TEKNIK PEMIJAHAN BUATAN DAN PEMELIHARAAN LARVA KIMA (*Tridacna squamosa* Lamarck) DI LABORATORIUM

INDUCED SPAWNING AND LARVAL REARING TECHNIQUE OF SCALY CLAMS (*Tridacna squamosa* Lamarck) IN THE LABORATORY

Teddy Triandiza dan Agus Kusnadi
UPT Loka Konservasi Biota Laut LIPI Tual, Jl. Merdeka Watdek Tual 97611
Email: namestrina@yahoo.co.id

Received 12 July 2012, Accepted 18 December 2012

ABSTRAK

Penelitian pembenihan kima sampai mencapai ukuran siap tebar telah banyak dilakukan, tetapi data yang ada belum dapat menjawab permasalahan yang terjadi dalam kegiatan budidaya. Tulisan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai pembenihan dan pemeliharaan larva kima, serta mengetahui kondisi lingkungan yang optimal dalam pertumbuhan larva kima sampai menjadi benih kima. Tiga teknik perangsangan pemijahan buatan terhadap *Tridacna squamosa* dicoba di laboratorium. Rangsangan pemijahan berupa kombinasi dengan perubahan suhu dan penyuntikan suspensi gonad ke dalam rongga badan memberikan hasil yang efektif dalam merangsang keluarnya sel-sel kelamin kima secara sinkron dibandingkan perubahan suhu atau penyuntikan suspensi gonad. Perkembangan dan pertumbuhan telur dan larva diamati. Hasil pengamatan menunjukkan pembelahan pertama terjadi 30 menit setelah pembuahan. Telur menetas menjadi trokhofor bersilia yang berenang bebas dalam waktu satu hari setelah pembuahan, kemudian berkembang menjadi veliger berbentuk D yang akhirnya bermetamorfosis menjadi juvenil. Metamorfosis secara fisik ditandai dengan peluruhan velum dan silia yang merupakan awal hubungan simbiotik dengan zooxanthella . Setelah umur 10 minggu *T. squamosa* memiliki panjang cangkang rata-rata 0,76±0,12 µm.

Kata Kunci : Pemijahan, *Tridacna squamosa*, suspensi gonad, larva.

ABSTRACT

Researches on hatchery and larval rearing of giant clams had been conducted in previous years, but the problem that appeared during aquaculture of clams remain unsolved. This paper is aimed to gain the information related to spawning and larval rearing, also the requirements for growing the giant clams from larvae to spat in the optimal conditions. Three induced spawning techniques were tested in the laboratory for Tridacna squamosa. *Induced spawning by a combination of thermal stimulation and injection of gonad suspension into the body cavity gave a better result on released sperm and ovum than by temperature shock or injection of gonad suspension. Observation on the development and growth of eggs and larvae is presented. First cleavage happened 30 minutes after fertilization. Eggs were hatched into ciliated free-swimming trochophores within 1 day of fertilization. The trochophore developed into D-shape veliger two days after fertilization and eventually metamorphosing into a juvenile. Metamorphosis was physically characterized by a sloughing of the velum and cilia and marked the beginning of the symbiotic relationship with the zooxanthella. At 10 week old* T. squamosa *larvae had an average shell length of 0.76±0.12 µm.*

Key words : Spawning, *Tridacna squamosa*, gonad suspension, larvae.

PENDAHULUAN

Kima adalah sejenis biota laut yang telah lama dimanfaatkan masyarakat pesisir Kepulauan Kei sebagai bahan konsumsi lokal. Daging kima diduga memiliki kandungan gizi yang dapat meningkatkan stamina. Selain dagingnya yang dikonsumsi sebagai bahan makanan, cangkang kima juga dimanfaatkan untuk bahan baku bangunan. Di pasar internasional, cangkang kima digunakan sebagai bahan baku pembuatan ubin teraso dan bahan baku kerajinan hias (Calumpong,1992; Niartiningsih, 2005; Kusnadi *et al*., 2008). Pada beberapa negara di Asia, anak kima sering dijadikan koleksi para pecinta akuarium hias air laut (Calumpong, 1992) dan merupakan komoditi ekspor yang sangat penting dari berbagai negara (Tisdel *et al*., 1994).

Pengambilan kima banyak dilakukan masyarakat pesisir terutama ketika pasang surut. Semua ukuran kima baik kecil maupun besar diambil untuk memenuhi permintaan konsumsi lokal masyarakat. Meskipun populasi kima masih banyak di perairan Maluku Tenggara, namun pemanfaatan yang terus menerus tanpa adanya pembatasan ukuran tangkap telah mengakibatkan terjadinya penurunan populasi kima di alam terutama pada salah satu spesies kima yaitu *Tridacna squamosa*. Kondisi tersebut mulai terlihat ketika survei pengambilan induk untuk pemijahan yang sulit sekali mendapatkan kima berukuran lebih dari 20 cm. Ukuran itu adalah ukuran kima yang siap menghasilkan keturunan (Heslinga *et al.*, 1984). Bila kondisi tersebut dibiarkan, maka tidak lama lagi *T. squamosa* akan terancam punah. Di Tongareva Lagoon, Cook Islands, *T. maxima* berada di ambang kepunahan karena pengambilan dan pemanfaatan terus-menerus tanpa memperhatikan kelestariannya (Chambers, 2007). Ambariyanto (2007) menyatakan umumnya populasi di alam didominasi jenis kima kecil seperti *T. crocea* dan *T. maxima* sedangkan jenis kima berukuran besar seperti *T. squamosa, T. derasa* dan *Hippopus hippopus* sudah sangat jarang ditemukan bahkan *T. gigas* sudah tidak ditemukan di beberapa perairan di Indonesia. Marwoto (2001) menyatakan bahwa kelompok kima ini telah masuk dalam daftar *endangered spesies*.

Beberapa upaya pelestarian telah dilakukan pemerintah, lembaga internasional maupun masyarakat. Pemerintah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 7 Tahun 1999 yang menjadikan kima sebagai biota laut yang dilindungi. Dunia internasional, menggolongkan semua kelompok kima (*Tridacna* dan *Hipoppus*) ke dalam daftar Konvensi Perdagangan Internasional (CITES) pada apendiks II, yang berarti segala kegiatan yang terkait dengan pengambilan dan pemanfaatannya dari alam diatur dan dibatasi. IUCN (2004) menggolongkan *Tridacna squamosa* sebagai biota yang terancam punah (*threatened species)*.

