

PENGARUH SALINITAS DAN BOBOT TERHADAP KONSUMSI KEPITING BAKAU (*Scylla serrata* Forsskal)

Muhammad Yusri Karim

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS

ABSTRACT

Mud crab (*Scylla serrata* Forsskal) which inhabits estuaries and mangrove swamps is of commercial importance and cultured in many tropical countries. A research to know the affect of salinity and weight on oxygen consumption of mud crab (*S. serrata* Forsskal). The research was carried out in Center for Brackishwater Aquaculture Development, Takalar, South Sulawesi. Complete randomized design with 4 treatments salinity and 3 replicated was performed. The treatments were : (A) 5; (B) 15; C (25), and D (35) ppt. Analysis of variance and tukey test were used to reveal the effect of treatment. The result showed that salinity and weight influencing ($p < 0.01$) on basal, feeding and routine oxygen consumption of mud crab. The highest basal oxygen consumption of mud crab at 5 ppt salinity and the lowest at 5 ppt salinity, whereas the highest feeding and routine oxygen consumption of mud crab at 25 ppt salinity and the lowest at 5 ppt salinity, respectively.

Key words : salinity, weight, oxygen consumption, mud crab

PENDAHULUAN

Salah satu sumberdaya hayati perairan bernilai ekonomis tinggi dan potensial untuk dibudidayakan adalah kepiting bakau (*Scylla serrata* Forsskal). Jenis kepiting ini disenangi masyarakat karena bernilai gizi tinggi yakni mengandung berbagai nutrien penting (Catacutan 2002). Selama ini kebutuhan konsumen akan kepiting bakau sebagian besar masih dipenuhi dari hasil penangkapan di alam yang sifatnya fluktuatif. Berdasarkan pertimbangan kontinyuitas produksi, maka perlu dikembangkan budidaya kepiting bakau secara terkontrol. Guna menunjang usaha budidaya kepiting yang efektif, efisien dan mengun-tungkan secara ekonomis maka perlu dilakukan pengkajian terhadap sifat-sifat biologis kepiting bakau. Hal tersebut dimaksudkan agar manipulasi terhadap lingkungan budidaya mem-berikan pertumbuhan yang maksimal.

Seperti organisme perairan lainnya, pertumbuhan kepiting bakau

hanya dapat terjadi apabila terdapat kelebihan energi setelah energi yang dikonsumsi dikurangi dengan kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas. Dengan demikian, partum-buhan kepiting akan semakin meningkat apabila energi bersihnya semakin meningkat atau energi yang dimetabolisme tetap atau semakin menurun. Adanya perubahan lingkungan akan berpengaruh terhadap besaran energi yang dikonsumsi, dapat lebih besar atau lebih kecil daripada energi yang dimetabolisme, sehingga hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan atau penurunan energi tubuh.

Metabolisme merupakan segala proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh organisme yang meliputi anabolisme dan katabolisme. Konsumsi oksigen merupakan salah satu parameter fisiologis yang dapat digunakan untuk menaksir laju metabolisme secara tidak langsung, yaitu dengan mengukur oksigen yang digunakan dalam proses oksidasi. Dalam proses ini organisme

mendapat, mengubah dan memakai senyawa kimia dari sekitarnya untuk mem-pertahankan kelangsungan hidup (Wirahadikusumah, 1985). Konsumsi oksigen pada krustase dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal yang berpengaruh adalah salinitas, konsentrasi oksigen terlarut, suhu, cahaya, status makanan dan karbondioksida. Faktor internal adalah spesies, stadia, bobot, aktivitas, jenis kelamin, reproduksi, dan molting (Kumlu *et al.* 2001; Verslycke dan Janssen 2002; Villareal *at al.* 2003).

