

**KARAKTER PERKEMBANGAN GONAD
KARANG LUNAK *Sinularia fleksibilis* QUOY & GAIMARD
DI PERAIRAN PULAU BARRANG LOMPO**



SKRIPSI

Oleh :

**La Ode Abdul Rajab
L 111 01 005**



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	17-4-6
Asal Dori	fale. kelautan
Banyaknya	1(satu) LG
Harga	H
No. Inventaris	263/17-4-6
No. Klas	

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006**



**KARAKTER PERKEMBANGAN GONAD
KARANG LUNAK *Sinularia fleksibilis* QUOY & GAIMARD
DI PERAIRAN PULAU BARRANG LOMPO**

Oleh :

LA ODE ABDUL RAJAB

L 111 01 005

*Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kelautan
pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2006

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Karakter Perkembangan Gonad Karang Lunak *Sinularia fleksibilis* Quoy & Gaimard di Perairan Pulau Barrang Lompo

Nama Mahasiswa : La Ode Abdul Rajab

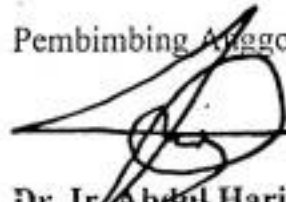
No. Pokok : L 111 01 005

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :

Pembimbing Utama


Dr. Ir. Budimawan, DEA
Nip. 131 658 838

Pembimbing Anggota


Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si
Nip. 131 992 456

Mengetahui :


Dekan Fakultas
Ilmu Kelautan dan Perikanan

Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi
Nip. 131 860 849


Ketua Program Studi
Ilmu Kelautan

Dr. Ir. Chair Rani, M.Si
Nip. 131 992 466

Tanggal Lulus : 14 Februari 2006

RINGKASAN

LA ODE ABDUL RAJAB, L11101005. "Karakter Perkembangan Gonad Karang Lunak *Simularia fleksibilis* diperairan Pulau Barrang Lompo", di bawah bimbingan **Budimawan** selaku pembimbing ketua dan **Abdul Haris** selaku pembimbing anggota.

Informasi mengenai reproduksi atau perkembangan gonad pada karang lunak jenis *Simularia fleksibilis* masih terbatas sementara beberapa literatur menunjukkan bahwa faktor-faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, dan curah hujan mempengaruhi karakter reproduksi pada karang lunak. Karang lunak ini telah diketahui mengandung senyawa terpenoid yang mempunyai sifat-sifat farmakologik, seperti antifungi, antibakteri, dan bahkan memperlihatkan aktivitas sitotoksik, yang berpotensi besar untuk dijadikan sebagai obat antitumor atau antikanker di kemudian hari.

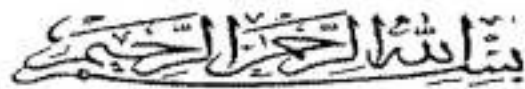
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter perkembangan gonad yang berkaitan dengan suhu, salinitas dan curah hujan pada perairan Pulau Barrang Lompo. Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat sebagai data dan informasi awal untuk penelitian selanjutnya, serta dapat dijadikan sebagai dasar untuk pengembangan budidaya karang lunak dimasa yang akan datang, terutama untuk keperluan restocking pada daerah kawasan terumbu karang yang mengalami kerusakan

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dari bulan Mei 2005 hingga bulan Juni 2005. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 8 kali pada 2 siklus bulan dan selanjutnya dianalisis secara histologi.

Dari hasil penelitian karakter perkembangan gonad bervariasi pada setiap tahap. Persentase sperma dan telur tahap I dan II cenderung meningkat pada fase I / 4 dan purnama, sedangkan tahap III – IV persentasenya lebih tinggi pada fase bulan 3 / 4 dan fase gelap. Tahap III – IV atau yang matang gonad dapat dijadikan sebagai acuan untuk pemijahan.

Kata kunci : Perkembangan gonad, karang lunak S. fleksibilis, Perairan Pulau Barrang Lompo.

KATA PENGANTAR



Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur alhamndu lillah penulis panjatkan ke hadirat Allah S.W.T atas segala limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga proses penyusunan skripsi dengan judul Karakter Perkembangan gonad karang lunak *S. fleksinilis* di perairan Pulau Barrang Lompo dapat diselesaikan.

Salawat dan salam tak lupa penulis kirimkan kepada junjungan kepada Nabi Muhammad S.A.W selaku pembawa jalan kebenaran bagi seluruh alam.

Dalam perkuliahan dan penyusunan skripsi, penulis banyak memperoleh masukan dan bimbingan dari banyak pihak. Ungkapan terima kasih yang tak terhingga penulis tujukan kepada :

1. Kedua orang tuaku La Ode Tunggu dan Wa Nuru sebagai motivator dan yang selalu mendoakan serta memberikan semua yang terbaik kepadaku, saudara-saudaraku (Wa Ode Ampera, La Ode Onda, S.Pd, Laode Hayun, S.Pd, La Ode Muhammad Kadafi, Wa Ode Nuraini) atas segala nasehat dan dukungannya selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Budimawan, DEA sebagai pembimbing ketua dan Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si sebagai pembimbing anggota dengan totalitasnya membimbing penulis, sekali lagi terima kasih atas segala waktu, nasehat, bimbingan, dan ilmu

yang telah diberikan baik selama dalam penyusunan tugas akhir maupun dalam perkuliahan.

