

Uji Peptida Komersial Hym-248 terhadap Metamorfosis dan Penempelan Planula yang Berasal dari Slick

Diah Permata Wijayanti* dan Elis Indrayanti

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedharto SH, Tembalang, Semarang, 20725, E-mail: diah_permata@mail.com

Abstrak

Metamorfosis dan penempelan merupakan proses yang amat penting dalam siklus hidup koloni karang. Koloni karang hanya akan terbentuk jika larva planula berhasil bermetamorfosis dari larva planktonik menjadi bentuk dan menempel pada substrat untuk kemudian bertumbuh menjadi koloni baru. Induktor berperan merangsang metamorfosis dan meningkatkan persentase jumlah zigot yang menempel dan berkembang menjadi koloni baru. Peptida komersial adalah neuropeptida golongan GLWamide yang bertindak sebagai hormon pemicu terjadinya metamorfosis planulae larva. Hasil penelitian menunjukkan, Hym-248, peptida komersial anggota GLWamide, mampu menginduksi metamorfosis dan penempelan planula yang berasal dari slick (kumpulan gamet yang terapung-apung di permukaan laut setelah dilepaskan koloni karang pada peristiwa spawning multispesifik). Slick dikoleksi dari Pulau Sambangan, Kepulauan Karimunjawa saat spawning masal terjadi pada bulan Maret. Seluruh dosis yang dicobakan mampu menginduksi proses metamorfosis dan settlement planula larva setelah planula diinkubasi dalam media yang telah diberi Hym-248. Hasil ini memberi peluang dilakukannya pembenihan larva planulae secara masal untuk keperluan restorasi terumbu karang dan budidaya karang.

Kata kunci: metamorfosis, settlement, budidaya karang, Acropora, spawning masal, slick

Abstract

Testing of Commercial Peptide Hym-248 on Metamorphoses and Settlement of Planulae Collected from Slick

Settlement and metamorphosis, which leads to the formation of primary polyp, are critical steps in the life cycles of corals. Metamorphosis cue is necessary to create an internal trigger to initiate metamorphosis in coral larvae. Neuropeptides which act hormonally to induce metamorphosis, provide a reliable and efficient settlement cue for ex situ larval culture. Here we report that Hym-248, one member of GLWamide peptide can induce metamorphosis of planulae derived from collected slick. Experiments were done in Sambangan Island after March spawning event. The results showed that all applied doses of Hym-248 successfully induced the metamorphosis and settlement of planulae larvae produced from slick. The result of this study showed that coral propagules can be produced faster by applying the commercial peptide as the inducer which leads to mass production of coral propagules for coral culture.

Key words: metamorphosis, settlement, coral culture, Acropora, mass-spawning, slick

Pendahuluan

Metamorfosis dan penempelan merupakan proses yang amat penting dalam siklus hidup koloni karang. Koloni karang hanya akan terbentuk jika larva planula berhasil bermetamorfosis dari larva planktonik menjadi bentuk dan menempel pada substrat untuk kemudian bertumbuh menjadi koloni baru sebagai respon sinyal yang diterima dari lingkungan (Chia dan Rice, 1978). Keberhasilan rekrutmen larva merupakan kunci perbaruan dan pemeliharaan populasi karang (Harrison dan Wallace, 1990).

Larva planula pada karang tipe pemijah

(broadcaster) umumnya bermetamorfosis sehari hingga seminggu setelah keluar dari koloni induk dan mengalami fertilisasi (Babcock dan Heyward, 1986). Metamorfosis terjadi ketika larva mengalami perubahan fisiologis dan morfologis secara permanen. Proses metamorfosis pada karang dimulai ketika larva planula berubah bentuk menyerupai piring dengan bagian oral dan aboral memipih dan bakal septa terbentuk secara menjari dengan mulut sebagai pusatnya (Harrison dan Wallace, 1990). Pada stadia ini larva membentuk silia untuk pergerakan dan mensekresi sel sensor untuk mendeteksi permukaan substrat. Larva dilaporkan merayapi permukaan substrat dan memilih substrat yang cocok untuk

*) Corresponding author
© Ilmu Kelautan, UNDIP

menempel secara aktif (Harrison & Wallace, 1990).

