

**TINGKAH LAKU PEMIJAHAN, FASE PERKEMBANGAN EMBRIO  
(EMBRIOGENESIS), DAN PLANULA LARVA *Acropora  
intermedia* DAN *Acropora millepora***

**SKRIPSI**

**NURUL AINUN HARRY**



**PEMBIMBING**

**Dr. Yayu Anugrah La Nafie, ST., M.Si**

**Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.Si**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**TINGKAH LAKU PEMIJAHAN, FASE PERKEMBANGAN EMBRIO  
(EMBRIOGENESIS), DAN PLANULA LARVA *Acropora  
intermedia* DAN *Acropora millepora***

**NURUL AINUN HARRY**

**L111 15 526**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana  
Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu  
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

TINGKAH LAKU PEMIJAHAN, FASE PERKEMBANGAN EMBRIO (EMBRIOGENESIS)  
DAN PLANULA LARVA *Acropora intermedia* DAN *Acropora millepora*

Disusun dan diajukan oleh

NURUL AINUN HARRY

L111 15 526

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Studi Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin

Pada tanggal


Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Yayu La Nafie, ST., M.Sc.  
NIP. 19710823 200003 2 002

  
Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.si.  
NIP 19690719 199603 1 004

Ketua Departemen,

  
  
Dr. Khairul Anid, ST.M.Sc.Stud.  
NIP. 19690706 199512 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NURUL AINUN HARRY  
NIM : L111 15 526  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul : **"Tingkah Laku Pemijahan, Fase Perkembangan Embrio (Embriogenesis) dan Planula Larva *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora*"** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permen Diknas No. 17, Tahun 2007).

Makassar, Agustus 2022



*Nurul Ainun Harry*  
Nurul Ainun Harry

L111 15 526

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NURUL AINUN HARRY  
NIM : L111 15 526  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah dan ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, Agustus 2022

Mengetahui  
Ketua Program Studi Ilmu Kelautan



Dr. Khairul Amn, ST, M.Sc, Stud  
NIP. 19590706 199512 1 002

Penulis,

Nurul Ainun Harry  
L111 15 526

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena dengan berkah dan limpahan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Tingkah Laku Pemijahan, Fase Perkembangan Embrio (Embriogenesis) dan Planula Larva *Acropora tenuis* dan *Acropora millepora*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Program Studi Ilmu Kelautan.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kesulitan, mulai dari pengambilan data, pengumpulan literatur, pengerjaan data sampai pada menganalisis data maupun dalam tahap penulisan skripsi. Namun dengan kesabaran dan tekad yang kuat serta dorongan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga skripsi ini bisa selesai dengan baik.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Orangtua tercinta. Ayahanda Muh. Harry Wattimena dan Ibunda Farida A.K yang selalu memberi dorongan dan motivasi, serta bantuan baik materi maupun doa yang tak pernah putus.
2. Saudariku Nur Khaliza Harry dan Aryani Taslimah Said atas doa dan dukungan serta semangat yang selalu diberikan.
3. Ibu Dr. Yayu Anugrah La Nafie, ST., M.Si selaku Penasehat Akademik serta Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan perhatian sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.Si selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan perhatian mulai dari tahap penyusunan proposal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Prof.Dr.Ir. Chair Rani, M.Si. dan Bapak Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran, masukan serta arahan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Ilmu Kelautan atas segala ilmu pengetahuan dan pengalaman yang diberikan selama masa studi penulis.
7. Seluruh Staf Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang menjadi pendukung dalam pengurusan berkas selama masa studi terutama dalam proses penyelesaian akhir studi.

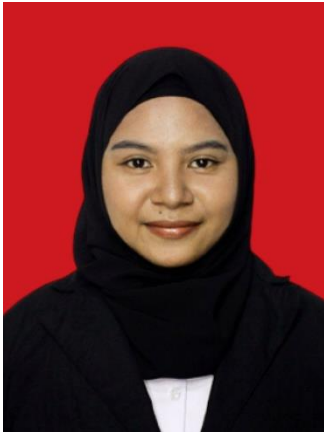
8. Team “CORAL REPRODUCTION” Andi Agung Pratama, Muhammad Ilham, Juniur Rangan, dan Maulana Malik yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
9. Sahabatku Nada, Dian Verawati Kahar, Taha Arslan, dan Mehmet Emin Cetiner yang telah bersedia menjadi tempat penulis berkeluh kesah, memberikan dukungan dan doa kepada penulis hingga saat ini.
10. Seluruh teman-teman seperjuangan ATLANT’15 yang selalu mendukung serta memberi warna kehidupan perkuliahan penulis.
11. Kepada seluruh keluarga besar “KEMA JIK FIKP-UH” yang menjadi tempat berbagi ilmu.
12. Seluruh pihak tanpa terkecuali yang tidak sempat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk segala bantuannya. Semoga Allah SWT membalas semua bentuk kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Akhir kata, meskipun tulisan ini masih jauh dari kata sempurna namun semoga bermanfaat bagi ilmu pengetahuan. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun sangatlah dibutuhkan oleh penulis. Lebih dari itu, penulis perharap agar tulisan ini dapat digunakan sebagaimana mestinya

Makassar, Agustus 2022

Penulis

## BIODATA PENULIS



**Nurul Ainun Harry**, putri pertama dari dua bersaudara. Dilahirkan di Ujung Pandang, 25 Juli 1997 dari pasangan Bapak Muhammad Harry Wattimena dan Ibu Farida A.K. Penulis Menyelesaikan pendidikan di SDN. Ung. Mongisidi 1 Makassar pada 2009. Lulus Sekolah Menengah Pertama di SMPN 6 Makassar pada tahun 2012, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Akhir di SMAN 11 Makassar pada tahun 2015. Di tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur Prestasi Olahraga, dan Seni (POSK).

Penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Stasiun Meteorologi Maritim Kelas II Paotere Makassar pada tahun 2017, kemudian pada tahun 2018 penulis melaksanakan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKNT) Kesehatan angkatan 99 di Desa Pattiroang, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif menjadi asisten laboratorium pada berbagai mata kuliah yaitu Vertebrata Laut, Koralogi, Fisiologi Biota Laut, dan Dasar-Dasar Selam. Terakhir, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Tingkah Laku Pemijahan, Fase Perkembangan Embrio (Embriogenesis) dan Planula Larva *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora*"



## ABSTRAK

**Nurul Ainun Harry**. L11115526 “Tingkah Laku Pemijahan, Fase Perkembangan Embrio (Embriogenesis) dan Planula Larva *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora*” dibimbing oleh **Yayu La Nafie** sebagai Pembimbing Utama dan **Syafyudin Yusuf** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Pada tahun 1983, penelitian tentang reproduksi karang menjadi populer setelah adanya laporan pemijahan skala besar dari 156 spesies karang di Great Barrier Reef, Australia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkah laku pemijahan, perubahan fase perkembangan embrio (embriogenesis), dan waktu yang dibutuhkan embrio hingga mencapai fase larva planula karang *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora*. Penelitian ini meliputi tahap persiapan, pengamatan kematangan gonad, pengamatan tingkah laku pemijahan, pengamatan perkembangan embrio (embriogenesis) dan analisis data. Data oseanografi (suhu) juga diambil sebagai data pendukung. Pengamatan tingkat kematangan gonad tahun 2019 di Pulau Badi dan Pulau Barranglompo 2021 sebanyak 96 koloni. Tingkah laku pemijahan dari karang *Acropora* spp yaitu mulut polip menggembung dan berwarna cerah yang seiring waktu akan berubah warna mengikuti telur yang dikandungnya (merah atau kuning), tentakel nampak lebih pendek dan tegang akibat dari kontraksi yang terjadi. Fase embriogenesis *Acropora millepora* meliputi fase fertilisasi (2 sel), fase 4-8 sel, fase multisel, fase blastula awal (*prawnchip*), fase blastula (*bowl shape*), fase planula awal (*ball shape*), fase planula awal. Waktu yang dibutuhkan karang *Acropora millepora* sampai menjadi planula awal yaitu 43 jam pasca pemijahan.

**Kata Kunci:** Pemijahan karang, Embriogenesis, *Acropora* spp

## ABSTRACT

**Nurul Ainun Harry.** L11115526 "Spawning Behavior, Embryogenesis, and Larval Planula of *Acropora intermedia* and *Acropora millepora*" supervised by **Yayu La Nafie** and co-supervised by **Syafyudin Yusuf**.

---

In 1983, research on coral reproduction became popular after the reports of a large-scale spawning of 156 coral species on the Great Barrier Reef, Australia. This study aims to determine the spawning behavior, changes in the embryonic development phase (embryogenesis), and the time it takes for the embryo to reach the larval stage in *Acropora intermedia* and *Acropora millepora* planula. This research includes the preparation stage, observation of gonadal maturity, observation of spawning behavior, observation of embryonic development (embryogenesis) and data analysis. Oceanographic data (temperature) was also taken as supporting data. Observations of the gonad maturity level in 2019 on Badi Island and Barranglombo Island 2021 were 96 colonies. The spawning behavior of *Acropora* spp corals was the polyp mouth bulging and brightly colored which will change color over time to follow the color of the eggs it contains (red or yellow), the tentacles appear shorter and tense due to the contractions that occurred. The embryogenesis phase of *Acropora millepora* included the fertilization phase (2 cells), the 4-8 cell phase, the multicellular phase, the early blastula phase (prawnchip), the blastula phase (bowl shape), the initial planula phase (ball shape), and the early planula phase. The time required for *Acropora millepora* corals to become an early planula was 43 hours after spawning.

**Keywords:** *Coral spawning, Embryogenesis, Acropora spp*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
BIODATA PENULIS.....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan.....	2
C. Kegunaan .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Biologi Karang .....	4
B. Karakteristik Karang Genus <i>Acropora</i> .....	5
C. Reproduksi Karang.....	6
D. Waktu Reproduksi .....	8
E. Perkembangan Embrio.....	9
F. Competence Time .....	11
III. METODE PENELITIAN.....	13
A. Waktu dan Tempat .....	13
B. Alat dan Bahan .....	13
C. Prosedur Kerja.....	14
D. Analisis Data.....	16
IV. HASIL .....	17
A. Pengamatan Kematangan Gonad Karang.....	17
B. Pengamatan Waktu dan Tingkah Laku Pemijahan .....	19
C. Embriogenesis .....	21
V. PEMBAHASAN .....	24
A. Waktu dan Tingkah Laku Pemijahan Karang .....	24

B. Fase Perkembangan Embrio (Embriogenesis) karang <i>Acropora millepora</i> .....	25
VI. SIMPULAN DAN SARAN.....	27
A. Kesimpulan .....	27
B. Saran .....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur skeleton karang .....	4
Gambar 2. Lapisan karang dengan <i>zooxanthellae</i> di dalamnya .....	5
Gambar 3. Salah satu karang dalam genera <i>Acropora</i> . .....	5
Gambar 4. Perkembangan embrio <i>Acropora</i> spp .....	10
Gambar 5. Stadia perkembangan embrio untuk karang <i>Acropora</i> .....	11
Gambar 6. Peta lokasi penelitian di Pulau Badi dan Barranglombo.....	13
Gambar 7. Karang yang telah matang gonad.....	17
Gambar 8. <i>Acropora intermedia</i> yang sedang memijah .....	20
Gambar 9. Pelepasan sperma <i>Acropora millepora</i> .....	20
Gambar 10. Grafik rata-rata suhu bak dan perairan di Pulau Barranglombo bulan Maret 2021 .....	21
Gambar 11. Perkembangan embrio hasil pemijahan <i>Acropora millepora</i> di Pulau Barranglombo 2021. ....	22

