

# Studi Perkembangan Telur - Juvenil Keong Macan (*Babylonia spirata* Linnaeus, 1758) dalam Laboratorium (Study on the Development of Spiral babylonia snail Tiger Snail Juvenil Eggs (*Babylonia spirata* Linnaeus, 1758) in the Laboratory)

Muhammad Fatoni, Delianis Pringgenies\*, Ali Djunaedi

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 50275, Indonesia

Corresponding author: [priggenies@yahoo.com](mailto:priggenies@yahoo.com)

Diterima : 24 Februari 2020 Revisi : 5 Maret 2020 Disetujui : 22 Maret 2020

## ABSTRACT

Several marine gastropods are known to have high economic value, one of which is the *Spiral babylonia* snail. They commonly exploited for meat, shell, or operculum. Tiger snail meat is commonly exported and consumed by fishermen. Its shell is used as a material for industrial lime and for omamen. Operculum is commonly used as a medicinal and perfume ingredient). However, the recent production has decreased due to the limited information of seasonal catch. One way to overcome these obstacles is through culture activities. The provision of seeds is an important link in the culture system, therefore the study of the spawning process and larval development is an important requirement for the development of larval rearing techniques. This study aims to determine the development process of juvenil eggs and the survival rate of tiger snails reared in the laboratory. The study was conducted at the Laboratory of Marine Farm Subdivision in Kudus, Pt Pura Bahari, Jepara Regency. This study used experimental method with descriptive data analysis. Adult tiger snails were caught from Bunga waters, Demak. The snails were reared in a rectangular tube filled with 15 cm filtered sea water and 5 cm of sand. Egg capsules were reared in a 4 liters circular tube with continuous aeration. The hatched larvae were reared in a 300 liters circular tube filled with filtered seawater, continuously aerated and fed with *Chlorella* plankton. Our result showed that tiger snails spawn naturally and produce egg capsules. The incubation period for the capsule is 6 days, then develop into veliger larva for 12 days. The veliger larvae metamorphosed, and become juvenil. The lowest survival rate observed in the veliger stage. The survival rate of the egg and the intracapsular trochophore stages were quite high (tube I = 98.413%; tube II = 98.238%; tube III = 90.476%), then the lowest was in the veliger stage (tube I = 3.468%; tube II = 2.603%; tube III = 2.598%) and the juvenil stage is quite high compared to the previous phase (tube I = 3.413%; tube II = 2.479%; tube III = 2.351%).

**Keywords:** *Babylonia*, juvenile, egg capsule, trochophore, veliger

## ABSTRAK

Gastropoda tercatat memiliki 60.000 species hidup dan 15.000 species fosil. Beberapa gastropoda laut diketahui nilai ekonomis tinggi, salah satunya adalah keong macan (*Babylonia*). Daging keong macan biasa diekspor maupun dikonsumsi oleh nelayan. Cangkangnya digunakan sebagai bahan industri kapur dan bahan omamen. Operkulumnya biasa digunakan sebagai bahan obat dan parfum. Namun dewasa ini produksinya turun karena tergantung pada hasil tangkap, musim dan keterbatasan informasi. Salah satu cara mengatasi kendala tersebut adalah melalui kegiatan budidaya. Penyediaan benih merupakan mata rantai penting dalam sistem budidaya, karena itu kajian mengenai proses pemijahan, dan perkembangan larva merupakan kebutuhan penting bagi perkembangan teknik pemeliharaan larva. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses perkembangan telur-juvenil dan tingkat kelulushidupan keong macan yang dibudidayakan di laboratorium. Materi penelitian berupa larva uji hasil pemijahan secara alamiah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium sub divisi Marine Farm Kudus Pt Pura Bahari, kabupaten Jepara. Metode penelitian yang digunakan bersifat eksperimental dengan analisis data secara deskriptif. Keong macan dewasa ditangkap dari perairan Bunga, kabupaten Demak. Biota tersebut dipelihara dalam bak rectangular berisi air laut tersaring setinggi 15 cm dan lapisan pasir tipis 5 cm. Kapsul telur dipelihara dalam bak sirkular kapasitas 4 liter disertai aerasi terus-menerus. Larva yang menetas dipelihara dalam bak sirkular kapasitas 300 liter berisi air laut tersaring, aerasi terus menerus dan diberi pakan plankton berupa *Chlorella*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui keong macan memijah secara alamiah dan menghasilkan kapsul telur. Masa inkubasi kapsul 6 hari, kemudian hidup menjadi larva veliger selama 12 hari. Setelah metamorfosa, larva veliger berubah menjadi juvenil. Tingkat kelulushidupan terendah terjadi pada fase veliger. Tingkat

kelulushidupan pada fase telur dan fase trochopore *intracapsular* cukup tinggi (Bak I = 98,413%; Bak II = 98,238% ; Bak III = 90,476%), kemudian terendah pada fase veliger (Bak I = 3,468% ; Bak II = 2,603% ; Bak III = 2,598%) dan pada fase juvenil cukup tinggi dibandingkan fase sebelumnya (Bak I = 3,413%; Bak II = 2,479%; Bak III = 2,351 %).

**Kata kunci:** Babylonia, juvenil, kapsul telur, trochopore, veliger.

## PENDAHULUAN

Sebagian besar mollusca hidup dilaut, terutama laut dangkal dan ada yang hidup di kedalaman 7.000 m. Struktur morfologi mollusca beraneka ragam, diantaranya bentuk silindris seperti cacing dan tidak memiliki kaki maupun cangkang besar. Berdasarkan hal tersebut mollusca terbagi menjadi 7 kelas, yakni Monoplocophora, Polyplachopora, Aplacophora, Chepalopoda, Bivalvia, Schaphopoda, dan Gastropoda. Gastropoda merupakan kelompok mollusca yang hidup pada berbagai macam habitat dan ada lebih dari 60.000 species yang masih eksis dan 15.000 species fosil. Jumlah gastropoda yang ditemukan di laut lebih tinggi dibandingkan yang ditemukan di darat dan air tawar. Anggota kelas ini meliputi keong (bercangkang) maupun siput (tak bercangkang). Setiap organisme memiliki musuh - pesaing, pemangsa, dan parasit dan setiap organisme harus beradaptasi (Vermeij, 2015). Keanekaragaman tersebut menyimpan potensi besar untuk dimanfaatkan, karena beberapa jenis gastropoda laut memiliki nilai ekonomis cukup tinggi (Periyasamy et al., 2011). Salah satu yang cukup populer di kawasan Asia Pasifik adalah keong macan atau *Babylonia spirata*.

