

PENGARUH SUHU TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERCEPATAN METAMORFOSIS LARVA KEPITING BAKAU (*Scylla olivacea*)

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON SURVIVAL AND METAMORPHOSIS ACCELERATION OF MUD CRAB'S LARVA (*Scylla olivacea*)

Muhammad Y. Karim*, Zainuddin dan Siti Aslamyah

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS
Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10, Makassar, Sulawesi Selatan, 90245, Telp. 0411-586025
*Penulis untuk korespondensi, Email: yusri_karim@yahoo.com

Abstrak

Kepiting bakau merupakan salah satu komoditas perikanan bernilai ekonomis penting di kawasan Asia-Pasifik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu optimal bagi pemeliharaan larva kepiting bakau (*Scylla olivacea*). Penelitian dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP), Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Hewan uji yang digunakan adalah larva kepiting bakau (*S. olivacea*) stadia zoea-1 yang ditebar dengan kepadatan 50 ekor/l dan dipelihara sampai memasuki stadia megalopa. Wadah penelitian menggunakan baskom plastik hitam berkapasitas 50 l diisi air media bersalinitas 30 ppt sebanyak 35 l yang dilengkapi dengan thermostat untuk mempertahankan suhu media percobaan. Pakan yang digunakan adalah pakan alami berupa rotifer dan nauplius Artemia dan pakan buatan berupa flake. Penelitian dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan mempunyai 3 ulangan. Keempat perlakuan yang dicobakan adalah perbedaan suhu media pemeliharaan larva kepiting bakau, yaitu : 26, 28, 30, dan 32°C. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu media pemeliharaan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada tingkat kelangsungan hidup dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau (*S. olivacea*). Tingkat kelangsungan hidup tertinggi dan perubahan metamorfosis larva kepiting bakau dari zoea ke megalopa tercepat dihasilkan pada suhu 30 °C yakni 31,60% dan 17 hari, sedangkan tingkat kelangsungan hidup terendah dan perubahan metamorfosis terlama pada suhu 26 °C yakni 18,89% dan 20,67 hari.

Kata kunci : kelangsungan hidup, larva kepiting, metamorfosis, suhu.

Abstract

Mud crab is one of the important economic value of fishery commodities in the Asia-Pacific region. This study aims to determine the optimum temperature for larval rearing of mud crab (*Scylla olivacea*). The research was conducted at the Center for Brackish Water Aquaculture (BBAP), Galesong, Takalar, South Sulawesi. Test animals used were zoea-1 of mud crab, were stocked at a density of 50 animals/L and maintained until entering megalopa phase. Test animals were rearing by using black plastic basin (50L) filled with water (30 ppt salinity) as much as 35L, equipped with a thermostat to maintain a temperature of experimental media. Feed used are rotifers and artemia, and flakes artificial feed. Fourth tested treatment is a temperature difference of media, namely: 26, 28, 30 and 32°C. Results of analysis of variance showed that the temperature of media was highly significant ($p < 0.01$) in survival rate and speed of larval metamorphosis. The highest survival rate and metamorphosis change of zoea to megalopa quickest at a temperature of 30°C which is 31.60% and 17 days, while the survival rate of the lowest and longest metamorphosis change in temperature of 26°C which is 18.89% and 20.67 days.

Keywords: survival, mud crab's larvae, methamorphosis, temperature.

Pengantar

Kepiting bakau merupakan salah satu komoditas

perikanan bernilai ekonomis penting di kawasan Asia-Pasifik. Jenis kepiting ini digemari konsumen baik di dalam maupun di luar negeri karena rasa

dagingnya yang lezat dan bernilai gizi tinggi yakni mengandung berbagai nutrisi penting seperti mineral dan asam lemak ω-3. Selama ini kebutuhan konsumen akan kepiting bakau sebagian besar masih dipenuhi dari hasil penangkapan di alam yang sifatnya fluktuatif (Karim, 2013). Meningkatnya permintaan konsumen terutama di pasaran luar negeri, menjadikan kepiting bakau sebagai salah satu komoditas andalan untuk ekspor non migas. Hal tersebut membawa implikasi pada tuntutan produksi kepiting yang berkesinambungan. Oleh sebab itu, menghadapi permintaan yang semakin meningkat, maka seyogyanya produksi kepiting bakau tidak hanya diprioritaskan dari hasil kegiatan penangkapan di alam tetapi lebih banyak mengandalkan pada kegiatan budidaya.

