

**SKRIPSI**

**KELANGSUNGAN HIDUP PLANULA KARANG *Acropora sp*  
PADA KEPADATAN YANG BERBEDA**

**Disusun dan Diajukan oleh**

**JUNIUR RANGAN**

**L111 15 041**



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

**2021**

**KELANGSUNGAN HIDUP PLANULA KARANG *Acropora sp*  
PADA KEPADATAN YANG BERBEDA**

**JUNIUR RANGAN**

**L111 15 041**

**SKRIPSI**



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

**2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**Kelangsungan Hidup Planula Karang *Acropora sp* Pada Kepadatan Yang Berbeda**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**Juniur Rangan**

**L111 15 041**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Program Studi Ilmu kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 28 Juli 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Dr. Syafyudin Yusuf, ST., M.Si

NIP. 19690719 1996603 1004

Pembimbing Anggota

Dr. Dr. Ir. Esther S. Manapa, MT

19670712 199603 2001

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si

NIP.197507272001 12 1003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Juniur Rangan  
Nim : L111 15 041  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Kelangsungan Hidup Planula Karang *Acropora sp* Pada Kepadatan Yang Berbeda”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 2021

Yang Menyatakan



Juniur Rangan

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertandatangan di bawa ini:

Nama : Juniur Rangan

NIM : L111 15 041

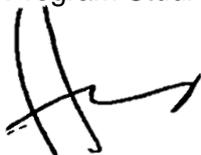
Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas sebagai instansinya. Apaila dalam waktu 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 yang ditentukan kemuian, sepanjang mahasiswa tetap diikutkan.

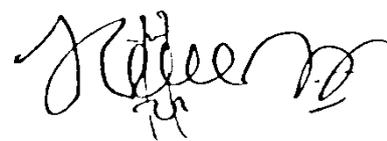
Makassar, 2021

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Ilmu kelautan



Dr. Ahmad Faizal, ST, M.Si  
NIP. 19750727 200112 1 003

Penulis



Juniur Rangan  
L111 15 041

## ABSTRAK

**Juniur Rangan.** L111 15 041. "Kelangsungan Hidup Planula Karang *Acropora sp* Pada Kepadatan Yang Berbeda" di bombing oleh Syafyudin Yusuf sebagai Pembimbing utama dan Esther S. Manapa sebagai Pembimbing Anggota.

---

Kelangsungan hidup planula karang sebagai fase awal kehidupan terumbu karang sangat penting untuk keberlangsungan hidup karang di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sintasan planula karang *Acropora sp* pada kepadatan yang berbeda, waktu kritis kelangsungan hidup planula karang *Acropora sp*. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengamatan dan pengambilan sampel, dimana koloni karang yang telah siap spawning ditandai. Setelah sampel telur didapatkan kemudian dibawa ke laboratorium untuk pengamatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sintasan planula dari kepadatan yang berbeda (0,5 planula/ml : 1 planula/ml: 1,5 planula/ml : 2 planula/ml) tidak menunjukkan perbedaan nyata ( $P > 0.05$ ). Sintasan planula tertinggi pada perlakuan kepadatan 1,5 planula/ml dan terendah dari kepadatan 2,0 planula/ml, Kematian planula terbanyak pada 12 jam pertama pemeliharaan, disebabkan karena tingkat adaptasi planula terhadap media air pemeliharaan pada semua unit perlakuan., selanjutnya kematian planula karang menurun secara eksponensial hingga akhir penelitian. Penelitian ini dapat memberikan gambaran informasi ketahanan planula karang dalam pemeliharaan terkontrol untuk kebutuhan perbenihan massal karang, sehingga dengan reproduksi seksual mampu menghasilkan bibit karang yang lebih banyak untuk restorative aktif.

**Kata Kunci :** Kelangsungan hidup, Planula, karang *Acropora sp*, Kepulauan Spermonde

## ABSTRACT

**Juniur Rangan.** L111 15 041. "Survival of *Acropora sp* Coral Planulae at Different Densities" Supervised by Syafyudin Yusuf as main Supervisor and Esther S. Manapa as Co-Supervisor.

---

The survival of coral planula as the initial phase of coral reef life is very important for the survival of corals in the waters. This study aims to determine the survival and critical time of survival of coral planula *Acropora sp* in controlled rearing at different densities. The research method used in this study was an experimental method of four density treatments and three replications. Planula aged 48 hours after spawning were observed every twelve hours (morning and evening) for seven days. The results of this study showed that planula survival of different densities (0.5 planula/ml : 1 planula/ml: 1.5 planula/ml : 2 planula/ml) did not show a significant difference ( $P>0.05$ ). The highest planula survival was in the treatment with a density of 1.5 planula/ml and the lowest was from a density of 2.0 planula/ml. The highest planula mortality was in the first 12 hours of rearing, due to the weak adaptation level of planula to rearing water media in all treatment units, then death. coral planula decreased exponentially until the end of the study. This study can provide an overview of the resistance of coral planula in controlled maintenance for the needs of coral mass seedling, so that sexual reproduction is able to produce more coral seedlings for active restoration.