3. Bapak Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi (Dekan F.IKP-UH), Drs. Muh. Anshar Amran M.Si (Mantan Ketua Program Studi Ilmu Kelautan-UH), serta segenap staf pengajar Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang banyak memberikan ilmu dan bantuan lainnya selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Ibu Dr. Ir. A. Niartiningsih M.Si yang telah banyak memberikan ilmu dan memotivasi penulis selama menempuh perkuliahan.
5. Ibu Ir. Aidah A. Ala Husain, M.Sc (Penasehat Akademik) yang banyak memberikan ilmu dan nasehat-nasehatnya selama perkuliahan.
6. Bapak Dr. Ir. Chair Rani, M.Sc (Ketua Program Studi Ilmu Kelautan) yang telah banyak membantu dan memberikan masukan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
7. Bapak Ridwan yang telah banyak membantu penulis selama berada di lokasi penelitian.
8. MSDC dan teman-teman seprofesi terima kasih atas bekal dan ilmu yang diberikan kepada penulis. *"Never Dive Alone"*

Terima kasih kepada kanda Nasruddin S.Kel dan Husna yang banyak meluangkan waktu membantu penulis selama penelitian berlangsung.

Teman-temanku angkatan 2001 (Hadiasman, Sampunur, Rawal, Izhar Anton, Jum Apriadi, Nasrullah, Edhy, Inul, Imran, Rahman, Saleh, Hardiman, Syaden, Irma) dan teman-teman lain yang tidak sempat penulis sebut yang telah banyak membantu

dan bersama-sama dalam suka dan duka serta kenangan yang tak terlupakan. Terima kasih atas bantuan dukungan moralnya selama ini. Pandanglah kelaut biru yang dalam disana banyak tersimpan harapan yang menanti.

Buat sepupuku Yesa, Ime, Uceng, Norma dan Rahim yang selalu memberikan bantuan dan dukungannya selama ini, teman-temanku GRP CREW terutama kepada Yayat, Andi, Fian, Jamal, Iwan, Mira, Mus, Zul, Narto, Rabil dan erni, Arfah dan Ita, Kanda Hijrat dan Vera dan teman-teman yang lain yang tidak sempat penulis sebut, terima kasih atas batuan dan dukungannya selama ini.

Terima kasih kepada keluarga besar mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, sebagai satu keluarga yang tak terpisahkan, memberikan kontribusi baik secara langsung dan tidak langsung dalam penulisan ini.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dan kelemahan pada skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan isi skripsi ini

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna untuk kepentingan pembangunan kelautan Indonesia di masa yang akan datang.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar Februari 2006

LA ODE ABDUL RAJAB

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	3
Ruang Lingkup	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Ekologi Karang	4
Biologi Karang	6
Biologi Reproduksi	8
1. Reproduksi Aseksual	11
2. Reproduksi seksual	12
a. Seksualitas Karang	12
b. Cara (Mode) Reproduksi	13
c. Pola Reproduksi	16
Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Reproduksi	17
METODOLOGI PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	22
Alat dan Bahan	22
Prosedur Penelitian	23

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kematangan Sperma	29
Tingkat Kematangan Telur	32
Keterkaitan Tingkat Kematangan Gonad dengan Faktor Lingkungan	
1. Keterkaitan dengan Suhu Perairan	35
2. Keterkaitan dengan Salinitas Perairan	39
3. Keterkaitan dengan Curah Hujan	42

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan	46
Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	48
----------------------	----

LAMPIRAN	53
----------------	----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	62
----------------------------	----

DAFTAR TABEL

No.		Halaman
1.	Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian	22
2.	Karakteristik perkembangan Sperma pada karang lunak <i>S. fleksibilis</i> berdasarkan hasil pengamatan histologi	29
3.	Karakteristik perkembangan Telur pada karang lunak <i>S. fleksibilis</i> berdasarkan hasil pengamatan histologi	32

DAFTAR GAMBAR

No.		Halaman
1.	Prosedur Kerja Histologi pada sampel karang lunak <i>S. Fleksibilis</i>	25
2.	Bagan Alir Tahapan Penelitian	28
3.	Struktur sperma (S), Mesentri (M), Inti (I), karang lunak <i>S. fleksibilis</i> yang diperoleh dari fotomigrograf sediaan histologi. TKG I (I), TKG II (II), TKG III (III), TKG IV (IV)	30
4.	Persentase Tingkat Kematangan Sperma Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i>	31
5.	Struktur telur (T), Mesentri (M), Inti (I), Anak Inti (AI) karang lunak <i>S. fleksibilis</i> yang diperoleh dari fotomigrograf sediaan histologi. TKG I (I), TKG II (II), TKG III (III), TKG IV (IV) ...	33
6.	Persentase Tingkat Kematangan Telur Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i>	34
7.	Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Suhu Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan I	37
8.	Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Suhu menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan II	38
9.	Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Salinitas Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan I	40
10.	Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Salinitas Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan II	41

11. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Curah Hujan , Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan I	43
12. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Curah Hujan , Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak <i>S. fleksibilis</i> pada bulan I	44

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Hasil Analisis Persentase Karang lunak <i>Sinularia fleksibilis</i> berdasarkan koloni dan polip	54
2. Hasil Analisis Persentase Telur dan Sperma yang Mengandung TKG III-IV Karang lunak <i>S. fleksibilis</i>	57
3. Data Hasil Pengukuran Suhu Perairan ($^{\circ}$ C) Bulan Mei-Juni tahun 2005	58
4. Data Hasil Pengukuran Salinitas Perairan ($^{\circ}$ / $_{00}$) Bulan Mei-Juni tahun 2005	59
5. Data Curah Hujan (mm) Selama bulan Bulan Mei-Juni tahun 2005	60
6. Peta Lokasi Penelitian	61

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan industri dan teknologi serta meningkatnya aktivitas pembangunan akhir-akhir ini menunjukkan pula meningkatnya aktivitas manusia di wilayah pesisir. Disatu sisi aktivitas yang terjadi akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, namun disisi lain pemanfaatan sumberdaya yang berlebihan dan tidak berwawasan lingkungan menyebabkan terjadinya kerusakan pesisir dan laut yang semakin lama semakin tidak terkendali, sehingga akan membawa dampak terjadinya penurunan fungsi ekologi/ekosistem pesisir, termasuk ekosistem terumbu karang (Suharsono, 1998).