Dari empat spesies kepiting bakau yang terdapat di perairan Indonesia, *Scylla olivacea* merupakan salah satu diantaranya yang potensial untuk dikembangkan. Kepiting ini banyak ditemukan dan telah dibudidayakan di Sulawesi Selatan, namun kendala utama yang dihadapi dalam usaha budidayanya adalah penyediaan benih kepiting. Selama ini kebutuhan benih masih sangat bergantung kepada hasil penangkapan di alam sehingga kesinambungan produksi dari usaha budidaya sulit dipertahankan sepanjang tahun. Dengan kondisi demikian, maka salah satu cara untuk mengatasi masalah penyediaan benih adalah melalui usaha pembenihan. Oleh sebab itu, diperlukan unit-unit pembenihan yang diharapkan dapat mensuplai benih bagi kegiatan budidaya kepiting bakau.

Pembenihan kepiting bakau sesungguhnya telah berhasil dilakukan (Li *et al.*, 1999; Hoang, 1999; Nguyen dan Truong, 2004; Suprayudi *et al.*, 2007; Troung *et al.*, 2007; Hassan *et al.*, 2011; Thirunavukkarasu *et al.*, 2014), namun, tingkat kelangsungan hidup larva yang dihasilkan umumnya masih rendah dan belum stabil terutama pada stadia zoea hingga megalopa. Beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab terjadinya kematian pada larva kepiting, diantaranya akibat lingkungan pemeliharaan yang tidak optimum dan kualitas pakan yang rendah (Nguyen dan Truong, 2004; Romano dan Zeng, 2006). Guna menghasilkan kelangsungan hidup larva kepiting bakau yang maksimal diperlukan paket teknologi yang mampu menunjang pembenihan kepiting bakau, yakni lingkungan pemeliharaan yang optimal dan pakan yang berkualitas.

Salah satu faktor lingkungan yang diduga

berpengaruh pada kelangsungan hidup larva kepiting bakau adalah suhu. Suhu merupakan parameter lingkungan yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan perkembangan larva organisme akuatik dan sangat berperan dalam mempercepat metabolisme suatu organisme (Hamasaki, 2003; Nurdiani & Zeng, 2007). Suhu air berpengaruh pada periode inkubasi telur dan waktu yang diperlukan untuk perkembangan larva kepiting bakau (Gunarto & Widodo, 2012). Pada suhu yang optimum kelangsungan hidup menjadi lebih tinggi, dan kemungkinan larva akan berkembang lebih cepat. Oleh sebab itu, diperlukan media pemeliharaan dengan suhu optimum yang mampu meningkatkan kelangsungan hidup larva kepiting bakau.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu optimum pada pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. olivacea*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan informasi tentang pengaplikasian suhu pada usaha pembenihan kepiting bakau dalam mengatasi permasalahan rendahnya kelangsungan hidup larva yang dihasilkan selama ini. Selain itu, sebagai bahan acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Bahan dan Metode

Bahan

Hewan uji yang digunakan adalah larva kepiting bakau (*S. olivacea*) stadia zoea-1 yang ditebar dengan kepadatan 50 ekor/l. Larva tersebut diperoleh dari hasil penetasan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar dan dipelihara sampai memasuki stadia megalopa. Wadah penelitian menggunakan baskom plastik hitam berkapasitas 50 l yang diisi air media bersalinitas 30 ppt sebanyak 35 l. Wadah-wadah tersebut dilengkapi dengan peralatan aerasi. Untuk mempertahankan suhu media percobaan agar dapat tetap sesuai dengan perlakuan maka setiap wadah dilengkapi dengan thermostat yang dapat diatur ketinggian suhunya. Sebelum digunakan, seluruh wadah pemeliharaan dan peralatan aerasi terlebih dahulu disterilkan dengan menggunakan khlorin 150 ppm kemudian dinetralkan dengan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dosis 25 ppm.