Kelompok masyarakat Kepuluaan Kei melakukan penerapan sistem tradisional, yang disebut ”sasi”, yaitu masyarakat tidak boleh memanfaatkan biota laut selama kurun waktu tertentu. Namun, aturan tersebut menjadi tidak berarti karena penerapannya masih bersifat tradisonal berdasarkan pengalaman penduduk setempat dan batas waktu sasi serta ukuran yang diambil kadang hanya berdasarkan permintaan konsumen (Arifin, 1993). Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya alam secara lestari melalui kegiatan budidaya pembenihan perlu dilakukan untuk menghasilkan anak kima dalam jumlah besar (Niartiningsih, 2006). Hasil budidaya pembenihan dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pasar sehingga pengadaan benih tidak tergantung dari alam. Selain itu, anak hasil budidaya juga berguna untuk kegiatan ”*restocking*”, sehingga populasi kima di alam makin bertambah (Purcell & Lee, 2001).

Kima bersimbiosis mutualisme dengan alga tunggal (*Symbiodinium microadriaticum)* yang dikenal dengan zooxanthellae. Alga yang ditemukan di bagian *mantle* kima berfotosintesis dan mentranslokasikan sebagian hasil fotosintesisnya ke tubuh hewan inang. Translokasi hasil fotosintesis dari zooxanthellae merupakan sumber energi utama kima selain dari proses *filter feeding* (Klumpp & Lucas, 1994). Ambariyanto (2006) menyatakan hasil translokasi energi dari zooxanthella mampu menyediakan seluruh kebutuhan energi kima dewasa bahkan lebih, dan berdasarkan penghitungan nilai CZAG (*Contribution of zooxanthellae to animal growth*) hasil translokasi energi dari zooxanthella dapat mencapai lebih dari 200%. Fenomena yang unik tersebut mempermudah budidaya kima, sehingga pemberian pakan alami tidak diperlukan lagi. Ambariyanto (2002) menyatakan bahwa pemberian pakan alami (mikroalga) tidak akan mempengaruhi *performance* larva kima, sehingga dalam operasional *hatchery* tidak perlu lagi disediakan pakan alami. Namun, pemberian pakan pada saat pemeliharaan larva akan mengurangi mortalitas benih kima dan mampu melewati fase fotosintesis (Southgate, 1988). Pakan kima untuk

burayak diperoleh dari perbanyakan mikroalga seperti *Tetraselmis, Isochrysis* dan *Chaetocheros*.

Penelitian pembenihan kima sampai mencapai ukuran siap tebar telah banyak dilakukan, di antaranya oleh Jameson (1976), Heslinga *et al.* (1984), Tan & Yasin (2001), Ambariyanto (2009) dan Neo *et al*. (2011). Akan tetapi, data yang ada belum dapat menjawab permasalahan yang terjadi dalam kegiatan budidaya, seperti periode pemijahan alaminya, tingkat mortalitas larva kima pada fase tertentu yang tinggi, kondisi lingkungan optimal untuk pertumbuhan larva dan anak kima serta pemilihan pakan yang tepat (Nezon *et al.*, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk melengkapi informasi mengenai pembenihan dan pemeliharaan larva kima, serta mengetahui kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan larva kima sampai menjadi benih kima.

METODOLOGI

Pengambilan dan Pemilihan Calon Induk

Induk kima diperoleh dari hasil tangkapan nelayan dan penyelaman di daerah terumbu karang Pulau Ohoimas ($05^0$26'36.3" LU; $132^0$41'54.3" BT) dan Pulau Ngaf ($05^0$37'17.8" LU; $132^0$35'40.5" BT). Pengangkutan dilakukan dengan cara meletakkan induk kima pada salah satu sisi cangkangnya. Sepanjang perjalanan induk disiram dengan air laut agar tidak terjadi dehidrasi yang dapat berakibat mantel kima terlepas dari cangkang. Induk kima yang dipilih memiliki ukuran diameter 23 - 40 cm, karena secara kriteria ukuran tersebut sudah memenuhi tingkat kematangan gonadnya (Heslinga *et al*., 1984).

Pemeliharaan Induk

Pemeliharaan induk kima dilakukan di alam dan bak terkontrol di laboratorium. Induk yang dipelihara di alam lebih menguntungkan, dalam arti lebih mudah, lebih menghemat tenaga dan biaya daripada pemeliharaan dalam laboratorium. Kima diketahui merupakan jenis moluska yang bersimbiosis dengan mikroalgae *Symbiodinium microdriaticum* atau *zooxanthella*, sehingga memerlukan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis. Kondisi tersebut akan kurang efektif dan efisien bila dilakukan dalam laboratorium budidaya, selain karena kurang cahaya juga memerlukan bak-bak pemeliharaan dalam jumlah yang cukup banyak.

Pemeliharaan induk kima di alam tidak memerlukan penanganan khusus seperti penambahan pakan ataupun pergantian air. Kima dibiarkan hidup dengan bebas, namun tetap dilakukan pengontrolan terhadap cangkang kima terutama dari biota pengganggu dengan cara membersihkan cangkang kima dengan sikat besi. Kondisi perairan yang sesuai dengan habitat alaminya, membuat induk terlihat segar dan sehat. Kesegaran dan kesehatan induk mutlak diperlukan dalam kegiatan pemijahan, karena keberhasilan pemijahan cenderung lebih besar jika dilakukan terhadap induk yang segar. Meskipun demikian, proses pemeliharaan induk di alam juga mengalami sedikit kendala, proses sedimentasi yang terjadi akibat arus dan musim dapat mengakibatkan pemutihan (*bleaching*) pada mantel kima. Hal tersebut dapat diatasi dengan memilih lokasi yang memiliki dasar perairan rataan karang, pecahan karang dan menghindari dasar berlumpur.

