

Respon Larva Tiram Mutiara *Pinctada maxima* (Jameson) Terhadap Berbagai Tingkat Intensitas Cahaya

Tjahjo Winanto^{1*}, Dedi Soedharma², Ridwan Affandi³, Harpasis S. Sanusi²

¹ Jur. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fak. Sain dan Teknik Unsoed; Mahasiswa Pascasarjana IPB, Bogor
Tel: +62 81369140577; E-mail address: tjwinanto@yahoo.com

² Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor

Abstrak

Intensitas cahaya berpengaruh terhadap fungsi fisiologis dan struktur larva bivalvia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap distribusi, pertumbuhan dan sintasan larva tiram mutiara *Pinctada maxima*. Rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan intensitas cahaya yaitu 0 (ditutup rapat), 200, 500, dan 800 lux, masing-masing dengan tiga ulangan diterapkan pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi larva dipengaruhi oleh intensitas cahaya, sedangkan intensitas cahaya optimum untuk sintasan dan pertumbuhan larva adalah 0-200 lux.

Kata kunci : Larva, *Pinctada maxima*, respon, Intensitas cahaya, distribusi, sintasan, pertumbuhan

Abstract

Light intensity affects the physiological functions and structures of bivalve larvae. An experiment was conducted to evaluate the effects of light intensity on distribution, growth and survival rate of pearl oyster *Pinctada maxima* larvae. Completely randomized design was applied with four levels of light intensity tested i.e. 0 (fully covered), 200, 500, and 800 with three replications. The result of study showed that larvae distribution was significantly affected by light intensity, whereas the optimum light intensity for survival rate and growth of larvae was 0-200 lux.

Key words : Larvae, *Pinctada maxima*, response, light intensity, distribution, growth, survival rate

Pendahuluan

Perkembangan usaha budidaya mutiara saat ini sudah mengarah pada kegiatan industri yang terintegrasi (Fassler, 1995). Berdasarkan nilai ekspor hasil perikanan Indonesia pada tahun 2005, mutiara dapat dijadikan sebagai salah satu andalan penyumbang devisa negara. Nilai ekspor mutiara sekitar 0,66 % dari total nilai ekspor hasil perikanan, dengan jumlah ekspor mencapai 18.000 kg, atau senilai US \$ 13.793.000 (DKP, 2006).

Berkembangnya budidaya mutiara ternyata menjadi pemicu meningkatnya permintaan spat dan tiram siap operasi. Namun spat yang berasal dari alam jumlahnya terbatas, sangat fluktuatif dan dipengaruhi musim (Winanto, 1996; 2004). Produksi melalui hatchery merupakan pendekatan yang paling memungkinkan dalam penyediaan spat (Rupp *et al.*, 2005). Kendalanya, produksi spat dari hatchery sangat terbatas, karena masih banyak permasalahan pada pemeliharaan larva, sehingga sintasannya masih rendah.

Salah satu faktor lingkungan yang diduga menjadi penyebabnya adalah intensitas cahaya.

Menurut Yan *et al.* (2006). intensitas cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan bivalvia. Intensitas cahaya yang tidak terlalu tinggi dapat melindungi tubuh larva stadia veliger dari radiasi sinar ultra violet. Larva tiram mutiara bersifat fototaksis positif dan umumnya selama proses metamorfose menghendaki intensitas cahaya yang sesuai (CMFRI, 1991; Gosling, 2004). Pola pertumbuhan kepah (hard clam) dipengaruhi oleh cahaya dan kondisi gelap (Cenni *et al.*, 1989). Larva Kerang Manila (*Ruditapes philippinarum*) yang dipelihara pada kondisi terkena sinar matahari langsung (15.000-20.000 lux), menunjukkan pertumbuhan dan sintasan yang signifikan lebih rendah dibandingkan dengan larva yang dipelihara dalam kondisi intensitas cahaya 1.000-5.000 lux dan < 500 lux. Tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara larva yang dipelihara dengan intensitas cahaya 1000-5000 dan <500 (Yan *et al.*, 2006).