Di bidang Farmakologi, penelitian bahan alam laut dewasa ini telah berkembang ke arah penemuan senyawa-senyawa sitotoksik, anti kanker, anti tumor, anti biotik, anti virus, anti parasitosis dan penyakit-penyakit lain akibat gangguan fisiologi dan gangguan fungsi organ (Sudiro, 1999).

Karang lunak *Simularia fleksibilis* adalah salah satu sumberdaya laut yang menghasilkan bahan alam laut golongan senyawa terpenoid. Senyawa terpenoid yang dihasilkan oleh karang lunak ini antara lain: Sinulariolide, Sinularin, Dihydrosinularin (Tursch *et al.*, 1978; Michalek and Bowden, 1997) yang merupakan senyawa anti kanker dari laut (Weinheimer *et al.*, 1977) dan bersifat sitotoksik (Sammarco and Coll, 1998).

Pemanfaatan karang lunak ini cenderung semakin meningkat dari tahun ke tahun. Untuk mencegah dan mengendalikan besarnya laju kerusakan habitat dan laju pengambilan karang lunak ini dari alam perlu dilakukan upaya pengembangan budidaya. Pengembangan budidaya ini diarahkan untuk penyediaan bibit/anakan untuk *restocking* pada daerah terumbu karang yang telah rusak. Di Indonesia, pengkajian biologi reproduksi karang lunak secara detail masih sangat terbatas dan merupakan hal yang baru. Penelitian biologi reproduksi mengenai karang lunak yang pernah dilakukan oleh Haris (2001) hanya mengkaji Laju Pertumbuhan dan Sintasan karang lunak *Sarcophyton trocheliophorum* dan *Lobophytum strictum*.

Ketersediaan data dan informasi menyangkut aspek reproduksi karang lunak *S. fleksibilis* di perairan Spermonde khususnya Pulau Barrang Lompo sangat diperlukan, sementara informasi mengenai hal tersebut masih terbatas, bahkan tidak ada. Olehnya itu penelitian aspek biologi reproduksi karang lunak *S. fleksibilis* ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar untuk pengembangan budidaya karang lunak dimasa yang akan datang, terutama untuk keperluan *restocking* pada daerah kawasan terumbu karang yang mengalami kerusakan. Kemudian dengan adanya pengembangan budidaya ini diharapkan aktifitas pengambilan karang lunak secara langsung dari alam dapat dikurangi secara berangsur-angsur sehingga kelestarian sumberdaya laut ini dapat terjaga dan dimanfaatkan secara terus-menerus.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui karakter (ukuran dan bentuk) perkembangan gonad karang lunak *S. fleksibilis*
2. Mengetahui pengaruh faktor lingkungan (suhu, salinitas, dan curah hujan) terhadap perkembangan kematangan gonad karang lunak *S. fleksibilis* tahap III dan IV.
3. Mengetahui aspek reproduksi karang (aspek seksualitas) dari karang lunak *S. fleksibilis*

Adapun kegunaan penelitian ini ialah dapat dijadikan sebagai bahan informasi untuk penelitian selanjutnya khususnya yang berkaitan dengan aspek reproduksi.

Ruang Lingkup

1. Penelitian ini hanya membatasi pada satu spesies karang lunak yaitu *S. fleksibilis*.
2. Analisis preparat histologi pada berbagai perkembangan kematangan gonad berdasarkan fase bulan dan faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh (suhu, salinitas, dan curah hujan)



TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu biota penyusun terumbu karang adalah karang lunak yang termasuk dalam kelas Octocoralia. Karang lunak merupakan organisme laut yang tersebar luas, umumnya dengan populasi yang padat, ditemukan mulai dari perairan dangkal sampai perairan dalam (Manuputty, 1992).

Ekologi Karang

Karang pembentuk terumbu hanya dapat tumbuh dengan baik pada daerah-daerah tertentu seperti pulau-pulau yang sedikit mengalami proses sedimentasi. Pertumbuhan dan perkembangan karang sangat baik mulai dari kedalaman 2- 30 m. Keanekaragaman jenis 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, 1998).

Untuk dapat membentuk terumbu karang memerlukan persyaratan hidup tertentu, seperti cahaya, suhu, salinitas, kejernihan air, arus, dan substrat (Nontji, 1988). 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 untuk membentuk kerangka. Titik kompensasi untuk karang nampaknya merupakan kedalaman dimana intensitas

cahaya berkurang antara 15-20% dari intensitas cahaya permukaan (Nybakken, 1988).

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. pargosa*, 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 intensitas cahaya, suhu, kecerahan, dan tekanan gelombang (Sorokin, 1993).

Suhu maksimum yang dapat ditolerir oleh terumbu karang berkisar 36-40°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 tubuh karang. Melihat pentingnya kejernihan air terhadap karang, maka karang tidak terdapat pada perairan yang dekat dengan muara sungai besar atau bercurah

hujan tinggi. Perairan yang keruh pertumbuhan karang hanya sampai pada kedalaman 2 m, sedang perairan yang jernih dapat mencapai 80 m (Nybakken, 1988).

Biologi Karang

Terumbu karang merupakan endapan masif dari kalsium karbonat yang dihasilkan oleh karang dengan sedikit tambahan alga berkapur dan organisme lain yang mengeluarkan kalsium karbonat (Setiyono, 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 di bawahnya. Rongga perut berisi usus yang disebut dengan *filamen mesentri* yang berfungsi sebagai alat pencernaan dan tempat perkembangan gonad (Suharsono, 1996).

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 bernematosit (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 di antaranya sel mukus dan sel nematosit (sel penyengat). Mukus berfungsi sebagai alat untuk membebaskan diri dari sedimen yang melekat (Suharsono, 1996) dan pada beberapa jenis karang, juga berfungsi sebagai pengumpul makanan (Nybakken, 1988).