Selain dikonsumsi oleh masyarakat lokal, daging keong macan juga menjadi komoditas ekspor. Bentuk, motif dan warna cangkang keong macan yang unik dan menarik sering digunakan sebagai bahan hiasan akuarium dan dibentuk menjadi cinderamata yang indah. Cangkang keong macan juga mengandung bahan kalsium yang berguna untuk industri kapur. Sedangkan operkulum biasa diekspor sebagai salah satu bahan pembuat obat dan parfum. Hingga kini pemanfaatan potensi keong macan masih mengalami kendala karena proses produksinya masih tergantung dari hasil tangkapan alam, sedangkan stok di alam selain jumlahnya terbatas juga sangat bergantung pada musim. Hal itu terjadi karena masih sedikitnya informasi dan pengetahuan tentang kehidupan keong macan. Dewasa ini penurunan jumlah hasil tangkapannya semakin dirasakan oleh masyarakat pesisir. Hal tersebut selain memberi isyarat kepunahannya juga mengakibatkan kontinuitas produksi terancam. Tahun 1999 pantai selatan Jawa 1,393 ton dan pada tahun 2004 mencapai 87,1 ton sedangkan Pantai Utara Jawa tahun 1999 berkisar tangkapan 21,5 ton dan tahun 2004 berjumlah 0 ton. Namun secara keseluruhan juga menurun dari total tangkapan di Pantai Utara Jawa dan Pantai Selatan Jawa yaitu tahun 1999 (1,414 ton) dan 2004 (87,1 ton)..

Salah satu cara mengatasi kendala tersebut adalah melalui usaha budidaya, tentunya disertai dengan penyediaan benihnya. Oleh karenanya diperlukan suatu penelitian mengenai proses perkembangan dan pertumbuhan telur-juvenil sebagai salah satu upaya melengkapi informasi penyediaan benih dalam rangka mendukung kegiatan budidaya keong macan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perkembangan larva keong macan dari telur sampai juvenil serta tingkat kelulushidupan keong macan dari telur sampai juvenil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tambahan dalam menyusun suatu teknik pemeliharaan larva yang baik dalam rangka mendukung usaha budidaya keong macan.

## MATERI DAN METODE

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Menurut Arikunto (1982), penelitian eksperimental adalah suatu penelitian yang bertujuan secara sengaja membangkitkan timbulnya suatu kejadian atau keadaan kemudian meneliti bagaimana akibatnya.

### Persiapan Penelitian

Beberapa persiapan yang dilakukan sebelum penelitian antara lain sebagai berikut:

#### 1. Wadah

Wadah yang dimaksud meliputi bak pemeliharaan induk sekaligus tempat pemijahan, bak penetasan, dan bak pemeliharaan larva dengan menggunakan acuan Braley (1992). Bak pemeliharaan induk terbuat dari bahan fiberglass kapasitas 300 L, berbentuk kotak persegi panjang dengan sistem inlet dan outlet untuk sirkulasi air laut sebagai media pemeliharaan serta dilengkapi aerasi secukupnya. Bak dari bahan fiberglass baik digunakan karena ringan dan mudah untuk pindahkan, sedangkan bak yang berbentuk kotak persegi panjang dengan saluran inlet

dan outlet biasa digunakan dalam kegiatan budidaya. Bagian dasar bak dilapisi dengan pasir koral setebal 5 cm. Diketahui bahwa keong macan merupakan penghuni lumpur atau pasir lembut. Selanjutnya pada bak dimasukkan media/air laut hingga mencapai ketinggian 15 cm. Bak untuk penetasan berbentuk sirkular, terbuat dari bahan kaca kapasitas 4 L dan dilengkapi aerasi secukupnya. Bak pemeliharaan larva terbuat dari bahan fiberglass kapasitas 300 L, berbentuk kotak persegi panjang dengan sistem inlet dan outlet untuk sirkulasi media/air laut dan dilengkapi aerasi secukupnya. Sebelum digunakan terlebih dahulu ketiga jenis bak tersebut dicuci dengan kaporit kemudian dibilas dengan air tawar dan dikeringkan dibawah sinar matahari.

## 2. Media/air laut

Media/air laut untuk pemeliharaan induk terlebih dahulu dialirkan dan disaring melalui sebuah filter sebelum masuk kedalam bak. Filter tersebut tersusun dari pasir, pecahan karang (*rubble*), arang dan spons. Air tersaring dengan salinitas 32-34 ‰ kemudian dialirkan kedalam bak pemeliharaan induk hingga mencapai volume tertentu. Pergantian media/air laut untuk media pemeliharaan induk dilakukan sehari sekali. Air laut tersaring masuk ke bak pemeliharaan melalui saluran inlet dan selanjutnya menggantikan media/air laut terpakai, sedangkan media/air laut terpakai dibuang melalui saluran outlet.

Media/air laut untuk pemeliharaan larva memiliki salinitas 32-34 ‰, sebelum digunakan terlebih dahulu disterilkan dengan sinar ultra violet dan disaring dengan *screen net* 50 µm. Selama masa pemeliharaan kapsul tidak dilakukan pergantian media/air laut, sedangkan selama masa pemeliharaan larva pergantian media/air laut dilakukan sehari sekali dengan penambahan probiotik L Simba sebanyak 20 mL dan antibiotik streptomycin sebanyak 5 ppm.

## 3. Pakan

Induk keong macan pada penelitian ini diberi pakan berupa daging ikan segar sehari sekali. Selama berada didalam kapsul, larva dibiarkan tanpa pakan alamiah tambahan. Setelah menetas, larva veliger diberi pakan alamiah *Chlorella*. Selanjutnya setelah metamorfosa, juvenil diberi pakan daging ikan segar cincang sehari sekali.

## Pelaksanaan Penelitian

Penyediaan benih merupakan mata rantai penting dalam sistem budidaya. Tetapi kegiatan penyediaan benih tersebut perlu didukung dengan berbagai informasi mengenai proses pertumbuhan dan perkembangan larva. Proses pertumbuhan dan perkembangan larva keong macan tersebut dapat diamati sejak dari bentuk telur sampai akhirnya menjadi juvenil. Pada penelitian ini telur diperoleh dari hasil pemijahan keong macan yang dilakukan secara alamiah. Untuk kepentingan pengamatan, telur hasil pemijahan dipelihara dilaboratorium. Proses pertumbuhan dan perkembangan larva dari telur sampai akhirnya menjadi juvenil diketahui berdasarkan perubahan bentuk dan ukuran serta penghitungan jumlah individu pada tiap fasenya. Kajian penelitian ini mencakup identifikasi species induk, pengamatan proses pertumbuhan dan perkembangan dari telur hingga juvenil dan penghitungan tingkat kelulushidupan larva keong macan yang dipelihara di laboratorium

Calon induk keong macan merupakan hasil tangkapan nelayan desa Bungo, kecamatan Wedung, kabupaten Demak. Calon induk tersebut kemudian dipindahkan ke laboratorium dengan menggunakan kotak styrofoam berlapis spons basah dibagian dasar. Setelah sampai di laboratorium, tubuh calon induk dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan air laut bersih. Langkah selanjutnya adalah proses aklimatisasi selama 24 jam untuk mengurangi stress akibat pengangkutan.