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Waktu dan musim spawning karang di Kepulauan Spermonde (Yusuf <i>et al</i> , 2013).....	9
Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Kematangan Gonad (TKG) secara visual.....	15
Tabel 3. Data kematangan gonad di Pulau Badi pada tahun 2019 dan Pulau Barranglombo 2021 .....	18
Tabel 4. Data pemijahan karang di Pulau Badi 2019 dan Pulau Barranglombo 2021 .	19

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar TKG karang di Pulau Badi 2019 .....	32
Lampiran 2. Daftar TKG karang di Pulau Barranglombo 2021 .....	37
Lampiran 3. Data rata-rata suhu harian perairan laut dan suhu bak pemeliharaan induk karang pada bulan Maret 2021 .....	39

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, ekosistem terumbu karang di seluruh dunia mengalami penurunan yang signifikan. Berdasarkan data survey yang dikumpulkan setiap tahun, diestimasi terjadi pengurangan tutupan karang 1% setiap tahunnya dalam kurun waktu 20 tahun terakhir dan 2% (atau 3168 km<sup>2</sup> per tahun) antara 1997 dan 2003 (Bruno dan Selig, 2007). Wilkinson (2008) melaporkan bahwa 19% dari hamparan terumbu karang telah hilang, dan 15% terancam dalam kurun waktu yang dekat. Beberapa bukti mengindikasikan bahwa ekosistem bisa saja tidak dapat pulih kembali dari stress antropogenik (Rinkevich, 2005). Peneliti dari Institut Australia juga melaporkan rata-rata tutupan karang Great Barrier Reef mengalami penurunan sekitar 40% pada 1985 dan 2012, yang disebabkan oleh badai, predasi *Acanthaster planci*, dan fenomena pemutihan karang (GBRMPA, 2017). Sedangkan Nonaka (2003 dalam Okubo *et al.*, 2010) melaporkan bahwa gugusan terumbu karang yang mengelilingi Okinawa (bagian selatan Jepang) telah rusak akibat peristiwa bleaching pada tahun 1998 salah satunya ialah karang jenis *Acropora intermedia* yang sebelumnya sangat mudah dijumpai pada daerah tersebut kini mulai jarang ditemui.

Kerusakan ekosistem terumbu karang yang terjadi, baik secara alami maupun yang disebabkan oleh stress antropogenik dapat menyebabkan kelangkaan populasi dan hilangnya beberapa spesies karang tertentu. Di Indonesia sendiri khususnya di Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan, Putra (2011) melaporkan bahwa kondisi terumbu karang di Pulau Badi secara umum berada dalam kondisi buruk meski di beberapa bagian masih termasuk dalam kategori baik. Kerusakan terumbu karang di Pulau Badi akan mempengaruhi kemampuan alamiah pesisir dalam mereduksi gelombang. Dengan demikian hilangnya fungsi terumbu karang sebagai pemecah gelombang laut yang mengarah ke pulau, mengakibatkan terjadinya abrasi dan penurunan luas daratan yang secara tidak langsung akan merubah bentuk pulau.

Penurunan persentase tutupan terumbu karang yang signifikan perlu dikendalikan terkhusus pada pendekatan sains dan teknologi. Beberapa metode restorasi terumbu karang telah diterapkan untuk memulihkan ekosistem terumbu karang yang rusak seperti metode transplantasi dan biorock. Namun metode tersebut masih megandalkan bibit dari hasil fragmentasi di alam, yang apabila pengambilan induk karang dengan cara-cara yang tidak benar maka akan semakin banyak terumbu yang rusak (Yusuf, 2012).



Pada tahun 1983, penelitian tentang reproduksi karang menjadi populer setelah adanya laporan pemijahan skala besar dari 156 spesies karang di Great Barrier Reef, Australia (Harrison *et al.*, 1984). Sekitar 85% reproduksi seksual karang dilakukan dengan cara melepaskan gamet di kolom air (broadcaster) sehingga fertilisasi gamet berlangsung di luar tubuh (Markey *et al.* 2007). Sama seperti organisme sesil laut lainnya, stadia embrio karang (Scleractinia) yang bersifat planktonik sangat rentan terhadap perubahan lingkungan, predasi kompetisi dan penyakit (Yusuf *et al*, 2014). Menurut Omori (2011), meski karang umumnya memiliki tingkat fekunditas yang tinggi, pada lingkungan alaminya tingkat keberlangsungan hidup dari larva karang sangat rendah. Tingginya tingkat stress lingkungan pada lapisan permukaan laut dapat mempengaruhi kondisi dan tingkat keberlangsungan hidup larva karang.

Waktu yang dibutuhkan untuk embrio berkembang menuju tahap planula disebut *competence time*. Wilson *et al* (1998) melaporkan, bahwa karang non Acropora, Cyphastrea serailia, Goniastrea australensis, dan Acanthastrea lordhowensis memerlukan waktu kompetensi 624 jam, 1.344, 1.872 jam (secara berturut-turut). Di Great Barrier Reef Australia, karang dari genus Acropora, membutuhkan waktu yang berbeda pula, 100-130 jam (Acropora tenuis) dan 94-130 jam (Acropora millepora) Yusuf *et al* (2014). Hasil dari kedua penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan *competence time* pada setiap jenis karang.