Tujuan dari pengamatan respon larva terhadap cahaya adalah untuk mengetahui distribusi larva dan mendapatkan informasi tentang intensitas cahaya yang optimum bagi sintasan serta pertumbuhan larva, sehingga dapat memacu percepatan perkembangan larva.

Materi dan Metode

Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai Mei 2007 di desa Mangkit Km. 7, Kecamatan Belang, Kabupaten Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara.

Pakan hidup dipersiapkan satu bulan sebelum percobaan dimulai. Jenis pakan hidup yang digunakan adalah *Isochrysis galbana* dan *Pavlova lutheri* dengan kepadatan 8-10 juta sel/ml. Densitas pakan yang diberikan mengacu pada percobaan di Balai Budidaya Laut (2001). Media pupuk untuk kultur pakan hidup menggunakan formula Walne dan Hirata (Winanto, 2004).

Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini, dengan perlakuan intensitas cahaya 0 lux (A); 200 lux (B); 500 lux (C), dan 800 lux (D). Masing-masing perlakuan diberikan ulangan tiga kali.

Larva *Pinctada maxima* stadia bentuk-D (D1) ditempatkan di dalam wadah percobaan (ember plastik) volume 20 liter. Larva diperoleh dari hasil pemijahan induk *P. maxima* dengan menggunakan kombinasi metode kejut suhu dan ekspose (Winanto, 2004). Stok larva dipelihara di dalam bak fiberglass bervolume 1 ton. Media percobaan menggunakan air laut bersih yang telah diproses melalui penyaringan bertingkat, seperti sand filter, catrage (15, 10 dan 5 mikron), filter kapas (cotton filter) dan ultra violet. Suhu air media bervariasi 27-29 °C dan salinitas air 32 ‰.

Intensitas cahaya diatur sesuai dengan perlakuan menggunakan lampu TL 40 watt (6 buah) yang diletakkan di atas wadah percobaan. Pengaturan pencahayaan dilakukan dengan menggunakan paranet yang ditutupkan pada wadah percobaan. Pada perlakuan 0 lux, wadah percobaan ditutup rapat dengan plastik berwarna hitam. Untuk mendapatkan intensitas cahaya 200, 500 dan 800 lux, masing-masing wadah ditutup dengan tiga, dua dan satu lembar paranet. Intensitas cahaya diukur dengan menggunakan digital lux meter (Lutron LX-101, USA).

Padat penebaran selama percobaan diatur berdasarkan pada stadiannya sebagai berikut: stadia bentuk-D sampai umbo awal (D6) kepadatan 5 ekor/ml; stadia umbo awal (D7) sampai umbo akhir (D14), kepadatan 3 ekor/ml dan stadia umbo akhir (D15) sampai stadia plantigrade (D20), kepadatan 2 ekor/

ml (Winanto *et al.*, 2001). Pengaturan padat penebaran dilakukan dengan metode volumetrik yaitu hasil kali dari volume air dan kepadatan larva awal, dibandingkan dengan volume air pemeliharaan yang diinginkan.

Pengambilan sampel dari media percobaan dilakukan sebanyak 10 ml dan selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40-60 kali. Jumlah larva dihitung dengan menggunakan *sadgwick rafter cell*. Jumlah plankton dihitung dengan *haemocytometer*. Pengukuran panjang antero-posterior (AP) dan dorso-ventral (DV) dilakukan dengan mikrometer okuler (Balai Budidaya Laut, 2001).

Pengamatan distribusi larva dilakukan setiap hari secara langsung di media percobaan. Parameter yang diamati adalah sifat larva terhadap berbagai tingkat intensitas cahaya (fototaksis positif/negatif), tingkah laku berenang dan tingkah laku sosial (bergerombol atau soliter).