**Keywords** : Survival, Planula, *Acropora sp*, coral, Spermonde Islands.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Syalom,

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Kelangsungan Hidup Planula Karang *Acropora* sp Pada Kepadatan Yang Berbeda”. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan meliputi tahap persiapan, pengambilan sampel di lapangan dan penyusunan. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Ilmu kelautan, Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih saya haturkan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, motivasi dalam menyelesaikan studi. Rampungnya skripsi ini berkat sumbangan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Untuk itu dengan hati tulus saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada orang tua terkasih. Ayahanda Titus Pai'pinan dan Ibunda Yulianti Laba serta seluruh keluarga besar atas doa dan dukungannya yang tiada henti.
2. Kepada Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan
3. Kepada Dr. Ahmad Faizal, S.T., M.Si selaku ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.
4. Kepada Dr. Syafyudin Yusuf, S.T., M.Si selaku Pembimbing Utama yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai penyusunan skripsi ini mulai dari tahap penyusunan Proposal penelitian hingga terselesaikannya Skripsi ini.
5. Kepada Dr. Dr. Ir. Esther Sanda Manapa, MT selaku Dosen Penasehat Akademik dan selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya Skripsi ini.
6. Kepada Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M.Si dan Dr. Ir. Aidah Ambo Ala Husain, M. Sc selaku penguji yang senantiasa memberikan saran perbaikan dan arahan hingga selesainya Skripsi ini dengan sabar.

7. Kepada para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya Skripsi ini.
8. Kepada tim Coral Reproduction (Andi Muhammad Agung Pratama AR, Nurul Ainun Harry, Maulana Malik dan Muhammad Ilham) yang sama-sama melakukan penelitian dari awal sampai selesai.
9. Kepada Maulana Malik dan Lorenzo Noris yang selalu meluangkan waktu apabila diperlukan.
10. Kepada teman PERMAKRIS yang senantiasa memberikan dukungan baik dalam bentuk doa maupun materil.
11. Kepada teman BG yang senantiasa memberikan dukungannya kepada penulis.
12. Kepada para senior yang telah menuangkan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama penulis menjadi mahasiswa di fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.
13. Kepada seluruh teman-teman seangkatan dan seperjuangan ATLANT'15 yang selalu memberikan motivasi, bantuan dan doa kepada penulis.
14. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) yang menjadi tempat berbagi ilmu dan telah menjadi keluarga penulis selama penulis menempuh pendidikan.
15. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang tidak sempat saya sebutkan namanya satu-persatu, mereka telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi diri saya sendiri dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

Syalom,

Makassar, 2021  
Penulis

Juniur Rangan

## KATA PENGANTAR

Syalom,

Syukur dan pujian penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kasih karunia-Nya sehingga penulisan Skripsi dengan judul “Kelangsungan Hidup Planula Planula Karang Acropora sp Pada Kepadatan Yang Berbeda” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam Skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala budi baik kita semua.

Syalom,

Makassar, 2021

Penulis,

Juniur Rangan

## BIODATA PENULIS



Juniur Rangan, dilahirkan di Tampo, 28 Juli 1997 dari pasangan Bapak Titus Pai'pinan dan Ibu Yulianti Laba. Penulis merupakan putra ke-5 dari enam bersaudara. Tahun 2009 penulis lulus dari SD Negeri 152 Tampo Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

Tahun 2012 penulis lulus di SMP Negeri 03 Nanggala Karre, Kecamatan Nanggala, Kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan. Tahun 2015 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Mengkendek, Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Pada bulan Agustus 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui jalur SNMPTN.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah koralogi. Penulis juga menjadi anggota KEMAJIK FIKP-UH dan PERMAKRIS IK-UH serta menjadi anggota UKM SAR UNHAS.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Kelangsungan Hidup Planula Planula Karang Acropora sp Pada Kepadatan Yang Berbeda" pada tahun 2019 yang dibimbing oleh Dr. Syafyudin Yusuf, S.T, M.Si selaku pembimbing utama dan Dr. Dr. Ir. Esther Sanda Manapa, MT selaku pembimbing pendamping.

# DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PERNYATAAN AUTHORSHIP .....	.iii
ABSTRAK.....	.iii
ABSTRACT .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	.vii
BIODATA PENULIS.....	.viii
DAFTAR ISI.....	ix
daftar gambar .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
<b>A. Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>B. Tujuan dan Kegunaan</b> .....	<b>2</b>
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
<b>A. Ekologi Karang</b> .....	<b>4</b>
<b>B. Biologi Karang</b> .....	<b>5</b>
<b>C. Reproduksi Karang</b> .....	<b>7</b>
1. Reproduksi Aseksual.....	7
2. Reproduksi Seksual.....	8
3. Cara (Mode) Reproduksi .....	9
4. Pola Reproduksi .....	11
5. Siklus Hidup dan Perkembangan Planula Karang .....	11
<b>D. Metamorphosis Planula ke Polip Baru</b> .....	<b>13</b>
III. METODE PENELITIAN.....	14
<b>A. Waktu dan Tempat</b> .....	<b>14</b>