Pengaturan mekanisme metamorfosis dan penempelan merupakan faktor penting dalam pembentukan terumbu karang. Mekanisme metamorfosis pada karang dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik berupa isyarat lingkungan yang meliputi arah cahaya datang (fototaksis), tekanan air, dan senyawa kimia terlarut (lihat review Harrison, 2011). Sedangkan faktor biotik berhubungan dengan senyawa kimia yang dihasilkan dinding sel beberapa alga koralin atau mikroba (Heyward dan Negri, 1999; Negri et al., 2001).

Species karang diduga mengembangkan sistem penerima sinyal kimiawi untuk mengenali habitat yang bersih, berarus deras dengan permukaan substrat yang ditumbuhi koloni alga koralin. Pemicu eksternal metamorfosis pada planula karang telah berhasil diidentifikasi. Alga koralin diketahui sebagai pemicu metamorfosis alami yang terkenal. Beberapa senyawa yang berasal dari alga koralin diduga mampu menginduksi proses metamorfosis dan penempelan planula dengan menyerupai isyarat lingkungan di alam (Morse et al., 1996). Turunan bromotyrosine (11-deoxyfistularin-3) yang diekstrak dari alga koralin dilaporkan dapat menginduksi larva karang *Pseudosiderastrea tayamai* (Kitamura et al., 2007). Senyawa penginduksi metamorfosis baru-baru ini juga berhasil diekstrak dari alga koralin *Hydrolithon reinboldii*. Senyawa yang disebut luminaolida dilaporkan dapat menginduksi proses metamorfosis pada larva karang *Leptastrea purpurea* dengan tingkat keberhasilan hingga 92,6% (Kitamura et al., 2009).

Spesies bakteri yang bersimbiosis dengan alga koralin diketahui juga dapat menghasilkan senyawa yang dapat menginduksi metamorfosis pada larva karang. Tetrabromopyrol yang dihasilkan bakteri *Pseudoalteromonas* diketahui dapat menginduksi metamorfosis larva karang *Acropora millepora* (Tebben et al., 2011). Simbiosis tersebut diduga membuat alga koralin dapat menyintesis bahan kimia berupa polisakarida bermasa molekular tinggi yang melekat pada dinding sel. Bahan ini memberi sinyal eksternal kepada larva karang sehingga memicu proses metamorfosis dan penempelan (Negri et al., 2001)

Isyarat eksternal diterima planula larva yang mengubahnya menjadi isyarat internal yang akan merangsang larva memulai perubahan fisiologis untuk bermetamorfosis dan meningkatkan persentase jumlah zigot yang menempel dan berkembang menjadi koloni baru (Iwao et al., 2002). Mekanisme metamorfosis telah lama dipelajari pada larva kerabat binatang karang, *Hydractinia echinata* (Kelas

Hidrozoa). Komponen dinding sel bakteri *Alteromonas espejiana* mampu menginduksi larva *H. echinata* sehingga dapat menempel (Leitz dan Wagner, 1993). Pada *Hydractinia*, sekelompok neuropeptida yang disebut GLWamide diduga merupakan mediator internal yang disekresi neuron segera setelah larva *Hydractinia* mendeteksi sinyal dari lingkungan. Neuropeptida tersebut bertindak sebagai hormon yang memicu metamorfosis (Leitz, 1997). Metamorfisin-A (MMA) yang pertama kali diisolasi dari anemone laut *Anthopleura*, diduga merupakan homolog pencetus internal metamorfosis pada *H. echinata*. Molekul yang sekelompok dengan MMA juga ditemukan pada hydra air tawar. cDNA yang saling berhubungan diisolasi dari hydra (Leviev et al., 1997); *H. echinata* dan anemone laut (Leviev dan Grimmelikhuijzen, 1995). Peptida-peptida yang diisolasi dari berbagai kerabat binatang karang tersebut ternyata memiliki motif yang sama, GLWamide (Gly-Leu-Trp-amida) pada terminal C dan dikelompokkan sebagai keluarga peptida yang dikenal dengan nama LWamide atau GLWamide. Motif peptide pada GLWamide dapat dideteksi menggunakan metode imunohistokimia pada neuron larva planula dan polip *H. echinata* (Leitz dan Lay, 1995).

Penemuan induksi membuka cakrawala baru rehabilitasi terumbu karang menggunakan benih seksual. Selama ini rehabilitasi terumbu karang yang rusak lebih ditumpukan kepada upaya perbaikan dengan memanfaatkan benih aseksual melalui metode fragmentasi (Omori dan Fujiwara, 2004). Namun rehabilitasi terumbu dengan metode transplantasi dikuatkan dapat menurunkan keanekaragaman genetik terumbu karang yang direhabilitasi (Baums, 2008).