Pemijahan Induk

Kima memiliki siklus reproduksi sepanjang tahun (Heslinga *et al*., 1984) dan bersifat hermafrodit (Wada, 1954). Sifat reproduksi tersebut memudahkan proses budidaya, karena tidak perlu lagi membedakan jenis kelamin jantan dan betina serta pemijahan dapat dilakukan setiap bulan. Sebelum dipijahkan, induk kima dibersihkan dari biota penempel dan kotoran lain dengan cara menyikat bagian luar cangkang. Teknik pemijahan dilakukan dengan menggunakan tiga metode rangsangan, yaitu (a) perubahan suhu, (b) penyuntikan suspensi gonad dan (c) kombinasi keduanya yang dilakukan sebagai berikut :

a. Perubahan suhu

Induk-induk yang telah dibersihkan diletakkan di udara terbuka untuk dijemur pada suhu udara 31-33°C selama interval waktu 20 menit sampai 2 jam. Setiap 10-30 menit cangkang kima dibalik. Selain melalui penjemuran selama 2 jam, perangsangan juga dilakukan dengan kejut suhu. Setelah penjemuran selama dua jam, induk kima dimasukkan ke dalam aquarium. Suhu air dinaikkan secara bertahap hingga mencapai suhu 37°C selama 15 menit. Selanjutnya, induk kima diletakkan dalam wadah pemijahan yang bersuhu 25°C. Metode kejut suhu ini hanya dilakukan satu kali kerena menimbulkan efek *bleaching* pada induk kima dan menimbulkan kematian.

b. Suspensi gonad

Gonad yang digunakan berasal dari individu yang sejenis yang sudah mati. Larutan dipersiapkan dengan cara menghancurkan jaringan gonad dalam air menggunakan blender. Hancuran kemudian disaring berturut-turut dengan net plankton 63 µm. Pemberian rangsangan dilakukan dengan cara melarutkan suspensi gonad dalam bak pemijahan atau menyuntikkannya pada saluran masuk (*inhalent current*).

c. Kombinasi

Penerapan dari kedua metode rangsang perubahan suhu dan penyuntikan suspensi gonad.

Penetasan Telur

Setelah induk memijah atau mengeluarkan sperma dan telur, maka sekitar 15-30 menit kemudian dilakukan pengenceran telur yang dimaksudkan untuk menjaga kepadatan agar tidak terlalu tinggi. Selain itu, juga berguna untuk membersihkan sisa-sisa sperma karena sperma memiliki kandungan protein tinggi sehingga mudah mengalami pembusukan. Pengenceran dilakukan dengan cara menyaring air hasil pemijahan dengan saringan bermata jaring 63 µm untuk mendapatkan telur yang telah dibuahi. Telur yang telah tersaring dan bersih kemudian dipindahkan ke dalam bak pemeliharaan larva dan anak kima. Air bak pemijahan yang terbuang diganti dan kembali diberi aerasi, sedangkan pembersihan kotoran dilakukan pagi harinya. Pemeliharaan dilakukan dengan sistem air statis dan diberi aerasi kecil.

Pengamatan Mikroskopis Perkembangan Telur dan Larva

Telur yang dihasilkan pada pemijahan ini digunakan sebagai objek pengamatan sampai berkembang menjadi benih kima berumur 17 minggu. Metode yang digunakan adalah pengamatan terhadap sekelompok telur yang diambil secara acak, kemudian diletakkan pada preparat cekung untuk diamati secara mikroskopis dari waktu ke waktu. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop *Nikon Labophot-2* perbesaran 10 kali dan 40 kali. Kemudian, data disajikan secara deskriptif. Semua data berupa dokumentasi dan hasil pengamatan dideskripsikan dengan pembanding dari literatur. Pendokumentasian dilakukan menggunakan kamera digital tipe *Canon Ixus 60 Power shot SD 600*. Deskripsi ini disajikan berurutan mulai dari perkembangan embrio sampai perkembangan larva 45 hari. Data disusun sesuai dengan urutan waktu, dengan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk pembelahan sel, yaitu telur diamati setiap 30 menit dan larva sampai umur dua hari diamati setiap dua jam. Setelah larva berumur dua hari, pengamatan perkembangannya dilakukan setiap hari.

Pemeliharaan Larva dan Anak Kima

Larva hasil pemijahan dipelihara dengan menggunakan sistem air statis (tergenang) di dalam aquarium berukuran 60 x 40 x 40 cm. Penggantian air dilakukan dua kali seminggu atau pada pemindahan anak kima ke bak pemeliharaan lain. Dilakukan penyortiran untuk mengurangi kepadatan larva. Dengan perlakuan tersebut diharapkan tingkat mortalitas larva dapat dikurangi. Pengamatan kualitas air dilakukan setiap pagi pukul 08:00 WIT. Parameter kualitas yang diukur meliputi suhu, salinitas dan pH.

Setelah larva Pediveliger menempel pada substrat, larva kima memerlukan zooxanthella untuk bertahan hidup. Secara alami kima dapat langsung terinfeksi oleh zooxanthella yang berada di laut, namun pada larva yang dipelihara dalam bak-bak terkontrol, hal tersebut sulit terjadi karena saringan air yang digunakan dapat menghilangkan zooxanthella dari laut. Oleh karena itu, pemberian zooxanthella dilakukan secara buatan yaitu melalui pengikisan mantel kima yang sudah mati. Hasil kikisan kemudian diblender dengan sedikit air. Suspensi yang diperoleh disaring dengan saringan plankton 63 µm dan diberikan pada larva kima yang dipelihara.

Setelah berumur tiga bulan, penyortiran dilakukan terhadap anak kima yang telah dapat dilihat dengan mata telanjang, yang kemudian dipindahkan ke dalam bak pemeliharaan atau kolam yang lebih besar. Sarana dan prasarana bak-bak pemeliharaan yang kurang memadai menyebabkan pemeliharaan larva kima juga dilakukan pada bak kayu yang dilapisi plastik. Penyortiran dan pemilahan ukuran ini perlu dilakukan untuk mengurangi kepadatan, sehingga pertumbuhan anak kima tidak terhambat. Karena juvenil kima sudah terlihat dengan mata telanjang, maka dilakukan pengukuran pertumbuhan anak kima dengan mengunakan kaliper digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemijahan dan Kondisi Gonad

Kima (*Tridacna squamosa*) dewasa telah diupayakan untuk memijah sebanyak 13 kali. Hasil yang diperoleh selama pecobaan pemijahan

ditampilkan pada Tabel 1. Dari 13 kali perlakuan pemijahan dari bulan Juni sampai Agustus 2009, sembilan kali induk kima gagal memijah atau tidak berhasil mengeluarkan sel sperma dan sel telur dan empat kali berhasil memijah.