## Identifikasi dan seleksi induk

Setelah proses aklimatisasi, dilakuka proses seleksi induk berdasarkan ukuran dan proses identifikasi jenis kelamin. Induk yang dipelihara adalah individu yang telah matang gonad. Komposisi induk yang dipelihara adalah 20 ekor jantan (panjang 2,329-3,922 cm) dan 40 ekor betina (panjang 3,911-4,135 cm). Induk tersebut kemudian dipelihara dalam bak pemeliharaan induk sampai memijah dan diperoleh kapsul telur. Induk keong macan diberi pakan setiap pagi hari. Pakan yang tersisa diambil dan dibuang agar tidak mengurangi kualitas media pemeliharaan, sedangkan aerasi diberikan secukupnya.

### Pemeliharaan larva

Larva dalam penelitian merupakan hasil pemijahan keong macan dewasa secara alamiah. Setiap terjadi kopulasi induk betina dipisahkan dan dipelihara dalam satu wadah tersendiri sampai memijah selama 1-30 hari. Setelah induk memijah akan menghasilkan kapsul telur dengan ukuran panjang 19,200-21,150 mm, lebar 10,250-12,250 mm dan tinggi tangkai 8,670-12,320 mm. Kapsul-kapsul telur hasil pemijahan tersebut diambil dan dipelihara dalam bak penetasan. Masing-masing bak penetasan berisi media/air laut 2,4 L dilengkapi aerasi lemah. Selama menunggu kapsul telur menetas tidak dilakukan pergantian media/air laut dan juga pemberian pakan.

Setelah semua kapsul telur menetas, larva veliger yang diperoleh kemudian diseleksi dan dipindahkan ke dalam bak pemeliharaan larva berisi air laut 200 L dengan pemberian aerasi yang lebih kuat. Pergantian media/air laut dilakukan sehari sekali. Probiotik L Simba sebanyak 50 mL dan streptomycin 5 ppm ditambahkan pada media/air laut saat beberapa protozoa mulai muncul dan mengganggu kehidupan larva. *Chlorella* diberikan sehari sekali. Kelimpahan pakan larva veliger tersebut dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$N = O_i / O_s \times V_r / V_0 \times I / V_s \times n / P \quad (1)$$

Keterangan:

N	: Kelimpahan pakan (ind/L)	n	: Jumlah organisme yang diamati
O <sub>i</sub>	: Luas gelas penutup (mm <sup>2</sup> )	O <sub>s</sub>	: Luas lapang pandang (mm <sup>2</sup> )
V <sub>r</sub>	: Volume botol contoh (30 mL)	V <sub>0</sub>	: Volume setetes air contoh (0,056 mL)
V <sub>s</sub>	: Volume air yang diambil (L)	P	: Jumlah lapang pandang

Ketika posisi renang larva veliger berubah (tidak lagi terbalik) diberikan aerasi yang lebih kecil. Hal tersebut dimaksudkan agar aerasi tidak mengganggu larva turun ke dasar bak ketika proses metamorfosa terjadi. Setelah metamorfosa selesai dan juvenil terbentuk, pakan yang diberikan adalah ikan laut segar cincang.

### Pengamatan dan Pengukuran Larva

Seluruh proses pengamatan dilakukan setiap hari, kecuali pada hari pertama pemijahan, dimana pengamatan terhadap perubahan bentuk telur dilakukan setiap jam. Setiap perubahan yang ada didokumentasikan dengan kamera.

### Kapsul telur

Setelah proses pemijahan, 8 buah kapsul telur diambil dan dipelihara dalam bak penetasan dengan 3 kali ulangan. Disamping itu disisihkan 5 buah kapsul telur sebagai sampel penghitungan jumlah telur dalam setiap kapsul. Kapsul telur dari masing-masing bak penetasan diambil 3 buah kemudian diukur panjang telurnya. Panjang telur sebelum menetas didasarkan pada bagian yang terpanjang. Proses pengukuran dilakukan dengan bantuan mikroskop yang dilengkapi mikrometer (1: 100), dengan 3 kali ulangan.

Penghitungan jumlah telur dalam setiap kapsul dilakukan melalui sistem sampling. Sebelumnya kelima kapsul tersebut diukur panjang, lebar serta tinggi tangkainya. Telur terbuahi didalamnya dikeluarkan dan diencerkan dengan 200 mL air laut. Hasil pengenceran kemudian diaduk agar telur tersebar merata. Sesaat setelah pengadukan, sampel 1 mL diambil dengan menggunakan pipet dan dimasukkan dalam sadwick rafter untuk selanjutnya dihitung dengan bantuan mikroskop. Pengambilan sampel dilakukan dengan 8 kali ulangan pada masing-masing kapsul telur. Jumlah total telur dalam setiap kapsul merupakan hasil kali antara hasil penghitungan rata-rata dengan faktor pengenceran.

### Larva veliger

Setelah kapsul telur menetas, larva veliger berenang bebas dikolom air. Penghitungan panjang larva veliger dilakukan dengan mengambil 3 individu larva veliger pada masing-masing bak pemeliharaan. Panjang cangkang larva veliger merupakan jarak antara anterior dengan posterior. Proses penghitungan dilakukan setiap hari dengan bantuan mikroskop yang dilengkapi mikrometer (1:100). Setelah semua kapsul telur menetas maka jumlah larva veliger yang berada pada masing-masing bak penetasan dihitung. Proses penghitungan dilakukan dengan pengambilan 1 mL sampel dengan pipet kemudian dimasukkan ke dalam sadwick rafter dengan 8 kali ulangan.

### Metamorfosa dan juvenil

Juvenil pada masing-masing bak pemeliharaan larva diambil 3 buah dan selanjutnya dihitung panjang cangkangnya. Panjang cangkang juvenil merupakan jarak antara anterior ke posterior. Proses pengukuran dilakukan dengan bantuan mikroskop yang dilengkapi mikrometer (1: 100).

Penghitungan jumlah juvenil dihitung secara langsung. Cara ini dilakukan karena juvenil hidup merayap didasar bak dan jumlahnya tidak terlalu banyak.

### Parameter yang Diamati

Beberapa parameter yang diamati dalam penelitian:

#### 1. Pengamatan laju pertumbuhan harian

Pengamatan laju pertumbuhan harian dihitung dengan cara mengukur pertambahan panjang telur dalam kapsul dan panjang larva veliger setelah penetasan. Menurut Hughes (1986), pertumbuhan keong dihitung berdasarkan ukuran pertambahan panjang cangkang. Proses pengukuran panjang cangkang dilakukan setiap hari.

#### 2. Tingkat kelulushidupan (*survival rate*)

Tingkat kelulushidupan merupakan jumlah larva yang masih mampu bertahan dari jumlah larva awal yang dihasilkan induknya (Effendie, 1997).