Salinitas merupakan *masking factor* bagi organisme akuatik yang dapat memodifikasi peubah fisika dan kimia air menjadi satu kesatuan pengaruh yang berdampak terhadap organisme (Gilles dan Pequeux, 1983; Ferraris *et al.*, 1986). Hal ini sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme kepiting yang dapat berpengaruh pada tingkat pembelanjaan energi. Oleh sebab itu, pertumbuhan kepiting yang maksimum hanya dapat dihasilkan apabila penggunaan energi untuk metabolisme dapat diminimalisir.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas guna mendapatkan gambaran tentang laju metabolisme kepiting bakau yang dipelihara pada berbagai salinitas media dan bobot tubuh maka dilakukan penelitian tentang hal tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas dan bobot terhadap konsumsi oksigen kepiting bakau (*S. serrata*) pada kondisi basal, makan, dan rutin. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu bahan informasi bagi usaha pengembangan kepiting bakau terutama aspek budidayanya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di balai Budidaya Budidaya Air Payau (BBAP), Takalar, Sulawesi Selatan. Penelitian menggunakan wadah berupa stoples plastik bervolume 16 L yang dirancang dengan sistem sirkulasi. Wadah tersebut dilengkapi dengan alat pengatur suhu (termostat). Sebagai hewan uji adalah kepiting bakau (*S. serrata*) berukuran bobot 20, 40, 60, dan 80 g. Kepiting ditebar dengan kepadatan 1 ekor per wadah pada setiap perlakuan berdasarkan bobot tubuh kepiting.

Sumber air yang digunakan terdiri atas air laut bersalinitas 35 ppt, yang diperoleh dari perairan pantai Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan dan air tawar. Untuk mendapatkan media perlakuan sesuai dengan salinitas yang diinginkan maka dilakukan teknik pengenceran dengan air tawar.

Penelitian menggunakan pola rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan setiap perlakuan masing-masing mempunyai 3 ulangan. Dengan demikian pada penelitian ini terdapat 12 unit percobaan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan salinitas media yaitu : (A) 5; (B) 15; (C) 25 dan (D) 35 ppt.

Peubah yang diukur adalah konsumsi oksigen pada kondisi basal, kenyang, dan rutin. Konsumsi oksigen pada kondisi basal ditentukan melalui pengukuran tingkat konsumsi oksigen setelah kepiting uji terlebih dahulu dipuaskan selama 48 jam. Untuk kondisi kenyang, pengukuran konsumsi oksigen dilakukan pada saat sesudah kepiting makan kenyang (*feeding maximun*) dan dipantau selama 24 jam, sedangkan untuk

aktivitas rutin diukur dalam keadaan melakukan aktivitas hariannya. Pakan yang diberikan adalah ikan rucah sebanyak 5% dari bobot tubuh. Frekuensi pemberian dilakukan dua kali sehari.

Nilai konsumsi oksigen (O_2) dihitung dengan menggunakan modifikasi rumus Rosas *et al.* (2001)

$$QO_2 = \frac{(O_{2in} - O_{2out})}{BB} \times LA$$

dimana QO_2 adalah konsumsi oksigen (g O_2 /g bobot badan/jam), O_{2in} adalah konsentrasi O_2 yang masuk ke dalam wadah (mg/L), O_{2out} adalah konsentrasi O_2 yang keluar wadah (mg/L), LA adalah kecepatan aliran air (L/jam), dan BB adalah bobot badan.

Selama data penunjang, selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika kimia air media penelitian meliputi :

kepiting tetap diberi pakan dan suhu, pH, amoniak, dan nitrit. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, pH dengan pH meter dan amoniak dengan menggunakan spektrofotometer.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Uji Tukey digunakan untuk membandingkan perbedaan antara perlakuan (Steel dan Torrie, 1993). Sebagai alat bantu untuk melaksanakan uji statistik tersebut digunakan paket program SPSS versi 13.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi oksigen dapat digunakan sebagai pendekatan untuk menaksir tingkat metabolisme. Hasil pengukuran konsumsi oksigen kepiting bakau pada berbagai bobot tubuh dan salinitas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsumsi oksigen basal, makan, dan rutin (mg O_2 /g/jam) kepiting bakau

Parameter	Salinitas (ppt) (n = 3)			
	5	15	25	35
Basal				
20 g	0.51 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.01 ^a	0.44 ± 0.01 ^b	0.47 ± 0.01 ^b
40 g	0.45 ± 0.01 ^a	0.43 ± 0.01 ^b	0.38 ± 0.01 ^d	0.41 ± 0.01 ^c
60 g	0.43 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.01 ^b	0.36 ± 0.00 ^c	0.38 ± 0.01 ^b
80 g	0.40 ± 0.01 ^a	0.37 ± 0.01 ^b	0.34 ± 0.01 ^c	0.37 ± 0.01 ^b
Kenyang				
20 g	1.32 ± 0.01 ^d	1.34 ± 0.01 ^c	1.37 ± 0.00 ^a	1.35 ± 0.00 ^b
40 g	1.18 ± 0.01 ^c	1.19 ± 0.00 ^{bc}	1.22 ± 0.01 ^a	1.21 ± 0.00 ^{ab}
60 g	1.11 ± 0.01 ^c	1.14 ± 0.01 ^b	1.17 ± 0.01 ^a	1.14 ± 0.01 ^b
80 g	1.09 ± 0.00 ^d	1.12 ± 0.01 ^c	1.15 ± 0.01 ^a	1.13 ± 0.00 ^b
Rutin				