1.	Penentuan lokasi penelitian.....	14
2.	Lokasi Pengamatan Sintasan Planula .....	14
<b>B.</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>15</b>
<b>C.</b>	<b>Prosedur Penelitian.....</b>	<b>15</b>
1.	Tahap persiapan .....	15
2.	Penanganan pemijahan karang.....	16
3.	Perlakuan penelitian .....	16
4.	Pengamatan Sintasan Planula.....	18
5.	Analisis Data .....	18
IV.	hasil .....	19
<b>A.</b>	<b>Sintasan Akhir Planula Karang.....</b>	<b>19</b>
<b>B.</b>	<b>Sintasan Harian Planula Karang.....</b>	<b>20</b>
<b>C.</b>	<b>Piramida Sintasan Planula Karang (Per 12 Jam) Antar Perlakuan.</b>	<b>21</b>
V.	PEMBAHASAN.....	29
VI.	kesimpulan dan saran .....	32
<b>A.</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>32</b>
<b>B.</b>	<b>Saran .....</b>	<b>32</b>
	Daftar pustaka .....	33
	LAMPIRAN .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Peta Lokasi penelitian .....	14
Gambar 2. Lokasi pengamatan planula .....	18
Gambar 3. Sampel Acak Sederhana.....	19
Gambar 4. Sintasan Akhir Planula Karang.....	20
Gambar 5. Sintasan Harian Planula Karang.....	21
Gambar 6. Piramida Sintasan Antar Perlakuan P dan Q.....	22
Gambar 7. Piramida Sintasan Antar Perlakuan P dan R.....	23
Gambar 8. Piramida Sintasan Antar Perlakuan P dan S.....	24
Gambar 9. Piramida Sintasan Antar Perlakuan Q dan R.....	25
Gambar 10. Piramida Sintasan Antar Perlakuan Q dan S.....	26
Gambar 11. Piramida Sintasan Antar Perlakuan R dan S.....	27

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Kelangsungan hidup organisme perairan sangat ditentukan oleh kesuksesan fase awal dalam siklus hidupnya. Seperti organisme sesil laut lainnya, stadia embrio karang (Scleractinia) bersifat planktonik yang rentan akibat perubahan lingkungan, predasi kompetisi dan penyakit. Kegagalan satu fase akan berdampak pada keberadaan populasi organisme (Levitan 2006, Markey *et al.*, 2007). Namun demikian, salah satu strategi biologis pada karang adalah dengan melakukan reproduksi secara massal. Sekitar 85% reproduksi seksual karang dilakukan dengan cara melepaskan gamet di kolom air (*broadcaster*) sehingga fertilisasi gamet berlangsung di luar tubuh (Lasker 2006, Levitan *et al.*, 1992). Dalam siklus hidup hewan karang, fertilisasi merupakan fase hidup yang sangat ringkas dan sebagai komponen yang sangat penting dalam evolusi organisme (Lasker 2006). Telur karang yang fertil berkembang menjadi stadia embrio (*embryo stage*), kemudian menjadi planula *planula* dan bermetamorfosis menjadi polip muda. Selama fase embrio dan planula *planula* sebagai planktonik terbawa oleh arus massa air menyebar ke berbagai lokasi hingga mengendap (Hayashibara *et al.*, 1997, Schwarz *et al.*, 1999, Portune *et al.*, 2010, Gleason dan Hoffman, 2011).

Embrio dan planula membutuhkan waktu yang berbeda selama fase planktonik hingga melekat di dasar (Gleason dan Hoffmann, 2011). Waktu yang dibutuhkan embrio dan planula selama di kolom air disebut sebagai *competence time*. Selama perkembangan embrio hingga mencapai planula *planula* membutuhkan waktu yang berbeda antara spesies karang. Disamping karena perbedaan spesies, *competence time* juga berbeda menurut model reproduksi dan posisi geografis. Secara umum, *competence time* bagi karang sekitar 48 jam (Thamrin 2006), 72 jam khusus bagi *Acropora* (Yusuf, 2012). Menurut Okubo dan Motokawa (2007), perkembangan embrio karang memperlihatkan kemiripan dengan embrio hewan lainnya pada bentuk *pole*, *blastopole* dan mulut.

Penelitian mengenai reproduksi karang secara alami di terumbu karang tropik di Indonesia masih sangat terbatas, sehingga masih belum cukup untuk

menggambarkan pola reproduksi karang di Indonesia. Informasi reproduksi sebatas menggambarkan fenomena reproduksi karang di alam. Karang genus *Acropora* di Kepulauan Spermonde memijahkan gonad pada fase bulan terang dan gelap (Yusuf, 2019 belum terpublikasi), namun pada penelitian ini umumnya memijah pada fase bulan gelap. Selama perkembangan planula, terjadi penurunan jumlah planula akibat ketahanan tubuh planula sangat rentan terhadap kondisi kualitas air media pemeliharaan.

Setelah pembuahan, embrio karang membentuk planula yang berenang bebas setelah beberapa hari berkembang. Selama perkembangannya, embrio mulai mengambang di permukaan air, tetapi mereka perlahan-lahan kehilangan daya apung karena simpanan lipid mereka digunakan dan mereka mulai berenang, membawanya ke dasar. Ini berarti ada teknik penanganan yang sedikit berbeda karena planula mengubah posisi di kolom air.