Informasi mengenai perkembangan larva karang keras masih terbatas namun sangat dibutuhkan untuk mengetahui secara rinci kelangsungan hidup karang mulai dari stadia telur hingga menjadi larva. Pada pengamatan laboratorium, tahap planula pada larva membutuhkan perlakuan khusus selama proses metamorfosisnya. Proses perkembangan larva dapat diamati di laboratorium termasuk proses penempelan larva pada substrat (Nozawa, 2008). Berangkat dari persoalan tersebut, diperlukan penelitian mengenai pemijahan buatan pada skala laboratorium untuk mengetahui lebih lanjut terkait tingkah laku pemijahan, perkembangan embriogenesis, dan *competence time* larva Acropora spp.

## **B. Tujuan**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui:

1. Tingkah laku pemijahan karang *Acropora tenuis* dan *Acropora millepora*
2. Perubahan fase perkembangan embrio *Acropora millepora* dan waktu yang dibutuhkan hingga mencapai fase larva planula

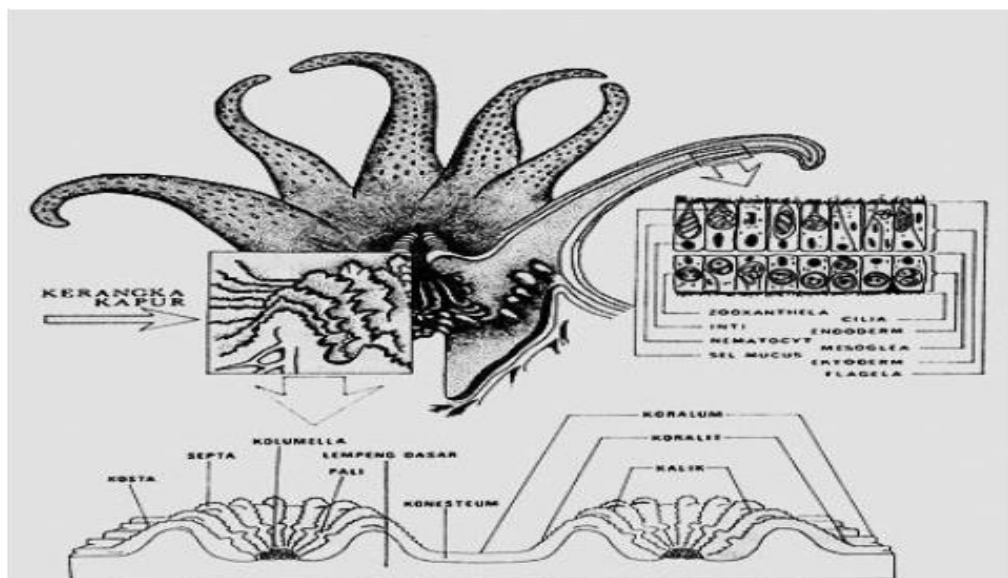
### **C. Kegunaan**

Kegunaan dari hasil penelitian ini adalah dapat memberikan informasi ilmiah mengenai waktu spawning, fase embrio, dan estimasi waktu perkembangan larva *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora* hingga mencapai fase planula hasil pemijahan di Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan yang selanjutnya dapat menunjang dalam menentukan pola pengelolaan dan rehabilitasi pada ekosistem terumbu karang khususnya pada karang jenis *Acropora intermedia* dan *Acropora millepora*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

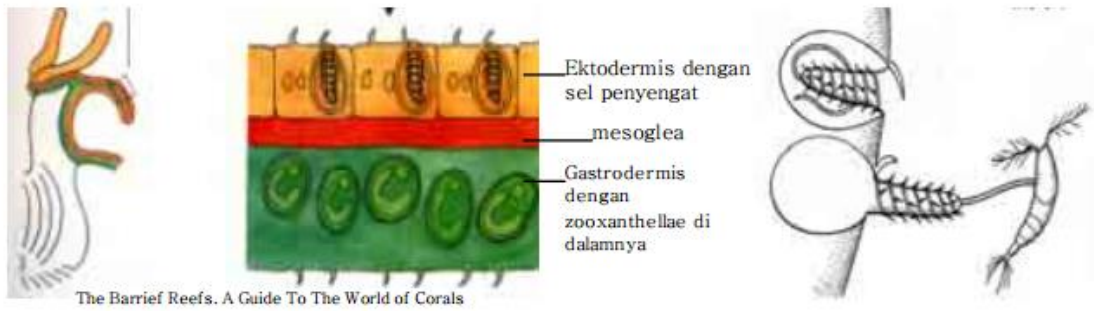
### A. Biologi Karang

Makanan karang ialah zooplankton (Castro dan Huber, 2005). Karang merupakan binatang yang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Di sekitar mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Mulut dilanjutkan dengan tenggorokan yang pendek langsung berhubungan dengan rongga perut yang berisi semacam usus yang disebut mesentri filament yang berfungsi sebagai alat pencernaan. Polip didukung oleh kerangka kapur yang berfungsi sebagai penyangga, tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar (Gambar 1). Kerangka yang berdiri ini disebut septa yang tersusun atas bahan anorganik dan kapur hasil sekresi dari polip karang (Suharsono, 1996).