Pengamatan kelulushidupan dilakukan disetiap awal perubahan fase hidup keong macan yaitu saat pemijahan kapsul telur, larva veliger menetas dan juvenil terbentuk. Tingkat kelulushidupan (*survival rate*) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = (N_t / N_0) \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan: SR: Kelulushidupan / *survival rate*, No: Jumlah individu pada saat awal, Nt: Jumlah individu pada saat akhir

### Analisa Data

Perkembangan telur-juvenil keong macan didokumentasikan dengan kamera. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk tabulasi dan dianalisa secara diskriptif. Data pertumbuhan berupa ukuran panjang telur dan panjang juvenil, sedangkan tingkat kelulushidupan dihitung pada setiap fase yakni telur, larva trochophore, larva veliger dan juvenil. Selanjutnya data-data tersebut ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisa secara diskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi spesies keong macan

Prosedur identifikasi menggunakan cara pengamatan pada *Helix* dalam Wallace *et al.*, 1989. Bentuk morfologi keong macan dewasa dapat dibedakan atas cangkang dan badan. Cangkang sangat keras, tebal dan berat, sedangkan badan merupakan bagian yang lunak. Badan terdiri atas kepala dan kaki, tersembul dari bagian anterior cangkang yang terbuka lebar. Pada kondisi tertentu badan dapat ditarik masuk atau keluar cangkang.

Cangkang induk berbentuk semacam tabung yang mengalami torsi (perputaran) sampai 180°. Permukaannya halus dengan warna dasar putih kekuningan yang tertutup oleh titik warna oranye kecoklatan yang semakin lebar dibawah *suture*. Dibagian ujung posterior yang runcing terdapat bagian cangkang yang paling tua yaitu *apex*. *Spire* tampak agak naik dan terdorong masuk ke *body whorl* dan berbentuk cembung. *Suture line* berupa saluran yang cukup dalam. Bentuk *aperture oval* dan berada di sebelah kanan atau biasa disebut dekstral. Sebuah *siphon* keluar melalui celah sempit diujung anterior atau biasa disebut *notch*.

Ketika cangkang dibelah membujur, terlihat columella melengkung dan menyebar pada bibir dalam akibat torsi. Dibagian dalam rongga mantel terdapat lipatan badan, beberapa organ dalam, *digestive gland*, dan gonad. Lipatan badan berada dibagian dalam *body whorl*, sedangkan semakin ke arah posterior terdapat organ-organ dalam berwarna putih dengan beberapa jaringan perototan berwarna biru, namun tidak teridentifikasi dengan jelas. Selanjutnya dibagian dalam *spire* tampak organ berwarna hijau tua diperkirakan sebagai *digestive gland* dan gonad yang melekat satu sama lain. Kepala tersambung dengan kaki bagian atas. Dorsal kepala berwarna oranye kehitam-hitaman, sedangkan ventral berwarna krem kekuningan. Dibagian depan kepala, sepasang tentakel terdapat di sisi kiri dan kanan. Semakin ke ujung bentuk tentakel semakin kecil dan berwarna gelap. Dibagian

pangkal tentakel terdapat masing-masing sebuah mata yang tampak berupa bulatan hitam. Diantara kedua tentakel terdapat mulut serta *proboscis* berwarna putih untuk membantu menggapai makanan.

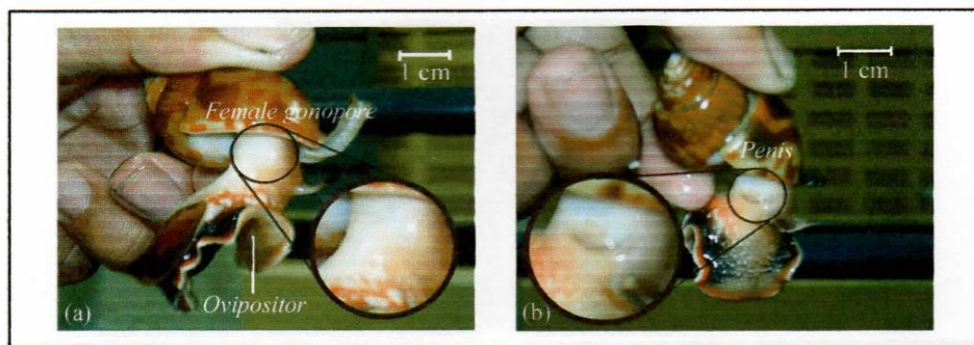
Bagian tepi dorsal kaki memiliki warna oranye yang tegas, semakin ke tengah tampak tertutup warna hitam dan selanjutnya mengalami degradasi warna sepanjang garis dorsal menjadi putih. Bintik-bintik warna putih menyelingi bagian dorsal kaki yang berwarna oranye dan hitam. Disamping itu pada posterior dorsal kaki terdapat pula operkulum berbentuk oval, berwarna coklat kehitaman dan padat. Dibawah kepala terdapat kaki depan untuk menggali pasir atau lumpur. Telapak kaki datar dan berlendir sehingga sesuai untuk merayap. Telapak kaki bagian depan memiliki bukaan *ventral pedal gland* yang disebut *ovipositor*, berfungsi sebagai jalan keluar bagi kapsul telur saat memijah.

Seperti umumnya anggota filum Mollusca, bentuk morfologi biota induk pada penelitian ini dapat dibedakan menjadi cangkang yang keras dan badan (terdiri atas kepala dan kaki) yang lunak. filum Mollusca memiliki dua ciri khas yang membedakannya dengan kelompok invertebrata lain, yaitu organ-organnya terbungkus dalam *massa visceral* yang terlindungi oleh cangkang dan kakinya berbentuk khas. Selanjutnya anggota mollusca tersebut, termasuk dalam kelas gastropoda karena hanya terdapat satu cangkang tunggal yang melingkar. Dibagian kepala terdapat sepasang tentakel dan mata. Bentuk telapak kaki datar dan berlendir, biasa digunakan untuk merayap. Anggota kelas gastropoda memiliki satu cangkang tunggal, dibagian kepala terdapat tentakel dan mata sederhana, sedangkan kaki disesuaikan untuk merayap atau berenang.

*Aperture* terbuka lebar dibagian anterior sehingga biota tersebut termasuk dalam subkelas prosobranchia. Anggota prosobranchia adalah gastropoda laut yang memiliki *mantle cavity* dibagian anterior. Keberadaan *proboscis* dan radula merupakan ciri yang paling mudah untuk mengelompokkan biota tersebut dalam subordo neogastropoda. Neogastropoda memiliki *prosoboscis* yang berkembang baik serta radula yang dikhususkan untuk predasi. Berdasarkan keadaan permukaan cangkang, *suture line*, kekuatan putaran dan luas *aperture* selanjutnya biota tersebut termasuk dalam Famili Babyloniidae. Cangkang anggota Babyloniidae ditandai oleh permukaan yang halus, suture yang dalam, bentuk spiral yang kuat dan *aperture* yang lebar. Berdasarkan warna dan corak pada permukaan cangkang, kepala maupun kaki maka nama species biota penelitian ini adalah *Babylonia spirata*. *Babylonia spirata* memiliki bintik oranye kecoklatan (Dana, 2019), biasanya lebih besar dibawah *suture*.