Sangat sedikit penelitian mengenai planula karang keras. Di Indonesia Yusuf (2012) telah meneliti tentang perkembangan dan pengendapan planula planula hingga metamorphosis. Untuk karang scleractinian, beberapa penelitian tentang kelangsungan hidup planula cukup lama untuk memberikan perkiraan umur panjang yang akurat. Selain itu, perubahan tingkat kematian selama hidup planula, yang diharapkan secara teoritis, memiliki implikasi terhadap tingkat konektivitas antar terumbu dan belum dihitung untuk spesies karang mana pun (Graham *et al.*, 2008).

Penelitian planula karang sangat dibutuhkan untuk melihat secara detail kelangsungan hidup karang mulai dari fase planula hingga fase juvenil, karena fase tersebut sangat kritis dalam hidup karang. Jika planula berhasil menjadi juvenil, maka kemungkinan besar perbaikan ekosistem terumbu karang melalui reproduksi seksual karang akan mampu menjawab permasalahan kerusakan ekosistem terumbu karang saat ini.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Sintasan planula planula karang *Acropora* sp pada kepadatan yang berbeda.
2. Waktu kritis kelangsungan hidup planula planula karang *Acropora* sp.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tentang perkembangan dan kelangsungan hidup planula *Acropora* guna mensuplai

juvenile untuk kebutuhan rehabilitasi terumbu karang secara alami melalui proses reproduksi dan perkembangan planula karang *Acropora*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Ekologi Karang

Terbentuknya terumbu karang merupakan suatu proses yang lama dan kompleks. Proses terbentuknya karang dimulai dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur pada substrat yang keras. Pembentuk utama terumbu karang adalah *scleractinian* atau karang batu dimana sebagian besar karang tersebut hidup dengan bersimbiosis dengan algae bersel tunggal yang berada dalam jaringan endodermnya. Karang pembentuk terumbu hanya dapat tumbuh dengan baik pada daerah-daerah tertentu seperti pulau-pulau yang sedikit mengalami proses sedimentasi. Pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang sangat baik mulai dari kedalaman 2-30 m. Keanekaragaman jenis karang berkembang secara maksimum bahkan sekitar Sulawesi dianggap sebagai pusat keanekaragaman jenis dan pusat asal usul karang. Sirkulasi arus yang baik dan rendahnya sedimentasi merupakan andil yang baik bagi tumbuh dan berkembangnya terumbu karang secara optimal (Suharsono, 2017).

Untuk dapat membentuk terumbu karang memerlukan persyaratan hidup tertentu, seperti cahaya, suhu, salinitas, kejernihan air, arus, dan substrat (Nontji, 1998). Cahaya sangat diperlukan untuk proses fotosintesis dari zooxanthella (symbion terumbu karang) yang produknya kemudian ditransfer ke hewan karang yang menjadi inangnya. Tanpa cahaya yang cukup, maka laju fotosintesis akan berkurang dan kemudian mengurangi kemampuan karang membentuk kerangka. Titik kompensasi untuk karang nampaknya merupakan kedalaman dimana intensitas cahaya berkurang antara 15-20% dari intensitas cahaya permukaan (Nybakken, 1998).

Sehubungan dengan faktor cahaya tersebut, kedalaman maksimum untuk hewan karang membentuk terumbu diperkirakan sekitar 40 m, karang pembentuk terumbu tumbuh subur dalam batas kedalaman tersebut. Di bawah kedalaman 40 m pertumbuhan akan menurun, pertumbuhan linier karang bergantung pada morfologi koloninya. Pertumbuhan yang tinggi pada umumnya ditemukan pada jenis *Acropora* bercabang, misalnya *A. palmata*, dan *A. formosa*, yaitu 4-20 cm pertahun. Rasio pertumbuhan yang sedang dijumpai pada karang bentuk daun, korimbose dan karang dengan cabang pendek. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan linier karang ialah cahaya, suhu, kecerahan, dan tekanan gelombang (Sorokin, 1993).

Suhu yang maksimum yang dapat ditolerir oleh terumbu karang berkisar 35-40°C. Suhu ekstrim akan mempengaruhi karang batu dalam reproduksi, metabolisme dan pembentukan kerangka kapur. Pertumbuhan karang sangat subur terjadi pada suhu 25-29°C, terhadap salinitas, toleransi hewan karang batu sekitar 27-40‰. Akan tetapi dapat pula dijumpai pada perairan yang salinitasnya lebih dari 40‰ seperti yang terjadi di Teluk Persia. Kondisi air yang keruh akan membawa pengaruh negatif, karena mengganggu karang dalam pencarian makanan dan polip harus memproduksi banyak mukus untuk melepaskan partikel-partikel yang mengendap pada karang. Melihat pentingnya kejernihan air terhadap karang, maka karang tidak terdapat pada perairan yang dekat dengan muara sungai besar atau curah hujan tinggi. Perairan yang keruh pertumbuhan karang hanya sampai pada kedalaman 2 m, sedangkan perairan yang jernih dapat mencapai 80 m (Nybakken, 1998).