Pakan yang diberikan adalah pakan alami berupa rotifer dan nauplius artemia yang telah diperkaya dengan vitamin BK 505 dosis 10 ppm dan pakan buatan. Rotifer sebagai pakan uji diperoleh dari hasil

kultur secara massal di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar, nauplius *Artemia* berasal dari hasil penetasan kista strain Great Salt Lake produksi USA, sedangkan flake diperoleh di pasaran. Sebelum diberikan ke larva, rotifer dan artemia terlebih dahulu diperkaya dengan vitamin BK 505 dosis 10 mg/L. Rotifer mulai diberikan pada hari 1 (zoea-1), dan setelah larva memasuki stadia zoea-3 dikombinasikan antara rotifer dan artemia hingga akhir penelitian (megalopa). Kepadatan rotifer yang diberikan 30 ind/ml dan artemia 5 ind/ml dengan frekuensi pemberian pakan dilakukan dua kali sehari yaitu pagi (pukul 07.00 Wita) dan sore hari (jam 17.00). Pakan buatan mulai diberikan pada akhir zoea-3 dengan dosis 5 ppm per hari. Untuk menjaga kualitas media pemeliharaan maka dilakukan pergantian air. Pergantian air mulai dilakukan pada hari ketiga (D3) sebanyak 10% setiap hari sampai pada hari ke-15 dan selanjutnya pergantian air pada hari ke-16 menjadi 20% sampai penelitian berakhir. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP), Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

Metode

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan setiap perlakuan mempunyai 3 ulangan. Dengan demikian penelitian ini terdiri atas 12 satuan percobaan. Keempat perlakuan yang dicobakan adalah perbedaan suhu media pemeliharaan larva kepiting bakau, yaitu: 26, 28, 30, dan 32°C. Parameter yang diteliti adalah kelangsungan hidup

$$\text{Kelangsungan hidup} = \frac{\text{Jumlah larva yang hidup}}{\text{Jumlah larva yang ditebar}} \times 100\%$$

dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau. Kelangsungan hidup larva kepiting bakau dihitung dengan menggunakan rumus Ikhwanuddin *et al.* (2012) sebagai berikut:

Kecepatan metamorfosis ditentukan berdasarkan lama waktu yang dibutuhkan larva untuk memasuki stadia megalopa sejak larva ditebar yang dinyatakan dalam hari. Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika kimia air meliputi: salinitas, pH, oksigen terlarut, dan amoniak. Salinitas diukur dengan menggunakan handrefractometer, pH dengan pH meter, oksigen terlarut dengan DO meter, dan amoniak dengan menggunakan spektrofotometer. Pengukuran salinitas, suhu, pH, dan oksigen terlarut dilakukan

setiap hari sebanyak 2 kali, yaitu pukul 06.00 dan 18.00. Adapun kadar amoniak diukur 3 kali selama percobaan yaitu pada awal, pertengahan, dan akhir penelitian.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). 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 20. Adapun parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif berdasarkan kelayakan kehidupan larva kepiting bakau.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Kelangsungan Hidup dan Kecepatan Metamorfosis

Rata-rata tingkat kelangsungan hidup dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yang dipelihara pada berbagai suhu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tingkat kelangsungan hidup dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau (*S. olivacea*) yang dipelihara pada berbagai suhu

Suhu (°C)	Kelangsungan hidup (%)	Kecepatan Metamorfosis (hari)
26	18,89 ± 0,49 ^d	20,67 ± 0,58 ^a
28	24,93 ± 0,73 ^c	19,33 ± 0,58 ^b
30	31,60 ± 1,35 ^a	17,00 ± 0,00 ^c
32	29,16 ± 0,37 ^b	17,33 ± 0,58 ^{bc}

Keterangan: huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sama antar perlakuan pada taraf 5% (p < 0,05).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu media pemeliharaan berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kelangsungan hidup dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau (*S. olivacea*).

Fisika Kimia Air

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika kimia air media pemeliharaan larva kepiting bakau yang meliputi salinitas, pH, oksigen terlarut, dan amoniak disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran fisika kimia air media pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. olivacea*)

Parameter	Nilai Kisaran
-----------	---------------

Salinitas (ppt)	30-31
pH	7,33-8,23
Oksigen terlarut (ppm)	4,33-5,19
Amoniak (ppm)	0,014-0,018

