

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

## EMBRIOGENESIS DAN PERKEMBANGAN LARVA SIPUT GONGGONG, *Laevistrombus turturella* PADA SUHU INKUBASI BERBEDA

Muzahar<sup>\*)#</sup>, Muhammad Zairin Jr.<sup>\*)</sup>, Fredinan Yulianda<sup>\*\*\*</sup>), Muhammad Agus Suprayudi<sup>\*\*)</sup>,  
Alimuddin<sup>\*)</sup>, dan Irzal Effendi<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang  
Jl. Raya Senggarang KM. 24, Tanjung Pinang, Kota Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29115

<sup>\*\*)</sup> Departemen Budidaya Perairan, FPIK-Institut Pertanian Bogor  
Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Bogor 16680

<sup>\*\*\*</sup>) Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-Institut Pertanian Bogor  
Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB, Bogor 16680

(Naskah diterima: 8 Januari 2020; Revisi final: 11 September 2020; Disetujui publikasi: 14 September 2020)

### ABSTRAK

Fase larva pada siput gonggong sebagaimana pada biota akuatik lain adalah fase yang peka dan rawan kematian. Penyerapan kuning telur untuk pembentukan organ dalam terjadi pada fase ini. Suhu air memengaruhi perkembangan embrionik dan metabolisme dalam tubuh biota. Informasi tentang pengaruh suhu inkubasi terhadap embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh suhu berbeda terhadap embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan dan dua ulangan. Tiga perlakuan perbedaan suhu yang diberikan yaitu 27°C, 29°C, dan 31°C. Sampel telur yang digunakan berasal dari hasil pemijahan semibuatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inkubasi pada suhu air 31°C memberikan stimulasi tercepat pada embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong daripada perlakuan lainnya. Larva siput gonggong menetas dan berenang bebas pada jam ke-94 pasca-inkubasi. Penelitian dengan perlakuan yang sama perlu dilanjutkan untuk dapat menghasilkan benih siput gonggong.

**KATA KUNCI:** embriogenesis; gonggong; perkembangan larva; suhu air

**ABSTRACT:** *Embryogenesis and larval development of gonggong conch (Laevistrombus turturella) in different incubation temperatures. By: Muzahar, Muhammad Zairin Jr., Fredinan Yulianda, Muhammad Agus Suprayudi, Alimuddin, and Irzal Effendi*

*Similar to most of the other aquatic biota, the larval phase of gonggong conch is considered a sensitive and death-prone life stage. The absorption of egg yolk to form the internal organs occurs in this phase. Certain external factors, particularly water temperature, play a significant influence on the embryonic development and metabolic processes of gonggong conch larvae. However, the extent of the effects of incubation temperature on the embryogenesis and larval development of gonggong conch has not been determined or thoroughly studied. This study aimed to determine the effects of different temperatures on the embryogenesis and larval development of gonggong conch. The experiment used a completely randomized design with three treatments and two replicates. The temperature treatments were 27°C, 29°C, and 31°C. The egg samples used were collected from the semi-artificial spawnings of gonggong conch. The results showed that the egg incubation using the water temperature of 31°C provided the fastest stimulation in the embryogenesis and development of gonggong conch larvae than the other treatments. Gonggong conch larvae hatched and swam freely in the 94<sup>th</sup> hours post-incubation. Research with the same treatment needs to be continued to be able to produce gonggong conch seeds.*

**KEYWORDS:** *embryogenesis; gonggong; larvae development; water temperature*

# Korespondensi: Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang. Jl. Raya Senggarang KM. 24, Tanjung Pinang, Kota Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29115, Indonesia  
Tel. + 62 813 72169293  
E-mail: [mzet.oke@gmail.com](mailto:mzet.oke@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Siput gonggong mengandung protein yang tinggi sekitar 46,65% dan rasa yang lezat (Muzahar & Viruly, 2014). Ada lima varian morfologi siput ini yang dikonsumsi masyarakat, namun siput gonggong bercangkang tebal merupakan yang paling banyak diminati (Muzahar *et al.*, 2018). Eksploitasi terhadap siput gonggong intensif dilakukan oleh nelayan sehingga populasi siput dan ukuran hasil tangkapan siput ini menurun (Muzahar & Hakim, 2018). Keberhasilan budidaya siput gonggong ditentukan oleh ketersediaan benih. Benih siput gonggong dapat dihasilkan melalui kegiatan pembenihan yang meliputi tahapan penyediaan induk matang gonad, pemijahan, penetasan telur, dan pemeliharaan larva. Penguasaan pengetahuan dan teknologi penetasan telur dan pemeliharaan larva memungkinkan memproduksi benih siput gonggong pada waktu yang diinginkan tanpa tergantung pada musim pemijahan. Pada banyak biota akuatik, embriogenesis dan perkembangan larva dapat distimulasi dengan penyediaan kualitas air yang optimal.