## **B. Biologi Karang**

Terumbu karang merupakan endapan massif dari kalsium karbonat yang dihasilkan oleh karang dengan sedikit tambahan alga berkapur dan organisme lain yang mengeluarkan kalsium karbonat (Setiono, 1996). Karang merupakan binatang yang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan, mulut karang berhubungan dengan tenggorokan yang pendek dengan rongga perut yang terletak dibawahnya. Rongga perut yang berisi usus yang disebut dengan filament mesentri yang berfungsi sebagai alat pencernaan dan tempat perkembangan gonad (Suharsono, 2017).

Karang atau disebut karang batu merupakan hewan penyusun ekosistem terumbu karang yang paling dominan. Hewan karang adalah predator yang aktif menangkap makanannya. Makanannya berupa plankton yang ditangkap dengan menggunakan tentakel yang bernematosif (sel penyengat), perangkap lendir, atau melalui filamen mesenterial yang dikeluarkan dari rongga gastrovaskuler. Perolehan makanan dari karang dapat berupa autotrof dan heterotrof, dimana karang memperoleh makanannya dari organisme simbiosis berupa zooxanthella, dan dapat berupa heterotrof yang mana perolehan makanannya dengan menggunakan alat bantu berupa tentakel dan sejenis lainnya. Jaringan tubuh karang terdiri dari ektodermis, mesoglea, dan endodermis. Ektodermis

merupakan jaringan terluar yang terdiri dari berbagai jenis sel diantaranya sel mucus dan sel nematosit (sel penyengat). Mucus berfungsi sebagai alat untuk membebaskan diri dari sedimen yang melekat dan pada beberapa jenis karang, juga berfungsi sebagai pengumpul makanan (Suharsono, 2017).

Dalam lapisan ektodermis juga terdapat sistem syaraf tersebar dilapisan endodermis dan mesoglea. Pada lapisan mesoglea bagian atas koordinasi oleh sel khusus yang disebut sel junction yang bertanggung jawab dalam memberi respon baik mekanis maupun kimia dan menerima rangsangan cahaya. Jaringan mesoglea terletak ditengah, berupa lapisan jeli sedangkan lapisan luar terdapat sel semacam sel otot. Jaringan otot yang terdapat pada mesoglea bertanggung jawab atas gerakan polip untuk mengembangkan atau mengkerutkan sebagai respon perintah syaraf. Sinyal ini tidak hanya untuk satu polip tetapi diteruskan pada polip lain, sedangkan jaringan endodermis berada pada lapisan dalam yang sebagian besar selnya berisi sel algae yang merupakan simbion karang (Suharsono, 2017).

Skeleton (kerangka) karang tersusun atas kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang disekresikan oleh epidermis pada bagian pertengahan dibawah polip. Proses sekresi menghasilkan rangka kapur berbentuk cawan tempat polip karang menetap. Cawan tersebut dikenal dengan calyx, dinding yang mengelilingi disebut epitheca, dasar cawan disebut lempeng basal. Lempeng basal juga sebagai pondasi dari septa, keseluruhan skeleton yang berbentuk dari satu polip disebut koralit, sedangkan keseluruhan koralit disebut koralum. Septa yang tumbuh sampai dinding terluar disebut kosta, pada bagian dalam septa tertentu sering dilanjutkan suatu struktur yang dinamakan pali. Kolumella adalah struktur yang berada disuatu dasar dan ditengah koralit yang sering merupakan kelanjutan dari septa (Mapstone, 1990; Suharsono, 2017).

Menurut Grzimenk (1976), karang atau disebut karang batu merupakan hewan penyusun ekosistem terumbu karang yang paling dominan. Berbeda dengan *Anemon* laut, hewan ini tersusun atas polip antara 1-30 mm kecuali dari suku fungidae dengan diameter sekitar 25 cm atau lebih.

Hewan karang adalah predator yang aktif menangkap makanannya. Makanannya berupa plankton yang ditangkap dengan menggunakan tentakel yang bernematosit (sel penyengat), perangkat lendir atau melalui filament mesenterial yang dikeluarkan dari rongga gastrovaskular. Suplai energi perhari

dari plankton terhadap hewan karang sangat kurang, yaitu hanya 5,124% (Boadden dan Seed, 1985).

Seperti halnya karang batu, karang lunak termasuk Filum Coelenterata, Kelas Anthozoa yaitu hewan yang bentuknya memiliki polip. Kelas Anthozoa dibagi dalam Sub-kelas yaitu Hexacorallia atau Scleractinia dan Sub-kelas Octocorallia atau Alcyonaria. Karang batu termasuk dalam Sub-kelas Octocorallia.

Adapun klasifikasi karang genus *Acropora* menurut (Wallace, 1999) adalah sbb :

Kingdom : Animalia

Phylum : Cnidaria

Class : Anthozoa

Ordo : Scleractinia

Family : Acroporidae

Genus : *Acropora*

### **C. Reproduksi Karang**

Biologi reproduksi adalah salah satu fenomena biologi dalam awal siklus hidup suatu organisme. Menurut Gardiner (1972), reproduksi mengarah ke arah kelangsungan hidup dimuka bumi sehingga kelangsungan hidup suatu spesies dapat mempertahankan keberadaannya secara terus menerus, yaitu dengan cara menghasilkan suatu organisme baru. Reproduksi dapat diartikan apabila suatu organisme menghasilkan keturunan dan mewariskan kandungan genetik yang ditujukan untuk pembangunan karakter umum mereka dalam bentuk kode-kode genetik, baik karakter morfologi, fisiologi atau karakter khusus yang membedakan mereka secara individu. Secara umum, karang bereproduksi dengan dua cara; yaitu secara aseksual dan seksual (Veron, 1996; Harison, 1990; Richmond, 1985; 1987).

