

**Full Paper****PENGARUH SALINITAS TERHADAP METABOLISME KEPITING BAKAU  
(*Scylla olivacea*)****THE EFFECT OF SALINITY ON METABOLISM OF MUD CRAB (*Scylla olivacea*)**Muhammad Yusri Karim<sup>\*)</sup>**Abstract**

The aim of this research was to know the effect salinity on metabolism of mud crab (*Scylla olivacea*). The research was carried out in circular plastic tanks consist of water at amount 16 l in closed system. The experiments were done using complete randomized design with 4 treatments and 3 replication. The salinity treatments were: (A) 5, (B) 15, (C) 25 and (D) 35‰. The Test animal used were female mud crab with average body weight was  $20 \pm 0,5$  g that stocked by three individuals per tank. Analysis variance and Tukey test were used to reveal the effect of treatments. The result showed that salinity was significantly ( $p < 0,01$ ) affect to basal, feeding, routine metabolism and SDA (Spesific Dynamic Action). The highest value of mud crab basal metabolism rate was 0.17 kJ/g body weight/day produced at salinity 5‰ and the lowest was 0.14 kJ/g body weight/day. The highest value for feeding, routine metabolism rate and SDA of mud crab produced at 25‰ with 0.49; 0.42 dan 0.35 kJ/g body weight/day, respectively, and the lowest were 0.47; 0.37 dan 0.30 kJ/g body weight/day that resulted by salinity of 5‰. For culture purpose of mud cab, it is recommended to use the salinity level of 25‰.

**Keywords: metabolism, mud crab, salinity****Pengantar**

Kepiting bakau (*Scylla olivacea*) merupakan salah satu sumberdaya hayati perairan bernilai ekonomis penting, yang habitatnya daerah estuaria (mangrove) dan telah dibudidayakan secara komersial di beberapa negara tropis (Millamena & Quinito, 2000; Catacutan, 2002). *Scylla olivacea* merupakan salah spesies kepiting bakau yang banyak ditemukan di Sulawesi Selatan dan potensial untuk dibudidayakan. Hasil analisis proksimat (Karim, 2005), diketahui bahwa daging kepiting bakau mengandung 47,5% protein dan 11,20% lemak. Oleh sebab itu, kepiting bakau banyak diminati konsumen baik di dalam maupun di luar negeri.

Dalam rangka pengembangan budidaya kepiting bakau maka perlu dikaji aspek-aspek yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Salah satu aspek yang berpengaruh pada usaha budidaya kepiting bakau adalah aspek fisiologis khususnya metabolisme. Metabolisme merupakan suatu variabel fisiologis penting di dalam tubuh dimana organisme mengatur proses-proses reaksi kimia dalam tubuh dengan memanfaatkan senyawa kimia dari sekitarnya untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

Salinitas juga merupakan salah satu faktor pembatas pada metabolisme kepiting bakau (Gilles & Pequeux, 1983; Ferraris et al., 1986; Kumlu et al., 2001; Villareal et al., 2003) karena salinitas

<sup>\*)</sup> Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km- 10 Tamalanrea, Makassar, Telp/Fax. (0411) 586 025; e-mail: ratu@indosat.net.id

mempengaruhi molalitas cairan di dalam tubuhnya. Hal ini sangat berpengaruh terhadap proses fisiologis yang akan mempengaruhi kelangsungan hidup kepiting. Dengan demikian, untuk menghasilkan kepiting bakau dengan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi perlu dilakukan pengkajian terhadap aspek metabolismenya. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang metabolisme kepiting bakau pada berbagai salinitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap metabolisme kepiting bakau (*S. olivacea*) meliputi metabolisme basal, makan, rutin, dan Specific dynamic action (SDA).

### Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Budidaya Air Payau (BBAP), Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Penelitian menggunakan pola rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 12 unit percobaan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan salinitas media yaitu : (A) 5; (B) 15; (C) 25 dan (D) 35‰. Wadah yang digunakan berupa stoples plastik dengan volume air 16 l yang dirancang dengan sistem sirkulasi tertutup. Wadah dilengkapi alat pengatur suhu (termostat).