Masa pemijahan yang berhasil terdiri dari tiga pemijahan asinkron, yaitu ketika induk kima hanya berhasil mengeluarkan sel sperma, dan satu pemijahan sinkron (induk kima berhasil mengeluarkan sel sperma dan sel telur) yang memberikan hasil cukup baik dan berhasil diikuti oleh perkembangan embriogenesis dan larvanya. Kima merupakan hewan moluska yang memiliki siklus reproduksi sepanjang tahun, namun pemijahan tidak selalu menghasilkan sperma dan telur secara bersamaan. Beberapa induk cenderung lebih banyak menghasilkan sperma daripada telur seperti pada pemijahan asinkron, yang hanya mengeluarkan sperma. Munro (1993) menyatakan bahwa sperma diproduksi terlebih dahulu, kemudian telur dalam interval waktu yang pendek.

Dari sembilan kali percobaan perangsangan yang gagal dapat diketahui bahwa pemijahan terjadi karena serangkaian proses yang merupakan kerjasama antara faktor internal (kematangan kelamin dan kesiapan mengeluarkan sel kelamin) dan faktor eksternal (kualitas air, periode pemijahan dan teknik perangsangan). Seringkali pada percobaan pemijahan, induk kima menunjukkan tingkah laku memijah, seperti menegangnya saluran *exhalent* yang biasanya rileks, adanya kontraksi membuka dan menutup cangkang, menyemprotkan air keluar, namun ternyata induk kima tidak berhasil mengeluarkan sel kelamin.

Tabel 1. Perlakuan rangsangan pada pemijahan kima (*Tridacna squamosa*) : kejut suhu, penyuntikan suspensi gonad dan kombinasinya.
Table 1. Treatment of spawning stimulus on scaly giant clams (*Tridacna squamosa*) : thermal stimulation, injection of gonad suspension and combination of both treatments.

No	Date of Spawning	Spawning Stimulus Method	Total Brood Stock	Result
1	21 -06- 2009	Thermal stimulation (Heat Shock)	4	Spawning trial (No Response)
2	25-06-2009	Thermal stimulation + Injection of gonad suspension	3	Clams responded, but no gametes were released
3	01 -07- 2009	Thermal stimulation (Heat shock)	3	Spawning trial (No Response)
4	05-07- 2009	Thermal stimulation (water temperature 37°C)	6	Spawning trial (No Response)
5	08-07-2009	Thermal stimulation (Heat shock)	8	Spawning trial (No Response)
6	11-07-2009	Thermal stimulation (Heat shock)	10	Spawning trial (No Response)
7	15-07-2009	Injection of gonad suspension	7	Clams responded, but no gametes were released
8	21-07-2009	Injection of gonad suspension	7	Clams responded, but no gametes were released
9	23-07-2009	Injection of gonad suspension	7	Sperm produced
10	25-07-2009	Thermal stimulation + Injection of gonad suspension	3	Sperm produced
11	28-07-2009	Thermal stimulation + Injection of gonad suspension	2	Sperm produced
12	04-08-2009	Thermal stimulation + Injection of gonad suspension	4	Clams responded, but no gametes were released
13	10-08-2009	Thermal stimulation + Injection of gonad suspension	4	Synchronized Spawning

Kegagalan dalam pemijahan periode bulan Juni-Juli lebih banyak disebabkan kondisi gonad induk kima yang belum matang (*ripe*). Hal tersebut diketahui dari hasil pengamatan histologi gonad kima yang mati, maupun gonad yang diperoleh dari nelayan yang tampak kosong atau belum matang. Bila dilihat dari periodesasi bulan, maka kima memiliki periode reproduksi alami, yaitu pada periode bulan tertentu kematangan gonad kima mengalami penurunan atau periode reproduksi minimum. Jameson (1976), menyatakan bahwa periode antara Maret dan Agustus (selama musim panas), spesies kima *Tridacna maxima* di Pulau Anae Guam mengalami penurunan kondisi kematangan gonad dan memerlukan waktu untuk mengembalikan kematangan gonadnya tersebut.

Pada bulan tertentu, periode reproduksi kima meningkat bahkan sampai terjadi pemijahan spontan, yaitu pemijahan terjadi tanpa adanya rangsangan dari luar (kondisi gonad yang matang). Penelitian awal yang dilakukan Dwiono (1994) di laboratorium Balitbang Sumberdaya Laut Ambon menunjukkan bahwa spesies kima *T. squamosa* memijah spontan pada bulan September. Penelitian pemijahan kima tahun 2008 di laboratorium UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual mendapatkan kima jenis ini memijah spontan pada bulan Mei (Edward *et al*., 2008). *T. maxima* dari perairan Pulau Anae Guam memiliki musim pemijahan mulai bulan November sampai dengan Maret dengan tingkat kematangan gonad tinggi dan siap memijah pada periode bulan Februari. Di Palau, spesies kima *Hippopus hippopus* memijah pada bulan Juni dan *T. crocea* pada bulan Juli (Jameson, 1976).

Di antara tiga cara yang dipakai dalam penelitian ini untuk merangsang pemijahan, metode perangsangan kombinasi perubahan suhu dan penyuntikan suspensi gonad merupakan teknik perangsangan yang paling efektif. Keefektifan tersebut terlihat dari respon memijah yang begitu cepat berupa pembukaan dan penutupan cangkang antara 15 sampai 30 menit setelah perlakuan. Sebaliknya, teknik kejut suhu memerlukan tenggang waktu antara 30 menit sampai 2 jam sejak perlakuan diberikan. Hasil yang diperoleh dari kombinasi kedua teknik perangsangan tersebut cukup berhasil mengeluarkan sel-sel gamet baik pemijahan asinkron maupun sinkron. Di samping sifatnya yang efektif, larutan gonad juga bersifat spesifik. Spesifikasi tersebut terbukti dari tidak adanya respon dari induk kima spesies lain (*H. hippopus* dan *T. derasa*) yang diberi suspensi gonad *T. squomosa*.