Tubuh koloni karang anggota Octocoralia lunak tapi lentur mempunyai tangkai yang melekat pada substrat yang keras terutama karang mati. Bagian atas terdapat tangkai disebut kapitulum, bentuknya bervariasi antara lain seperti jamur, bentuk lobus atau bercabang-cabang. Variasi bentuk inilah yang menentukan bentuk koloni secara keseluruhan. Kapitulum mengandung polip sedangkan tangkainya banyak mengandung spikula yang berduri-duri kecil yang mengandung kalsium karbonat yang berfungsi sebagai penyokong jaringan tubuh (Manuputty, 2002).

Pada prinsipnya yang termasuk dalam kelompok karang lunak ialah anggota Octocoralia yang memiliki tekstur tubuh yang lunak, disokong oleh spikula yang terdapat di dalam jaringan tubuhnya memiliki mulut yang membentuk farinx yang berupa saluran atau rongga gastrovaskuler, serta memiliki delapan tentakel. Polip ada yang dapat ditarik, dikuncupkan, serta dijulurkan. Hal ini merupakan ciri morfologi yang dimiliki yang dapat membedakan antara marga atau jenis yang satu dengan yang lainnya. Perbedaan yang lain adalah secara anatomis, yaitu pada kandungan spikula yang merupakan penyokong dan pembentuk tekstur tubuh (Bayer, 1956).

Klasifikasi *Sinularia fleksibilis* berdasarkan Manuputty, (2002) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Coelenterata

Sub phylum : Cnidaria

Kelas : Anthozoa

Sub kelas : Octocoralia

Ordo : Alcyonidae

Famili : Alcyonaceae

Genus : *Sinularia*

Spesies : *Sinularia fleksibilis* Quoy & Gaimard

Biologi Reproduksi

Reproduksi adalah salah satu fenomena biologi dalam awal siklus hidup suatu organisme. Menurut Gardiner (1972), reproduksi mengarah pada kelangsungan hidup di muka bumi sehingga kelangsungan hidup suatu spesies dapat mempertahankan keberadaannya secara terus-menerus, yaitu dengan cara menghasilkan suatu organisme baru. Reproduksi dapat diartikan jika suatu organisme menghasilkan keturunan dan mewariskan kandungan genetik mereka dalam bentuk kode-kode genetik yang ditujukan untuk membangun karakter umum mereka, baik karakter morfologi, fisiologi atau karakter khusus yang membedakan mereka sebagai individu.

Tingkat Kematangan Gonad adalah tahap tertentu perkembangan gonad sebelum dan sesudah memijah. Pengetahuan tentang kematangan gonad digunakan untuk mengetahui perbandingan antara yang matang gonad dengan yang belum di dalam perairan. Dikatakan pula bahwa persentase TKG dapat dipakai untuk menduga terjadinya pemijahan (Effendie, 1997).

Karang lunak dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual (Bayer 1956). Sebagian besar karang lunak adalah gonochorist/dioecious, tetapi ada beberapa spesies yang hermafrodit, seperti *Heteroxenia elizabethae*, *H. ghardagensis* dan *Xenia viridis*.

Menurut Tomascik *et al*, 1997 ada tiga pola utama dari reproduksi seksual pada karang lunak yaitu :

- 1). *Broadcast spawning*, dengan fertilisasi internal ;
- 2). Fertilisasi internal dengan planula dierami secara internal di dalam kantung endodermal khusus, kemudian dilepaskan melalui struktur yang khusus ;
- 3) Fertilisasi internal dengan planula yang dilepaskan dalam kantung eksternal pada bagian permukaan polip, kemudian dilepaskan.

Broadcast spawning meliputi proses pelepasan gamet ke dalam kolom air kemudian terjadi fertilisasi. Beberapa genera yang melakukan cara ini adalah *Alcyonium*, *Cladiella*, *Dhendronephtya*, *Lobophytum*, *Sarcophytum*, dan *Synularia*. Karang lunak diketahui berkembang biak dengan tiga cara yaitu ; fertilisasi internal, yaitu telur yang dibuahi tetap tinggal pada permukaan tubuh ; fertilisasi eksternal, yaitu telur yang dibuahi di luar tubuh akan berkembang menjadi planula yang

planktonis ; reproduksi aseksual dengan pelebaran atau pertumbuhan koloni, dan fragmentasi (Manuputty, 2002). Pada Octocoralia, perkawinan secara seksual nampaknya sama pentingnya dengan Scleractinia, sementara reproduksi secara aseksual juga berhasil baik (Sorokin, 1993). Reproduksi aseksual dapat terjadi melalui fragmentasi dan polip-polip yang memisahkan diri dari koloni induk (Tomascik *et al*, 1997).

Polip yang fertil memiliki alat kelamin atau gonad terpisah, masing-masing polip memiliki salah satu kelamin, jantan atau betina. Gonad terdapat pada masing-masing mesentri. Proses reproduksinya meliputi pelepasan telur atau sperma oleh masing-masing polip ke dalam air laut. Fertilisasi eksternal, larva yang terbentuk memiliki silia atau bulu getar, kemudian berenang bebas mencari tempat perlekatan yaitu substrat dasar yang keras untuk selanjutnya tumbuh menjadi polip atau koloni baru (Manuputty, 2002).

Octocoralia yang memijah dengan menghasilkan telur, dan dibuahi secara eksternal ditemukan pada genera *Lobophytum*, *Sacrophyton*, *Synularia* dan kebanyakan spesies dari marga *Alcyonium* (Babcock *et al.*, 1986). Genera tersebut memiliki kolon-koloni biseksual. Oogenesis dan spermatogenesis pada spesies *Lobophytum crassum* adalah dua tahun dan pemijahan terjadi sekali setahun. Jumlah oocyt pada setiap polip antara 70-100 dengan diameter 0,5 mm (Sorokin, 1993). Pada *Lobophytum*, *Sacrophyton* dan *Synularia* ditemukan perkembangan telur secara umum membutuhkan waktu dua tahun sedangkan sperma membutuhkan waktu hanya satu tahun saja. Fertilisasi terjadi dalam beberapa jam, dalam 48 jam planula

terbentuk dan satu sampai dua minggu kemudian planula menetap di substrat. Pada *Sacrphyton* dan *Lobophytum* polip dewasa yang siap bereproduksi berada dekat bagian tengah (Sandy, 2000).