Pembahasan

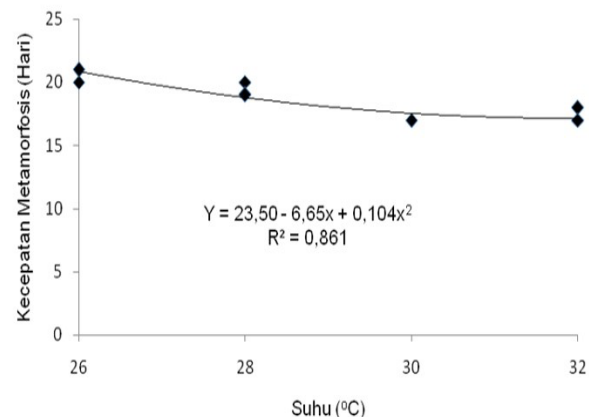
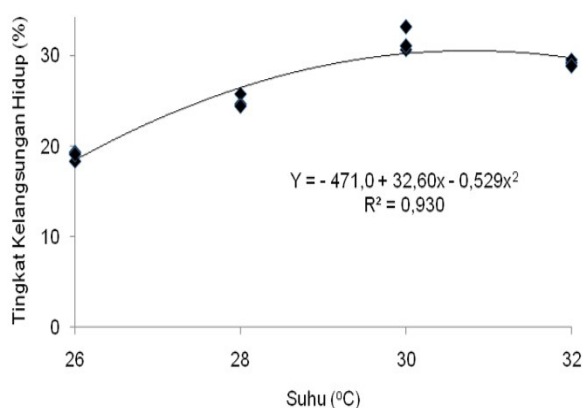
Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan larva kepiting bakau sehingga secara langsung menentukan peningkatan atau penurunan kelangsungan hidup larva. Pengaruh utama suhu adalah meningkatkan laju pergesekan intermolekular dan laju reaksi-reaksi kimia (Reiber & Birchard 1993). Susanto *et al.* (2003) menyatakan bahwa lamanya perubahan metamorfosis disebabkan oleh suhu, pola pemberian pakan dan nutrisi pakan.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa kelangsungan hidup tertinggi dan perubahan metamorfosis dari zoea ke megalopa tercepat dihasilkan pada suhu 30°C, sedangkan kelangsungan hidup terendah dan perubahan metamorfosis terlama pada suhu 26°C. Tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada suhu 30 °C menunjukkan bahwa media dengan suhu tersebut mendukung kelangsungan hidup larva kepiting bakau secara maksimum. Hubungan antara tingkat kelangsungan hidup larva kepiting dan suhu telah dilaporkan oleh beberapa peneliti antara lain Nurdiani & Zeng (2007) dimana suhu air pemeliharaan larva kepiting *S. serrata* berpengaruh nyata pada sintasan larva kepiting bakau. Selanjutnya dikemukakan bahwa suhu air 28-30°C direkomendasikan untuk pemeliharaan larva *S. serrata* agar supaya tidak memerlukan waktu yang lama untuk mencapai stadia kepiting muda. Baylon *et al.* (2001) mendapatkan suhu optimum untuk

pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. serrata*) dan metamorfosis tertinggi sampai megalopa 26-29°C. Sementara itu Baylon & Suzuki (2007) mendapatkan suhu optimum untuk larva kepiting salib (*Charybdis feriatus*) adalah 26-30°C, dan Ikhwanuddin *et al.* (2012) mendapatkan suhu optimum 30°C untuk *Portunus pelagicus*.

Pada suhu yang lebih rendah perkembangan larva kepiting menjadi lambat dan periode fase larva menjadi lebih lama. Apabila hal tersebut berlangsung, maka proses metabolisme berjalan lambat sehingga proses-proses fisiologis dalam tubuh akan terganggu. Kondisi ini dapat mengakibatkan sebagian besar energi yang tersimpan dalam tubuh larva digunakan untuk penyesuaian diri terhadap lingkungan yang kurang mendukung tersebut, sehingga dapat merusak sistem metabolisme atau pertukaran zat. Hal inilah yang menyebabkan rendahnya kelangsungan hidup dan lambatnya perubahan stadia (metamorfosis) larva kepiting dari zoea ke megalopa pada suhu 26°C. Bryars & Havenhord (200) mendapatkan bahwa pada suhu 25°C larva *P. pelagicus* berukuran jauh lebih besar dan periode perkembangan dari periode larva lebih cepat dari pada suhu 17°C.

Hubungan antara suhu (X) dan tingkat kelangsungan hidup (Y_1) dan kecepatan metamorfosis (Y_2) larva kepiting bakau (*S. olivacea*) berpola kuadratik dengan persamaan masing-masing $Y_1 = -471,0 + 32,60x - 0,529x^2$ ($R^2 = 0,930$) (Gambar 1) dan $Y_2 = 23,50 - 6,650x + 0,104x^2$ ($R^2 = 0,861$) (Gambar 2). Berdasarkan persamaan tersebut dapat diprediksi bahwa tingkat kelangsungan hidup maksimal dan kecepatan metamorfosis tersingkat masing-masing dicapai



Gambar 1. (a) Hubungan antara suhu dan tingkat kelangsungan hidup larva kepiting bakau. (b) Hubungan antara suhu dan kecepatan metamorfosis larva kepiting bakau.

pada suhu 30,81 dan 31,97°C.