Kemajuan ilmu pengetahuan tentang reproduksi seksual karang dan perkembangan larva (Harrison et al., 1984; Baird et al., 2009) memungkinkan dilakukannya rehabilitasi karang dari benih seksual secara masal (Omori et al., 2008). Kesuksesan rehabilitasi karang menggunakan benih seksual dipengaruhi kesuksesan jumlah larva yang berhasil menempel.

Penggunaan peptida komersial Hym-248, salah satu anggota keluarga peptida GLWamide, sebagai pemicu metamorfosis dan penempelan telah dilakukan pada beberapa larva karang Acroporidae. Hym-248 terbukti berhasil menginduksi larva *Acropora tenuis* (Iwao et al., 2002), *A. nobilis* dan *A. microphthalmia* (Hirose et al., 2007), dan *A. palmata* (Erwin dan Szmant, 2010) hingga menempel dengan kuat di atas substrat. Namun seluruh percobaan dilakukan terhadap larva karang secara tunggal, artinya larva dibenihkan langsung dari gamet karang yang diperoleh dari induknya. Akan tetapi pada peristiwa pemijahan masal, *slick* yang dihasilkan

merupakan campuran gamet berbagai spesies dari ratusan koloni karang yang memijah secara serempak. Pada peristiwa tersebut jutaan gamet mengapung di perairan dan terferilitasi di dalam kolom air. *Slick* adalah sumber benih yang luar biasa ditinjau dari kualitas maupun kuantitas (Guest, 2008). Jika larva menempel dapat dihasilkan dari *slick* maka dalam waktu bersamaan dapat diperoleh benih berbagai spesies karang dalam jumlah banyak dan dalam waktu serempak.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian peptida komersial Hym-248 terhadap metamorfosis dan penempelan larva karang yang berasal dari *slick*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh dosis yang dicobakan terbukti efektif menginduksi metamorfosis dan penempelan berbagai larva yang dihasilkan dari *slick*.

Materi dan Metode

Status reproduksi koloni karang di Pulau Sambangan

Penelitian dilakukan di Pulau Sambangan (05° 50' 39.2"S, 110° 35' 12.4" E) yang termasuk dalam gugusan Pulau Genting dan Seruni di kawasan Kepulauan Karimunjawa. Pulau Sambangan dikelola oleh PT Pura Baruna Wisata, dikelilingi oleh terumbu karang dengan tutupan karang keras yang masih masuk kategori bagus (Permata dan Indrayanti, 2010).

Pengecekan status koloni karang dimaksudkan untuk mengetahui perkiraan waktu spawning masal koloni karang yang dijumpai di Pulau Sambangan. Diharapkan dengan diketahuinya perkiraan waktu spawning masal, koleksi gamet berupa *slick* dapat dilakukan.

Pengecekan status reproduksi karang dilakukan dengan metode transek garis (LIT, *line intercept transect*) sepanjang 100 m. Koloni karang yang dijumpai pada transek dicek status reproduksinya. Pada *Acropora* atau karang bercabang lainnya, pengecekan dilakukan dengan memotong sepanjang 3-5 cm di bawah ujung cabang yang tidak steril (Wallace, 1985) untuk melihat apakah terdapat gonad di dalam polip. Koloni dinyatakan matang telur, jika gonad dalam polip berwarna merah atau oranye (Baird *et al.*, 2001). Sedangkan pada karang masif dilakukan penorehan polip untuk melihat ada atau tidaknya gonad di dalam polip. Pengamatan dilakukan pada 3 titik stasiun yang mewakili keliling pulau. Total 132 koloni dari 3 stasiun dicek status reproduksinya, dengan sebagian besar koloni yang dicek adalah *Acropora* (80 koloni). Dari 80 koloni *Acropora* yang dicek status reproduksinya, 54 koloni diantaranya mengandung telur matang dalam polipnya.

Koleksi dan fertilisasi gamet

Seminggu setelah pengecekan status reproduksi koloni karang, pemijahan serentak berbagai species terlihat di Pulau Sambangan pada tanggal 17 Maret, 2011, lima hari setelah bulan purnama. Pemijahan terjadi pada malam hari mulai pukul 19:40 WIB. Pemijahan ditandai dengan dilepaskannya paket gamet dari masing-masing koloni karang yang matang telur. Saat pemijahan terjadi tercium bau anyir di seluruh pulau. Pagi harinya saat dilakukan pengamatan di laut, terlihat *slick* (kumpulan gamet hasil pemijahan serentak) mengambang di permukaan laut dan menyebabkan laut terlihat berwarna merah.