### Keong macan betina dan jantan

Secara umum tidak ditemukan perbedaan morfologi yang jelas antara keong macan betina dan jantan, kecuali pada organ reproduksinya. Organ reproduksi betina berupa *female gonopore* sedangkan jantan berupa penis (*male gonopore*) (Gambar 1.). Kedua organ tersebut terdapat dibelakang pangkal tentakel kanan. Meski demikian jantan matang gonad pada ukuran lebih kecil dan umumnya tidak tumbuh sebesar betina.



**Gambar 1.** Keong macan betina (a) dan jantan (b). Morfologi betina dan jantan tidak berbeda kecuali pada organ reproduksinya (betina tidak memiliki penis sedang jantan memiliki penis) dan ukuran cangkang.

Keong macan yang digunakan sebagai induk jantan dan betina pada penelitian ini merupakan individu dewasa. Keadaan demikian tampak pada ciri-ciri kelamin sekunder dan keadaan gonad. Selama masa pemeliharaan, ciri-ciri kelamin sekunder tampak pada beberapa pola tingkah laku reproduksi, antara lain meliputi pengenalan seks, kopulasi dan pemijahan. Selain itu, melalui proses pembelahan diketahui bahwa pada ukuran tersebut baik individu jantan maupun betina telah memiliki gonad. Gonad berperan penting dalam proses gametogenesis, dimana sel gamet (baik sperma maupun sel telur) dihasilkan. Tingkat kematangan sel-sel gamet berhubungan erat dengan ukuran maksimal gonad dan umumnya gastropoda matang gonad sebelum mencapai ukuran maksimalnya.



### Pemijahan alamiah

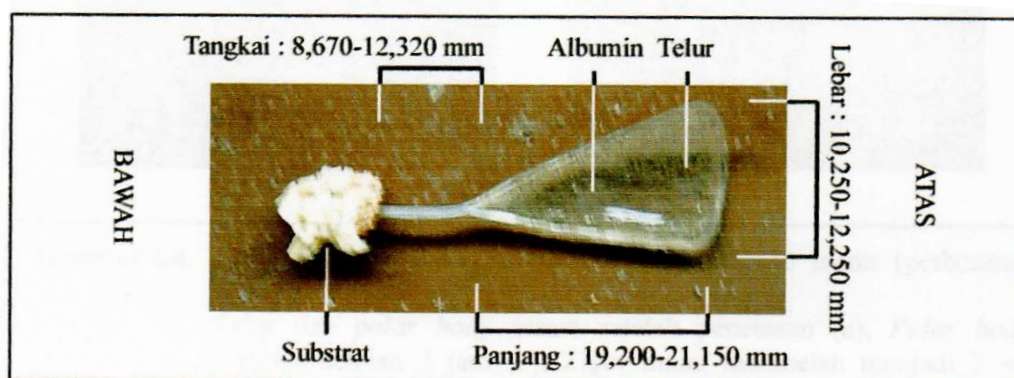
Proses pemijahan dilakukan secara alamiah di laboratorium. Sebelumnya terjadi kopulasi sebagai jalan pertemuan antara sel telur dan spenna. Saat kopulasi keong macan betina bersifat pasif dan sebaliknya jantan bersifat aktif. Keong macan jantan mulai bergerak mendekati betina kemudian memanjat bagian posterior cangkang untuk selanjutnya merayap menuju ke bagian dorsal. Kaki depan keong macan jantan masuk ke dalam *aperture* dan mencengkeram bibir luar cangkang betina. Keadaan tersebut mengakibatkan posisi badan jantan berada disebelah kanan badan betina. Posisi tersebut bertahan selama 2-3 menit sampai akhirnya keong macan jantan melepaskan cengkeraman dan keduanya terpisah. Beberapa hari setelah kopulasi, keong macan betina memperlihatkan posisi yang unik. Betina dewasa tampak diam tak bergerak diatas substrat, kaki ditarik lurus keatas sehingga bagian kepala dan anterior cangkang terangkat lebih tinggi, sedangkan telapak kaki mencengkeram kuat substrat, sementara itu jaringan perototan *ovipositor* mengalami kontraksi. Setelah 3-7 menit kemudian, keong macan betina beranjak pergi dan meninggalkan sebuah kapsul. Selanjutnya perilaku yang sama terus berulang di lokasi yang berdekatan selama 60-90 menit berikutnya.

Kopulasi menunjukkan bahwa pada keong macan terjadi fertilisasi internal. Posisi badan jantan yang menempel pada badan betina memberi kesempatan penis (*male gonopore*) untuk mencapai *female gonopore*. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya transfer sel gamet (sperma) secara langsung dari sistem reproduksi jantan ke sistem reproduksi betina. Saat memijah kaki keong macan betina ditarik lurus keatas. Hal tersebut diperkirakan terkait dengan keberadaan organ pembentuk dan pelepasan kapsul telur yaitu *ventral pedal gland* dan *ovipositor*. Kedua organ tersebut berada dibagian dalam telapak kaki. Posisi pemijahan yang demikian memudahkan proses penambahan suspensi, pembentukan, pemampatan dan pengeluaran kapsul telur karena *ventral pedal gland* tersebut merupakan saluran sempit ber-cilia dan berkelenjar yang memanjang ke jaringan perototan kaki serta berakhir pada sebuah saluran terbuka pada bagian telapak, biasa disebut sebagai *ovipositor*.

### Kapsul hasil pemijahan keong macan

Setelah proses kopulasi dan kemudian menunjukkan posisi unik seperti yang telah disebut diatas, seekor keong macan betina mengeluarkan agar-agar berbentuk bidang segitiga melayang-layang di kolom bak pemeliharaan (Gambar 2.). Benda tersebut berjumlah 29 buah dan memiliki panjang antara 19,20-21,15 mm dan lebar antara 10,250-12,250 mm. Di salah satu bagian sudut terdapat sejenis tangkai yang mengikatkan benda tersebut pada substrat. Tinggi tangkai berkisar antara 8,670-12,320 mm.

Dibagian dalam bidang segitiga terdapat cairan seperti gel dan beberapa butiran kecil berwarna krem kekuningan. Setiap bidang segitiga mengandung sekitar 425-1025 atau rata-rata 690 butir telur dan masing-masing berdiameter antara 240- 250  $\mu\text{m}$ .