Karang melakukan reproduksi baik secara seksual maupun aseksual. Reproduksi seksual meliputi proses gametogenesis, yang butuh selama beberapa minggu untuk sperma, lebih sepuluh bulan untuk telur. Pemijahan dan berikutnya fertilisasi telur oleh sperma secara genetik unik, hasil perkembang biakan (larva planula) yang dapat melekat bermetamorfosa dan berkembang menjadi polip-polip utama. Reproduksi aseksual juga umum pada banyak spesies sclerectinia, dan dapat terjadi melalui fragmentasi, pembelahan polip atau menghasilkan planula secara seksual. Proses aseksual potongan-potongan hasil perkembang biakan yang mana jika dihasilkan dari fregmentasi jelas memiliki keuntungan karena ukurannya besar dan genotip telah beradaptasi ditempat individu (Rani, 2000).

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 (*polip bail-out*) dan produksi planula secara aseksual (Harrison dan Wallace, 1990; Richmond dan Hunter, 1990; Sorokin, 1993; Richmond, 1997).

Kemungkinan juga bahwa larva karang dapat dihasilkan dari telur-telur yang tidak terbuahi tetapi berkembang secara langsung (Richmond, 1997), proses ini

dikenal dengan istilah *parthenogenesis*. Stoddart (1983) melakukan studi elektroforesis pada planula yang dierami oleh spesies *Pocillopora damicornis* dari terumbu di Australia bagian barat dan Hawaii yang memperlihatkan bahwa planula tersebut secara genetik identik dengan induknya, yang menunjukkan bahwa planula dapat dihasilkan secara aseksual.

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 kepada 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 larva planula yang dapat melekat, bermetamorfosis dan dapat berkembang menjadi polip-polip utama (Richmond dan Hunter, 1990).

a. Seksualitas karang

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 selama hidupnya, dan 2) **Hermafrodit**,

yaitu spesies-spesies karang (berkoloni atau soliter) yang menghasilkan baik gamet jantan dan betina selama hidupnya. Beberapa spesies yang hermafrodit memiliki ovari dan sperma yang dapat berkembang pada mesentri yang sama, mesentri yang berbeda dalam polip yang sama, polip yang berbeda dalam koloni yang sama atau pada waktu yang berbeda dalam koloni yang sama (Richmond dan Hunter, 1990; Harrison dan Wallace, 1990; Richmond, 1997).

b. Cara (Mode) Reproduksi

Cara reproduksi karang menurut Veron (1986); Harrison dan Wallace (1990); Richmond dan Hunter (1990); Richmond (1997); dan McGuire (1998) dapat dibedakan atas :

- a. *Spawning* (memijah); spesies yang memijahkan gamet-gametnya (telur dan sperma) ke dalam 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 masif dan berpolip besar menghasilkan banyak telur yang dipijahkan untuk pembuahan eksternal (Rinkevich 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 larva dengan potensi penyebaran yang luas (Richmond, 1985; 1997). Karang-karang yang mengerami ditemukan lebih dominan di rataan terumbu yang dangkal dan banyak mengalami gangguan, sedangkan karang-karang yang memijah lebih mendominasi pada perairan yang kurang mengalami gangguan (Stimson, 1978).

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

Larva planula yang dilepaskan dari karang-karang *brooding* langsung memiliki kemampuan untuk dapat melekat dan bermetamorfosis. Larva yang dierami secara umum berukuran lebih besar daripada larva hasil *spawning*, dan pada karang hermatipik (pembangun karang), larva dilengkapi secara penuh dengan zooxanthella dari koloni induk. Hal ini menunjukkan bahwa zooxanthella memberi kontribusi metabolik terhadap larva, 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, kadangkala mengarah sebagai planulator, mewakili hanya sebagian kecil (mungkin sekitar 15%) dari karang-karang yang diteliti (Richmond, 1997). Karang kipas pasifik, *Pocillopora damicornis* melepaskan planula-planula yang dierami (*brooded*) menurut suatu 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).

Hal yang menarik ditemukan pada karang *Pocillopora verrucosa* yaitu melakukan *brooding* di Atol Enewetak (Stimson 1978), tetapi *spawning* di Laut Merah (Shlesinger dan Loya, 1985). Demikian pula pada karang *Pocillopora damicornis* yang umum di Indo-Pasifik ditemukan melakukan *brooding* (Richmond dan Hunter, 1990), tetapi terkesan steril di Panama Pasifik (Richmond, 1997). Sedangkan hasil penelitian histologi oleh Glynn dkk. (1991) terhadap karang-karang *Pocillopora* di Costa Rica dan Teluk Chiriqui memperlihatkan adanya aktivitas *spawning* dengan kehadiran gamet-gamet matang beberapa hari sebelum dan sesudah bulan purnama. Hal yang sama juga ditemukan pada spesies *Acropora humilis* yang

mengerami planulanya di Enewetak tetapi memijahkan gamet-gametnya di Laut Merah dan Great Barrier Reef (Richmond, 1985).

C. Pola Reproduksi

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

- a. Hermafrodit yang diikuti dengan *broadcast spawning (hermaphrodit broadcast spawning)*.
- b. Hermafrodit yang diikuti dengan *brooding (hermaphrodit brooding)*.
- c. Gonokorik yang diikuti dengan *broadcast spawning (gonokhorik broadcast spawning)*.
- d. Gonokorik yang diikuti dengan *brooding (gonokhorik brooding)*.