Fase larva merupakan fase pertumbuhan ikan yang sensitif (Effendie, 2002; Zairin, 2003). Embriogenesis dan perkembangan larva biota akuatik di alam dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi perairan. Faktor lingkungan yang paling memengaruhi kehidupan biota akuatik seperti moluska adalah suhu, salinitas, dan oksigen terlarut. Berbagai proses yang terjadi pada moluska seperti pemijahan, fase larva, perkembangan, dan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh ketiga faktor ini (Islami, 2013). Kenaikan suhu dapat mempercepat metabolisme dalam tubuh biota. Suhu berperan penting dalam pengaturan aktivitas fisiologi pada biota akuatik. Perubahan suhu menjadi isyarat bagi suatu biota untuk memulai atau mengakhiri berbagai aktivitas, misalnya reproduksi (Nybakken, 1992). Kisaran suhu untuk gastropoda dalam melakukan metabolisme secara optimal adalah 25°C-32°C (Persulesy & Arini, 2018).

Semua organisme laut bersifat poikilotermik yaitu tidak dapat mengatur suhu tubuhnya, kecuali mamalia. Suhu tubuh organisme poikilotermik ini sangat tergantung pada suhu air tempat hidupnya. Adanya perubahan suhu air lingkungan dapat berakibat buruk terhadap organisme perairan. Perubahan suhu air yang lebih tinggi dari suhu ambang batas atas (*upper lethal limit*) atau lebih rendah dari ambang batas bawah (*lower lethal limit*) akan mengakibatkan kematian massal organisme. Sebagai contoh, kematian 11 spesies dari 13 spesies binatang karang di Hawaii terjadi akibat kenaikan suhu air laut sekitar 5°C-6°C. Suhu air memengaruhi perkembangan embrionik, contohnya perkembangan embrionik kerang biru,

*Mytilus edulis* menjadi tidak normal bila suhu air naik melebihi 16°C (Hutagalung, 1988). Avertebrata laut memiliki tingkat toleransi terhadap suhu sangat bervariasi tergantung jenis dan tahap perkembangan individu tersebut. Rentang suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan proses fisiologis umumnya lebih sempit dari batas toleransinya (Islami, 2013). Biota yang hidup di perairan tropik lebih rentan terhadap perubahan suhu air dibandingkan dengan biota yang hidup di perairan subtropik (Hutagalung, 1988). Embriogenesis dan perkembangan larva kerang, *Perna viridis* secara optimal terjadi pada suhu 31°C (Islami, 2013). Larva kerang mutiara, *Pinctada maxima* tumbuh cepat pada suhu 28°C ± 0,5°C (Hamzah *et al.*, 2016). Embriogenesis siput lola, *Trochus niloticus* dapat dipercepat menjadi 9-10 jam dengan paparan suhu 28°C (Triandiza & Kusnadi, 2009). Keong macan tumbuh baik pada suhu 28°C-31°C.

Penelitian tentang paparan suhu inkubasi yang berbeda dalam embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong belum pernah dilaporkan. Pemberian perlakuan paparan suhu didasarkan bahwa suhu merupakan parameter yang menentukan laju metabolisme makhluk hidup, dan sifat biota akuatik adalah poikilothermal. Tujuan penelitian ini adalah menentukan suhu optimal bagi embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong, *L. turturella*.