Slick dikoleksi dengan menggunakan gayung dan diangkut dengan ember sebelum dimasukkan dalam tank pemeliharaan yang terbuat dari fiber berukuran 200 x 100 x 80 cm. Tank dihubungkan dengan pompa air sehingga sirkulasi air berlangsung kontinyu dan dilengkapi aerator. *Slick* kemudian dibiarkan selama 24 jam agar terjadi pembuahan. Telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi embrio dan planula larvae bersilia dalam 24 jam. Planulae yang aktif bergerak digunakan sebagai materi uji penggunaan peptida komersial Hym-248.

Uji coba induksi metamorfosis dan penempelan

Peptida (Hym-248; EPLPIGLWamide; Genenet Co.Ltd, Fukuoka, Jepang) diberikan dalam 5 dosis yang berbeda yaitu: 5×10^{-7} ; 1×10^{-6} ; 2×10^{-6} ; 5×10^{-6} dan 1×10^{-5} . Planula yang telah terbentuk dan bergerak (berumur 3-4 hari setelah fertilisasi) dibilas dengan air laut steril yang disaring dengan kertas Whatman 0.45 μ m dan ditempatkan dalam wadah percobaan berupa multiplate yang memiliki 24 cerukan (IWAKI, Japan). Setiap cerukan diisi air laut tersaring sebanyak 1 ml dan diberi kertas kalkir sebagai substrat penempelan. Peptida selanjutnya ditambahkan sesuai dosis yang diujikan. Setiap cerukan diisi 10 larva planulae. Pengamatan dilakukan tiap 4 jam sekali hingga 48 jam. Perubahan bentuk planula dicatat hingga planula sempurna bermetamorfosis dan menempel di atas substrat dengan kuat (tidak lepas dan berenang kembali). Sebagai kontrol, dalam *multiplate* terpisah, tidak diberikan induktor peptida komersial untuk melihat kemampuan larva bermetamorfosis tanpa induksi. Hipotesis yang diajukan adalah penambahan peptida komersial golongan GLWamide Hym-248 akan meningkatkan jumlah larva yang bermetamorfosis dan menempel hingga 100%. Sebagai tambahan, selain menggunakan peptida komersial, uji induksi larva juga dilakukan dengan memanfaatkan alga koralin sebagai induktor.

Pemberian alga koralin dilakukan dalam 3

dosis berbeda yaitu 0.05; 0,5 dan 1%v/v (perbandingan suspensi antara ekstrak alga koralin dengan air laut tersaring sebagai media). Suspensi alga koralin dibuat dengan mengeruk alga koralin dari tempatnya menempel. Kemudian digerus dan ditimbang sebelum dilarutkan dalam media air laut tersaring sesuai dosis yang diujikan. Percobaan dilakukan dalam wadah multiplate berisi 24 cerukan (Iwaki, Jepang). Setiap cerukan diisi 10 larvae.

Hasil dan Pembahasan

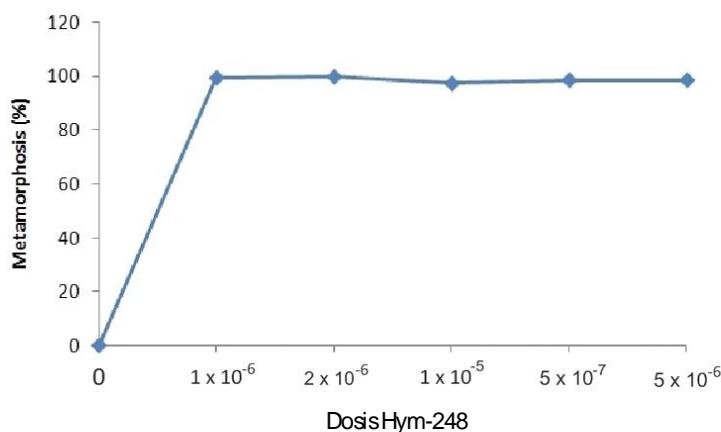
Hasil penelitian menunjukkan pemberian peptida komersial Hym-248 mampu menginduksi terjadinya metamorfosis pada planulae larva yang berasal dari slick. Dosis peptida yang diberikan terbukti efektif menginduksi metamorfosis pada planula larva dan menyebabkan planula dapat menempel 100% (Gambar 1).