Gambar 1. Struktur skeleton karang (Suharsono, 1996)

Karang dapat menarik dan menjulurkan tentakelnya. Tentakel tersebut aktif dijulurkan pada malam hari saat karang mencari mangsa sedangkan siang hari tentakel ditarik masuk ke dalam rangka. Pada lapisan ektodermis tentakel terdapat sel penyengat (knidoblast), yang merupakan ciri khas semua hewan Cnidaria. Knidoblast dilengkapi dengan alat penyengat (nematosit) beserta racun di dalamnya (Gambar 2). Sel penyengat apabila tidak sedang digunakan akan berada dalam kondisi tidak aktif, dan alat sengat berada dalam sel (Timotius, 2003).

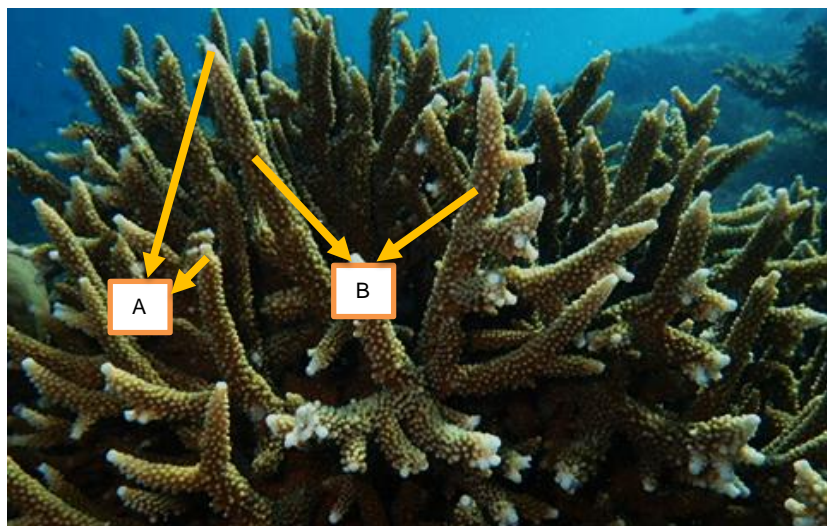


Gambar 2. Lapisan karang dengan *zooxanthellae* di dalamnya (Timotius, 2003)

### B. Karakteristik Karang Genus *Acropora*

Karang genus *Acropora* merupakan karang pembangun yang paling sering dijumpai di Florida dan sepanjang Karibian. Karang ini mampu tumbuh dengan cepat dan membentuk terumbu yang padat yang sangat berkontribusi terhadap pertumbuhan terumbu karang, pembentukan struktur formasi pulau, melindungi daerah pesisir, dan habitat bagi ikan (Bruckner, 2002).

*Acropora* (Oken, 1815) ialah salah satu genus dari karang keras yang termasuk dalam family Acroporidae. Saat ini, telah ditemukan sekitar 120-140 spesies hidup dalam genus ini, namun spesies baru masih ditemukan pada spesies hidup dan fosil-fosil karang. Penamaan Latin *Acropora* merujuk kepada bentuk pertumbuhannya, yaitu pada bagiannya terdapat dua bentuk koralit yaitu axial koralit yang berada di ujung pertumbuhan karang (pucuk) dan radial koralit tersebar di seluruh bagian karang oleh karena itu tingkat pertumbuhannya cepat dibandingkan dengan genera karang yang lain karena memiliki dua sistem koralit yaitu axial koralit dan radial koralit (Gambar 3).



Gambar 3. Salah satu karang dalam genera *Acropora*, (A) Axial corallit, (B) Radial corallit.

Genera karang *Acropora* memiliki hirarki taksonomi sebagai berikut :

Kingdom: Animalia

Phylum: Cnidaria

Class: Anthozoa

SubClass: Hexacorallia

Order: Scleractinia

Family: Acroporidae

Genus: *Acropora* (Oken, 1815)

### C. Reproduksi Karang

Secara umum terdapat dua bentuk golongan cara reproduksi karang yaitu secara seksual dan aseksual (Timotius, 2003): Reproduksi secara seksual terjadi melalui peleburan inti gamet dengan inti gamet betina.

#### 1. Reproduksi aseksual

Reproduksi aseksual terjadi melalui proses pertunasan, fragmen, polip bail-out dan parthenogenesis.

- a. Pertunasan secara intratentakular adalah satu polip membelah menjadi dua polip, polip yang baru tumbuh dari polip yang lama. Pertunasan extratentakular yaitu tumbuhnya polip baru diantara polip-polip lama.
- b. Fragmentasi yaitu koloni baru terbentuk oleh patahan karang. Patahan koloni karang yang lepas dapat menempel di dasar perairan dan membentuk tunas serta koloni baru proses ini terutama terjadi pada karang bercabang (branching coral) yang mudah sekali patah namun memiliki lahu pertumbuhan yang sangat cepat.
- c. Polip bailout adalah pembentukan polip dan koloni dari karang mati. Pada karang yang mati, kadang kala jaringan-jaringan yang masih hidup dapat meninggalkan skeletonya dan terbawa oleh air. Jika jaringan hidup tersebut menempel pada substrat yang sesuai, maka jaringan tersebut dapat tumbuh dan membentuk polip serta koloni baru. Pada karang *Seriatopora hystrix*, proses polyp bail-out ini merupakan respon terhadap stres sekaligus sebagai proses reproduksi. Individu polip awalnya menempel pada rangka kapur yang lama, lalu terbawa oleh arus, kemudian melekat pada substrat yang baru (Sammarco, 1982).
- d. Parthenogenesis adalah pertumbuhan larva karang dari sel telur yang tidak terbuahi.