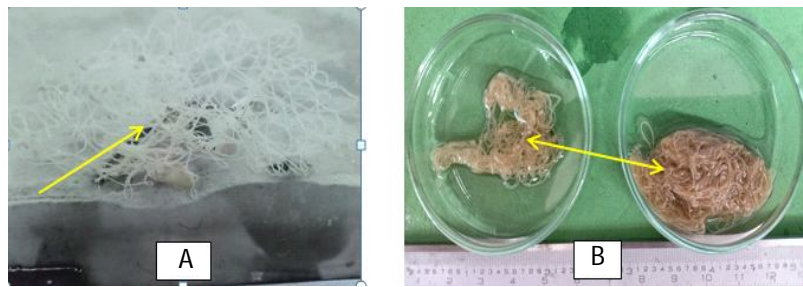
## BAHAN DAN METODE

### Telur Uji

Telur uji yang digunakan berasal dari induk siput gonggong yang sama hasil dari pemijahan semibuatan. Induk siput gonggong betina dan jantan diberi suntikan ovaprim® (kombinasi hormon LHRH-a dan antidopamin) dengan dosis 0,5 µL/g bobot tubuh lunak untuk memacu pemijahannya (Muzahar *et al.*, 2019). Telur yang dikeluarkan oleh induk siput gonggong betina (Gambar 1) segera diambil dengan serokan, dibersihkan, dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian dipindahkan ke akuarium. Massa telur dibagi menjadi tiga bagian sesuai perlakuan dan ditaruh dalam cawan petri. Telur-telur ditempatkan tergenang dalam akuarium yang diberi aerasi.

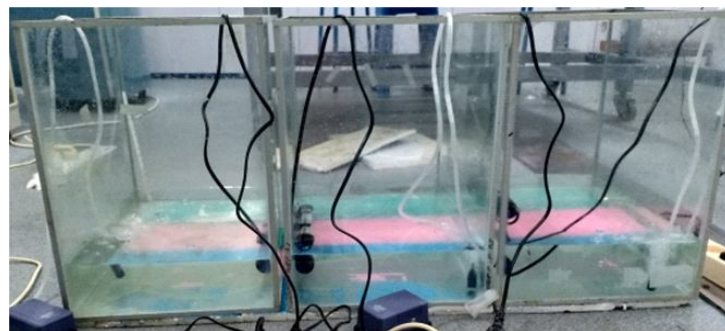
### Penyiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Sebanyak tiga unit akuarium berukuran 40 cm x 30 cm x 40 cm diisi 10 L air laut dengan salinitas 30 ppt dan dilengkapi dengan masing-masing satu unit aerasi dan *water heater (thermostat)* yang telah diatur sesuai suhu perlakuan untuk mempertahankan suhu air, serta termometer alkohol. Akuarium ditempatkan dalam laboratorium berpendingin ruangan (AC) pada suhu ruangan 22°C (Gambar 2).



Gambar 1. Telur-telur siput gonggong, *L. turturella* hasil pemijahan semibuatan di akuarium (a), dan setelah dipindahkan ke cawan petri (b).

Figure 1. Eggs of gonggong conch, *L. turturella* produced through semi-artificial spawnings in an aquarium (a), and after being transferred to petri dishes (b).



Gambar 2. Jenis dan pengaturan akuarium dan peralatan yang digunakan selama penelitian.

Figure 2. Types and arrangement of aquaria and equipment used during the study.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan dua ulangan. Tiga perlakuan perbedaan suhu yang diterapkan yaitu 27°C, 29°C, dan 31°C dengan salinitas air 30 ppt. Salinitas air dalam akuarium diukur setiap pagi dan sore hari. Penambahan air tawar dilakukan untuk mengganti air yang menguap sehingga membuat salinitas kembali pada 30 ppt sesuai perlakuan.

### Pengamatan Embriogenesis dan Perkembangan Larva Siput Gonggong

Sampel telur siput gonggong masing-masing berjumlah sembilan butir ( $n=9$ ) untuk setiap pengamatan diambil menggunakan pipet dan ditaruh di cawan petri. Telur-telur diamati di bawah mikroskop digital merek "Hirox" yang terkoneksi dengan layar monitor dan kamera. Pada tiga jam pertama, pengamatan embriogenesis dan perkembangan larva dilakukan setiap 15 menit sekali, selanjutnya setiap satu jam sampai larva memasuki fase bentik. Telur yang telah diamati dibuang, dan telur yang baru digunakan pada pengamatan berikutnya. Pemberian

pakan alami dilakukan ketika larva telah menetas berupa alga bersel satu *Nannochloropsis* sp. dengan densitas 1.000 sel/mL sampai akhir pengamatan (Cob *et al.*, 2009).