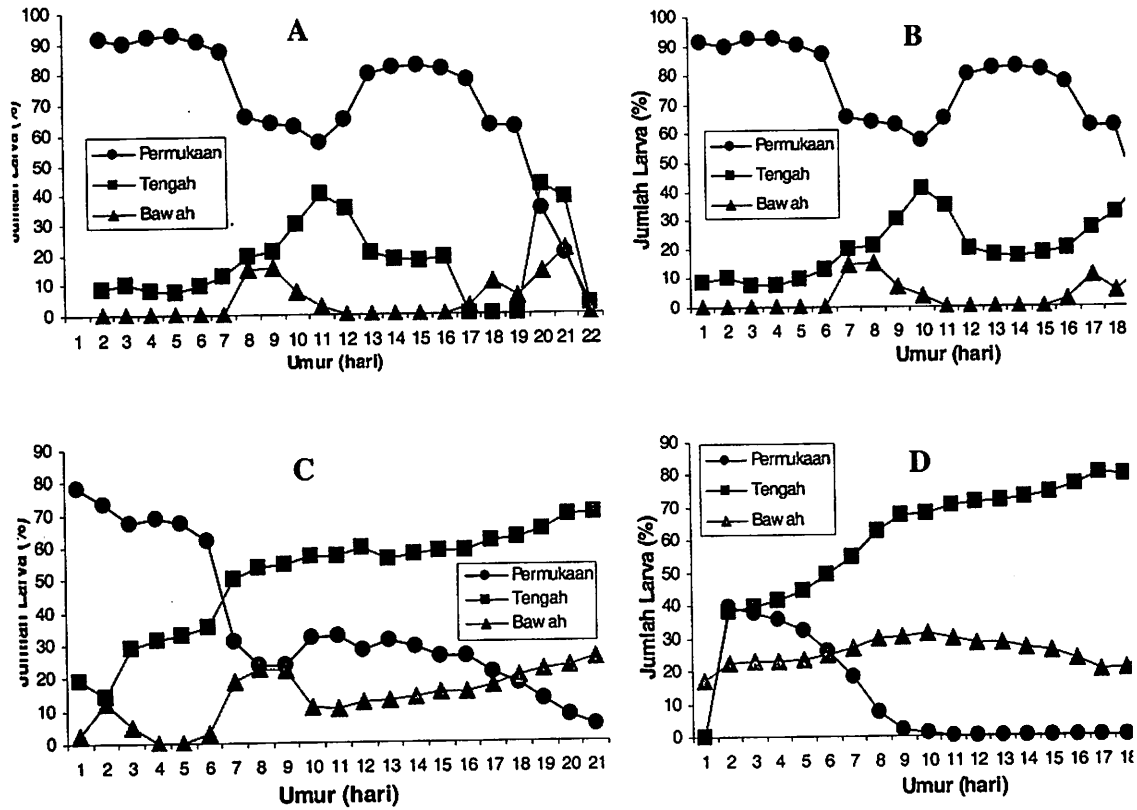
Distribusi larva diketahui dari jumlah larva yang berada pada tiap bagian kedalaman air dalam wadah yaitu di bagian permukaan, tengah dan bawah, dibandingkan dengan jumlah total larva dan dinyatakan dalam persen. Laju sintasan, dihitung berdasarkan persentase jumlah spat pada akhir pengamatan dibagi jumlah spat pada awal pengamatan. Pertumbuhan panjang relatif dihitung yang merupakan, persentase selisih ukuran individu akhir dan awal pengamatan, dibandingkan ukuran individu awal pengamatan.

Data distribusi larva dianalisis secara deskriptif, sedangkan data laju sintasan dan pertumbuhan dianalisis dengan uji F. Jika uji F menunjukkan adanya pengaruh nyata ($P < 0,05$) perlakuan, maka dilanjutkan analisis dengan uji rerata Tukey (Steel & Torrie, 1993). Pengolahan data sintasan dan pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan software SPSS versi 15 for Windows.