Pola-pola umum yang sama terhadap spesies-spesies di Indo-Pasifik (Harriot, 1983). Spesies-spesies tersebut dikenal mengikuti pola (a) dan (c), di bawah 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 (b) dan (d) adalah secara umum berukuran kecil yang secara tidak langsung menyatakan adanya penurunan pertumbuhan dengan peningkatan umur dan atau kematian induk yang tinggi (Szmant, 1986). Selanjutnya dikatakan 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

mengerami planulanya di Enewetak tetapi memijahkan gamet-gametnya di Laut Merah dan Great Barrier Reef (Richmond, 1985).

C. Pola Reproduksi

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

- a. Hermafrodit yang diikuti dengan *broadcast spawning (hermaphrodit broadcast spawning)*.
- b. Hermafrodit yang diikuti dengan *brooding (hermaphrodit brooding)*.
- c. Gonokorik yang diikuti dengan *broadcast spawning (gonokhorik broadcast spawning)*.
- d. Gonokorik yang diikuti dengan *brooding (gonokhorik brooding)*.

Pola-pola umum yang sama terhadap spesies-spesies di Indo-Pasifik (Harriot, 1983). Spesies-spesies tersebut dikenal mengikuti pola (a) dan (c), di bawah 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 (b) dan (d) adalah secara umum berukuran kecil yang secara tidak langsung menyatakan adanya penurunan pertumbuhan dengan peningkatan umur dan atau kematian induk yang tinggi (Szmant, 1986). Selanjutnya dikatakan 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 hermafrodit atau gonokorik. Strategi ini juga dapat menghindari tingginya kematian larva pada masa planktonik dan meningkatkan kesempatan larva untuk menemukan substrat yang cocok.

Karang hermafrodit simultan *spawning* melepaskan paket telur dan sperma yang khas dengan ukuran dan jumlah telur per kelompok bervariasi diantara spesies. Buntelan gamet dapat berisi 9 dan 180 telur yang di kelilingi atau tertanam dalam suatu massa sperma. Pembedahan yang dilakukan pada polip ketika awal pelepasan gamet menunjukkan bahwa telur-telur terletak pada bagian atas atau dalam kelompok-kelompok sepanjang mesentri. Paket-paket yang berisi sperma juga teramati dalam polip yang sama, tetapi melekat pada mesentri yang berbeda (Harrison dan Wallace, 1990).

Faktor yang Mempengaruhi Reproduksi

Faktor reproduksi pada karang dipengaruhi oleh adanya perbedaan geografi (lintang) dan oleh faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, amplitudo pasang surut (pergerakan air) dan foto periode (Richmond dan Jockiel 1984; Wallace 1985; Szmant 1986; Babcock *et al.* 1986; Oliver *et al.* 1988; Richmond dan Hunter 1990; McGuire 1998).

Suhu merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme. Oleh karena itu tidak mengherankan jika banyak dijumpai bermacam macam jenis hewan yang terdapat di berbagai tempat di dunia.

Sejak sinar matahari yang diserap oleh lapisan permukaan laut, maka lapisan ini cenderung untuk relatif panas sampai kedalaman 200 m. pada lapisan kedalaman antara 200 -1000 m suhu turun secara mendadak yang membentuk sebuah kurva dengan lereng yang tajam yang dikenal sebagai termokline dimana air pada kedalaman ini hanya berkisar 2° C (Hutabarat dan Evans, 2000).

Koloni *Pocillopora damicornis* dengan gonad jantan dan betina ditemukan di Pulau Cano, Costa Rica dalam berbagai tahap perkembangan reproduksi baik pada musim kering dan musim basah. *P. elegans* menunjukkan suatu kecenderungan musiman yang nyata pada kedua jenis kelamin dengan memperlihatkan puncak aktivitas reproduksi pada pertengahan musim basah (Agustus–September) dan aktivitas yang minimal dalam bulan November ketika suhu air adalah terendah (Glynn *et al.*, 1991). Karang-karang *broadcast spawning* secara khusus melepaskan gametnya beberapa hari sesudah bulan purnama di akhir musim panas ketika suhu perairan maksimal. Di bagian barat terumbu Australia, karang-karang memijah pada akhir musim panas (McGuire, 1998) sedangkan di Greet Barrier Reef, *spawning* massal terjadi pada akhir musim semi dan awal musim panas (Willis *et al.*, 1985; Oliver *et al.*, 1988).

Di daerah Florida Keys, pelepasan larva planula oleh *Pocillopora. astreoides* nampaknya dimulai pada bulan April atau mungkin lebih awal. Permulaan reproduksi ini mungkin dalam respon terhadap perubahan musim atas suhu dan atau foto periode, tetapi besarnya pelepasan larva terlihat ditentukan oleh waktu peningkatan suhu perairan pada musim semi (McGuire, 1998).

Suhu musim dingin ditemukan menahan atau mengeliminasi pemijahan pada *Montipora verrucosa* dan *M. dilatata*. Pemulihan sinkronitas pemijahan terjadi dalam satu bulan setelah suhu perairan meningkat dan pada perlakuan percobaan mengindikasikan bahwa suhu memainkan peran yang sangat penting dalam tingkah laku reproduksi pada kedua spesies tersebut. Spesies-spesies ini mungkin menggunakan suhu untuk isyarat awal dalam proses gametogenesis pada musim panas dan memijah pada bulan-bulan Juni-Agustus ketika suhu optimal untuk pertumbuhan dan respirasi. Temperatur perairan mungkin secara langsung membatasi gametogenesis dan atau pemijahan ketika kondisi terlalu dingin untuk menyokong kebutuhan dasar fisiologi karang. Penyelidikan hubungan antara gametogenesis dan fungsi metabolis (seperti laju pertumbuhan) mencakup kisaran suhu akan memberikan kejelasan yang lebih baik dalam mekanisme terhadap rangsangan lingkungan (Hunter, 1988)


Salinitas biasanya mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh organisme yang berkaitan dengan proses energetik, selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh di bawah atau di atas kondisi optimalnya. Salinitas mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan organisme, misalnya dalam hal distribusi biota laut akuatik. Salinitas merupakan salah satu parameter yang berperan dalam lingkungan ekologi laut. Beberapa jenis organisme ada yang tahan terhadap perubahan salinitas yang besar, ada pula yang tahan terhadap salinitas yang kecil (Nybakken, 1988).