Perkembangan Telur dan Larva

Kima bersifat *protandrus hermafrodit*, yaitu sperma dan sel telur terdapat dalam satu ekor kima. Pemijahan selalu didahului oleh pelepasan sperma dan diikuti oleh pelepasan telur-telur yang berasal dari satu gonad. Sifat pemijahan ini secara alami menguntungkan karena dapat menghindari terjadinya *inbreeding* yang dapat menghasilkan keturunan yang inferior (Wada, 1954). Pada penelitian ini, dihasilkan 1.913.284 telur. Pengamatan mikroskopis terhadap pembuahan telur dan perkembangan larva disajikan pada Tabel 2. Perkembangan embrio kima pada suhu 28°C berlangsung selama satu hari yang menghasilkan larva trokhofor. Proses ini diperlihatkan pada Gambar 1.

Foto 1A-1C menggambarkan pembelahan sel yang terjadi selama masa perkembangan embrio. Pembelahan sel pertama terjadi 75 menit setelah fertilisasi (Foto 1A). Telur membelah menjadi 4 sel pada 90 menit setelah fertilisasi (Foto 1C). Pada umur 3 jam 20 menit telah terjadi pembelahan multisel. Pada 9 jam setelah fertilisasi embrio berputar berlawanan arah jarum jam. Pada akhir perkembangan embrio (umur satu hari), telur menetas menjadi trokhofor yang sudah memiliki bulu-bulu getar (*cilia*) yang merupakan alat gerak pada stadium awal larva (Foto 1D). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan telur kima untuk menetas menjadi fase trokhofor berbeda tergantung spesies kimanya. Jameson (1976) menyatakan telur menetas menjadi fase trokhofor 16 jam setelah fertilisasi untuk kima *Tridacna maxima* dan 17 jam untuk kima *Hippopus hippopus*. Neo *et al*. (2011) mendapatkan fase trokhofor yang berenang bebas pada spesies *T. squamosa* pada umur 24 jam.

Kedua keping cangkang baru terbentuk sempurna seperti huruf D (*D-shape veliger*) pada saat larva berumur dua hari. Pada fase ini larva sudah dilengkapi dengan organ renang baru (*velum*, Foto 1E). Fase veliger berlangsung 7-8 hari. Pada stadium ini larva bersifat planktonis yang berenang pada kolom-kolom air. Larva veliger mempunyai persediaan lipid yang tinggi untuk perkembangannya (Southgate, 1988). Menurut Heslinga (1989) kima bersifat *lecithotrophic* yaitu menyimpan persediaan makanan. Oleh karena itu, larva veliger belum perlu diberi pakan, namun pemberian pakan pada awal pemeliharaan akan mengurangi resiko kematian pada fase metamorfosis.

Dalam perkembangan selanjutnya, kedua keping cangkang mengalami perubahan bentuk, cangkang yang semula berbentuk huruf D berangsur-angsur menggembung akibat sekresi dari sel-sel penghasil cangkang yang terdapat pada lapisan terluar mantel. Pada stadium ini larva veliger mulai berkembang menjadi larva pediveliger dan mulai membentuk organ baru berupa tonjolan pada bagian posterior yang berfungsi sebagai kaki (Foto 1F). Terbentuknya organ pada akhir masa larva planktonis merupakan hal yang umum terjadi pada kelompok bivalvia (Dwiono, 1994). Dengan terbentuknya organ ini, maka pola kehidupan larva berubah dari cara hidup melayang (*planktonis*) ke cara hidup menempel (*bentik*). Fase metamorfosis dimulai setelah larva berumur 8 hari, pada saat larva pediveliger sudah dilengkapi dengan kaki. Pada stadium ini, larva pediveliger mulai mencari substrat yang sesuai untuk menempel dan memerlukan simbion zooxanthella untuk bertahan hidup. Umur larva kima untuk menempel di dasar dan menjalani proses metamorfosis bervariasi setiap individunya (Jameson, 1976).

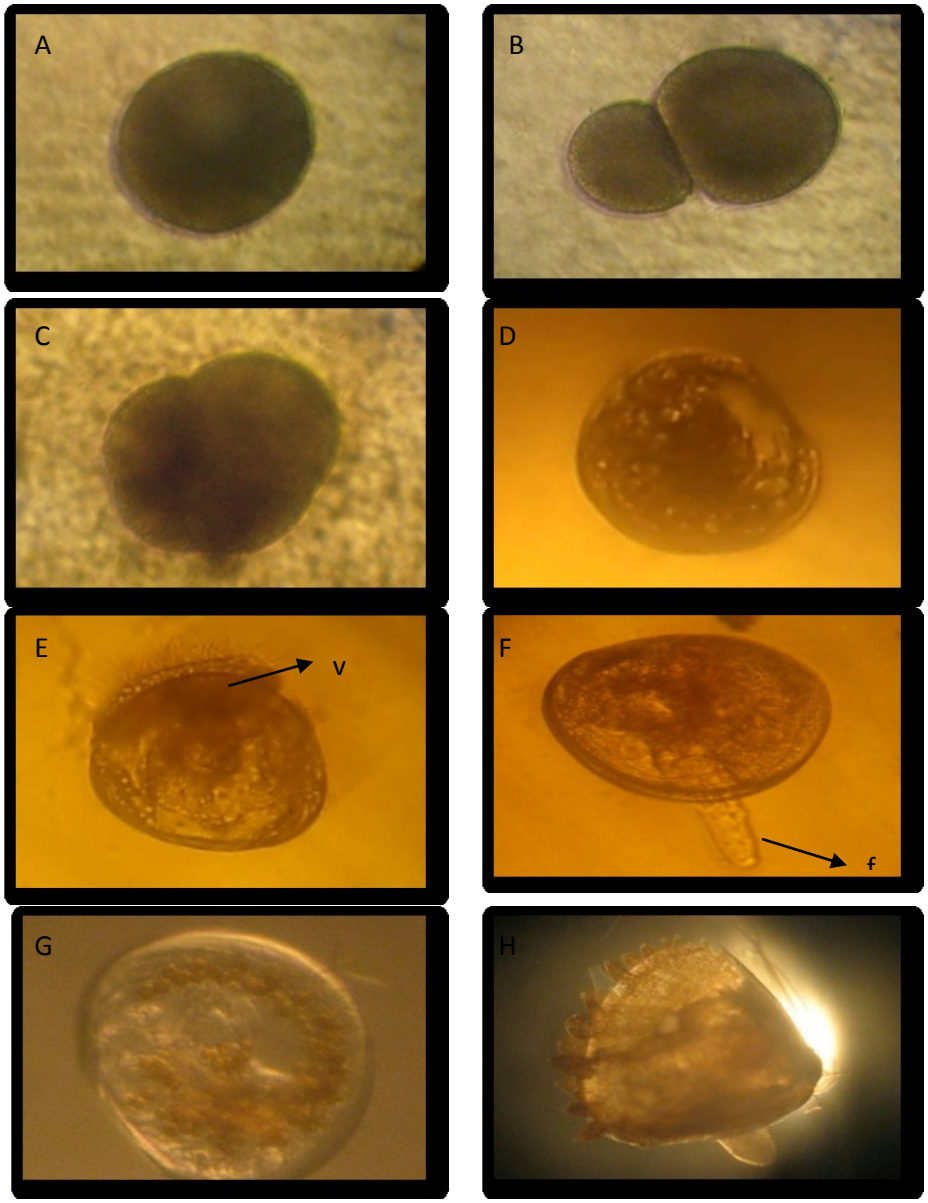
Tabel 2. Perkembangan telur, larva dan juvenil kima (*Tridacna squamosa*).
Table 2. Early life chronology of scaly giant clams (*Tridacna squamosa*).