Gambar 2. Kapsul hasil pemijahan keong macan

Benda seperti agar-agar berbentuk bidang segitiga yang terikat pada substrat tersebut merupakan kapsul berisi telur terbuahi (zigot) yang selanjutnya dapat berkembang menjadi larva veliger dan juvenil. Neogastropoda meletakkan telurnya pada massa albumin yang terbungkus atau wadah tertentu, biasanya terikat pada substrat dengan bentuk, ukuran, jumlah dan wujud dinding kapsul yang bervariasi (kadang kasar atau seperti agar-agar), tergantung pada jenis gastropoda. Dengan demikian keong macan merupakan hewan ovipar. Induk ovipar

mengeluarkan telur pada tahap awal perkembangannya bahkan ketika proses pembelahan (*cleavage*) belum terjadi (Musa et al., 2018).

Tinggi kapsul telur (panjang dan tinggi tangkai) keong macan dari perairan Demak ini memiliki ukuran relatif lebih kecil dibandingkan tinggi kapsul dari perairan Porto Novo, India, namun ukuran lebarnya relatif lebih besar. Jika dibandingkan dengan spesies yang sama di Teluk Pelabuhan Ratu, Sukabumi, ukuran panjang, tinggi tangkai maupun lebar kapsul relatif lebih kecil, namun rasio perbandingan antara tinggi dan lebar kapsul hampir sama. Dalam setiap kapsul, telur terbuahi dari perairan Demak memiliki jumlah dan panjang telur paling kecil dibandingkan dua daerah lainnya. Kapsul telur di perairan Porto Novo memiliki tinggi 30,000-37,000 mm dan lebar 8,000-10,000 mm, kandungan telur terbuahi rata-rata 900 tiap kapsul dan diameter 400  $\mu\text{m}$ , sedangkan di Teluk Pelabuhan Ratu memiliki panjang kapsul 25,183-27,647 mm, tinggi tangkai 15,040-16,660 mm dan lebar 11,765-13,185 mm, kandungan telur terbuahi rata-rata 933 buah setiap kapsul dan diameter 266  $\mu\text{m}$ . Lebih lanjut, pertumbuhan berat mencapai titik maksimum, yaitu 4.72 gram per tahun (Ahmad dan Pianta, 2015)

### Perkembangan telur-juvenil

Tonjolan berwarna hitam tampak dipermukaan telur. Tonjolan tersebut merupakan lokasi dimana sperma masuk kedalam membrana telur. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Hirohashi and Yanagimachi, 2018), ketika sperma avertebrata melekat di membrane vitellina (selaput primer telur) terjadi penonjolan ovum (*polar body*) di lokasi penempelan sperma tersebut. Umumnya lokasi pelekatan sperma berada sedikit dibawah puncak kutub animal. Setelah dua jam tonjolan tersebut menghisap masuk sperma dan kemudian menghilang. Selanjutnya telur mengalami beberapa proses metabolis dalam mempersiapkan fungsi utama fertilisasi yaitu peleburan material genetik antara telur dan sperma. Pronuklei jantan dan betina saling menempel dalam telur, kemudian membrane keduanya mulai melebur, sehingga material kromosom jantan dan betina terbungkus dalam satu membran tunggal. Proses tersebut dikenal sebagai *pronuclear fusion*, sesaat setelah itu kromosom melakukan replika DNA sebagai persiapan proses pembelahan telur atau *cleavage*. Pada tahap ini proses pembelahan meiosis telah selesai dilakukan oleh sel telur (zigot).

Proses pembelahan pertama dan ke-2 terjadi setelah 3 jam dan 5 jam. Kedua proses tersebut berlangsung selama 1 jam 30 menit yang menghasilkan dua sel dan empat sel sama besar. Pembelahan pertama melewati bidang meridial yaitu dari kutub animal ke kutub vegetal. Pembelahan ke-2 kembali melalui bidang meridial, tetapi tegak lurus bidang pembelahan pertama. Terbentuk empat sel berukuran sama besar, disebut dengan *blastomere*. Pembelahan ke-3 terjadi ketika zigot berumur sekitar 10 jam 30 menit, menghasilkan beberapa sel baru berukuran lebih kecil dan transparan pada kutub animal. Pembelahan melewati bidang latitudinal, sejajar dengan bidang equator. Terbentuk delapan sel, empat sel pada kutub animal berukuran lebih kecil, disebut *mikromere* dan empat sel pada kutub vegetal berukuran lebih besar disebut *makromere*. Pembelahan terjadi dengan poros gelondong sel membentuk sudut  $45^\circ$  terhadap bidang pembelahan sehingga terjadi pembelahan spiral. Pembelahan pada *prosobranchia* mengikuti pola pembelahan spiral seperti umumnya yang terjadi pada kelompok protostome. Demikian seterusnya setiap pembelahan terjadi dengan poros gelondong sel membentuk sudut terhadap bidang pembelahan.

Proses pembelahan terus berlanjut sampai terbentuk morulla yang masif (tak berongga). Sementara morulla mengalami pembelahan terus-menerus, dibagian tengah terbentuk rongga dan semakin besar serta berisi cairan, disebut blastosol. Embrio yang memiliki rongga itu disebut blastula. Pertumbuhan blastula dilanjutkan dengan proses gastrulasi menjadi gastrula. Sampai pada tingkat ini terjadi proses dinamisasi, daerah bakal pembentuk alat pada blastula diatur dan diurutkan sesuai dengan bentuk dan susunan tubuh keong macan. Sampai tahap ini embrio keong macan telah memiliki bentuk primitif sehingga periode pertumbuhan awal telah selesai. Periode pertumbuhan awal terdiri dari 3 tingkat yaitu tingkat pembelahan, tingkat blastula dan tingkat gastrula. Hari ke-2 diameter rata-rata embrio telah mencapai  $295,55 \pm 11,30 \mu\text{m}$ . Meski belum menunjukkan bentuk larva namun embrio bentuk primitif telah terdeferensiasi, antara lain tampak pada pembentukan berkas rambut getar (*cilia bands*). Tahap ini merupakan awal dari fase trochopore. Ciri-ciri trochopore antara lain tubuh ditutupi oleh berkas-berkas rambut getar (*cilia bands*) (Nielsen, 2018).

Selanjutnya bakal larva veliger dalam kapsul (*intracapsular*) tersebut terus tumbuh dan berkembang. Larva veliger terbentuk sempurna pada hari ke-6, panjang rata-rata mencapai  $552,22 \pm 9,71 \mu\text{m}$  dan bakal cangkang transparan terbentuk jelas, didalamnya terdapat dua bulatan hitam yang berdenyut, diperkirakan sebagai jantung dan kelenjar pencernaan. Salah satu ciri larva veliger adalah terbentuknya cangkang seperti agar-agar, jernih dan memiliki panjang sekitar 0,5-3,0 mm. Hal ini sesuai dengan pendapat Fase veliger *intracapsular* larva *Babylonia*



spirata dicirikan oleh cangkang bulat, dengan suatu gulungan ramping dan berwarna kuning pucat yang transparan. Selain itu cuping *velum* dan *cilia* semakin lebar.