#### **1. Reproduksi Aseksual**

Proses reproduksi aseksual pada karang dapat menghasilkan koloni-koloni baru atau karang soliter melalui berbagai mekanisme, yaitu melalui pertunasan (*budding*), fragmentasi, pembelahan transversal dan *longitudinal polip*, pengeluaran polip (*polip bail out*) dan reproduksi *planula* secara aseksual (Sorokin, 1993).

Karang sebagai kelompok hewan tingkat rendah memiliki kemampuan melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual. Reproduksi secara aseksual pada karang melalui proses *brooding*, dimana pembuahan embriogenesis terjadi didalam tubuh induk betina, kemudian setelah matang anak karang dikeluarkan dalam bentuk planula yang disebut *planula*.

Pertumbuhan koloni melauai pembentukan polip-polip baru berlangsung selama proses pertunasan aseksual. Penambahan polip dapat terbentuk ketika satu polip terbagi menjadi dua (*intratentacular budding*) atau kadang-kadang sebuah mulut baru dengan tentakel dapat secara sederhana terbentuk dalam ruang antara dua polip yang berdekatan (*intratentacular budding*) (Wells, 1956; Richmond, 1987). Jika polip dan jaringan yang dibentuk oleh pertunasan tetap melekat pada koloni induk yang kemudian tumbuh akan menghasilkan suatu peningkatan suatu ukuran koloni (Richmond, 1985).

Reproduksi aseksual memiliki keuntungan karena tidak membutuhkan pasangan dan keturunan yang dihasilkan adalah identik dengan induknya, sehingga genotipnya secara lokal telah beradaptasi, serta memberikan perlindungan dalam ukuran terhadap pemangsaan (Richmond, 1997). Selanjutnya ditambahkan oleh Richmond (1997), bahwa sepanjang kondisi lingkungan tetap sama, keturunan yang dihasilkan akan memiliki tingkat kesuksesan yang sama seperti yang dialami oleh koloni-koloni induknya. Kerugiannya adalah suatu populasi yang tidak memiliki variabilitas genetik (hasil reproduksi aseksual) adalah sangat pekat terhadap perubahan dalam komponen-komponen biologi dan fisik lingkungan oleh suatu peristiwa seperti EL-Nino, predasi dan penyakit. Kerugian lainnya adalah kemampuan penyebarannya yang terbatas, yang sama didistribusi dari hasil reproduksi sangat penting dalam kesuksesan dalam populasi karang.

## **2. Reproduksi Seksual**

Reproduksi seksual memberikan dua kesempatan bagi terjadinya kombinasi genetik yang baru yaitu; 1) pencampuran atau persilangan selama proses meiosis dalam pembentukan telur dan sperma; dan 2) kontribusi genetik dari dua induk ketika sebuah telur dibuahi oleh sperma. Hal tersebut memberikan tambahan variasi genetik terhadap populasi, yang mengarah pada peningkatan kelangsungan hidup dari suatu spesies (Richmond, 1997).

Reproduksi seksual meliputi proses gametogenesis, yang membutuhkan beberapa minggu untuk sperma sampai lebih dari 10 bulan untuk telur. Pemijahan ini diikuti oleh fertilisasi yang akan menghasilkan planula planula yang dapat melekat, bermetamorfosis dan dapat berkembang menjadi polip-polip utama (Richmond dan Hunter, 1990).

Secara garis besar, tipe seksualitas pada karang dapat dikelompokkan atas dua yaitu: 1) **gonokorik**, yaitu spesies-spesies karang (berkoloni atau soliter) yang memproduksi hanya gamet jantan atau betina sepanjang hidupnya, dan 2) **Hermafroditik**, yaitu spesies-spesies karang (berkoloni atau soliter) yang menghasilkan baik gamet jantan dan betina sepanjang hidupnya. Beberapa spesies hermaprodit memiliki ovarium dan sperma yang dapat berkembang pada mesenterium yang sama, mesenterium yang berbeda dalam polip yang sama, polip yang berbeda dalam koloni yang sama atau pada waktu yang berbeda dalam koloni yang sama (Richmond, 1997).

Tekanan yang berlebih terhadap ekosistem terumbu karang dapat menyebabkan ekosistem ini tidak mampu memulihkan daya dukungnya. Akibatnya, kerusakan terumbu karang yang makin parah di berbagai kawasan di Indonesia dan hanya tersisa 30% dalam kondisi yang baik dan sangat baik. Pemulihan spesies terumbu karang membutuhkan waktu yang sangat lama dan upaya yang cukup besar. Pemulihan alami tergantung pada kemampuan reproduksi karang dari berbagai daerah sumber planula. Namun demikian, informasi pola dan waktu reproduksi karang di alam masih sangat terbatas, sehingga upaya reproduksi secara terkontrol masih dalam skala riset (Yusuf, 2012).