Stage	Time	Remark
Fertilized egg	30 minutes	Mature egg
Egg at two cell stage	75 minutes	Mitosis stage
Egg at four cell stage	90 minutes	Mitosis stage
Egg at multi cell stage	3 h 20 minutes	Mitosis stage
Spinned embryo	8 hours	Embryo is spining anti-clockwise
Trochophore	1 dph*	Embryo starts to move with cillia
D- shape veliger	2 dph	D- shape larvae move with the velum organ
Veliger	7 dph	Shell starts to convex
Pediveliger	8 dph	”foot” starts to form
Zooxanthellae obtained from sacrificed individus	7 dph	Zooxanthella suspension induced
Post larvae	21 dph	Zooxanthella grows inside the clam
Post larvae of *T.squamosa* showing zooxanthella	24 dph	Zooxanthella spreads out around the edge of mantle
Juvenile	7 wph**	Shell well developed
Juvenile	10 wph	Scales on the shell as its characteristics are clearer.

*dph= day post hatching **wph= week post hatching

Pemberian zooxanthella dilakukan setelah selesai fase metamorfosis, ketika larva kima berumur 10-13 hari. Pada penelitian ini pemberian zooxanthella dilakukan pada hari ke tujuh setelah fertilisasi. Hal tersebut didasarkan atas pemunculan statosis ketika larva kima berumur tujuh hari. Statosis atau organ pengatur keseimbangan terbentuk saat larva mencapai tahap pediveliger. Organ ini berbentuk seperti bintik hitam (*black dot*) menyerupai mata pada bagian anterior di tengah-tengah lempeng apikal. Keberadaan statosis menunjukkan bahwa larva siap untuk menempel di dasar (Jameson, 1976), dan memerlukan zooxanthella sebagai sumber energi utama sebelum anak kima menjalankan proses *filter feeding* (Klump & Lucas, 1994). Satu hari kemudian sel-sel zooxanthella tampak berada di dalam lambung kima yang selanjutnya berangsur-angsur bergerak ke arah mantel. Pengamatan terhadap postlarva yang berumur 24 hari menunjukkan bahwa di dalam tubuh larva yang hidup terdapat sel zooxanthella yang bertahan hidup, berkembang biak di dalam lambung kima inang dan mulai berada di seluruh pinggiran mantel (Foto 1H).

Fase metamorfosis merupakan fase kritis dalam kehidupan kelompok moluska. Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan banyak cangkang larva kima yang kosong dan sudah terinfeksi larva organisme lain karena tidak dapat menginfeksi zooxanthella. Hanya larva kima yang berhasil memperoleh substrat yang sesuai, menangkap zooxanthella dan memperoleh kebutuhan energi untuk metamorfosis yang dapat melewati kehidupan selanjutnya menjadi anak kima.



Remarks :

A. Telur matang
Mature egg

B. Fase pembelahan mitosis 2 sel
Embryo *at 2 cell stage*

C. Fase Pembelahan mitosis 4 sel
Embryo at 4 cell stage

D. Trokhofor, 1 hari
Day-1 trochophore

E. Veliger dengan bentuk seperti huruf D, umur 2 hari; v= velum
Day-2 Veliger D-shape; v=velum

F. Pediveliger, 8 hari; f=kaki
Day-8 Pediveliger; f= foot

G. Larva yang terinfeksi zooxanthella, 24 hari
Day-24 the smalest juvenile with zooxanthellae

H. Juvenil, Juvenile

Gambar 1. Embriogenesis dan perkembangan larva kima (*Tridacna squamosa*).
Figure 1. Embryogenesis and development of scaly clams (*Tridacna squamosa*).

Sisik pada cangkang kima yang merupakan ciri-ciri dari *T. squamosa* terlihat tumbuh pada saat juvenil berumur 7 minggu. Kaki pada juvenil kima masih sering keluar (Foto 1J). Pada fase ini juvenil kima masih belum terlihat dengan mata telanjang. Pada umur 10 minggu, sisik pada cangkang semakin jelas terlihat di pinggiran cangkang, organ kaki masih terlihat dan penyortiran dengan mata telanjang mulai bisa dilakukan. Pada fase ini, kima telah berdiameter 0,76 mm. Selama masa juvenil penempatan bak pemeliharaan dekat cahaya merupakan syarat mutlak untuk perkembangan

kima selanjutnya. Seperti diketahui bahwa zooxanthella memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis yang merupakan energi yang digunakan untuk proses-proses biokimiawi kima.

Pada umur 12 minggu dilakukan penyortiran terhadap juvenil kima yang dipelihara dalam bak-bak terkontrol. Jumlah anak kima yang hidup hasil penyortiran setelah 12 minggu berjumlah 2.147 ekor. Hasil pengamatan pertumbuhan anak kima disajikan dalam Tabel 3. Pertumbuhan kima menyerupai kurva sigmoid, yaitu pertumbuhan awal lambat, kemudian cepat setelah satu tahun pemeliharaan dan kembali melambat ketika mendekati dewasa (Elis, 2003).