### Parameter Uji dan Analisis Data

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah lama waktu embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong sampai fase bentik. Parameter pendukung yang diukur adalah oksigen terlarut dan pH air media. Analisis data dilakukan dan disajikan secara deskriptif.

### HASIL DAN BAHASAN

#### Embriogenesis dan Perkembangan Larva Siput Gonggong

Pada percobaan ini, embriogenesis dan perkembangan larva tercepat terjadi pada suhu 31°C dan paling lambat pada suhu 27°C. Embriogenesis awal ditandai dengan adanya telur-telur fertil satu sel yang dikeluarkan oleh induk siput gonggong betina sampai dengan fase gastrula, selanjutnya adalah awal fase larva berupa trokofor yang memiliki organ silia sampai

dengan larva *settle*/mengendap. Lama waktu embriogenesis pada siput gonggong sampai mencapai fase larva yang mulai menetap di dasar wadah pemeliharaan ditampilkan pada Tabel 1. Foto-foto embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong ditampilkan pada Gambar 3.

Secara umum, semakin tinggi suhu perlakuan maka waktu yang diperlukan oleh siput gonggong

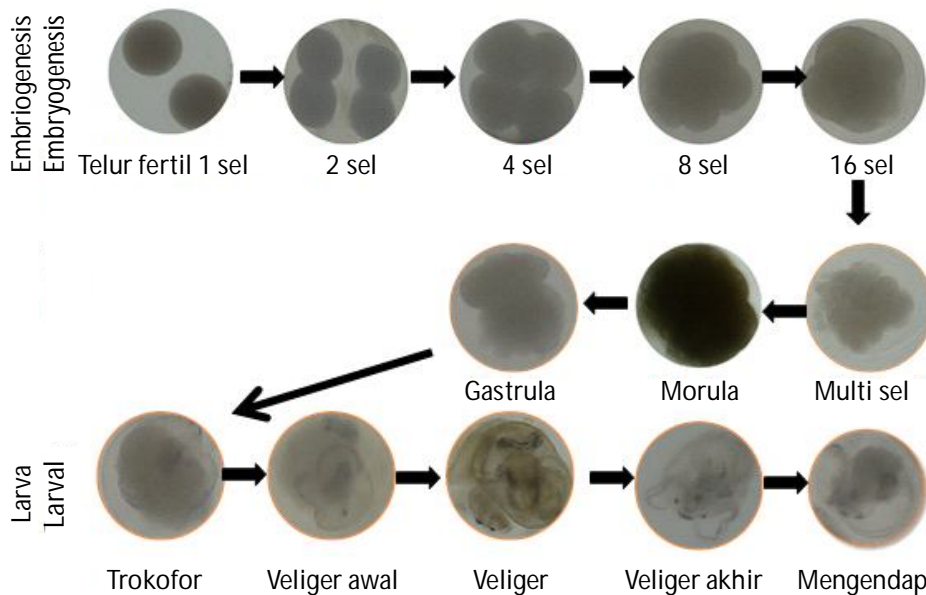
untuk berkembang menjadi lebih cepat pada setiap fase. Suhu 31°C merupakan suhu paling cepat bagi larva mencapai fase veliger akhir, kemudian menetas dan berenang bebas pada jam ke-94—100. Larva siput gonggong memasuki fase mengendap pada jam ke-100-168 setelah inkubasi.

