71.26 ± 0.29 ^a	68.17 ± 1.05 ^b	68.97 ± 0.32 ^b
Lemak (%)	4.82 ± 0.04 ^a	5.01 ± 0.06 ^a	6.77 ± 0.22 ^b	5.26 ± 0.29 ^a
Serat kasar (%)	6.89 ± 0.20 ^a	6.50 ± 0.72 ^a	7.25 ± 0.31 ^a	7.25 ± 0.40 ^a
BETN (%)	1.16 ± 0.88 ^a	3.03 ± 0.14 ^a	1.80 ± 1.47 ^a	1.65 ± 0.02 ^a
Kadar abu (%)	15.88 ± 0.47 ^a	14.20 ± 0.62 ^b	16.01 ± 0.38 ^a	16.88 ± 0.41 ^a

Keterangan: ^{ab})huruf superscript yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan antar perlakuan (p>0.05)

bahwa kekurangan mineral fosfor dalam pakan juga ditandai dengan rendahnya kadar abu pada tulang.

IV. KESIMPULAN

Penambahan Ca dan P dalam pakan dengan rasio yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap retensi protein, lemak, kalsium dan fosfor pada juvenil udang windu yang dipelihara selama 8 minggu. Rasio Ca dan P dalam pakan dengan perbandingan 1:1 dan 1:1.5 memberikan kandungan protein dan lemak tertinggi dan kandungan abu yang paling rendah. Penambahan Ca dan P dalam pakan dengan rasio yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar BETN dan serat kasar juvenil udang windu pada akhir penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Akiyama, D.M. and N.L.M. Chuwang. 1989. Shrimp feed requirement and feed management. *In*: Akiyama, D.M. (ed.). Proceedings of the South Asia shrimp farm management workshop. Philippines. 75-82pp.
- Akiyama, D.M., W.G. Dominy, and A.L. Lawrence. 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: Revised. *In*: Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (eds.). Proceedings of the feed proceeding ang nutrition workshop. Thailand and Indonesia. 80-98pp.
- Andrew, J.W., T. Murai, and C. Campbell. 1973. Effects of dietary phosphorous on growth, feed conversion, bone ash, and hematocrit level of catfish. *J. Nutrition*. 103:766-771.
- Brown, M.L., F. Jaramillo Jr., and D.M. Gatlin III. 1993. Dietary phosphorous requirement of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* X *M. saxatilis*. *Aquaculture*, 113:355-363.
- Davis, D.A., and D.M. Gatlin III. 1991. Dietary mineral requirement of fish and shrimp. *In*: Akiyama, D.M. and R.K.H. Tan (eds.). Proceedings of the feed proceeding ang nutrition workshop. Thailand and Indonesia. 80-98pp.
- Eya, J.C., and R.T. Lovell. 1997. Available phosphorus requirements of food-size channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed practical diets in ponds. *Aquaculture*, 154: 283-291.
- Effendie, M.I. 1997. Metode biologi perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor.

- Fox, C.J. 1993. The effect of dietary chitin on the growth, survival and chitinase in the digestive gland of juvenile *Penaeus monodon* (Fabr.). *Aquaculture*, 109:39-49.
- Georgievskii, V.I. 1982. Mineral composition of bodies and tissues of animals. In: Cole, D.J.A., Haresign, W. Hendrichsmeyer, J.P. Hudson, G. Kimber, J.L. Krider, G.E. Russel, D.E. Tribe, and V.R. Young (eds.). Mineral nutrition of animals. Butterworths, London. 69-77pp.
- Huisman, E.A. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp (*Cyprinus carpio*, Linn) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Ric.). *Aquaculture*, 9(2):259-273.
- Ketola, H.G., and M.E. Richmond. 1994. Requirement of rainbow trout for dietary phosphorous and its relationship to the amount discharged in hatchery effluents. *Transactions of the American Fisheries Society*, 123:587-594.
- Lall, S.P. 1989. The minerals. In: J.E. Halver (ed.). Fish nutrition. Second edition. Academic press. Inc. San Diego. 220-252pp.
- Liao, I.C., and S.S. Sheen. 1993. Prawn nutrition studies in Taiwan. In: J.P. Mc. Vey (ed.). CRC handbook of mariculture 2nd edition Volume I. Crustacean aquaculture. CRC Press. Boca Raton Ann Arbor, London. 95-102pp.
- National Research Council. 1983. Nutrient requirement of warm water fishes and shellfishes. National academy of sciences. Washington D.C.
- Nordrum, S., T. Asgard, K.D. Shearer, and P. Arnessen. 1997. Availability of phosphorus in fish bone meal and inorganic salts to Atlantic salmon (*Salmo salar*) as determined by retention. *Aquaculture*, 157:51-61.
- Satoh, S., K. Izume, T. Takeuchi, and T. Watanabe. 1992. Effect of supplemental tricalcium phosphate on zinc and manganese availability to common carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 58(3):539-545.
- Skonberg, D.I., L. Yogev, R.W. Hardy, and F.M. Dong. 1997. Metabolic response to dietary phosphorus intake in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 1957:11-24.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan prosedur statistika (suatu pendekatan biometrik). PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sticney, R.R. 1979. Principles of warm water aquaculture. A wiley-interscience publication. John Wiley and Sons. New York.
- Suderajad, P. 2003. Pengaruh penambahan kalsium dalam pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan juvenil ikan bandeng (*Chanos chanos*). Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrients. In: Watanabe, T. (ed.). Fish nutrition and mariculture. Kanagawa international fisheries training centre. Japan International Cooperation Agency (JICA), Japan. 179-233pp.
- Zainuddin. 1998. Kadar Fosfor Optimum dalam Pakan Benih Ikan Jambal Siam (*Pangasius sutchi* Fowler). Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Zainuddin. 2001. Pengaruh pemberian mineral fosfor dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup juvenil udang windu (*Penaeus monodon*), Lembaga Penelitian, Universitas Hasanuddin. Makassar.