Proses metamorfosis dimulai ketika larva melakukan pencarian tempat menempel. Larva terlihat berenang aktif kemudian menepi. Bentuk larva mulai mengalami pemanjangan (lonjong) 4 jam setelah diinkubasi dalam media berpeptida (Gambar 2A). Respon larva terlihat seragam pada semua dosis yang diberikan, bahkan pada media yang tidak diberi peptida. Perbedaan mulai terlihat ketika larva telah 8 jam terpapar peptida. Larva planula mulai berubah bentuk menyerupai buah pir (Gambar 2B) terutama pada larva yang diinkubasi dengan dosis 1×10^{-5} , 1×10^{-6} , dan 5×10^{-6} . Duabelas jam kemudian rata-rata planula telah mulai memipih dan menempel di substrat kertas kalkir (Gambar 2C), kecuali kontrol.

Larva planula yang dipelihara dalam wadah percobaan tanpa pemberian peptida, masih terlihat berenang aktif dan berbentuk buah pir. Selanjutnya planula mulai berbentuk piring (Gambar 2D) dan mulai terlihat menempel di kertas kalkir, 20 jam setelah diinkubasi dengan peptida. Kondisi tersebut terlihat pada seluruh dosis yang diberikan. Berbeda dengan planula yang diinkubasi dengan peptida, planula pada kontrol yang tidak diberikan induktor metamorfosis, hingga 48 jam, planula masih berbentuk lonjong dan bergerak aktif dalam wadah percobaan. Perilaku larva yang diinkubasi dengan peptida pada percobaan kali ini, serupa dengan percobaan pada 9 species planula *Acropora* pada penelitian yang dilakukan Iwao *et al.* (2002). Secara lengkap urutan perubahan larva hingga metamorfosis sempurna dan menempel pada substrat yang disediakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil serupa diperoleh pada percobaan menggunakan planula dari karang *Acropora palmata* (Erwin dan Szmant, 2010). Planula larva berhasil diinduksi dengan dosis $\geq 1 \times 10^{-6}$ M, 100% larva mengalami metamorphosis dan 40-80% diantaranya berhasil menempel. Hym-248 dengan cepat (kurang dari 1 jam) mempengaruhi perilaku berenang larva dan dalam waktu 6 jam seluruh larva yang diinduksi telah mengalami metamorfosis.

Namun demikian, peptida Hym-248 tidak menunjukkan hasil serupa ketika dicobakan untuk menginduksi planula dari karang *Montastraea faveolata* dan *Favia fragum* (Erwin dan Szmant, 2010). Iwao *et al.* (2002) menyatakan bahwa Hym-248 juga tidak mempengaruhi kecepatan metamorfosis dan



Gambar 1. Respon planula yang diinduksi dengan media yang telah diberi peptida komersial Hym-248. Planula diamati setiap 4 jam. Planula dihitung sebagai telah mengalami metamorphosis sempurna jika telah menempel di dasar substrat dari kertas kalkir dalam wadah percobaan.

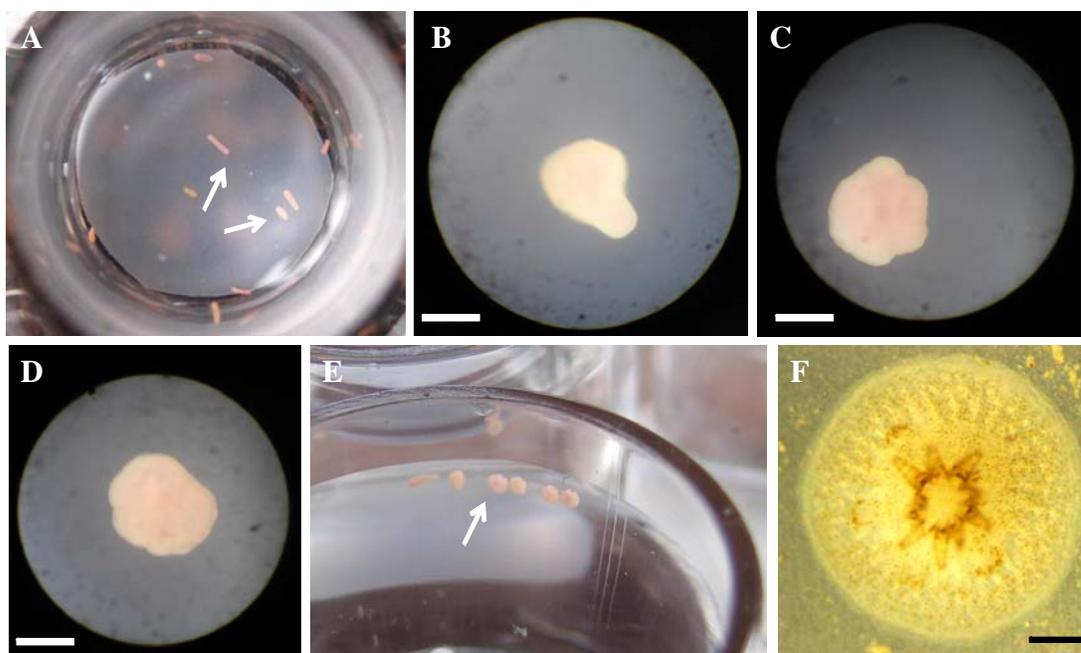
Tabel 1. Perubahan morfologi planula setelah diinduksi dengan media yang diberi peptida Hym-248 (n=240 planula/dosis)