Selama penelitian berlangsung parameter fisika kimia air media pemeliharaan berada dalam kondisi yang layak untuk kehidupan larva kepiting bakau (*S. olivacea*). Hasil pengukuran salinitas selama penelitian berlangsung berkisar 30-31 ppt. Nilai kisaran ini masih layak untuk mendukung daya hidup larva kepiting bakau. Menurut Fibro (2010), larva Kepiting bakau mampu mentolerir kisaran salinitas antara 33-34 ppt. Mardjono *et al.* (1994) dan Yunus *et al.* (2001) mengemukakan bahwa salinitas yang optimum untuk larva kepiting bakau berkisar 30-35 ppt. Jantrarotai *et al.* (2002) dan Rusdi (2007) mendapatkan salinitas yang optimum untuk larva kepiting bakau *S. olivacea* adalah 30 ppt.

Hasil pengukuran pH selama penelitian berlangsung berkisar 7,33–8,23. Nilai kisaran ini masih dalam batas yang layak untuk kehidupan larva kepiting bakau. Menurut Christensen *et al.* (2005), pH optimum untuk larva kepiting bakau berkisar antara 7,5 dan 8,5. Organisme air dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah.

Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian berlangsung berkisar 4,33–5,19 ppm. Nilai kisaran ini masih dalam rentang yang layak bagi kehidupan larva kepiting bakau. Menurut Cheng *et al.* (2003) bahwa secara umum kebutuhan minimum oksigen terlarut dari organisme akuatik adalah 3 ppm. Hasil pengukuran kadar amoniak selama penelitian berlangsung berkisar 0,014-0,018 ppm. Nilai amoniak tersebut masih layak bagi kehidupan larva kepiting bakau. Ruscoe *et al.* (2004) mengemukakan bahwa amoniak bersifat toksik sehingga dalam konsentrasi yang tinggi dapat meracuni organisme. Oleh sebab itu, agar larva kepiting bakau dapat hidup dengan baik, maka konsentrasi amoniak dalam media pemeliharaan disarankan tidak lebih dari 0,1 ppm.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kelangsungan hidup larva kepiting bakau (*S. olivacea*) tertinggi dan kecepatan metamorfosis tersingkat dihasilkan pada suhu media 30°C, sedangkan kelangsungan hidup terendah dan kecepatan metamorfosis terlama dihasilkan pada

suhu 26°C.

Saran

Dalam pemeliharaan larva kepiting bakau (*S. olivacea*) dari stadia zoea sampai megalopa disarankan menggunakan suhu pemeliharaan 30-31°C.

Daftar Pustaka

- Baylon, J. & H. Suzuki. 2007. Effect of changes in salinity and temperature on survival and development of larvae and juveniles of the crucifix crab *Charybdis feriatus* (Crustacea: Decapoda:Portunidae). *Aquaculture*. 269:390-401
- Baylon, J.C., A.N. Failaman & E.L. Vengano. 2001. Effect of salinity on survival and metamorphosis from zoea to megalopa of the mud crab *Scylla serrata* Forskal (Crustacea: Portunidae). *Asian Fisheries Science*. 14:143-151
- Bryars, S.R. & J.N. Havenhand. 2006. Effects of constant and varying temperatures on the development of blue swimmer crab (*portunus pelagicus*) larvae: Laboratory observations and field predictions for temperate coastal waters. *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*. 329:218-229
- Cheng, W., C.H. Liu & C.M. Kuo. 2003. Effect of dissolved oxygen on haemolymph parameters of freshwater giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture*. 220:843-856
- 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
- Fibro, A, W. 2010. Laju pemangsaan larva kepiting bakau (*Scylla sarrata*) terhadap pakan alami rotifera (*Brachionus* sp.). Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros. J. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 139-144 p.
- Gunarto & A. F. Widodo. 2012. Pengaruh perbedaan suhu air pada perkembangan larva kepiting bakau (*Scylla olivacea*). *Prosiding Indo Aqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 281-288 p.
- Hamasaki, K. 2003. Effect of temperature on the egg incubation period, survival and developmental