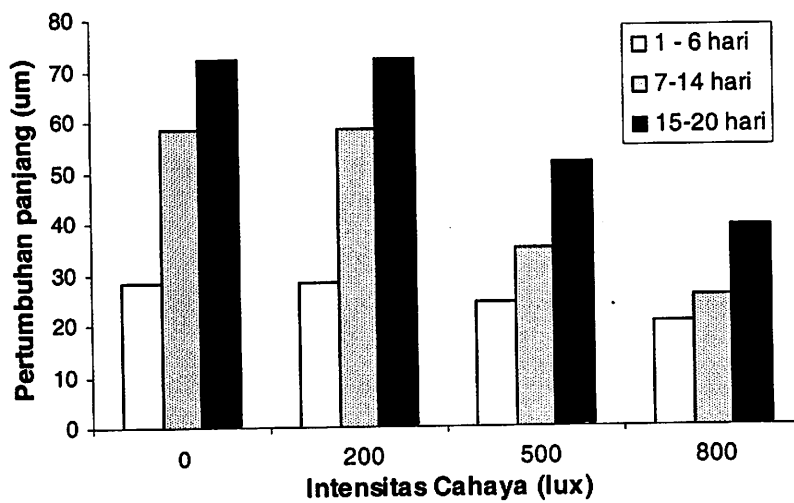
Hasil dan Pembahasan

Distribusi larva

Hasil pengamatan menunjukkan adanya respon distribusi larva yang berbeda terhadap tingkat intensitas cahaya. Pada intensitas cahaya 0 dan 200 lux, larva umur 1-5 hari cenderung berada di permukaan (87-92%), 7-12% larva berada di bagian tengah badan air dan tidak ada larva yang berada di bagian bawah atau dasar bak. Pada intensitas cahaya 500 lux, sebagian besar larva berada di permukaan (61-78%) sampai lapisan tengah media (14-35%), dan 2-12% di bagian



Gambar 1. Distribusi larva *Pinctada maxima* stadia veliger sampai platigrade pada berbagai tingkat intensitas cahaya. (A) 0 lux; (B) 200 lux; (C) 500 lux; (D) 800 lux.



Gambar 2. Pertumbuhan panjang relatif (rata-rata ± SD) larva *Pinctada maxima* pada berbagai tingkat Intensitas cahaya.

Tabel 1. Laju sintasan (%) larva *Pinctada maxima* (rata-rata + SD) pada berbagai tingkat intensitas cahaya.

Stadia/Umur	Intensitas Cahaya (lux)			
	0	200	500	800
Veliger-Umbo (1-6 hari)	96,37+0,12a	96,47+0,25a	72,26+0,25b	55,33+0,23c
Umbo-Pediveliger (7-14 hari)	95,23+0,26a	95,87+0,12a	70,43+0,05b	53,13+0,05c
Pediveliger-Plantigrade (15-20 hari)	90,23+0,40a	90,56+0,44a	69,40+0,66b	48,17+0,09c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan pada taraf 5%.

bawah, tetapi pada hari ke 3-4 tidak ditemukan larva di bagian bawah badan air. Sebaliknya pada intensitas cahaya 800 lux, larva pada hari 1-5 tersebar merata di seluruh bak, yaitu 25-39% larva berada di permukaan, 38-49% di bagian tengah dan 17-25% di bagian bawah.

Secara umum, pada stadia umbo awal dan umbo akhir (pediveliger) larva cenderung berada di bagian tengah badan air, yang ditunjukkan oleh peningkatan persentase larva. Pada akhir periode planktonis larva yakni stadia pediveliger sampai plantigrade, larva cenderung menyebar merata. Pada intensitas cahaya 200 dan 0 lux, larva lebih banyak di bagian tengah, 95% larva sudah menempel pada kolektor dan dinding bak setelah hari ke 18-19, sehingga hanya ditemukan 2,5% larva yang masih hidup sebagai plankton di permukaan, selebihnya sekitar 2,5% hidup di bagian tengah. Pada intensitas cahaya 500 dan 800 lux, sampai hari ke 20-25 larva masih belum menempel dan cenderung berada di bagian tengah dan dasar badan air serta di dasar bak (Gambar 1).

Berdasarkan pengamatan, larva *P. maxima* lebih menyukai lingkungan dengan intensitas cahaya rendah (0 dan 200 lux) dan hidup bergerombol. Setelah hari ke-2 pemeliharaan, larva terlihat bergerombol di permukaan dan ketika diamati dengan penerangan lampu baterai terlihat jelas, larva bergerak bergerombol membentuk lebih dari satu kelompok. Memasuki hari ke 5-7, massa larva mulai bergerak berputar-putar menyerupai angin puting beliung, kebiasaan tersebut berlangsung hingga hari ke 14-16. Pada intensitas cahaya 800 lux, larva menyebar menjauhi permukaan air dan lebih banyak berada di bagian bawah badan air, sedangkan pada intensitas cahaya 500 lux masih terdapat sekelompok kecil larva di bagian atas permukaan air. Menurut Gosling (2004) larva-bivalvia bersifat planktonis dan fototrofik serta sensitif terhadap cahaya. Namun cenderung menghindari dari cahaya langsung atau bersifat shading-behavior (Brusca, 1990).