Kepiting uji yang digunakan adalah kepiting bakau betina (*S. olivacea*) berukuran bobot tubuh  $20 \pm 0,5$  g yang ditebar dengan kepadatan 3 ekor per perlakuan. Penggunaan kepiting betina didasarkan atas nilai ekonomis, dimana kepiting betina memiliki harga jual yang lebih tinggi daripada kepiting jantan terutama betina bertelur. Kepiting-kepiting tersebut didatangkan dari perairan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

Kepiting uji terlebih dahulu diadaptasikan dengan kondisi penelitian selama 10 hari. Selama masa adaptasi, kepiting diberi pakan berupa ikan-ikan rucah dua kali

sehari pada jam 06.00 dan 18.00. secara ad libitum.

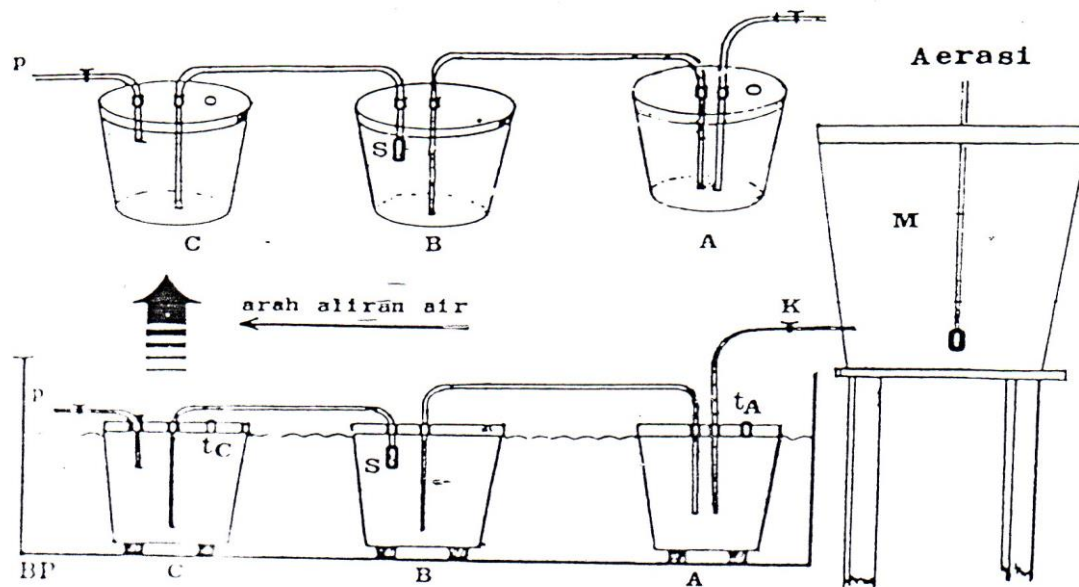
Stok air laut diambil dari perairan pantai Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Sumber air yang digunakan terdiri atas air laut bersalinitas 35 sampai 38 ‰, yang diperoleh dengan cara evaporasi dan air tawar dari sumur bor. Sebelum dievaporasi, stok air laut tersebut didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam. Air tawar diperoleh dengan cara melakukan destilasi terhadap air sumur bor di Balai Budidaya Air Payau Takalar. Untuk mendapatkan media perlakuan sesuai dengan salinitas yang diinginkan maka dilakukan teknik pengenceran dengan air tawar. Pengenceran dilakukan dengan berpedoman pada rumus yang digunakan Anggoro (1992) sebagai berikut :

$$S_2 = (V \times S_1)/(n + V)$$

Keterangan :

- $S_2$  : tingkat salinitas yang diinginkan (‰),  
 $S_1$  : salinitas air laut yang akan diencerkan (‰),  
 $V$  : volume air laut yang diencerkan (l), dan  
 $n$  : volume air tawar yang perlu ditambahkan (l).