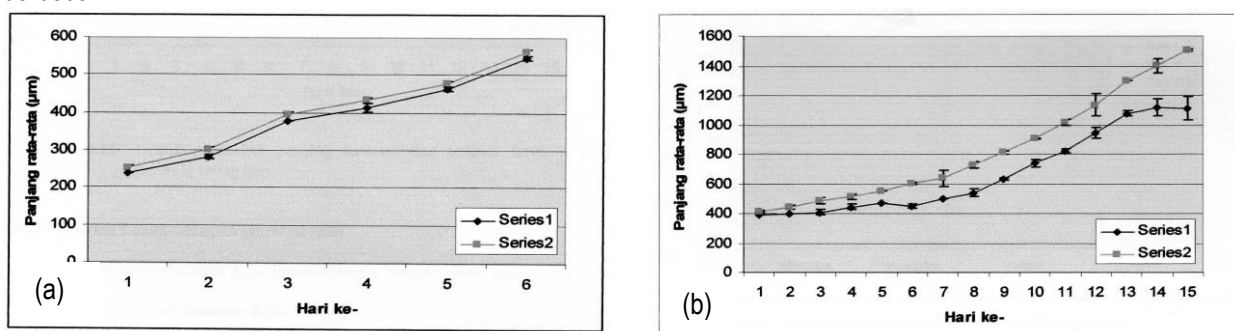
Selanjutnya kapsul telur menetas pada hari ke-6 dan larva veliger berenang di kolom air.. Dengan demikian pada penelitian ini perkembangan *intracapsular* berlangsung selama 6 (enam) hari atau lebih pendek dari dua penelitian sebelumnya, dimana pada species yang sama fase ini berlangsung selama 10 (sepuluh) hari di India dan 5 (lima) hari di Sukabumi. Perbedaan waktu perkembangan tersebut diperkirakan terkait dengan faktor keturunan dimana terdapat perbedaan ukuran kapsul dan telur yang dihasilkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah faktor dalam (internal) antara lain keturunan.

Diawal penetasan kaki dan operkulum larva veliger keong macan sulit dibedakan. Kaki dan operkulum taropak berupa tonjolan dibagian ventral kearah posterior cangkang. Meski demikian fungsi keduanya belum terlihat jelas. Kaki (operkulum) mulai dapat menutup bukaan cangkang (aperture) pada hari ke-8 dan menutup sempurna pada hari ke-11. Bentuk kaki dan operkulum larva veliger mulai dapat dibedakan pada hari ke-12, dimana perkembangan kaki lebih cepat dari operkulum sehingga ukuran kaki lebih panjang dan gerakannya semakin aktif. Bentuk cangkang larva veliger keong macan pada awal penetasan adalah bulat (planospiral) dan transparan, didalamnya tampak massa visceral yang diperkirakan sebagai jantung dan kelenjar pencernaan. Akan tetapi bentuk simetris bilateral larva tersebut berubah pada hari ke-2, dimana dari arah ventral ujung posterior cangkang cenderung serong ke arah samping. Ujung posterior terns melengkung kearah ventral pada hari ke-3, mengarah ke anterior pada hari ke-4 dan selanjutnya mengarah ke dorsal pada hari berikutnya. Sampai pada hari ke-9 cangkang dan massa visceral telah mengalami perputaran relatif terhadap kaki dan kepala. Bentuk kaki dan kepala tidak berubah, sedangkan cangkang menjadi asimetris (symmetrical spiral). Peristiwa tersebut dikenal dengan torsi. Peristiwa torsi meliputi perputaran cangkang dan massa visceral berlawanan arahjarumjam ( $180^\circ$ ) terhadap kepala dan kaki.

Pada dasarnya perkembangan larva veliger keong macan menunjukkan persamaan dengan dua penelitian serupa, meski demikian pada penelitian ini masa perkembangan larva berlangsung lebih cepat. Kehidupan planktonik (pelagis) larva keong macan berlangsung selama 12 hari dan selesai metamorfosa sehari berikutnya. Sedangkan penelitian di India dan Sukabumi, fase perkembangan larva veliger berlangsung selama 16 hari dan selesai metamorfosa 3 hari berikutnya. Masa perkembangan larva pada penelitian ini lebih pendek diperkirakan karena terkait dengan jenis substrat. Dasar bak fiber diperkirakan merupakan salah satu substrat yang sesuai untuk proses metamorfosa. Larva veliger gastropoda akan menunda proses metamorfosa sampai menemukan substrat yang sesuai. Metamorfosa larva veliger gastropoda berkaitan dengan kondisi fisik dan kimia tertentu, dimana kondisi tersebut sesuai untuk pertumbuhan juvenil dan individu dewasa. Perkembangan telur-juvenil keong macan tersebut sesuai dengan perkembangan larva anggota filum Mollusca yang melalui tahap-tahap antara lain fase trochopore (pada beberapa jenis) dan fase larva veliger. Sedang lama waktu perkembangan larva keong macan dalam penelitian ini termasuk relatif lebih lama (19 hari) dibandingkan dengan waktu perkembangan larva pada anggota filum Mollusca yang lainnya.

### Pertumbuhan telur-juvenil

Perkembangan panjang telur/embrio keong macan selama masa *intracapsular* pada Gambar 3a., sedangkan perkembangan panjang cangkang keong macan selama fase veliger-juvenil tertera pada Gambar 3b. Hasil pengamatan panjang telur/embrio keong macan selama perkembangan *intracapsular* menunjukkan kurva terus naik sejak hari pertama sampai akhirnya menetas pada hari ke-6 dengan ukuran panjang yang tidak jauh berbeda.