Jam/ Dosis	Perubahan morfologi planula					
	Kontrol	1 x 10 ⁻⁶	2 x 10 ⁻⁶	1 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁷	5 x10 ⁻⁶
4	Menepi	menepi	menepi	menepi	menepi	menepi
8	Menjajaki	Seperti buah pir	menepi	Seperti buah pir	menepi	Seperti buah pir
12	Seperti buah pir	Mulai gepeng	gepeng	Agak gepeng	Agak gepeng	Gepeng
16	Lonjong	Pipih, membentuk piring	Pipih, membentuk piring	Pipih dan putih	Pipih dan putih	Pipih dan putih
20	Lonjong	Pipih, mulai menempel				
24	Lonjong, berenang aktif	Menempel di dasar				
28	Lonjong, berenang aktif	Menempel di dasar				
32	Lonjong, berenang aktif	Menempel di dasar				
36	Lonjong, berenang aktif	Menempel di dasar				
40	Lonjong, berenang aktif	Menempel di dasar				
44	Menepi, diam, lonjong	Menempel di dasar, diam				
48	Menepi, diam, lonjong	Menempel di dasar, diam				

penempelan pada kerabat *Acropora*, *A. palifera* (golongan Isopora), seperti halnya pada planula dari karang *Isopora brueggemanni*, *Montipora* sp., *Astreopora myriophthalma*, *Merulina ampliata*, dan *Goniastrea retiformis*. Diduga terdapat ketidakcocokan transmisi sinyal pemicu metamorfosis dengan sinyal penerima yang dihasilkan larva. Diduga terdapat kekhususan tertentu yang menyebabkan sinyal yang dihasilkan Hym-248 hanya diterima oleh planula dari *Acropora* spp (Iwao et al., 2002; Erwin dan Szmant, 2010).

Seperti halnya induksi menggunakan peptida, planula yang diinkubasi dengan larutan alga koralin

juga mengalami metamorfosis. Namun demikian, meski menunjukkan perubahan bentuk misal planula melonjong, berenang merayapi dasar substrat untuk mencari lokasi menempel yang tepat, namun metamorfosis tidak berlangsung secepat planula yang diinkubasi menggunakan peptida. Hingga 96 jam pengamatan, belum satupun planula terlihat menempel di dasar substrat, meski sebagian besar planula telah berubah seperti piring (memipih). Planula terus berenang dalam bentuk seperti piring (Gambar 2E). Morse et al. (1996) menyatakan, dibutuhkan waktu lebih dari 48 jam untuk membuat seluruh larva mengalami metamorfosis pada percobaan induksi metamorfosis menggunakan alga koralin.



Gambar 2. Uji pemberian induktor metamorfosis pada planula yang dihasilkan dari slick (A) Planula terlihat seperti buah pir, 8 jam setelah perlakuan dengan Hym-248 (B) Planula mulai memipih dan bermetamorfosis, 12 jam setelah perlakuan dengan Hym-248 (C) dan (D) Planula mulai menempel, 20 jam setelah terpapar Hym-248 (E) Planula terlihat mengapung di tepi cerukan. Meski telah mengalami metamorfosis tetapi hingga 96 jam setelah perlakuan dengan induktor alami berupa alga koralin, planula belum menempel (F) Planula seminggu setelah menempel, telah tumbuh septa dan memiliki zooxanthella (skala pada B,C, D 500µm; skala pada F 0,2 mm).