Tabel 3. Laju pertumbuhan cangkang kima (*Tridacna squamosa*).
Table 3. Growth rate of scaly giant clams shell (*Tridacna squamosa*).

Age	Phase	Shell diameter (mm)			
		Min.	Max.	Average	SD
12 wph	Juvenile	0.53	0.99	0.76	0.12
13 wph	Juvenile	0.85	1.83	1.24	0.25
15 wph	Juvenile	1.34	1.99	1.52	0.18
17 wph	Juvenile	1.34	2.20	1.72	0.34

Dari hasil pengukuran pada umur 15 minggu, diameter cangkang kima adalah 1,52 ±0,18 mm. Pada umur 17 minggu meningkat menjadi 1,72±0,34 mm. Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, terlihat bahwa pertumbuhan juvenil kima dalam penelitian ini sangat lambat. Munro & Heslinga (1983) mendapatkan ukuran rata-rata diameter cangkang *Tridacna squomosa* 12,6 mm setelah dipelihara 5 bulan. Pertumbuhan yang lambat diduga disebabkan oleh adanya persaingan pakan baik antara individu anak kima maupun dengan biota predator dan kompetitor yang lain seperi moluska, kopepoda dan protozoa. Dalam bak pemeliharaan ditemukan biota-biota predator dan kompetitor tersebut yang terbawa akibat proses penyaringan yang tidak sempurna. Selain itu, kondisi laboratorium yang kurang representatif juga mempengaruhi pertumbuhan juvenil. Pemeliharaan juvenil yang seharusnya dilaksanakan dalam bak-bak yang memiliki cahaya cukup (*outdoor*), tidak bisa dilakukan karena belum memiliki sarana dan prasarana tersebut. Pemeliharaan juvenil yang dilakukan dalam aquarium dan bak kayu terbukti tidak cukup baik untuk pertumbuhan kima, bahkan menyebabkan kematian massal larva kima terutama pada pemeliharan di bak-bak kayu, karena pada fase tersebut seharusnya larva kima sudah mulai melekat, namun terkendala oleh permukaan bak yang licin (plastik), meskipun telah diletakkan batu-batu tegel di dalam bak pemeliharaan. Crawford *et al*. (1986) menyatakan bahwa permukaan substrat yang licin tidak cocok sebagai tempat menempel untuk benih kima.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya. Parameter kualitas air cukup berperan dalam menentukan keberhasilan pembenihan. Hasil pengamatan kondisi kualitas air pada bak pemeliharaan selama periode Juni-November 2009 disajikan dalam Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat dilihat nilai pH berkisar antara 8,1-8,8 dengan rerata 8,6; salinitas antara 31,1-34,0 ‰ dengan rerata 32,2 ‰; dan suhu antara 25,0-26,8°C dengan rerata 25,9°C. Derajat keasaman (pH) pada penelitian ini nilainya melebihi kriteria nilai ambang batas yang ditetapkan oleh KMNLH (2004) untuk biota laut, sedangkan salinitas dan suhu air laut tersebut masih sesuai dengan kriteria nilai ambang batas. KMNLH (2004) menetapkan nilai ambang batas pH, salinitas, dan suhu untuk biota laut berturut-turut adalah pH berkisar antara 7,0-8,5 dengan toleransi <0,2. Salinitas adalah salinitas alami (variasi < 5%), dan suhu adalah alami (± 2% variasi alami). Suhu air laut yang tidak terlalu tinggi disebabkan karena kegiatan budidaya dilakukan di dalam ruangan tertutup yang tidak terkena sinar matahari secara langsung. Berdasarkan pengamatan kondisi harian air bak selama periode tersebut nilai pH, salinitas dan suhu menunjukkan hasil yang tidak optimal untuk pertumbuhan larva kima, namun masih berada dalam kisaran ambang toleransi kehidupan kima untuk budidaya.

Tabel 4. Paremeter kualitas air pada bak pemeliharan kima selama periode penelitian.
Table 4. Water quality parameters during study period.

Tanks	Parameter	Period (Month)					
		June	July	August	September	October	November
Rearing tanks	pH	-	-	8.1	8.6	8.8	8.6
	salinity (‰)	-	-	34	32.9	33.5	31.1
	temperature (°C)	-	-	26	25.9	26.8	26.3
Broodstock tanks	pH	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	-
	salinity (‰)	31.3	32.3	32.3	31.4	31.5	-
	temperature (°C)	25	25	25	26.4	26.7	-

KESIMPULAN

Induk kima tidak bisa dipijahkan sepanjang tahun di laboratorium budidaya, karena kima memiliki periode pemijahan alamiahnya, yaitu pada waktu tertentu bisa menjadi puncak pemijahan (*peak of spawning*), dan pada waktu lain terjadi aktivitas reproduksi minimum. Metode perangsangan kombinatif suhu dan injeksi suspensi gonad cukup efektif dalam merangsang keluarnya sel-sel kelamin, meskipun bukan sebagai faktor utama. Kegagalan dua teknik perangsangan yang lain disebabkan oleh kondisi gonad yang belum matang pada saat perangsangan dilakukan. Pertumbuhan larva kima yang lambat pada penelitian ini dipengaruhi kondisi sarana dan prasarana bak pemeliharaan yang kurang memadai, terutama posisi bak pemeliharan dan kualitas penyaringan air yang buruk. Hasil pengukuran kualitas air (pH, salinitas dan suhu) tidak optimal untuk pertumbuhan larva kima, namun masih berada dalam kisaran ambang toleransi kehidupan kima untuk budidaya.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Udhi E. Hernawan dan Marsya J. Rugebergt yang telah bekerja sama dalam penelitian budidaya lola dan kima. Ucapan terima kasih juga penulis haturkan kepada Bapak Edward selaku koordinator proyek penelitian Insentif Ristek dan para teknisi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini Rosmi N. Pesillete, Febrianalisa Valentin, Damianus Y. Walewowan, Ahmad Ainarwowan dan Syafrizal.