Penyebaran larva bivalvia pada awal fase embrionik tidak terlalu aktif atau pasif, tetapi saat pertama kali mulai makan (stadia veliger) akan menyebar vertikal dan aktif berenang. Kecepatan gerak vertikal larva bivalvia (0,15-10 mm/detik) mengindikasikan bahwa larva mampu mengendalikan distribusinya secara vertikal (Gosling, 2004).

Berdasarkan hasil kajian diketahui, bahwa selama menjalani periode planktonis (20 hari), larva *P. maxima* menghendaki kondisi lingkungan pemeliharaan dengan intensitas cahaya rendah atau kurang dari 200 lux. Menurut Alagarswami *et al.* (1987) dan CMFRI (1991), larva tiram mutiara *P. fucata* mempunyai preferensi konsisi lingkungan dengan pencayaan rendah atau gelap. Untuk memanipulasi lingkungan digunakan wadah pemeliharaan yang berwarna gelap, sehingga pertumbuhannya signifikan lebih tinggi dan waktu penempelan lebih cepat. Penempelan spat pada bak berwarna gelap (hitam) lebih tinggi atau mencapai 73,7%, jika dibandingkan pada bak berwarna biru (23,2%) dan putih (27,3%).

Laju sintasan dan pertumbuhan

Hasil percobaan menunjukkan bahwa intensitas cahaya berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap laju sintasan dan pertumbuhan larva *P. maxima*. Sintasan tertinggi pada umur 6 hari terjadi pada intensitas cahaya 200 lux (96,47%), kemudian diikuti 0 lux (96,37%), 500 lux (72,26%) dan terendah pada 800 lux (55,33%). Hasil yang sama juga terjadi pada umur 14 dan 20 hari (Tabel 1). Hasil uji nilai tengah Tukey menunjukkan, laju sintasan pada perlakuan 0 lux tidak berbeda dari 200 lux ($P \geq 0,05$), tetapi laju sintasan pada 0 dan 200 lux secara nyata lebih besar dari 500 dan 800 lux ($P \leq 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan pada umur 1-6 hari pertumbuhan tercepat larva *P. maxima* terjadi pada perlakuan 200 lux (28,76 x 14,63 mm) dan paling lambat pada perlakuan 800 lux (20,47 x 6,57 mm). Pada umur 7-14 dan 15-20 hari juga menunjukkan

hasil yang sama (Gambar 2). Hasil analisis varian pertumbuhan larva menunjukkan adanya beda nyata ($P \leq 0,05$) antar perlakuan. Hasil uji nilai tengah Tukey menunjukkan bahwa pertumbuhan larva pada perlakuan 200 lux tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$) dengan perlakuan 0 lux, tetapi laju pertumbuhan pada 0 dan 200 lux secara nyata lebih besar dari 500 dan 800 lux ($P \leq 0,05$).

Dalam percobaan ini, sintasan dan pertumbuhan larva *P. maxima* dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Pendapat yang sama dikemukakan Lucas *et al.* (1988), bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan bivalvia moluska. Intensitas cahaya yang tinggi (≥ 10.000 lux) cukup kritis bagi pertumbuhan normal dan sintasan kima *Tridacna gigas*. Penelitian lain menyatakan bahwa pola pertumbuhan juvenil kepah (hard clam) dipengaruhi oleh cahaya dan kondisi gelap (Cenni *et al.*, 1989).