Sebaliknya dengan menggunakan peptida Hym-248, planulae larvae yang diinduksi memulai proses metamorfosis hanya 4 jam setelah diinkubasi dalam media berpeptida. Metamorfosis sempurna tercapai setelah planulae terpapar Hym-248 selama 6-12 jam (Iwao *et al.*, 2002). Pada penelitian kali ini proses metamorfosis berlangsung lebih lambat daripada penelitian Iwao *et al.* (2002). Planula mulai menunjukkan terjadinya metamorfosis setelah diinkubasi selama 4 jam dalam media berpeptida, namun metamorphosis sempurna baru tercapai setelah planula terpapar peptida selama 20 jam (Tabel 1) dan planula menempel sempurna dan berkembang menjadi polip pemula (Gambar 2F).

Penelitian kali ini memanfaatkan planula yang berkembang dari slick. Dalam slick terdapat gamet dari berbagai spesies karang yang secara serentak melakukan spawning masal. Sehingga ketika tumbuh dan berkembang menjadi planula, dapat dipastikan planula berasal dari berbagai species. Hal ini diduga mempengaruhi kecepatan metamorfosis pada planula larva yang diinduksi. Selain itu, umur planula yang diuji berkisar 3-4 hari setelah fertilisasi.

Erwin dan Szmant (2010) menyatakan semakin tua umur planulae, tingkat keseragaman kecepatan metamorfosis semakin tinggi. Larva yang diinkubasi pada umur ≥ 5 hari, mengalami keseragaman metamorfosis kurang dari 100%. Namun pada larva yang diinduksi setelah berumur ≥ 6 hari, metamorfosis terjadi 100% pada seluruh planulae.

Penelitian ini membuka cakrawala baru bahwa benih karang untuk keperluan re-seeding terumbu karang yang mengalami kerusakan dapat diperoleh dalam jumlah besar dalam waktu singkat. Hym-248 secara efektif menginduksi proses metamorfosis dan settlement pada planulae larvae. Planulae yang diinduksi mampu berkembang menjadi polip pemula secara sempurna tanpa mengganggu perkembangan polip menjadi organisme kolonial. Akuisisi zooxanthellae juga berlangsung dengan sempurna. Polip berhasil mensekresi skeleton dalam 12 hari (Erwin dan Szmant, 2010). Hingga kini belum ada laporan yang menyelusuri pertumbuhan koloni karang yang terbentuk dari planula yang proses metamorfosisnya diinduksi dengan Hym-248. Namun penelitian Erwin dan Szmant (2010) menyatakan

planula yang menempel menjadi polip muda mampu berkembang menjadi koloni muda setelah diamati selama 36 hari. Perkembangan tersebut mirip perkembangan polip pemula karang Acroporidae secara alami (Omori dan Fujiwara, 2004).

Hym-248 adalah peptida komersial yang dapat dibeli secara *online*. Produk ini meski harus disimpan dalam suhu dingin, namun karena penelitian berlangsung di pulau yang jauh dari fasilitas laboratorium yang memadai, terkadang produk terekspos dengan suhu ruang. Meski demikian efektivitasnya masih sempurna untuk menginduksi metamorfosis dan penempelan pada planula. Hal ini memberi nilai tambah peptida komersial jika akan diaplikasikan untuk pembenihan karang berbasis benih seksual dan diaplikasikan secara luas bagi keperluan *re-seeding* terumbu karang yang rusak maupun benih pada usaha budidaya karang untuk keperluan perdagangan karang hias.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberi bantuan pendanaan melalui Hibah Kompetensi 2011 dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Kompetensi Nomor: 353/SP2H/PL/Dit.Litabmas/IV/2011, tanggal 14 April 2011. Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada para reviewer yang telah memberikan saran dan kritik sehingga naskah ini dapat dipublikasikan dalam bentuk lebih baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian seperti para mahasiswa yang membantu pelaksanaan sampling (Anaf, Phily, dan Andi Achmad). Arfiyan S. Kel yang membantu koleksi slick dari lapangan. Penulis juga berterimakasih kepada PT Pura Baruna Wisata Unit Coral yang telah memberi kemudahan logistik dan akomodasi selama penelitian di Pulau Sambangan.