DAFTAR PUSATAKA

Arifin, Z. 1993. Sebaran geografis, habitat, dan perikanan siput lola (*Trochus niloticus*) di Maluku. *Dalam*: *Perairan Maluku dan Sekitarnya.* Balitbang Sumberdaya laut, Ambon: 93-101.

Ambariyanto. 2002. Effect of different microalgae on the survivorship of giant clam larvae (*Tridacna squamosa*). *Ilmu Kelautan*, 20 : 234-230.

Ambariyanto. 2006. Estimating contribution of zooxanthellae to animal respiration (CZAR) and to animal growth (CZAG) of giant clam *Tridacna maxima. Journal Coastal Development,* 9 (3) : 155-162.

Ambariyanto. 2007. Pengelolaan kima di Indonesia : menuju budidaya berbasis konservasi. Seminar Nasional MOLUSKA : dalam Penelitian, Konservasi dan Ekonomi Jurusan Ilmu Kelautan. FPIK UNDIP, Semarang,17 Juli 2007.

Ambariyanto. 2009. *Teknis pembenihan kima*. Unversitas Negeri Semarang (Unnes) Press. 38 hlm.

Calumpong, H.P. 1992. *The scaly clam: An ocean culture manual*. ACIAR Monograph No. 16. ACIAR, Sidney. 66 pp.

Chambers, C.L.N. 2007. Pasua (*Tridacna maxima*) size and abundance in Tongareva Lagoon, Cook Islands. *SPC Trochus Information Bulletin,* 13: 7 – 12.

Crawford, C.M.; W.J. Nash; & J.S. Lucas. 1986. Spawning induction, and larval and juvenile rearing of the giant clam, *Tridacna gigas. Aquaculture*, 58: 281-295.

Dwiono, S.A.P. 1994. Pemijahan buatan dan pemeliharaan larva *Tridacna squamosa*

(Lamarck) dan *Hippopus hippopus* (Linnaeus) di laboratorium : suatu hasil pendahuluan. *Dalam: Perairan Maluku dan Sekitarnya*. Balitbang Sumberdaya Laut Ambon, Puslitbang Oseanologi LIPI, 8 : 23-33.

Edward; A. Kusnadi; U. E. Hernawan; & T. Triandiza. 2008. Upaya pelestarian lola (*Trochus niloticus*) dan kima (*Tridacna* sp.) melalui budidaya pembenihan di laboratorium. Laporan Akhir Proyek Penelitian DIPA. UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.

Ellis, S. 2003. Spawning and early larval rearing of scaly clams *(Bivalvia:Tridacnidae*). *Center for Tropical and Sub Tropical Aquaculture Publication*, 130: 1-5.

Heslinga, G.A; F.E. Perron; & O. Orak. 1984. Mass culture of scaly clams (f:Tridacnidae) in Palau. *Aquaculture*, 39: 197-215.

Heslinga, G.A. 1989. Lecithotropy in *Tridacna derasa* good news for hacheries. *MMDC Bulletin,* 4 (1) : 1.

IUCN (World Conservation Union). 2004 The Redlist. www.iucnredlist.org/search.php

Jameson, S. 1976. Early life history of the giant clams *Tridacna crocea* Lamarck, *Tridacna maxima* (Roding), and *Hippopus hippopus* (Linnaeus). *Pasific Science*, 30: 219-233.

KMNLH. 2004. Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup No.51 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Kehidupan Biota Laut. 11 hlm.

Klumpp, D.W. & J.S. Lucas. (1994). Nutritional ecology of the giant clams *Tridacna tevoroa* and *T. derasa* from Tonga: influence of light on filter-feeding and photosynthesis. *Marine Ecology Progress Ser*ies, 107: 147-156.

Kusnadi, A.; T. Triandiza; & U.E. Hernawan. 2008. Inventaris jenis dan potensi moluska padang lamun di Kepulauan Kei Kecil, Maluku Tenggara. *Journal of Biological Diversity*, 9 (1) : 30-34.

Marwoto, S. 2001. Moluska. *Dalam*: Noerdjito, M. & I. Maryanto (Eds). Jenis-Jenis Hayati yang dilindungi Perundang-undangan Indonesia. Pusat Penelitian Biologi LIPI: 135-136.

Munro, J.L. 1993. *Scaly clams*. *In: :* A. Wright & L. Hill (Eds) *Nearshore marine resources of the South Pacific*. Forum Fisheries Agencies and Institute of Pacific Studies: 431-449.

Munro, J.L. & G.A Heslinga. 1983. Prospects for the commercial cultivation of giant clams (Bivalvia: Tridacnidae). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 35:122-134.

Neo, M.L.; P.A Todd; L.M. Chou; & S.L.M. Teo. 2011. Spawning induction and larval development in the fluted giant clam, *Tridacna squamosa* (Bivalvia: Tridacnidae). *Nature In Singapore*, 4 :157-161.

Nezon, E.; L.M.G. Panggabean; S. Wardono; & B. Sadarun. 2006. *Pedoman penebaran kima.* Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut, Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 38 hlm.

Niartiningsih, A. 2006. Budidaya kima atau kerang raksasa. *Dalam*: Paonganan dan Litaay (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Makasar Maritime Meeting.* DKP&DPD RI : 153-162.

Purcell, S. W. & Chan L. Lee. 2001. Testing the efficacy of restocking *Trochus* using broodstock transplantation and juvenile seeding – an ACIAR-funded project. *SPC Trochus Information Bulletin*, 7 Januari : 3 –8.

Southgate, P.C. 1988. Biochemical development and energetics of *Hippopus hippopus* larvae. *In* : J.W. Copland & J.S. Lucas (Eds). *Giant calm in Asia and the Pasific*.ACIAR *Monograph,* 6 :155-166.

Tisdell, C. ; Y.C. Shang; & P. Leung. 1994. *Economics of commercial giant clam mariculture*. ACIAR *Monograph,* 25. 306 pp.

Tan, S.H. & Z. Yasin. 2001. Factors affecting the dispersal of *Tridacna Squamosa* larvae and gamete material in Tioman archipelago, the South China Sea. *Phuket Marine Biological Center*, 25 (2): 349-356.

Wada, S.K. 1954. Spawning in the *tridacnid* clams. *Japan Journal Zool*ogy, 11: 273-285.