20 g	1.04 ± 0.02^d	1.09 ± 0.01^c	1.19 ± 0.01^a	1.14 ± 0.01^b
40 g	0.96 ± 0.01^c	0.97 ± 0.01^c	1.07 ± 0.01^a	1.02 ± 0.01^b
60 g	0.92 ± 0.01^c	0.95 ± 0.01^b	1.02 ± 0.01^a	0.98 ± 0.01^b
80 g	0.90 ± 0.01^d	0.93 ± 0.01^c	1.00 ± 0.01^a	0.96 ± 0.01^b

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar Perlakuan pada taraf uji 5% ($p < 0.05$)

Salinitas media sangat nyata ($p < 0.01$) mempengaruhi konsumsi oksigen kepiting bakau (*S. serrata*) bobot 20, 40, 60, dan 80 g pada kondisi basal, kenyang, dan rutin. Nilai konsumsi oksigen kepiting pada kondisi basal tertinggi dihasilkan pada media bersalinitas 5 ppt dan terendah pada salinitas 25 ppt. Sementara itu, nilai konsumsi oksigen pada kondisi kenyang dan rutin tertinggi ditemukan pada media bersalinitas 25 ppt dan terendah pada salinitas 5 ppt untuk semua bobot kepiting.

Media bersalinitas 5 ppt bersifat hipoosmotik bagi kepiting bakau sehingga diduga kondisi tersebut kurang nyaman bagi kehidupan kepiting bakau. Pada kondisi hipoosmotik kepiting melakukan kerja osmotik yang tinggi sebagai respon fisiologis menghadapi kerja osmotik yang tinggi dan hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen. Di sisi lain, dengan salinitas media yang kurang nyaman menyebabkan penurunan aktivitas yang berkaitan dengan makan (pencernaan) dan aktivitas rutinitas.

Media bersalinitas 25 ppt merupakan media yang nyaman bagi kepiting. Pada kondisi tersebut diduga lingkungannya mendekati isoosmotik, laju pengambilan oksigen untuk mempertahankan fungsi jaringan rendah, sedangkan aktivitas untuk pencernaan dan rutinitasnya meningkat. Beberapa hasil penelitian yang telah dirangkum Villarreal *et al.*

(2003) dan Spanopoulos-Hernandez *et al.* (2005) memperlihatkan bahwa salinitas merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi konsumsi oksigen. Salinitas dapat membatasi respons fisiologis dan variabel lainnya seperti migrasi vertikal dan pola reproduksi (Rosas *et al.* 2001). Selanjutnya Kumlu *et al.* (2001) dan Karim (2005) mengemukakan bahwa alinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh penting pada konsumsi pakan, metabolisme, sintasan dan pertumbuhan organisme akuatik. Salinitas merupakan *masking factor* yang dapat memodifikasi peubah fisika dan kimia air menjadi satu kesatuan pengaruh yang berdampak osmotik pada osmoregulasi dan bioenergetik

Faktor lain yang mempengaruhi nilai konsumsi oksigen adalah aktivitas dan bobot tubuh. Semakin tinggi aktivitas maka oksigen yang dikonsumsi juga meningkat. Menurut Vernberg dan Vernberg (1972), organisme yang berukuran kecil mengkonsumsi oksigen lebih banyak per satuan waktu dan bobot daripada yang berukuran besar. Hasil percobaan ini memperlihatkan bahwa semakin kecil ukuran bobot kepiting pada semua perlakuan, nilai konsumsi oksigen per gram bobotnya semakin tinggi. Hal ini disebabkan kepiting yang berukuran kecil (kepiting muda) lebih aktif daripada kepiting yang berukuran besar (kepiting dewasa). Fenomena yang sama ditemukan oleh Shuhong (2005) pada *Laternula*