Pada *Chypastrea ocellina* diamati melepaskan planulanya sebagai tanggapan terhadap penurunan salinitas dan peningkatan suhu (Suharsono, 1984). Selanjutnya dikatakan bahwa pelepasan dan perkembangan planula memerlukan kisaran salinitas yang sempit. Demikian pula rendahnya kadar oksigen yang terlarut dalam air juga menyebabkan pelepasan planula.

Pada kebanyakan spesies hewan laut, siklus bulan mungkin memicu waktu pematangan sperma dan telur (Norton 1981; Philips *et al.*, 1990) demikian pula pada karang (Wallace, 1985; Glynn *et al.*, 1991; McGuire, 1988). Hasil penelitian secara eksperimental memperlihatkan bahwa fase bulan juga mempengaruhi tingkah laku pemijahan (Babcock *et al.*, 1986; Hunter, 1988) dan mengatur waktu pelepasan larva dari *Pocillopora damicornis* di Hawaii (Richmond dan Jokiel, 1984) dan *Porites astreoides* di Teluk Florida Bagian Utara (McGuire, 1998).

Glynn *et al.* (1991), menemukan adanya kecenderungan gamet-gamet yang matang dan terjadi sekitar fase bulan baru dan purnama dibandingkan waktu-waktu yang lainnya. Selanjutnya dikatakan bahwa gamet tahap IV adalah hadir pada karang-karang selama periode 5-7 hari pada fase bulan purnama di Pulau Cano dan Uva. Ketiadaan gamet tahap IV terjadi dalam 3 hari setelah bulan purnama di Pulau Uva dan bulan Maret. Pola-pola ini mengindikasikan bahwa *spawning* mungkin telah terjadi 1-2 malam setelah bulan purnama.

Selanjutnya dikatakan bahwa pemijahan pada malam hari akan meminimalkan predasi oleh pemakan-pemakan yang menggunakan ketajaman mata (*visual feeders*) seperti spesies-spesies ikan pemakan plankton. Hal tersebut juga mengindikasikan



bahwa waktu pemijahan berkaitan erat dengan pengurangan penyebaran gamet-gamet sebelum pembuahan. Pada malam-malam yang mengikuti bulan purnama, pasang rendah berada pada akhir sore hari dan tengah malam di Great Barrier Reef dengan kisaran pasang surutnya yang kecil (sekitar 0,5 m) sehingga menghasilkan suatu perluasan kekenduran air yang selanjutnya meningkatkan pembuahan selama periode pergerakan dan volume air yang rendah.

Faktor lingkungan yang paling berkaitan dalam pemijahan adalah dengan adanya peningkatan suhu perairan untuk pematangan gamet, adanya isyarat bulan untuk tanggal pemijahan dan kemudian dibutuhkan periode gelap untuk waktu pelepasan (Harrison *et al.*, 1984).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni tahun 2005 di daerah terumbu karang Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar. Analisis sampel dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Ekologi Laut dan Laboratorium Fisiologi dan Ekotoksikologi Biota Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian ini disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan Selama Penelitian.

No.	Alat dan Bahan	Keterangan
1.	Alkohol 70%-100%	Larutan pengawet dan dehidrasi
2.	Aquadest	Untuk pengenceran
3.	Baringan Objek Glass	Wadah untuk proses staining/pewarnaan
4.	Botol Sampel	Menyimpan sampel jaringan
5.	Box glass objek	Kotak untuk menyimpan sampel histologi
6.	Entellan	Perekat jaringan pada objek glass
7.	Formalin 5%	Larutan pengawet
8.	Foto mikroskop + negatif film	Mengambil foto mikrograf
9.	Gelas piala	Wadah saat pengenceran
10.	Cuter	Alat pemotong sampel karang
11.	Glass Objek + cover glass	Penempelan sayatan histologi
12.	Haematoxylin + Eosin (HE)	Larutan pewarnaan saat histologi
13.	Salinometer	Untuk mengukur salinitas
14.	Histoembedder	Alat infiltrasi dan embedding jaringan

Tabel 1. Lanjutan

No.	Alat dan Bahan	Keterangan
15.	Kantong Sampel	Untuk menyimpan sampel uji
16.	Larutan xylol	Larutan clearing
17.	Mikroskop cahaya	Mengamati gonad karang
18.	Mikrotom + pisau mikrotom	Menyayat jaringan (polip karang)
19.	Alat selam dasar	Peralatan pengambilan sampel
20.	Pinset	Membantu memegang sampel jaringan
21.	Sampel karang lunak <i>S. fleksibilis</i>	Hewan uji untuk pengamatan histologi
22.	Termometer	Untuk mengukur suhu
23.	Tissue cassette	Menyimpan sampel jaringan saat infiltrasi
24.	Toples	Wadah dehidrasi bertingkat dan clearing