Peubah yang diukur adalah laju metabolisme basal (puasa), makan (kenyang), rutin dan SDA (*specific dynamic action*). Laju metabolisme basal ditentukan melalui pengukuran tingkat konsumsi oksigen setelah kepiting uji terlebih dahulu dipuaskan selama 48 jam dan nilai konsumsi oksigen yang diambil adalah yang terendah selama minimal 1,5 jam. Untuk metabolisme kenyang, pengukuran konsumsi oksigen dilakukan pada saat sesudah kepiting diberi pakan sampai kenyang (*feeding maximum*) dan dipantau selama 24 jam. Nilai konsumsi oksigen yang diambil adalah pada jam ke 8 sampai 14. Metabolisme rutin diukur dalam keadaan kepiting tetap diberi pakan dan melakukan aktivitas hariannya. Pengukuran oksigen dilakukan dengan cara memasang DO meter pada aliran air



Keterangan :

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| A, B, C : Wadah uji   | K : Katup pengatur aliran air |
| M : Media perlakuan   | P : Saluran pembuangan air    |
| t <sub>A</sub> : Tempat mengukur kualitas air di wadah A          | S : Saluran penghubung        |
| t <sub>C</sub> : Tempat mengukur kualitas air di wadah C          |                               |
| BP : Bak peredam berfungsi sebagai penyangga suhu media perlakuan |                               |

Gambar 1. Desain wadah dan cara pengukuran konsumsi oksigen

yang masuk (wadah A) dan keluar (wadah C) dari wadah yang berisi kepiting uji (wadah B). Adapun desain wadah dan cara pengukuran oksigen pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika dan kimia air media penelitian meliputi, suhu, pH, amoniak, dan nitrit. Suhu diukur dengan menggunakan termometer, pH dengan pH meter, amoniak dan nitrit dengan spektrofotometer.

Laju metabolisme dihitung dengan mengkonversi nilai rata-rata konsumsi oksigen (g) x 13,78 kJ/g untuk laju metabolisme basal (Becker & Fishelson, 1986) dan konsumsi oksigen (g) x 14,85 kJ/g untuk laju metabolisme kenyang dan rutin (Huisman, 1976). SDA ditentukan dari selisih antara laju metabolisme kenyang dan laju metabolisme basal (SDA = LM<sub>K</sub> - LM<sub>B</sub>). Pengukuran oksigen

terlarut dilakukan dengan menggunakan *dissolved oksigen* meter (model 5509 lutron skala 0 sampai 20 ppm) selama 24 jam dengan selang waktu pencatatan 30 menit. Nilai konsumsi oksigen (QO<sub>2</sub>) dihitung dengan menggunakan modifikasi rumus Rosas *et al.* (2001)

$$QO_2 = (O_{2in} - O_{2out}) / B \times D$$

Keterangan:

- QO<sub>2</sub>: konsumsi oksigen (g O<sub>2</sub>/g bobot badan/jam),  
 O<sub>2in</sub>: konsentrasi O<sub>2</sub> yang masuk ke dalam wadah (mg/l),  
 O<sub>2out</sub>: konsentrasi O<sub>2</sub> yang keluar dari wadah (mg/l),  
 D: debit air (l/jam), dan  
 B: bobot biomassa hewan uji.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Uji Tukey digunakan untuk membandingkan perbedaan antara perlakuan (Steel &

Torrie, 1993). Adapun peubah kualitas air yang diperoleh dianalisis secara deskriptif berdasarkan kelayakan kehidupan kepiting bakau.