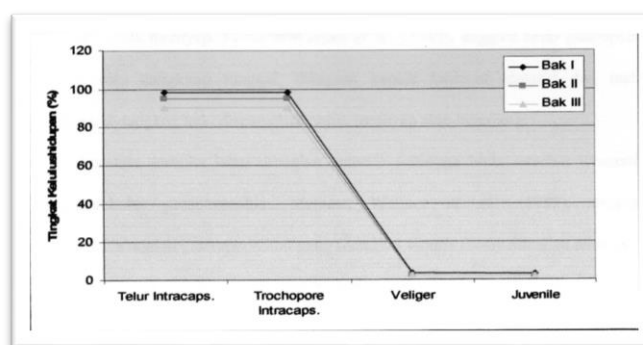


**Gambar 3.** Grafik perubahan panjang terbesar dan terkecil telur/embrio setiap hari (a), Grafik perubahan panjang terbesar dan terkecil larva veliger-juvenil setiap hari (b)

Selanjutnya hasil pengamatan panjang cangkang keong macan selama perkembangan veliger-juvenil menunjukkan kurva yang naik ke arah kanan, dimana kenaikan kurva lebih stabil pada ukuran yang relatif besar dan kurang stabil pada ukuran yang relatif kecil. Selama perkembangan *intracapsular*, pola pertumbuhan telur/embrio menunjukkan keseragaman, dimana nilai penambahan panjang telur/embrio tersebut relatif sama. Setelah kapsul telur melepas larva veliger ke lingkungan terjadi perbedaan pola pertumbuhan, dimana nilai penambahan panjang larva veliger-juvenil menjadi tidak seragam. Larva veliger dengan ukuran panjang besar mempunyai pola pertumbuhan yang lebih stabil dibandingkan yang kecil. Ukuran yang lebih besar diperkirakan turut mempermudah proses adaptasi larva terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan. Pertumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor besar yaitu faktor dalam (keturunan seks, umur, parasit dan penyakit) dan faktor luar (makanan dan suhu perairan) (Chelladurai et al., 2014).

#### Tingkat kelulushidupan (*survival rate*)

Tingkat kelulushidupan telur-juvenil keong macan tertera pada Gambar 4. Hasil penelitian tingkat kelulushidupan telur-juvenil keong macan menunjukkan kurva menurun, dimana tingkat kelulushidupan larva terendah terjadi pada fase larva veliger (Bak I = 3,468% ; Bak II = 2,603% ; Bak III = 2,598%). Sedangkan pada dua fase lainnya tingkat kelulushidupan larva relatif cukup tinggi yaitu pada fase *intracapsular* (Bak I = 98,413% ; Bak II = 98,238% ; Bak III = 90,476%) dan fase larva juvenil (Bak I = 3,413% ; Bak II = 2,479% ; Bak III = 2,351%).



Gambar 4. Grafik kelulushidupan telur-juvenil keong macan.

Tingkat kelulushidupan fase *intracapsular* relatif tinggi. Kapsul telur memberikan kondisi yang sesuai untuk perkembangan telur. Kapsul secara terpisah melindungi telur/embrio dari perubahan lingkungan, serangan mikroorganisme, predasi dan memberi nutrisi. Meski demikian ditemukan sejumlah telur yang tidak membelah sampai akhir masa *intracapsular*. Kejadian tersebut diperkirakan terjadi akibat kegagalan proses fertilisasi. Tingkat kelulushidupan terendah terjadi pada fase larva veliger. Meningkatnya jumlah kematian terutama disebabkan oleh faktor kualitas larva, pengaruh perubahan lingkungan, pakan, gangguan protozoa dan masih kurangnya ketrampilan dalam pengelolaan. Tingkat kelulushidupan pada fase juvenil relatif tinggi dibandingkan pada fase veliger, ditandai dengan jumlah kematian yang lebih kecil. Hal tersebut diperkirakan karena juvenil yang terbentuk segera dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan, karena beberapa organ-organ penting yang mendukung kehidupan telah disempumakan pada saat metamorfosis. Kelulushidupan larva dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya umur, ukuran, tempat pemeliharaan, faktor lingkungan, pakan dan padat penebaran (Marinus, 2016; Chelladurai, 2017);.

#### KESIMPULAN

Perkembangan larva keong macan (*Babylonia*) melalui dua tahap yaitu fase perkembangan *intracapsular* dan fase perkembangan *extracapsular*. Fase *intracapsular* berlangsung selama 6 (enam) hari, terdiri atas beberapa proses yaitu proses pembelahan sel, pembentukan trochopore dan veliger awal. Kemudian kapsul telur terbuka sehingga larva veliger hidup melayang di kolom air selama 12 (dua belas) hari. Larva veliger turun ke dasar substrat untuk metamorfosis pada hari ke-13 (tigabelas). Selanjutnya larva veliger tersebut hidup merayap sebagai juvenil muda pada hari berikutnya. Tingkat kelulushidupan pada fase *intracapsular* relatif tinggi (Bak I = 98,413%; Bak II = 98,238%; Bak III = 90,476%), kemudian pada fase larva veliger mencapai terendah (Bak I = 3,468%; Bak II = 2,603%; Bak III = 2,598%).

2,603%; Bak III= 2,598%) dan pada fase juvenil kembali menjadi relatif tinggi dibandingkan fase sebelumnya (Bak I = 3,413%; Bak II = 2,479%; Bak III = 2,351%).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis kepada pihak Prof.Dr. Delianis Pringgenies, MSc dan Ir Ali Djunaedi, MPhil yang telah membantu atas saran dalam penyelesaian artikel.

### DEKLARASI

Penulis mendeklarasikan bahwa penulis tidak ada konflik dengan pihak lain

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y., Pianta. (2015). Studi pendahuluan tentang aspek biologi keong macan (*Babylonia spirata* (L. 1758)) di perairan teluk palabuhan ratu. *Agroscience*, 1(2):58–67.
- Chelladurai, G. (2017). Influence of diets on growth and biochemical parameters of *Babylonia spirata*. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 1(3):162–166. <https://doi.org/10.1080/24749508.2017.1361129>
- Chelladurai, G., Mohanraj, J., Mani, M. S. (2014). Comparative study on growth, feed consumption and survival of spiral babylon *Babylonia spirata* linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) fed with formulated diets. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 44(7):179–182. <https://doi.org/10.5376/ijms.2014.04.0019>
- Dana, P. (2019). Report from the Shells of the Beach Village Darak Chabahr Citation : Dana P ( 2019 ) Report from the Shells of the Beach Village Darak Chabahr . J Vet Sci Ani Husb. *Journal of Veterinary Science & Animal Husbandry*, 7(2):1–13.
- Hirohashi, N., Yanagimachi, R. (2018). Sperm acrosome reaction: Its site and role in fertilization. *Biology of Reproduction*, 99(1):127–133. <https://doi.org/10.1093/biolre/iyoy045>
- Marinus, S. A. (2016). *Larval Culture and Settlement of the Intertidal Gastropod Siphonaria Australis*. 1–77.
- Musa, S. M., Czachur, M. V., Shiels, H. A. (2018). Oviparous elasmobranch development inside the egg case in 7 key stages. *PLoS ONE*, 13(11):1–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206984>
- Nielsen, C. (2018). Origin of the trochophora larva. *Royal Society Open Science*, 5(7):1=7. <https://doi.org/10.1098/rsos.180042>
- Periyasamy, N., Srinivasan, M., Devanathan, K., Balakrishnan, S. (2011). Nutritional value of gastropod *Babylonia spirata* (Linnaeus, 1758) from Thazhanguda, Southeast coast of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1:S249–S252. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60164-0](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60164-0)
- Vermeij, G. J. (2015). Gastropod skeletal defences : land , freshwater , and sea compared. *Vita Malacologica*, 13:1–25.