- period of larvae of the mud crab *Scylla serrata* (Forsskal) reared in the laboratory. *Aquaculture*. 219(1-4):561-572
- Hassan, A., T.N. Hai, A. Chatterji & M. Sukumaran. 2011. Preliminary study on the feeding regime of laboratory reared mud crab larva, *Scylla serrata* (Forsskal, 1775). *World Applied Sciences J*, 14(11):1651-1654
- Hoang, D.D. 1999. Preliminary studies on rearing the larvae of the mud crab (*Scylla paramamosain*) in South Vietnam, *dalam* Keenan, C.P. and A. Blackshaw (Eds.). *Mud crab aquaculture and biology*. Australia, 21-24 April 1997. Proceedings of an International Scientific Forum Darwin, 147-152 p.
- Ikhwanuddin, M., M.N. Azra, M.A.D. Talpur, A.B. Abol-Munafi & M.L. Shabdin. 2012. Optimal water temperature and salinity for production of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* 1st day juvenile crab. *Aquaculture, Aquaculture, Conservation & Legislation*. 5(1):4-8
- Jantrarotai, P., K. Taweechuer & P. Pripanapong. 2002. Salinity levels on survival rate and development of mud crab (*Scylla olivacea*) from zoea to megalopa and from megalopa to crab stage. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 36:278-284
- Karim, M. Y. 2013. Kepiting bakau (bioekologi, budidaya dan pembenihannya). Penerbit Yarsif Watampone, Jakarta. 120 p.
- Li, S., C. Zeng. H. Tang, G. Wang & Q. Lin. 1999. Investigations into the reproductive and larval culture biology of the mud crab, *Scylla paramamosain*: A research overview. *In* Keenan, C.P., and Blackshaw, A. (Eds). *Mud crab aquaculture and biology*. ACIAR Proceedings, 78:121-124
- Mardjono, M., Anindiasuti, N. Hamid, I. S. Djunaidah & W.H. Satyantani, 1994. Pedoman Pembenihan Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). Direktorat Jenderal Perikanan, Balai Budidaya Air Payau, Jepara. 40 p.
- Nguyen, C.T. & Q.T. Truong. 2004. Effect of Salinity and Food Types on the Development of Fertilized Eggs and Zoea Larvae of Mud Crab (*Scylla paramamosain*). *In* G. Allan and D. Fielder (Eds.). *Mud Crab Aquaculture in Australia and Southeast Asia*. ACIAR Working Paper No. 54:47-52
- Nurdiani, R. & C. Zeng. 2007. Effects of Temperature and Salinity on The Survival and Development of Mud Crab, *Scylla serrata* (Forsskal). *Larvae. Aquaculture Research*. 38(14):1529-1538
- Reiber, C. & G.F. Birchard. 1993. Effect of temperature on metabolism and hemolymph pH in the Crab *Stoliczia abotti*. *J. Therm. Biol*. 18(1):45-92
- Romano, N. & C. Zeng. 2006. The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crabs, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*. 260:151-162
- Ruscoe, I.M., G. R. Williams & C. C. Shelley. 2004. Limiting the use of rotifers to the first zoeal stage in mud crab (*Scylla serrata* Forskal) Larval Rearing. *Aquaculture*. 231:517-527
- Rusdi, I. 2007. Peningkatan Sintasan Larva Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) Melalui Optimalisasi Salinitas. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar. 66 p. (Tidak dipublikasikan).
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan prosedur statistika. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 748 p.
- Suprayudi, M.A., T. Takeuchi, K. Hamazaki & J. Hirokawa. 2007. Effect of *Artemia* feeding schedule and density on the survival and development of larval mud crab *Scylla serrata*. *Fisheries Science*. 68(6):1295-1303
- Susanto, B., I. Setyadi, M. Marzuqi, M. Syahidah & I. Rusdi. 2003. Pengaruh Pemberian Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Benih Rajungan *Portunus* sp. Laporan Teknis Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol Bali.
- Thirunavukkarasu, N., C.S.A. Nesakumari & A. Shanmugam. 2014. Larval rearing and seed production of mud crab *Scylla tranquebarica* (Fabricius, 1798). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2(2):19-25
- Truong, T.N., W. Mathieu, C.B. Tran, P.T. Hoang, V.D. Nguyen & P. Sorgeloos. 2007. Improved techniques for rearing mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador 1949) larvae. *Aquaculture Research*. 8(14):1539-1553