## Hasil dan Pembahasan

### Laju Metabolisme

Hasil pengukuran laju metabolisme kepiting bakau pada berbagai salinitas media disajikan pada Tabel 1. Laju metabolisme basal kepiting bakau tertinggi dihasilkan pada salinitas 5‰ dan terendah 25‰. Media bersalinitas 5‰ merupakan kondisi yang jauh dari isoosmotik menyebabkan tingkat kerja osmotik kepiting meningkat. Pada kondisi tersebut, terjadi peningkatan aktivitas kepiting yang menyebabkan peningkatan penggunaan energi. Menurut Karim (2005), tingkat kerja osmotik kepiting bakau minimum berada pada salinitas 26,46‰ atau setara dengan osmolaritas media 770,73 mOsm/L H<sub>2</sub>O.

Meningkatnya penggunaan energi pada salinitas 5‰ merupakan respon kepiting terhadap osmoregulasi dan ketidakseimbangan ion-ion yang menyebabkan peningkatan penggunaan energi untuk memenuhi fungsi metabolisme basalnya. Mekanisme ini berhubungan dengan respons fisiologis pada osmoregulasi dan ketidakseimbangan ion (stres osmotik) yang berhubungan dengan pembelanjaan energi. Perbedaan toleransi terhadap salinitas membawa refleksi pada perbedaan produksi panas (*energy expenditure*) (Rowe, 2002).

Metabolisme basal atau standar didefinisikan sebagai tingkat pembelanjaan energi minimal untuk mempertahankan struktur dan fungsi jaringan agar organisme tetap hidup. Pengukuran metabolisme ini dilakukan pada kondisi setelah organisme dipuaskan (*post absorptive*), kondisi lingkungan yang netral, dan organisme dalam keadaan istirahat (tidak banyak bergerak) (Affandi et al., 1992; Wuenschel et al., 2005). Pada media bersalinitas 25‰, tingkat kerja osmotik kepiting paling rendah, aktivitas untuk mempertahankan fungsi jaringan rendah, sehingga pada kondisi ini tingkat penggunaan energi untuk metabolisme basal rendah.

Jika nilai laju metabolisme basal kepiting yang dihasilkan pada penelitian ini dikonversi ke bobot badan metabolik (BBM) maka diperoleh nilai metabolisme 70,0 sampai 85,0 kJ/BBM<sup>0.8</sup>. Bila nilai metabolisme ini dibandingkan dengan organisme terestrial maka nilai metabolisme basal kepiting bakau lebih rendah. Menurut Brody (1974), nilai metabolisme basal hewan terestrial adalah 70 kal/BBM yang setara dengan 292 kJ/BBM<sup>0.75</sup>. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan laju metabolisme basal antara organisme akuatik dan terestrial dimana organisme akuatik hanya menggunakan energi sebesar 1/5 bagian (20%) bila dibanding dengan organisme terestrial.

Rendahnya nilai laju metabolisme basal kepiting dibanding hewan terestrial

Tabel 1. Laju metabolisme basal, makan, rutin dan SDA kepiting bakau pada berbagai salinitas media

Metabolisme (kJ/g /hari)	Salinitas (‰) (n = 3)			
	5	15	25	35
Basal	0,17 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,00 <sup>ab</sup>	0,14 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,15 ± 0,01 <sup>ab</sup>
Kenyang	0,47 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,48 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,49 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,48 ± 0,00 <sup>b</sup>
Rutin	0,37 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,39 ± 0,02 <sup>bc</sup>	0,42 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,41 ± 0,01 <sup>ab</sup>
SDA	0,30 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>b</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf uji 5% (p < 0,05)

disebabkan kepiting termasuk organisme akuatik berdarah dingin (poikilotherm) yang membutuhkan energi untuk hidup pokok (menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan) yang lebih rendah dari pada organisme terestrial (homiotherm). Kebutuhan energi organisme akuatik adalah 10 sampai 30 kali lebih rendah dari homiotherm yang harus mempertahankan suhu tubuh 35°C. Selain itu, pembelanjaan energi untuk mempertahankan suhu tubuh pada organisme akuatik hampir dikatakan nol dan energi yang dibelanjakan untuk menopang tubuh serta mempertahankan posisi dan pergerakan dalam air sangat kecil (Cho et al., 1982; Affandi et al., 1992).