Embriogenesis siput gonggong dimulai dari fase satu sel ketika telur-telur fertil dikeluarkan oleh induk

Tabel 1. Lama waktu embriogenesis sampai larva mengendap pada siput gonggong, *L. turturella* pada suhu inkubasi air yang berbeda

Table 1. Duration of embryogenesis until settlement of gonggong conch larvae, *L. turturella* at different water incubation temperatures

Fase (Phase)	Rentang waktu (jam) perkembangan ke fase berikutnya pada suhu tertentu		
	Time span (hours) of larval development stage in each temperature setting		
	27°C	29°C	31°C
Satu sel ( <i>One cell</i> )	jam ke-0 ( <i>Time-0</i> )	jam ke-0 ( <i>Time-0</i> )	jam ke-0 ( <i>Time-0</i> )
Dua sel ( <i>Two cells</i> )	3.0-3.5	2.0-2.5	1.5-2.0
Empat sel ( <i>Four cells</i> )	3.5-4.5	3.0-4.0	2.0-2.5
Delapan sel ( <i>Eight cells</i> )	4.5-5.0	4.0-4.5	4.0-4.5
16 sel ( <i>16 cells</i> )	7.0-8.5	5.0-6.0	5.0-6.0
Multi sel ( <i>Multi cells</i> )	8.5-9.0	7.0-8.5	7.0-8.5
Morula	20.0-21.0	18.2-18.5	18.0-18.3
Gastrula	24.0-25.0	19.0-20.0	19.0-20.0
Trokofofor ( <i>Trochophore</i> )	36.0-48.0	25.0-36.0	24.0-25.0
Veliger awal ( <i>Early veliger</i> )	94.0-100.0	48.0-72.0	36.0-48.0
Veliger akhir ( <i>Late veliger</i> )	100.0-100.5	94.0-100.0	94.0-100.0
Mengendap ( <i>Settlement</i> )	168.0-172.0	168.0-170.0	100.0-168.0



Gambar 3. Embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong, *L. turturella* pada suhu air inkubasi 31°C.

Figure 3. Embryogenesis and larval development of gonggong conch, *L. turturella*

betina ke perairan. Telur siput gonggong berbentuk bulat dengan ukuran diameter rata-rata  $187,35 \pm 7,42 \mu\text{m}$ . Butiran-butiran sel telur dibungkus oleh kapsul berisi larutan gelatin yang dilapisi membran tipis. Kapsul-kapsul ini diselubungi pula oleh membran tipis berbentuk sekat-sekat/kapsul sebagai pelindung dari serangan predator selama proses perkembangannya sebelum menetas. Butiran-butiran telur berbentuk susunan rantai yang memanjang. Sel-sel telur membelah diri menjadi dua sel, empat, delapan, 16 sel sampai mencapai multi sel, kemudian berkembang ke fase morula dan gastrula. Fase gastrula ditandai dengan terbentuknya silia. Sel telur kemudian berkembang menjadi trokofor. Pada fase trokofor, silia berkembang sehingga larva bergerak aktif dan berputar-putar. Trokofor berkembang menjadi larva veliger yang siap menetas dan berenang bebas di kolom perairan dengan memecahkan dua lapisan membran. Fase larva veliger berkembang menjadi larva *settle* dengan menetap di dasar media.

Pembelahan sel telur siput gonggong dari satu sel menjadi dua sel yang paling cepat terjadi pada suhu inkubasi  $31^{\circ}\text{C}$ , yaitu satu jam empat puluh menit, diikuti oleh suhu inkubasi air  $29^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$  berturut-turut setelah dua jam dan tiga jam. Pembelahan sel telur berikutnya terjadi setelah 2,5 jam menjadi empat sel, dan seterusnya menjadi delapan sel, sampai tahap multi sel yang semuanya tercepat tetap pada suhu inkubasi  $31^{\circ}\text{C}$  diikuti oleh suhu inkubasi  $29^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$ . Fase morula terjadi setelah 18 jam pada paparan suhu  $31^{\circ}\text{C}$ . Embrio berubah menjadi fase gastrula setelah 19 jam pada paparan suhu  $31^{\circ}\text{C}$  dicirikan embrio berbentuk oval dan sedikit memanjang dan memiliki blastofor. Fase embrio berkembang ke fase organogenesis ketika memasuki fase trokofor pada jam ke-24. Fase trokofor dicirikan sepasang mata, silia pendek, dasar kaki posterior, dan embrio mulai berputar dalam kapsul.