Intensitas cahaya 0-200 lux optimum untuk sintasan dan pertumbuhan larva *P. maxima* yang menunjukkan bahwa larva cenderung lebih menyukai kondisi lingkungan dengan pencahayaan rendah. Menurut Brusca (1990) stadia planktonis larva bersifat foto-positif dan cenderung menghindari cahaya langsung (*shading behavior*). Berkaitan dengan sifatnya tersebut, di alam banyak ditemukan spat menempel pada bagian bawah pelampung pada rakit apung (KJA) atau menempel di bagian bawah benda-benda keras yang menancap di dasar laut dan di air, yang tidak terkena cahaya matahari langsung (Winanto *et al.*, 1992).

Hasil penelitian Yan *et al* (2006) pada larva Kerang Manila yang diberi perlakuan terkena matahari langsung (tidak ditutupi) menunjukkan pertumbuhan yang signifikan lebih lambat ($P < 0,05$) jika dibanding kelompok kerang yang diberi perlakuan ditutup sebagian (1.000-5.000 lux) atau ditutup rapat (<500 lux). Fenomena yang sama juga teramati dalam penelitian ini. Hal ini diduga berkaitan dengan habitat alami tiram mutiara yang hidup di dasar laut hingga kedalaman 30-60 m, sehingga larva secara alami akan melakukan adaptasi pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya rendah.

Dalam penelitian ini diperoleh informasi bahwa pertumbuhan larva pada intensitas cahaya 0 dan 200 lux secara nyata lebih tinggi dibanding pada intensitas cahaya 500 dan 800 lux. Hal ini diduga berkaitan dengan efektivitas metabolisme. Pada kondisi gelap sampai remang-remang (0-200 lux), proses pencernaan makanan larva lebih efisien dibanding pada kondisi lingkungan yang terang. Observasi telah dilakukan Zhuang (2006) terhadap ritme makan Kepah

(*Meretrix meretrix*) selama siklus diurnal, dengan intensitas cahaya $9,8 \text{ Watt/m}^2$ (diletakkan di atas permukaan air pada bak pemeliharaan) sebagai periode penyinaran. Hasil observasi tersebut menunjukkan bahwa terdapat tiga fase pencernaan makan, yaitu fase pencernaan tertinggi pada pukul 00.00-08.00, fase pencernaan terendah terjadi pada pukul 12.00-20.00, dan fase peralihan pada pukul 20.00-00.00, dimana terjadi peningkatan tajam laju pencernaan dari fase makan terendah ke tertinggi.

Menurut Yamamuro *et al.* (2000); Wong & Chueng (2001); Wu *et al.* (2002) bivalvia yang tinggal pada habitat dan lingkungan sama, akan mempunyai ritme makan yang sama pula. Berdasarkan pada fase ritme makan Kepah (*Meretrix meretrix*) dalam penelitian Zhuang (2006), ritme makan sebenarnya merupakan reaksi terhadap siklus terang-gelap yang mempengaruhi pergerakan dan kemampuan mendapatkan makanan.

Sinar dapat menjadi modulator pertumbuhan pada kerang (*Mytilus edulis*). Jika kerang ditempatkan di dalam tempat pemeliharaan yang gelap terus menerus, atau mengurangi tingkat intensitas cahaya, atau dengan periode penyinaran kurang dari 7 jam, maka secara signifikan akan meningkatkan pertumbuhan. Hal ini mungkin berkaitan dengan meningkatnya aktivitas makan (Gosling, 2004).

Kesimpulan

Distribusi larva *Pinctada maxima* dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan intensitas cahaya optimum untuk sintasan dan pertumbuhan larva adalah 0-200 lux.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma, DEA (Ketua Komisi Pembimbing), Dr. Ir. Ridwan Affandi, DEA dan Prof. Dr. Ir. Harpasis S. Sanusi, yang telah memberikan pengarahannya serta bimbingan selama penelitian hingga penyusunan disertasi, sehingga bagian dari disertasi ini dapat dipublikasikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan, kepada Pimpinan dan teman-teman di Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut, serta C.V. Mina Mitra Usaha, atas bantuan yang diberikan selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Alagarswami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T. S & Chellam, A., 1987. Hatching Technology for Pearl Oyster Production. *Pearl Culture CMFRI Cochin, India Bull.* 39(9): 62-71.