Laju metabolisme kenyang diukur dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang penggunaan energi saat puncak proses metabolisme dan pencernaan terjadi. Laju metabolisme kenyang dan rutin tertinggi pada salinitas 25‰ dan terendah pada 5‰. Tingginya laju metabolisme kenyang dan rutin kepiting pada salinitas 25 ‰ disebabkan pada kondisi tersebut proses-proses fisiologis berjalan normal, aktivitas metabolisme termasuk pengambilan, mencerna, dan penyerapan zat pakan meningkat dan hal ini menggunakan sejumlah energi untuk aktivitas tersebut. Rendahnya laju metabolisme makan dan rutin kepiting pada salinitas 5‰ disebabkan lingkungan yang kurang nyaman sehingga proses-proses fisiologis tidak berjalan normal, termasuk metabolisme dalam bentuk pencernaan (SDA).

Laju metabolisme rutin atau dapat juga disebut dengan produksi panas harian merupakan akumulasi penggunaan energi pada berbagai aktivitas. Nilai laju metabolisme rutin yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 0,37 dan 0,42 kJ/g bobot/hari atau setara dengan 185,0 dan 210,0 kJ/BBM<sup>0.8</sup>. Rosas et al. (2001) dan Villarreal et al. (2003) melaporkan nilai konsumsi oksigen brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) berkisar antara 0,16 dan 0,32 mgO<sub>2</sub>/g/jam

atau setara dengan 0,06 dan 0,11 kJ/g/hari, antara 11,96 dan 27,63 J/g/jam (setara dengan 0,29 dan 0,66 kJ/g/hari) pada pre-prandial dan pada post-prandial antara 14,44 dan 31,75 J/g/jam (setara 0,35 dan 0,76 kJ/g/hari) untuk *Litopenaeus vannamei*, sementara untuk *L. setiferus* pada pre-prandial berkisar antara 39,3 dan 49,85 J/g/jam (setara 0,94 dan 1,20 kJ/g/hari) dan pada post-prandial berkisar antara 44,77 dan 48,02 J/g/jam (setara 1,07 dan 1,15 kJ/g/hari).

Pengurangan nilai antara laju metabolisme kenyang dan basal akan menghasilkan nilai SDA (specific dynamic action). Data SDA ini merupakan tingkat penggunaan energi untuk menghancurkan, mengubah dan menyimpan hasil pencernaan melalui proses metabolisme nutrisi. Nilai SDA pada krustase dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor endogenous seperti perubahan ukuran dan komposisi pakan, kualitas pakan, ukuran, tingkat aktivitas, dan faktor lingkungan seperti salinitas dan temperatur (Whiteley et al., 2001). Nilai SDA akan meningkat setelah menelan pakan, yang ditandai dengan peningkatan konsumsi oksigen (Linder, 1992). Nilai SDA kepiting yang diperoleh pada penelitian ini berkisar dari 0,30 sampai 0,35 kJ/g/hari atau setara dengan 150,0 sampai 175,0 kJ/BBM<sup>0.8</sup>.

Salinitas merupakan salah satu faktor abiotik penting yang mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup organisme akuatik. Oleh sebab itu, perlunya penentuan salinitas optimum yang sesuai dengan kebutuhan organisme untuk mendukung kelangsungan hidupnya (Kumlu et al. 2001). Dalam media budidaya, salinitas selain dapat mengontrol tingkat kelayakan habitat, juga sangat berperan dalam mempengaruhi aktivitas faali organisme. Menurut Villarreal et al. (2003), rendahnya tingkat kelangsungan hidup organisme akibat perubahan salinitas merupakan refleksi kehilangan kapasitas organisme tersebut pada perubahan osmotik, perubahan konsentrasi natrium atau klorida yang

merupakan kontributor utama osmolaritas pada lingkungannya.