### 3. Cara (Mode) Reproduksi

Cara reproduksi karang menurut Richmond dan Hunter (1990); Richmond 1997); dan McGuire (1998) dapat dibedakan atas:

- a. *Spawning* (memijah); spesies yang memijah gamet-gametnya (telur atau sperma) kedalam kolom air, dan selanjutnya terjadi fertilisasi eksternal dan kemudian terjadi perkembangan embrio.
- b. *Brooding* (mengerami); spesies dengan telur-telur yang dibuahi secara internal, dengan perkembangan embrio sampai pada fase planula berlangsung dalam polip karang. Proses pelepasan planula yang telah berkembang secara penuh dari polip dikenal dengan istilah *planulasi*.

Umumnya spesies karang yang bercabang dan berpolip kecil dengan gonad yang berkembang dalam koelenteron, menghasilkan sedikit telur dan planula yang dierami, sedangkan spesies yang massif dan berpolip besar menghasilkan banyak telur yang dipijahkan untuk pembuahan eksternal (Rinkefich dan Loya, 1979). Ditambahkan oleh Glynn *et al.* (1994), bahwa umumnya spesies dengan koloni-koloni dewasa yang berukuran besar cenderung menjadi *broadcast spawner* dengan fertilisasi eksternal dan selanjutnya berkembang menjadi planula, sedangkan spesies dengan koloni-koloni dewasa yang berukuran kecil melakukan fertilisasi internal, mengerami telurnya dan kemudian melepaskan planula-planula yang telah berkembang secara penuh.

Pemijahan terkait dengan lebih tingginya fekunditas, sedangkan yang dierami menghasilkan planula dengan potensi penyebaran yang luas (Richmond, 1985; 1997). Kadang-kadang yang mengerami ditemukan lebih dominan dirataan terumbu yang dangkal dan banyak mengalami gangguan, sedangkan karang-karang yang memijah lebih mendominasi pada perairan yang kurang mengalami gangguan (Stimoson, 1978).

Perbedaan antara kedua cara reproduksi tersebut banyak dipengaruhi oleh aspek ekologi karang yang meliputi transfer alga simbiotik keplanula, kemampuan planula (selama periode yang mana planula memiliki kemampuan untuk dapat berhasil menempel dan bermetamorfosis), penyebaran planula, pola distribusi geografi, variabilitas genetik serta laju spesiasi dan evolusi (Richmond, 1990).

Planula planula yang dilepaskan dari karang-karang *brooding* langsung memiliki kemampuan untuk dapat melekat dan bermetamorfosis. Planula yang dierami secara umum berukuran lebih besar dari pada planula hasil *spawning*, dan pada karang hermatipik (pembangun karang), planula dilengkapi secara penuh dengan zooxanthella dari koloni induk. Hal ini menunjukkan bahwa zooxanthella memberi kontribusi metabolik terhadap planula, yaitu sebagai sumber energi tambahan untuk penyebaran jarak jauh (Richmond, 1987). Meskipun demikian, karena planula yang dihasilkan memiliki kemampuan untuk segera melekat, beberapa planula yang dierami segera melekat pada substrat hanya beberapa sentimeter dari koloni induk (Richmond, 1997).

*Brooder*, kedangkalan mengarah sebagai planulator, mewakili hanya sebagian kecil (mungkin sekitar 15%) dari karang-karang yang diteliti (Richmond, 1997). Karang kipas pasifik, *Pocillopora domicornis* melepaskan

planula-planula yang dierami (brooder) menurut satu siklus secara bulanan, sepanjang tahun (Richmond, dan Jockiel, 1984), sedangkan untuk karang-karang yang spawning (memijah) meliputi kurang lebih 85% dari 250 spesies karang yang diteliti, diantara spesies tersebut banyak yang berpartisipasi dalam pemijahan massal dengan suatu periode yang pendek setiap tahun (Harrison dan Wallace, 1990; Richmond dan Hunter, 1990).

#### **4. Pola Reproduksi**

Menurut Szmant (1986), pola reproduksi karang dapat dikelompokkan kedalam empat golongan yaitu:

1. Hermafrodit yang diikuti dengan broadcast spawning (*Hermafrodit broadcast spawning*)
2. Hermafrodit yang diikuti dengan brooding (*Hermafrodit brooding*)
3. Gonokorik yang diikuti dengan broadcast spawning (*Gonokorik broadcast spawning*).
4. Gonokorik yang diikuti dengan brooding (*Gonokorik brooding*)

Pola-pola umum yang sama terhadap spesies-spesies di Indo-Pasifik (Harriot, 1983). Spesies-spesies tersebut dikenal mengikuti pola (1) dan (3), dibawah kondisi lingkungan yang menguntungkan dan ukuran koloni yang lebih besar (diameter lebih besar dari 30 cm) yang secara tidak langsung menunjukkan spesies tersebut berumur panjang, sedangkan spesies-spesies yang mengikuti pola (2) dan (4) adalah secara umum berukuran lebih kecil yang secara tidak langsung menyatakan adanya penurunan pertumbuhan dengan peningkatan umur dan atau kematian induk yang tinggi (Szmant, 1986). Selanjutnya dikaitkan bahwa ciri-ciri brooding adalah berhubungan dengan ukuran koloni yang kecil dengan banyak siklus reproduksi dalam setahun dan merupakan salah satu bentuk strategi reproduksi pada karang untuk efisiensi dan peningkatan reproduksi baik pada spesies hermafroditik atau gonokorik. Strategi ini juga dapat menghindari tingginya kematian planula pada masa planktonik dan meningkatkan kesempatan planula untuk menemukan substrat yang cocok.