- Balai Budidaya Laut, 2001. Pembenihan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). Balai Budidaya Laut Lampung. *Seri Budidaya Laut* 6: 61 hal.
- Brusca, G. J., 1990. Invertebrates. Phylum Mollusca. Sunderland, Massachusetts. 20: 363-387.
- Cenni, S., Cerrato, R. M., & Siddall, S. E., 1989. Periodicity of growth lines in larval and post larval shell of *Marcenaria marcenaria*. *Shellfish Res.* 8: 444-445.
- CMFRI, 1991. Pearl Oyster Farming and Pearl Culture. Training Manual No. 8. Regional Seafarming Development and Demonstration Project. RAS/90/002. Bangkok, Thailand. 103 p.
- DKP., 2006. Statistik Perikanan dan Kelautan Tahun 2005. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Fassler, C. R., 1995. Farming Jewels. New Developments in Pearl Farming. *J. World Aquacul.* 29 (3): 5-10.
- Gosling, E., 2004. Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture. Fishing News Book. Great Britain.
- Jeffrey, S. W., Gerland, C. D & Brown, M. R., 1990. Microalgae in Australian Mariculture. *In: Layton, M.N., King, R.J. (Eds), Biology of Marine Plants.* Longman Cheshire, Melbourne. 18: 400-414.
- Lucas, S. J., Braly, R. D., Crawford, C. M., & Nash, W. J., 1988. Selecting optimum conditions for ocean-nursery culture of *Tridacna gigas*. Giant clams in Asia and the Pacific. *In: Copland, J.W., Lucas, J.S. (Eds.). Australian Center for International Agricultural Research Monograph Series, vol. 98.* Australian Center for International Agricultural Research, Canberra, Australia, pp.129-132.
- Rupp G. S., Parsons, G. J., Thompson, R. J., & de Bem, M. M., 2005. Influence of Environmental Faktors, Season and Size at Development on Growth and Retrieval of Postlarval Lion's Paw Scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) From A Subtropical Environment. *Aquaculture* 243: 195-216.
- Steel, R. G. D & Torrie, J. H., 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 748 hal.
- Winanto, T., Pontjoprawiro, S., & Murdjani, M., 1992. Budidaya Tiram Mutiara. Pelatihan Ahli Budidaya Tiram Mutiara. Balai Budidaya Laut dan FAO/UNDP. INS/81/008.
- Winanto, T., Soekendarsi, E & Paongan, Y., 2001. Hatchery Production of Spat of Pearl Oyster *Pinctada maxima* (Jameson) in Indonesia. *Jour. Phuket Mar. Biol. Spec. Publ.* 25 (1): 189-192.
- Winanto, T., 1996. Status of Pearl Oyster Culture in Indonesia. *J. Aust. Gemmology* 19 (6): 345-349.
- Winanto, T., 2004. Memproduksi Benih Tiram Mutiara. P.T. Panebar Swadaya, Jakarta. Seri Agribisnis. 95 hal.
- Wong, W. H., & Cheung, S. G., 2001. Feeding Rhythm of The Green Lipped Mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1785)(Bivalvia: Mytilidae), during spring and neap tidal cycles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 257: 13-36.
- Wu, G. H., Chen, P. J., Hang, R. S., Yang, S. Y., & Shen, J. L., 2002. Influence of Salinity and Day and Night Rhythm on Feeding Rate (FR) of *Ruditapes philippinarum*. *Oceanography.* 21: 72-77.
- Yamamuro, M., Hiratsuka, J., & Ishitobi, Y., 2000. Seasonal Change in a Filter-Feeding Bivalve, *Musculista senhousia*, population of a Eutrophic Estuarine Lagoon. *Mar. Syst.* 26:117-126.
- Yan, X., Zhang, G., & Yang, F., 2006. Effects of diet, stoking density, and environmental factors on growth, survival, and metamorphosis of Manila clam *Ruditapes philippinarum* larvae. *Aquaculture* 253: 350-358.
- Zhuang, S., 2006. The influence of salinity, diurnal rhythm, and day length on feeding behavior in *Meretrix meretrix* Linnaeus. *Aquaculture* 252: 384-590.