Hubungan antara salinitas media (X) dengan metabolisme basal ( $Y_1$ ), kenyang ( $Y_2$ ), rutin ( $Y_3$ ) dan SDA ( $Y_4$ ) kepiting bakau (*S. olivacea*) berpola kuadrat dengan persamaan regresi masing-masing  $Y_1 = 0,1865 - 0,0032x + 0,00006x^2$  ( $r^2 = 0,575$ ),  $Y_2 = 0,4524 + 0,0040x - 0,00008x^2$  ( $r^2 = 0,644$ ),  $Y_3 = 0,3469 + 0,0036x - 0,00007x^2$  ( $r^2 = 0,630$ ) dan  $Y_4 = 0,2735 + 0,0052x - 0,0001x^2$  ( $r^2 = 0,715$ ). Berdasarkan persamaan tersebut dapat diprediksi bahwa salinitas yang optimum bagi kepiting bakau adalah berkisar 25 sampai 26‰.

#### Fisika Kimia Air

Kelayakan fisika kimia air dalam media penelitian berperan penting sebagai penopang kehidupan kepiting bakau. Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika kimia air pada media penelitian meliputi: suhu, pH, amoniak ( $NH_3$ ) dan nitrit ( $NO_2$ ). Nilai parameter fisika kimia air media selama penelitian berlangsung disajikan pada Tabel 2.

Suhu yang optimum untuk kepiting bakau adalah 26 sampai 32 °C, pH berkisar 7,5 sampai 8,5, amonia < 0,1 ppm, dan nitrit < 0,5 ppm (Boyd, 1990, Kuntiyo et al., 1994, Christensen et al., 2005). Parameter fisika kimia air media penelitian tersebut di atas, menunjukkan bahwa kualitas air di seluruh wadah penelitian cukup baik dan layak dalam mendukung kehidupan kepiting bakau. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa laju metabolisme kepiting bakau betina pada penelitian ini semata-mata disebabkan oleh efek osmotik salinitas media perlakuan.

Tabel 2. Nilai parameter fisika kimia air media penelitian

Parameter	Salinitas (‰)				Optimum
	5	15	25	35	
Suhu (°C)	30 - 31	30 - 31	30 - 31	30 - 31	26 - 32
pH	7,5 - 8,0	7,5 - 8,0	7,5 - 8,0	7,5 - 8,0	7,5 - 8,5
$NH_3$ (ppm)	0,005-0,006	0,005-0,006	0,005-0,006	0,005-0,006	< 0,1
$NO_2$ ppm)	0,31 - 0,33	0,31 - 0,33	0,31 - 0,33	0,31 - 0,33	< 0,5

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Salinitas media berpengaruh pada laju metabolisme basal, kenyang, rutin dan spesifik dynamic action (SDA) kepiting bakau.
2. Laju metabolisme basal kepiting bakau tertinggi 0,17 kJ/g bobot/hari dihasilkan pada media bersalinitas 5‰ dan terendah 0,14 kJ/g bobot/hari pada 25‰, sedangkan laju metabolisme kenyang, rutin dan spesifik dynamic action (SDA) tertinggi dihasilkan pada media bersalinitas 25‰ masing-masing 0,49; 0,42 dan 0,35 kJ/g bobot/hari dan terendah pada 5‰ masing-masing 0,47; 0,37 an 0,30 kJ/g bobot/hari.

### Saran

Pada budidaya kepiting bakau disarankan mengatur media pemeliharaan bersalinitas 25-26 ‰.

## Daftar Pustaka

- Affandi, R., D.S. Sjafei, M.F. Rahardjo dan Sulistiono. 1992. Fisiologi ikan: Pencernaan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 215 p.
- Anggoro, S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu, *Penaeus monodon* Fabricius.

- Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 230 p.
- Becker, K. and L. Fishelson. 1986. Standar and routine metabolic rate, critical oxygen tension and spontaneous scope for activity of tilapia. *In*: Maclean L, L.B Dizon, and L.V. Hosillos (editors). The First Asian Fisheries Society, Manila, Philippines: 623-628
- Boyd, C. E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Birmingham Publishing Co., Alabama. 359 p.
- Brody, S. 1974. Bioenergetics and growth with special reference to efficiency complex in domestic animals. Collier-Macmillan Publ., London. 1023 p.
- Catacutan, M. R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratio. *Aquaculture*, 208: 113-123.
- Cho, C.Y., Y. Slinger and H.S. Baylay. 1982. Bioenergetic of salmon fishes energetic intake, expenditure, and productivity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B (1): 25-41.
- Christensen, S.M., D. J. Macintosh, and N.T. Phuong. 2005. Pond production of the mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador) and *S. olivacea* (Herbst) in the Mekong Delta, Vietnam, using two different supplementary diets. *Aqua. Res.*, 35: 1013-1024.
- Ferraris, R.P., F.D.F. Estepa, J.M. Ladja and E. G. De Jesus. 1986. Effect of salinity on the osmotic, chloride, total protein and calcium concentration in the hemolymph of the prawn, *Penaeus monodon* Fabricius. *Comp. Biochem. Physiol.*, 83A (4): 701-708.
- Gilles, R. and P. Pequeux. 1983. Interactions of chemical and osmotic regulation with the environment. *In*: The Biology of Crustacea: Environmental Adaptations Volume 8. Vernberg F.J. W.B. Vernberg (Ed). Academic Press, New York. Pp: 109-177.
- Huisman, E.A. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production level carp, *Cyprinus carpio*, L. and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 9: 259-273.
- Karim, M. Y. 2005. Kinerja pertumbuhan kepiting bakau betina (*Scylla serrata* Forsskal) pada berbagai salinitas media dan evaluasinya pada salinitas optimum dengan kadar protein pakan berbeda. Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 134 p
- Kumlu, M., O.T. Eroldogan and B. Saglamtimur. 2001. Effect of salinity and added substrates on growth and survival of *Metapenaeus monoceros* (Decapoda: Penaeidae) post larvae. *Aquaculture*, 196: 177-188.
- Kuntiyo, Z. Arifin dan T. Supratomo. 1994. Pedoman budidaya kepiting bakau (*Scylla serrata*) di tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Balai Budidaya Air Payau, Jepara. 30 p.
- Linder, M.C. 1992. Nutritional biochemistry and metabolism (Biokimia Nutrisi dan Metabolisme, diterjemahan oleh Parakkasi, A). Penerbit Universitas Indonesia Press, Jakarta. 781 p.
- Millamena, O.M. and E. Qunitio. 2000. The Effect of diet on reproductive performance of eyestalk and intact mud crab *Scylla serrata*. *Aquaculture*, 181: 81 – 90.
- Rosas, C., G. Cuzon, G. Taboada, C. Pascual, G. Gaxiola and A.V. Wormhoudt. 2001. Effect of dietary protein and energy levels on growth, oxygen consumption, hemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic

- pressure of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and *L. setiferus* (Linne) juveniles (Crustacea, Decapoda; Penaeidae). *Aqua. Res.*, 32: 531-547.
- Rowe, C.L. 2002. Differences in maintenance energy expenditure by two estuarine shrimp (*Palaemonetes pugio* and *P. vulgaris*) that may permit partitioning of habitats by salinity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 132A: 341-351.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan prosedur statistika. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 748 p.
- Villarreal, H., A. Hernandez-Llamas and R. Hewitt. 2003. Effect of salinity, survival and oxygen consumption of juvenil brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). *Aqua. Res.*, 34: 187-193.
- Whiteley, N.M., F.R. Robertson, J. Meagor J, A.J. El Haj and E.W. Taylor. 2001. Protein synthesis and specific dynamic action in crustaceans: effect of temperatur. *Comp. Biochem. Physiol.*, 128A: 595-606.
- Wuenschel, M.J, A.R. Jugovich and J.A. Hare. 2005. Metabolic response of juvenile gray snapper (*Lutjanus griseus*) to temperature and salinity: Physiological cost of different environments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 321: 145-154.