Larva berkembang menjadi veliger awal pada jam ke-36 sampai 48 yang ditandai mulai dibentuknya bakal cangkang, mata semakin jelas terlihat, kaki posterior dengan banyak silia, dan organ internal mulai berkembang dan terus berkembang menjadi veliger pada jam ke-94. Larva mulai menetas dan berenang bebas pada akhir hari ke-3 (jam ke-94) dan berenang bebas pada hari ke-4. Pada fase veliger, larva mulai belajar mengonsumsi pakan dari luar. Larva mulai memasuki fase *settle*/menetap di dasar pada hari ke-5 dengan makin berkembangnya cangkang dan hampir semuanya menetap di dasar pada hari ke-10. Perubahan sifat larva gonggong dari fase berenang bebas ke fase *settle* menandakan secara morfologis dan fisiologis telah siap bermetamorfosis menjadi hewan benthik. Embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong pada paparan suhu  $31^{\circ}\text{C}$  menunjukkan laju

perkembangan yang lebih cepat dibanding pada paparan suhu  $29^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$  pada semua tahapan perkembangan dalam penelitian ini, maupun hasil penelitian Cob *et al.* (2009), serta Dody (2012). Hasil ini menunjukkan bahwa suhu  $31^{\circ}\text{C}$  tercepat menstimulasi embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong. Hasil ini didukung oleh Hutagalung (1988) yang menyatakan bahwa umumnya perkembangan telur-telur dan juvenil lebih cepat dalam air yang lebih panas.

Suhu berpengaruh terhadap embriogenesis dan perkembangan larva berbagai jenis moluska dengan besaran yang berbeda. Sebagai bukti, perkembangan stadia larva kerang mutiara, *Pinctada maxima* hingga mencapai fase spat, suhu terbaik didapat pada  $28 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat kelulusan hidup  $8,00 \pm 0,16\%$  (Hamzah *et al.*, 2016). Embriogenesis siput lola, *Trochus niloticus* pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  berlangsung selama 9-10 jam (Triandiza & Kusnadi, 2009). Suhu  $31^{\circ}\text{C}$  merupakan suhu terbaik untuk embriogenesis dan perkembangan larva kerang, *Perna viridis*. Embrio kerang air payau, *Mytilopsis leucophaeata* kelangsungan hidup maksimal berumur 4 jam ditemukan pada suhu  $22^{\circ}\text{C}$  (Verween *et al.*, 2007). Perlakuan suhu  $30^{\circ}\text{C}$  menghasilkan tingkat penetasan telur tertinggi pada kerang bulu, *Anadara antiquata* (Warse *et al.*, 2019). Suhu berpengaruh terhadap laju pertumbuhan larva bivalvia terutama dalam memengaruhi proses makan, proses metabolisme, dan kecepatan pertumbuhan cangkang (Islami, 2013). Suhu berpengaruh langsung terhadap metabolisme tubuh dan aktivitas biota perairan seperti migrasi, pertumbuhan, reproduksi bahkan menyebabkan kematian. Suhu merupakan faktor yang sangat penting perkembangbiakan komunitas benthos. Perubahan suhu dapat menjadi isyarat bagi suatu biota untuk memulai atau mengakhiri berbagai aktivitas, misalnya reproduksi (Nybakken, 1992).

Hasil pengukuran oksigen terlarut dan pH pada perlakuan paparan suhu yang berbeda pada embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong disajikan pada Tabel 2.

Nilai oksigen terlarut  $> 5 \text{ mg/L}$  dan pH air 6,8-7 selama embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 51 Tahun 2004.

## KESIMPULAN

Suhu inkubasi  $31^{\circ}\text{C}$  memberikan stimulasi tercepat pada embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong, *L. turturella* daripada perlakuan lain. Larva gonggong menetas dan berenang bebas pada jam ke-94 pasca-inkubasi. Larva bersifat menetap di dasar pada

Tabel 2. Kisaran nilai oksigen terlarut dan pH selama periode inkubasi penelitian pengaruh suhu air berbeda terhadap embriogenesis dan perkembangan larva siput gonggong

Table 2. Range of dissolved oxygen and pH during the egg incubation using different temperature treatments