marilina, dimana dengan meningkatnya bobot tubuh maka konsumsi oksigen per gram bobot menurun. Hasil penelitian Kazakop dan Khalyapina (1981) pada ikan salmon memperlihatkan bahwa laju konsumsi oksigen per unit bobot induk lebih rendah daripada juvenil. Villarreal *et al.* (2003) mendapatkan nilai konsumsi oksigen 0.16 sampai 0.32 mgO₂/g/jam pada *Farfantepenaeus californiensis* berbobot 5.86 g. Sementara itu, Rosas *et al.* (2001) mendapatkan nilai konsumsi oksigen berkisar 11.96 sampai 27.63 J/g/jam pada pre-prandial dan 14.44 sampai 31.75 pada post-prandial untuk *Litopenaeus vannamei* berbobot 260 mg, sementara untuk *L. setiferus* yang berbobot 240 mg berkisar 39.3 sampai 49.85 J/g/jam pada pre-prandial dan 44.77 sampai 48.02 J/g/jam pada post-prandial. Selanjutnya hasil penelitian Rosas *et al.* (1992) pada 7 spesies krustasea yaitu *Penaeus aztecus*, *Sicyonia brevirostris*, *Callinectes similis*, *Portunus spinicarpus*, *P. gibbesii*, *Hepatus epheliticus* dan *Calappa sulcata*

memperlihatkan bahwa konsumsi oksigen meningkat dengan peningkatan aktivitas.

Konsumsi oksigen pada krustasea dapat digunakan sebagai asektor elektron dalam proses respirasi, merupakan indikator metabolik yang berhubungan dengan strategi kehidupan dan aktivitas siklus harian organisme (Rosas *et al.* 2001). Konsumsi oksigen merupakan bagian penting dari keseimbangan bioenergetik sebab menggambarkan penggunaan energi langsung pada kerja metabolik termasuk metabolisme untuk hidup pokok, makan, dan aktif (Schmidt-Nielsen 1990; Lemos dan Phan 2001; Rosas *et al.* 2001). Selanjutnya model bioenergetik dapat digunakan untuk memprediksi potensi pertumbuhan pada kondisi lingkungan berbeda (Wuenschel *et al.* 2005).

Kualitas Air

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air pada media penelitian meliputi: suhu, pH dan amoniak (Tabel 2).

Tabel 2. Kisaran nilai fisika kimia air media penelitian kepiting bakau untuk semua perlakuan

Salinitas (ppt)	Parameter		
	Suhu (°C)	pH	NH ₃ (ppm)
5	28 – 30	7,5 – 8,2	0,005 – 0,007
15	28 – 30	7,5 – 8,1	0,004 – 0,005
25	28 – 30	7,5 – 8,1	0,004 – 0,006
35	28 – 30	7,5 – 8,1	0,005 – 0,007

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik penting yang mempengaruhi aktivitas, nafsu makan, konsumsi oksigen dan laju metabolisme krustasea (Kumlu *et al.* 2001; Zacharia dan Kakati 2004). Pengaruh utama suhu adalah meningkatkan laju

pergesekan intermolekular dan laju reaksi-reaksi kimia (Reiber dan Birchard 1993). Menurut Kuntiyo *et al.* (1994) suhu yang optimum untuk kepiting bakau adalah 26 sampai 32 °C.

pH yang didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen (H^+), merupakan indikator keasaman serta kebasaaan air (Boyd, 1990). Nilai pH ini penting untuk dipertimbangkan, karena dapat mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air serta reaksi biokomia di dalam tubuh kepiting bakau. Menurut Kuntiyo *et al.* (1994) dan Christensen *et al.* (2005), pH optimum untuk kepiting bakau berkisar antara 7.5 dan 8.5.

Amonia merupakan senyawa produk utama dari limbah nitrogen dalam perairan yang berasal dari organisme akuatik (Cavalli *et al.* 2000; Neil *et al.* 2005). Pada krustase dekapoda, adanya amonia dalam air merupakan indikasi adanya katabolisme asam amino dan deaminasi adenilat pada siklus nukleotida purin. Amonia bersifat toksik sehingga dalam konsentrasi yang tinggi dapat meracuni organisme (Lee dan Chen 2003; Kir *et al.* 2004). Oleh sebab itu, dalam media pemeliharaan kepiting bakau maka konsentrasi amonia dalam media tidak lebih dari 0,1 ppm (Boyd 1990; Kuntiyo *et al.* 1994).