Daftar Pustaka

- Baird, A.H., C. Saddler, & M. Pitt. 2001. Synchronous spawning of *Acropora* in the Solomon Islands. *Coral Reefs*, 19: 286
- Baird, A.H., J.R. Guest, & B. Willis. 2009. Systematic and biogeographical patterns in the reproductive biology of scleractinian corals. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 40: 551–571
- Baums, I.B. 2008. A restoration genetics guide for coral reef conservation. *Mol. Ecol.*, 17: 2796–2811.
- Chia, F.S., & M.E. Rice. 1978. Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. Elsevier, New York
- Diah Permata W. & Indrayanti E. 2010. Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Ekosistem Terumbu melalui Upaya Pengembangan Teknologi Budidaya Karang di Indonesia. Laporan Hibah Kompetensi Tahun I. DP2M Dikti.
- Erwin, P.M., & A.M. Szmant. 2010. Settlement induction of *Acropora palmata* planulae by a GLW-amide neuropeptide. *Coral Reefs.*, 29: 929–939
- Guest, J.R. 2008. How reefs respond to mass coral spawning. *Science*, 20: 621-623
- Harrison, P.L., R.C. Babcock, G.D. Bull, J.K. Oliver, C.C. Wallace, & B.L. Willis. 1984. Mass spawning in tropical reef corals. *Science*, 223: 1186–1189
- Hirose, M., Y.H. Yamamoto, & M. Nonaka. 2007. Metamorphosis and acquisition of symbiotic algae in planulae larvae and primary polyps of *Acropora* spp. *Coral Reefs*, 3: 218-225
- Iwao, K., T. Fujisawa, & M. Hatta. 2002. A cnidarian neuropeptide of the GLWamide family induces metamorphosis of reef-building corals in the genus *Acropora*. *Coral Reefs*, 21: 127-129
- Kitamura, M., T. Koyama, Y. Nakano, & D. Uemura. 2007. Characterization of natural inducer of coral larval metamorphosis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 340(1): 96-102
- Kitamura, M., P.J. Schupp, Y. Nakano, & D. Uemura. 2009. Luminaolide, a novel metamorphosis-enhancing macrodiolide for scleractinian coral larvae from crustose coralline algae. *Tetrahedron Lett.*, 50(47): 6606-6609
- Leitz, T. 1997. Induction of settlement and metamorphosis of cnidarian larvae: signals and signal transduction. *Inv. Reprod. Dev.* 31: 109-122
- Leitz, T., & M. Lay. 1995. Metamorphosin-A is a neuropeptide. *Roux's Arch Dev. Biol.*, 204: 276–279
- Leitz, T., & T. Wagner. 1993. The marine bacterium *Alteromonas espejiana* induces metamorphosis of the hydroid *Hydractinia echinata*. *Mar. Biol.*, 115: 173–178

- Leviev, I., & C.J.P. Grimmelikhuijzen. 1995. Molecular cloning of a preprohormone from sea anemones containing numerous copies of a metamorphosis-inducing neuropeptide: a likely role for dipeptidyl aminopeptidase in neuropeptide precursor processing. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 92: 11647–11651
- Leviev, I., M. Williamson, & C.J.P. Grimmelikhuijzen. 1997. Molecular cloning of a preprohormone from *Hydra magnipapillata* containing multiple copies of Hydra-LWamide (Leu-Trp-NH₂) neuropeptides: evidence for processing at Ser and Asn residues. *J. Neurochem.*, 68: 1319-1325
- Morse, A.N.C., K. Iwao, M. Baba, K. Shimoike, T. Hayashibara, & M. Omori. 1996. An ancient chemosensory mechanism brings new life to coral reefs. *Biol. Bull.*, 191: 149–154
- Negri, A.P., N.S. Webster, R.T. Hill, & A.J. Heyward. 2001. Metamorphosis of broadcast spawning corals in response to bacteria isolated from crustose algae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 223: 121-131
- Omori, M., & S. Fujiwara. 2004. Manual for restoration and remediation of coral reefs. Nature Conservation Bureau, Ministry of the Environment, Japan.
- Omori, M., K. Iwao, & M. Tamura. 2008. Growth of transplanted *Acropora tenuis* 2 years after egg culture. *Coral Reefs*, 27: 165
- Tebben, J., D.M. Tapiolas, A. Motti, D. Abrego, A.P. Negri, L.L. Black, P.D. Steinberg, & H. Tilmann. 2011. Induction of larval metamorphosis of the coral *Acropora millepora* by tetrabromopyrrole isolated from a *Pseudoalteromonas bacterium*. *PLoS ONE*, 6(4): e19082. doi:10.1371/journal.pone.0019082
- Wallace, C.C. 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the coral genus *Acropora*. *Mar. Biol.* 88: 217-233.