Parameter (Parameters)	Suhu inkubasi		
	Incubation temperature (°C)		
	27	29	31
Oksigen terlarut (Dissolved oxygen) (mg L <sup>-1</sup> )	6.46-7.18	6.51-7.0	6.82-7.15
pH	6.34-7.11	6.41-6.73	6.86-7.21

hari ke-5 sampai hari ke-10. Penelitian dengan perlakuan yang sama perlu dilanjutkan untuk dapat menghasilkan benih siput gonggong.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan dukungan dana dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat-Kemristekdikti RI melalui skim Penelitian Disertasi Doktor Tahun 2018. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan dan jajaran Kemristekdikti RI atas dukungan dana penelitian dan beasiswa BPPDN yang diberikan kepada penulis, dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan laporan/tulisan ini.

### DAFTAR ACUAN

Cob, Z.C., Arshad, A., Ghaffar, M.A., Bujang, J.S., & Muda, W.L.W. (2009). Development and growth of larvae of the dog conch, *Strombus canarium* (Mollusca: Gastropoda), in the laboratory. *Journal of Zoology Study*, 48(1), 1-11.

Dody, S. (2012). Pemijahan dan perkembangan larva siput gonggong (*Strombus turturella*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(4), 107-113.

Effendie, M.I. (2002). Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama, 163 hlm.

Hamzah, A.S., Hamzah, M., & Hamzah, M.S. (2016). Perkembangan dan kelangsungan hidup larva kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada kondisi suhu yang berbeda. *Media Akuatika*, 1(3), 152-160.

Hutagalung, H.P. (1988). Pengaruh suhu air terhadap kehidupan organisme laut. *Oseana*, 13(4), 153-164.

Islami, M.M. (2013). Pengaruh suhu dan salinitas terhadap bivalvia. *Oseana*, 38(2), 1-10.

Menteri Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Jakarta.

Muzahar, Zairin, Jr.M., Yulianda, F., Suprayudi, M.A., Alimuddin, & Effendi, I. (2019). Pemijahan semi-buatan siput gonggong (*Laevistrombus turturella*) dengan induksi kombinasi hormon LHRH-a dan antidopamin. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(4), 1-6.

Muzahar, Zairin, Jr.M., Yulianda, F., Suprayudi, M.A., Alimuddin, & Effendi, I. (2018). The phenotype comparison and genotype analysis of five Indonesian *Laevistrombus* sp. variants as a basis of species selection for aquaculture. *International Journal of AACL Bioflux*, 11(4), 1164-1172.

Muzahar & Hakim, A.A. (2018). Spawning and development of dog conch (*Strombus* sp.) larvae in the laboratory. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 209-216.

Muzahar & Viruly, L. (2014). Karakterisasi kimia, sensori dan laju pemijahan gonggong (*Strombus* sp.) sebagai ikon Kepulauan Riau. *Jurnal Dinamika Maritim*, 3(2), 20-29.

Nybakken, J.W. (1992). Biologi laut: Suatu pendekatan ekologi. Eidman, H.M., Koesoebiono, Bengen, D.G., Hutomo, M., & Sukardjo, S. (Penerjemah). Jakarta: Penerbit Gramedia, 459 hlm.

Persulesy, M. & Arini, I. (2018). Keanekaragaman jenis dan kepadatan gastropoda di berbagai substrat berkarang di perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Biopendix*, 5(1), 45-52.

Triandiza, T. & Kusnadi, A. (2009). Studi embriogenesis dan perkembangan larva lola (*Trochus niloticus* L.). UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual-LIPI. Maluku Tenggara.

Verween, A., Vincx M., & Degraer S. (2007). The effect of temperature and salinity on the survival of *Mytilopsis leucophaeata* larvae (Mollusca, Bivalvia): The search for environmental limits. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 348(1-2), 111-120.

Warse, L.J., Diniarti N., & Lestari D.P. (2019). Pengaruh perbedaan rentang suhu terhadap keberhasilan pemijahan dan daya tetas telur kerang bulu (*Anadara antiquata*). *Jurnal Kelautan*, 12 (1), 65-77.

Zairin, Jr.M. (2003). Endokrinologi dan perannya bagi masa depan perikanan Indonesia. Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Pertanian Bogor. Bogor, 70 hlm.