KESIMPULAN

1. Komsumsi oksigen kepiting bakau dipengaruhi oleh salinitas media dan bobot tubuh, baik pada kondisi basal, kenyang dan rutin.
2. Konsmsi oksigen menurun dengan meningkatnya bobot tubuh kepiting bakau.
3. Komsumsi oksigen kepiting bakau pada kondisi basal tertinggi dihasilkan pada salinitas 5 ppt dan terendah pada 25 ppt, sedangkan komsumsi oksigen pada kondisi kenyang dan aktivitas rutin

tertinggi dihasilkan pada salinitas 25 ppt dan terendah 5 ppt.

DAFTAR PUSAKA

- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham Publishing Co., Alabama.
- 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.
- Cavalli, R.O., E.V. Berghe, P. Lavens, N.T.T. Thuy, M. Wille, and P. Sorgeloos. 2000. Ammonia toxicity as a criterion for the evaluation of larval quality in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 125C: 333-343.
- 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.P. 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. and Physiol.*, 83A (4): 701-708.
- Gilles, R. and P. Pequeux. 1983. Interactions of chemical and osmotic regulation with the

- environment. p: 109-177. In F. J. Vernberg and W. B. Vernberg (eds.). The Biology of crustacea, vol. 8 : Environmental adaptations. Academic Press, New York. pp : 109-177.
- 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. (Tidak Dipublikasikan).
- Kazakop RV, Khalyapina LM. 1981. Oxygen consumption of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) males and female in fish culture. *Aquaculture*, 25: 289-292.
- Kir, M., M. Kumlu, and O.T. Eroldoan. 2004. Effect of temperature on acute toxicity of ammonia to *Penaeus semiculatus* juveniles. *Aquaculture*, 241: 479-489.
- Kumlu, M., O.T. Eroldogan, and B. Saglamtimur. 2001. The 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.
- Lee, W.C. and J.C. Chen 2003. Hemolymph ammonia, urea and uric acid levels and nitrogenous excretion of *Marsupenaeus japonicus* at different salinity levels. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 288: 39-49.
- Lemos, D. and V.N. Phan. 2001. Energy partitioning into growth, respiration, excretion and exuvia during larval development of the shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Aquaculture*, 199: 131-143.
- Neil, L.L., R. Fotedar, and C.C. Shelley. 2005. Effects of acute and chronic toxicity of unionized ammonia on mud crab, *Scylla serrata* (Forsskal, 1755) larvae. *Aqua. Res.*, 36: 927-932.
- Reiber, C. and G.F. Birchard. 1993. Effect of temperature on metabolism and hemolymph pH in the crab *Stoliczia abotti*. *J. Therm Biol* 18 (1): 45-92.
- 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.
- Schmidt-Nielsen, K. 1990. *Animal Physiology : Adaptation and Environment*. Third edition. 4th ed. Cambridge University Press, New York.
- Shuhong Z. 2005. The influence of body size and temperature on metabolism and energy budget

- in *Laternula marilina* larvae. Aqua. Res., 36: 768-775.
- Spanopoulus-Hernandez, M., C.A. Martinez-Palacios, R.C. Vanegas-Perez, C. Rosas, and L.D. Rosas. 2005. The combined effects of salinity and temperature on the oxygen consumption of juvenile shrimps *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874). Aquaculture 244: 341-348.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Vernberg, F. J. 1983. Respiratory Adaptation. p : 1-42. In F. J. Vernberg and W. S. Vernberg (Eds.). The biology of crustacea, Vol. 8: Environmental Adap-tations. Academic Press, New York-London-Paris.
- Verslycke, T. and C.R. Janssen. 2002. Effect of changing abiotic environment on the energy metabolism in the mysid shrimp *Neomysis integer* (crustacea: Mysidaceae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 279: 61-72.
- 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.
- Wirahadikusumah, M. 1985. Biokimia : Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid. Penerbit ITB, Bandung.
- 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.
- Zacharia, S. and V.S. Kakati. 2004. Optimal salinity and temperatur of early developmental stages of *Penaeus merguensis* de Man. Aquaculture, 232: 378-382.