#### 2. Reproduksi seksual

Berdasarkan proses pertemuan antara sel gamet jantan dan betina terdapat dua tipe reproduksi seksual, yaitu pembuahan internal (brooding) dan pembuahan eksternal

(spawning). Pada tipe brooding, sel telur dan sperma tidak dilepaskan ke kolom air. Zigot berkembang menjadi larva planula dalam tubuh polip induk, selanjutnya planula dilepaskan ke kolom air. Tipe reproduksi ini misalnya terjadi pada karang *Pocillopora damicornis* dan *Stylophora sp.* Karang tipe spawning melepaskan ovum dan sperma ke dalam kolom air, dan fertilisasi terjadi beberapa jam setelah ovum dan sperma dilepaskan. Spawning ini seringkali terjadi secara masal, sehingga disebut mass spawning. Reproduksi spawning misalnya terjadi pada karang genus *Favia*. Peristiwa mass spawning dapat terjadi selama beberapa hari atau beberapa bulan (Timotius, 2003).

Karang yang melakukan pembuahan internal disebut juga sebagai pengeram (brooders), sedangkan yang mengalami fertilisasi eksternal disebut pemijah (broadcast spawners). Karang pengeram biasanya menghasilkan telur yang lebih sedikit daripada karang pemijah. Hal ini berhubungan dengan biaya perawatan yang tinggi untuk mengandung embrio (Harrison dan Wallace, 1990).

Karakteristik reproduksi karang pada suatu wilayah dapat dijadikan pijakan dalam manajemen ekosistem terumbu karang. Jenis kelamin, susunan gonad, fekunditas, dan model reproduksi serta masa reproduksi suatu jenis karang sangat bermanfaat dalam prediksi rekrutmen populasi karang (Munasik, 2002).

Jenis kelamin karang tidak mudah dilihat dari luar seperti pada hewan tingkat tinggi lainnya. Untuk menentukan jenis kelamin secara langsung harus mengamati gonad matang di dalam coelenteron. Testis karang biasanya berwarna putih, sedangkan ovarium tampak berwarna lebih menyolok merah, merah muda, orange, coklat, atau biru (Harrison dan Wallace, 1990).

Jenis kelamin karang dibedakan atas hermafrodit dan gonokorik. Karang hermafrodit adalah karang yang menghasilkan gamet jantan dan gamet betina dalam satu koloni atau individu. Sedangkan karang gonokorik adalah karang yang berbentuk koloni atau individu yang menghasilkan gamet jantan dan gamet betina secara sendiri-sendiri sepanjang hidupnya (dioecious, kelamin terpisah). Karang scleractinia yang termasuk dalam kelompok gonokorik kebanyakan adalah sub-ordo Fungiina, antara lain: Agaricidae, Acroporidae, Pocilloporidae, Faviidae, Merulinidae, Oculinidae, Musiidae, dan Pectinidae (Richmond dan Hunter, 1990).

Karang hermafrodit menurut perkembangannya terbagi atas (1) hermafrodit simultan (*simultaneous hermaphrodite*) dan (2) hermafrodit berurutan (*sequential hermaphrodite*). Pada karang hermafrodit simultan, ovum dan sperma karang matang secara serentak (Policansky, 1982). Sedangkan hermafrodit berurutan adalah kematangan ovum dan sperma berbeda waktunya. Matang gonad pada hermafrodit berurutan mempunyai dua pengertian, yaitu jantan matang lebih dulu daripada betina yang disebut proterandus, atau betina lebih dulu matang daripada jantan yang disebut protogynous (Ghiselin, 1974).

Harrison dan Wallace (1990) mendata bahwa 93% dari keseluruhan karang hermafrodit tergolong dalam hermafrodit simultan, sedangkan sisanya belum jelas. Meskipun fenomena hermafrodit berurutan belum adakejelasan pada karang scleractinia, namun sudah ada beberapa laporan mengenai tipe. Tersebut. Richmond (1996) mencatat sebagian besar Acroporidae, Faviidae dan beberapa Pocilloporidae termasuk hermafrodit simultan, sedangkan *Stylophora pistillata* dan *Goniastrea favulus* merupakan hermafrodit berurutan. Di Indonesia, sebagian besar laporan reproduksi seksual karang adalah dari kelompok hermafrodit sedangkan kelompok karang gonokorik sangat terbatas dan belum teridentifikasi. Jenis kelamin hermafrodit yang kemungkinan terjadi adalah tipe hermafrodit berurutan yang ditemukan pada *Stylophora pistillata* (Susilo, 1997), *Acropora aspera* (Munasik dan Ashari, 2002) dan *Hydnophora rigida* (Bachtiar, 2001). Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan waktu kematangan gonad, dimana telur lebih dulu matang daripada sperma.

#### **D. Waktu Reproduksi**

Beberapa aspek reproduksi yang meliputi seksualitas, cara, dan waktu reproduksi karang telah dikaji dengan baik oleh peneliti, yaitu 210 dari kurang lebih 600 spesies karang di dunia. Jika dilihat menurut wilayah maka fenomena mengenai reproduksi seksual spesies karang yang telah banyak diketahui berasal dari daerah subtropik Pasifik (Great Barrier Reef, Guam, Palau, Enewetak, Hawaii, Okinawa, dan Panama) yaitu sekitar 40%. Spesies terumbu di Karibia (Laut Atlantik) sekitar 30% dan di Laut Merah (Laut Indian) hanya sekitar 6% (Richmond dan Hunter, 1990).