#### **5. Siklus Hidup dan Perkembangan Planula Karang**

Perkembangan planula karang umumnya terbagi dalam empat fase yakni : (1) fase pembelahan sel, (2) fase embrio, (3) fase planula berkembang, dan (4) fase pra metamorfosis. Telur-telur karang umumnya mengalami fertilisasi setelah

dua 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 hibridasi dengan sperma. Disamping itu, dibutuhkan waktu beberapa saat untuk penetrasi sperma dan proses pembelahan sel. Dengan alasan kebutuhan waktu tersebut, maka fertilisasi memiliki waktu jeda antara saat pelepasan dan pembelahan sel (Yusuf, 2014).

Menurut Okubo dan Motokawa (2007), pembelahan sel dari oosit *Acropora* umumnya dicapai dalam waktu kurang dari enam jam setelah pemijahan. Pada jam ke-1 telur belum terbuahi (oosit) biasanya berbentuk bulat, atau sedikit lonjong atau oval. Selanjutnya sekitar 2 jam setelah terbuahi sel telur terbagi menjadi dua sel yang disebut *blastomere* (prosesnya disebut *cleavage*). Embrio yang membelah terpilin di bagian tengah disebut '*holoblastik cleavage*' memiliki kuning telur (*isolecithalyolk*) yang lebih banyak. Selama 3 jam embrio terbagi lagi menjadi 4 sel, 4 jam menjadi 8 sel dan 5 jam menjadi 16 sel sehingga menjadi multisel (*morula*) pada 6 jam setelah fertilisasi. Setelah stadia *morula*, embrio membentuk stadia *prawnchip* dengan bentuk yang melebar tidak beraturan terdiri dari dua lapis sel. Embrio *prawnchip* yang menggulung pada bagian pinggir membentuk stadia *bowl* sebagai bagian dari proses awal gastrulasi. Bagaimanapun juga, lubang *blastopore* mulai tertutup dan *stomodeum* (mulut dan faring) terbentuk melalui invaginasi pada daerah dekat *blastopore* yang tertutup tersebut.

Ukuran masing-masing fase planktonik planula karang tergantung pada karakteristik tiap spesies. Perkembangan planula yang berenang bebas menjadi planula yang mengendap dan melekat membutuhkan waktu yang berbeda-beda setiap stadia. Dalam waktu 12 jam setelah fertilisasi, pada spesies *Fungia scutaria* sudah terbentuk planula planula berbentuk lonjong bersilia yang berenang perlahan. Pada umur 24 jam setelah fertilisasi sudah mencapai 100  $\mu\text{m}$ , kemudian dalam waktu 3 x 24 jam planula sudah memiliki mulut dan rongga gastrik yang fungsional dan sudah difungsikan untuk proses memakan seperti *Artemia*. Ukuran panjang planula planula *A. millepora* sebelum metamorfosis masih jauh beberapa kali lebih besar dibanding *A. tenuis* 650-900  $\mu\text{m}$  (Yusuf, 2014).

#### **D. Metamorphosis Planula ke Polip Baru**

Metamorphosis planula karang menjadi polip baru merupakan salah satu fase dalam siklus hidup karang. Dalam lingkungan alami karang, planula planula karang menggunakan beberapa petunjuk kompleks (seperti cahaya, suara, tekstur permukaan, dan petunjuk kimiawi) untuk memilih dimana mereka akan menetap dan hidup. Untuk restorasi terumbu karang menggunakan perbanyakkan planula, penempelan karang baru ke terumbu sangat penting untuk mendorong pemulihan terumbu. Kemudian menempel dan berkembang menjadi karang baru.

Kelangsungan hidup planula karang sangat rentan terhadap predasi dan lingkungan, dimana salah satu faktor yang mempengaruhi adalah kepadatan planula karang dalam suatu media penelitian. Fase planula yang mengalami metamorfosa merupakan fase kritis untuk kelangsungan hidup planula karang, akibat perubahan morfologi serta ancaman pemangsa dan persaingan (Yusuf *et al.*). Metamorfosa planula planula yang mengendap ke substrat merupakan akhir fase planula untuk membentuk polip baru, mengalami banyak kendala. Pada beberapa spesies yang teridentifikasi terdapat tiga periode yaitu tingkat kematian awal yang tinggi, diikuti oleh angka kematian yang rendah, kemudian konstan, dan akhirnya, secara progresif meningkatkan mortalitas setelah 100 hari (Graham *et al.*, 2008). Karena masa kritis ini membutuhkan energi yang banyak dan kuning telur mulai habis. Fase kritis dalam kehidupan organisme akuatik, proses perubahan morfologis dari planula planktonik menjadi juvenil bentik (Negri *et al.*, 2001 dan Nozawa *et al.*, 2006).