Reproduksi karang di perairan tropis berlangsung sepanjang tahun dengan nilai berfluktuasi pada puncak pemijahan yang berbeda-beda. Di Australia, pemijahan massal karang ketika ratusan koloni karang dari beberapa spesies melepaskan gametnya secara bersamaan pada malam hari terjadi pada bulan Oktober/November (musim semi) pada Great Barrier Reef, dan pada Maret/April (musim gugur) pada perairan Australia bagian barat (Rosser, 2008). Sedangkan di Indonesia seperti yang telah dilaporkan di daerah Karimun Jawa, karang memijah pada bulan Maret-April dan Oktober-November (Edinger *et al.*, 1996; Munasik dan Azhari, 2002 dalam Rudi *et al.*, 2008). Sedangkan di perairan Sabang puncak pemijahan karang terjadi pada bulan Juni-Juli (Rudi *et al.*, 2008). Hasil pengamatan (Yusuf *et al.*, 2013) mendapatkan karang genus *Acropora* melakukan spawning pada bulan Maret di Kepulauan Spermonde (Tabel 1).

Tabel 1. Waktu dan musim spawning karang di Kepulauan Spermonde (Yusuf *et al*, 2013)

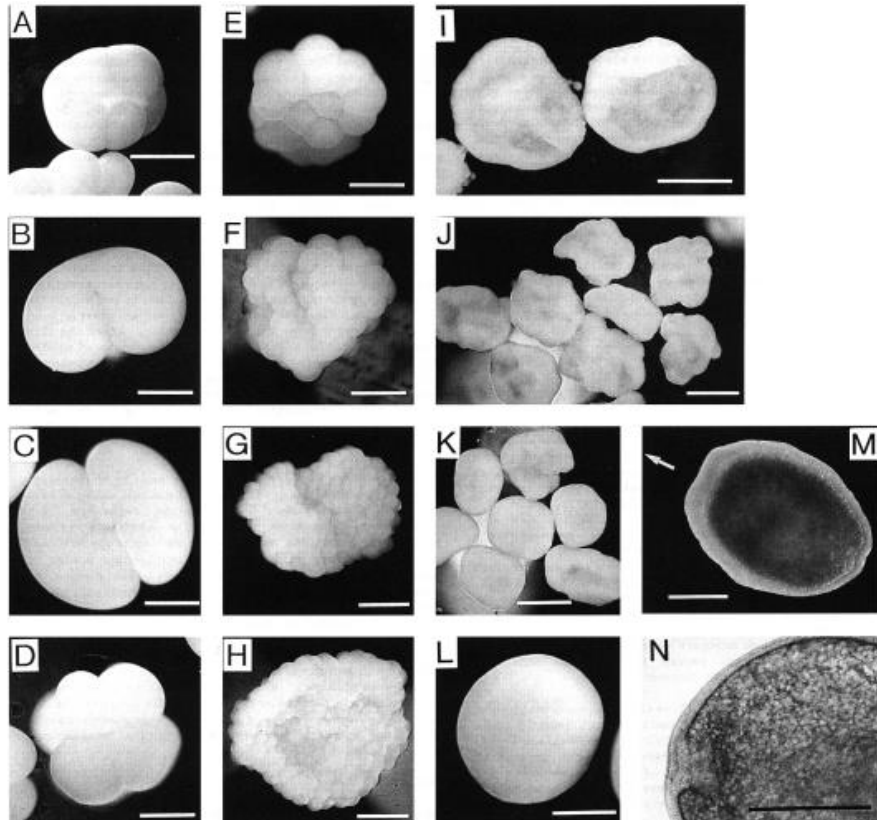
Musim	Musim (bulan)	Memijah pada	Spesies
Hujan		Februari	<i>A. nobilis</i>
	Desember		<i>A. loripes</i>
	Januari Februari		<i>A. digitifera</i>
	Maret	Maret	<i>A. cerealis</i>
			<i>A. nasuta</i>
			<i>A. aculeus</i>
			<i>Acropora sp</i>
Transisi pertama	April, Mei, Juni	Tidak ada data	
Musim panas	Juli	Augustus	Karang dengan polip lebih besar
	Augustus	September	( <i>Euphyllia</i> , <i>Dalaxea</i> )
	September		Mustafa (2011); Patiung (2011)
Transisi kedua	Oktober	Tidak ada data	
	November		

Waktu pemijahan pada kebanyakan spesies karang berlangsung antara malam sampai tengah malam. Pemijahan terjadi dalam suatu periode tertentu setelah matahari terbenam dan konsisten dari tahun ke tahun untuk masing-masing spesies. Puncak pemijahan karang biasanya dipengaruhi oleh fase bulan. Karang biasanya memijah delapan hari setelah purnama (Guest *et al*, 2005).

#### E. Perkembangan Embrio

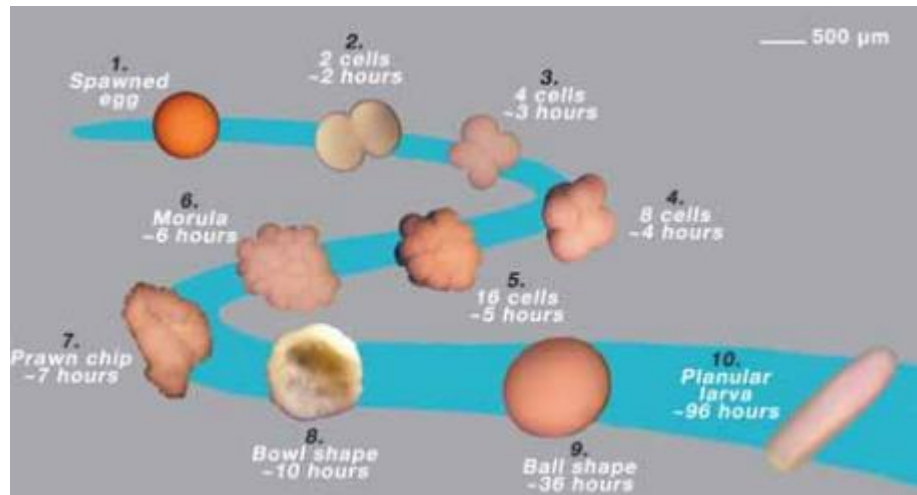
Observasi eksternal dari perkembangan embrio dan larva yang dilakukan oleh Hayashibara *et al* (1997) menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan diantara keempat spesies *Acropora* yang diamati. Semua spesies melepaskan buntelan telur-sperma yang berisi 4-17 sel telur dan banyak sel sperma. Beberapa buntelan mengapung di permukaan perairan lalu beberapa saat terpecah melepaskan telur dan sperma. Pada permukaan air yang tenang biasanya buntelan akan bertahan di permukaan selama satu jam setelah *spawning*.





Gambar 4. Perkembangan embrio *Acropora* spp. Skala bar: A, I, J, K = 500  $\mu$ m; B-H, L, M, N = 250  $\mu$ m. A) *Acropora nasuta*: buntelan telur-sperma. B) *Acropora hyacinthus*: pembelahan pertama. C) *Acropora hyacinthus*: awal dari pembelahan kedua. D) *Acropora hyacinthus*: stadia 8 sel. E) *Acropora hyacinthus*: stadia 32 sel. F) *Acropora hyacinthus*: stadia 64 sel. G) *Acropora hyacinthus*: stadia 128 sel. H) *Acropora hyacinthus*: tahap awal bentuk embrio kepingan cekung-cembung (8 jam setelah inseminasi). I) *Acropora hyacinthus*: stadia bentuk kepingan cekung-cembung (12 jam). J) *Acropora hyacinthus*: embrio berbentuk kepingan cekung-cembung mengalami proses penebalan 1 (14 jam). K) *Acropora hyacinthus*: embrio berbentuk kepingan cekung-cembung mengalami proses penebalan 2 (17 jam). L) *Acropora hyacinthus*: stadia planula awal (35 jam). M) *Acropora secale*: planula berenang di kolom air (72 jam). Tanda panah menunjukkan arah pergerakan planula tersebut. N) *Acropora nasuta*: daerah mulut pada planula berumur 4 hari (Hayashibara *et al*, 1997).

Telur-telur karang umumnya mengalami fertilisasi setelah 2 jam pasca pemijahan. Fertilisasi dan perkembangan embrio selama fase planktonik karang berlangsung di permukaan air. Pasca pelepasan dari polip, telur karang membutuhkan waktu pemisahan dari buntelan dan waktu pematangan lanjutan untuk beradaptasi dengan lingkungan perairan sebelum melakukan hibridisasi dengan sperma. Disamping itu, dibutuhkan waktu beberapa saat untuk penetrasi sperma dan proses pembelahan sel. Dengan alasan waktu tersebut maka fertilisasi memiliki waktu jeda saat pelepasan dan pembelahan sel (Harrison dan Wallace, 1990).



Gambar 5. Stadia perkembangan embrio untuk karang *Acropora* 1) Telur yang belum terbuahi (atau oosit) dengan bentuk bola yang berbeda dan penampakan buram; 2) Sekitar 2 jam setelah fertilisasi terjadi, embrio terbagi menjadi dua sel (dikenal sebagai blastomer) oleh sebuah proses yang disebut pembelahan; 3) Pada jam ketiga, embrio terbagi lagi menjadi empat sel; 4) Sel terus membelah sampai terbentuk 8 sel pada 4 jam; 5) 16 sel terbentuk sekitar 5 jam dan terus membelah sampai embrio membentuk banyak sel; 6) Stadia ini disebut morula dan terjadi setelah 6 jam; 7) Setelah 7 jam berlalu, embrio masuk pada stadia 'prawn chip' karena bentuknya yang pipih seperti keripik udang; 8) Setelah 10 jam, embrio membentuk seperti mangkuk; 9) Setelah 36 jam embrio membentuk 'bola' dan pada stadia ini embrio dapat tahan dari perubahan kondisi perairan; 10) Larva secara bertahap lebih motil dan berbentuk memanjang sampai pada stadia 'cigar shape' yang terbentuk sekitar 96 jam (Okubo dan Motokawa, 2007).

#### F. Competence Time

Ukuran masing-masing fase planktonik larva karang tergantung pada karakteristik tiap spesies. Perkembangan larva yang berenang bebas menjadi larva yang mengendap dan melekat membutuhkan waktu yang berbeda pada tiap stadia (Schwarz *et al*, 1999). Competence time atau waktu kompetensi merupakan waktu yang dibutuhkan embrio karang untuk berkembang menuju tahap planula. Karang yang mengerami telurnya (*brooding*) melepaskan planula besar dan telah berkembang dengan kandungan lipid yang tinggi dan alga simbiosis zooxanthellae pada jaringan beberapa spesies. Sedangkan untuk karang yang memijahkan telurnya di kolom air (*broadcast spawning*) memiliki ukuran yang kecil dan sedikit energi. Sehingga karang *brooding* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengendap dibandingkan karang yang *broadcast spawning* (Wilson, 1998).

Menurut hasil penelitian dari Wilson *et al* (1998) melaporkan karang non *Acropora*, *Cyphastrea serailia* memerlukan 624 jam waktu kompetensi, *Goniastrea australensis* memerlukan 1.344 jam waktu kompetensi, dan *Acanthastrea lordhowensis* memerlukan 1.872 jam sedangkan untuk karang dari genus *Acropora*, menurut hasil dari penelitian Yusuf *et al* (2014) di *Great Barrier Reef* Australia melaporkan bahwa karang jenis

*Acropora tenuis* membutuhkan 100-130 jam waktu kompetensi dan *Acropora millepora* dengan waktu kompetensi 94-130 jam.