Prosedur Penelitian

1. *Tingkat Perkembangan Gonad*

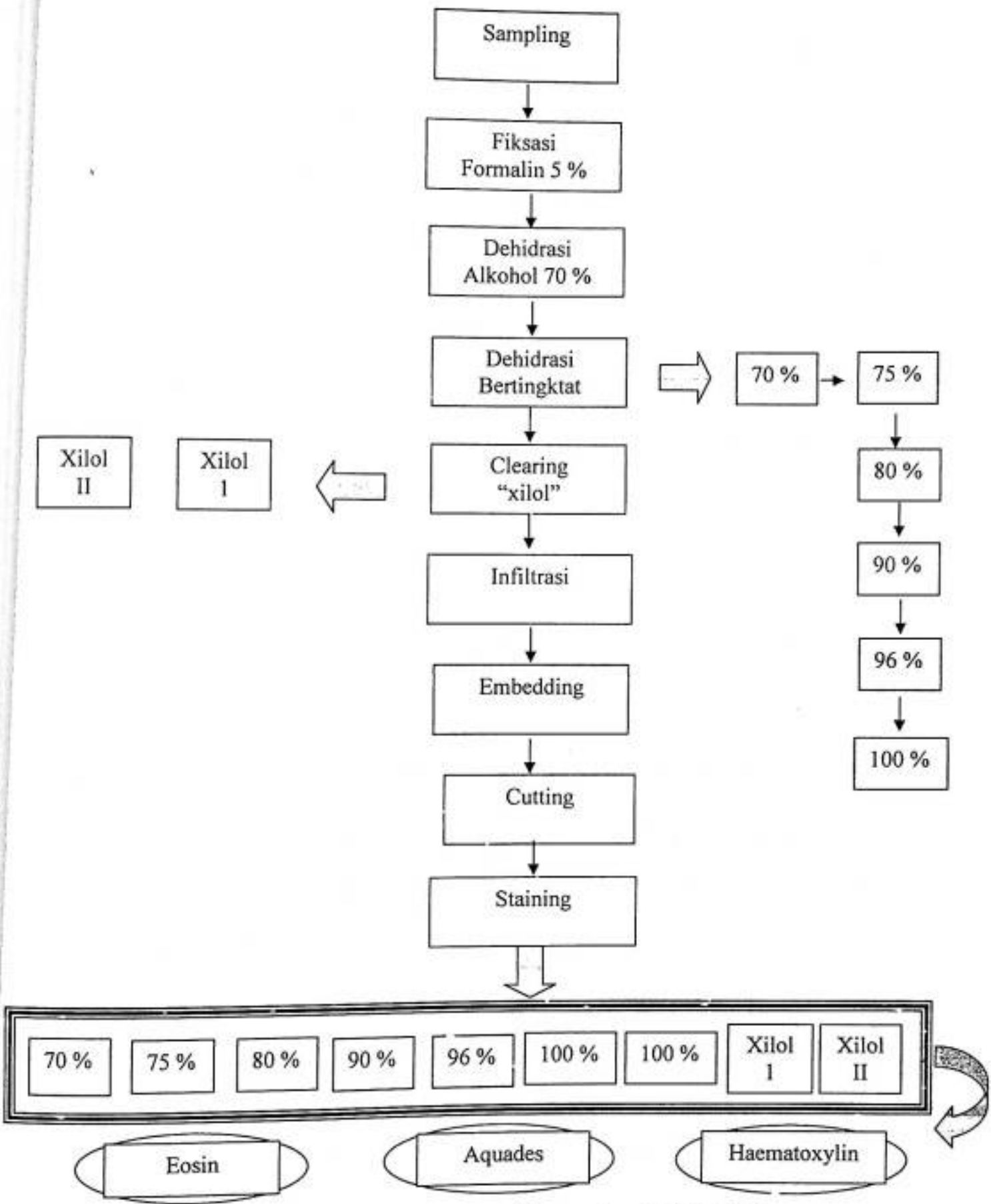
Sebanyak delapan koloni karang disampling pada setiap pengamatan dengan mengambil satu potongan cabang yang tua/besar untuk masing-masing koloni karang tersebut. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak delapan kali pada dua siklus bulan. Potongan-potongan setiap koloni tersebut diambil bagian tengah kemudian diawetkan dengan menggunakan formalin dan selanjutnya dianalisis secara histologi. Koloni-koloni disampling secara bebas di daerah terumbu karang Pulau Barrang Lompo.

Untuk proses preservasi (fiksasi) dan dekalsifikasi dilakukan dengan memasukkan potongan-potongan cabang karang contoh tersebut ke dalam larutan fiksatif (formalin 5 % dalam air laut) selama minimum satu minggu. Polip-polip tersebut kemudian disimpan dalam larutan alkohol 70% untuk sementara waktu

(Fadlallah dan Pearse, 1982; Glynn *et al.*, 1994) sebelum dilakukan persiapan untuk sediaan histologi.

Penyiapan sediaan histologi mengikuti teknik jaringan standar (Humason, 1962; Wallace, 1985; Kiernan, 1990; Glynn *et al.*, 1991, 1994). Pertama-tama dilakukan proses dehidrasi dengan menggunakan seri alkohol bertingkat (70%-100%). Dijernihkan dengan larutan Xylool dan kemudian diinfiltrasi dengan parafin cair. Polip-polip tersebut selanjutnya ditanam dalam blok parafin (*embedding*) dan diorientasikan untuk pemotongan secara membujur (potongan vertikal). Jaringan disayat dengan mikrotom setebal 5-6 μm , dan dilakukan *staining* (pewarnaan) dengan *Haematoxylin* dan *Eosin* (HE) (Gambar 1). Bagian tengah dari potongan membujur polip diambil sebanyak 2-3 sayatan per *slide* untuk mengamati perkembangan gonad dan jumlah telur di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 40x dan pengambilan gambar dilakukan di bawah fotomikroskop dengan menggunakan film ASA 200.

Tahap perkembangan gonad diidentifikasi berdasarkan karakter dari ukuran sel dan bentuk morfologinya serta karakter warna yang dihasilkan dari pewarnaan HE (Hematoxylin-Eosin) yang digunakan. Selain itu keberadaan inti dan kandungan sel sperma juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakter tersebut. Identifikasi dari karakter setiap perkembangan sel sperma dan telur telah diidentifikasi juga dengan berdasarkan modifikasi dari petunjuk (Glynn *et al.* 1991, 1994).



Gambar 1. Prosedur Kerja Histologi pada sampel karang lunak *S. flexibilis*

Pengamatan terhadap hasil histologi terhadap koloni karang lunak *S. fleksibilis* dengan menggunakan larutan pewarna HE serta pengamatan sampel jaringan dengan menggunakan mikroskop elektron yang dilengkapi dengan mikrometer okuler untuk memperoleh data diameter masing-masing tingkat perkembangan sperma, telur dan inti telur.

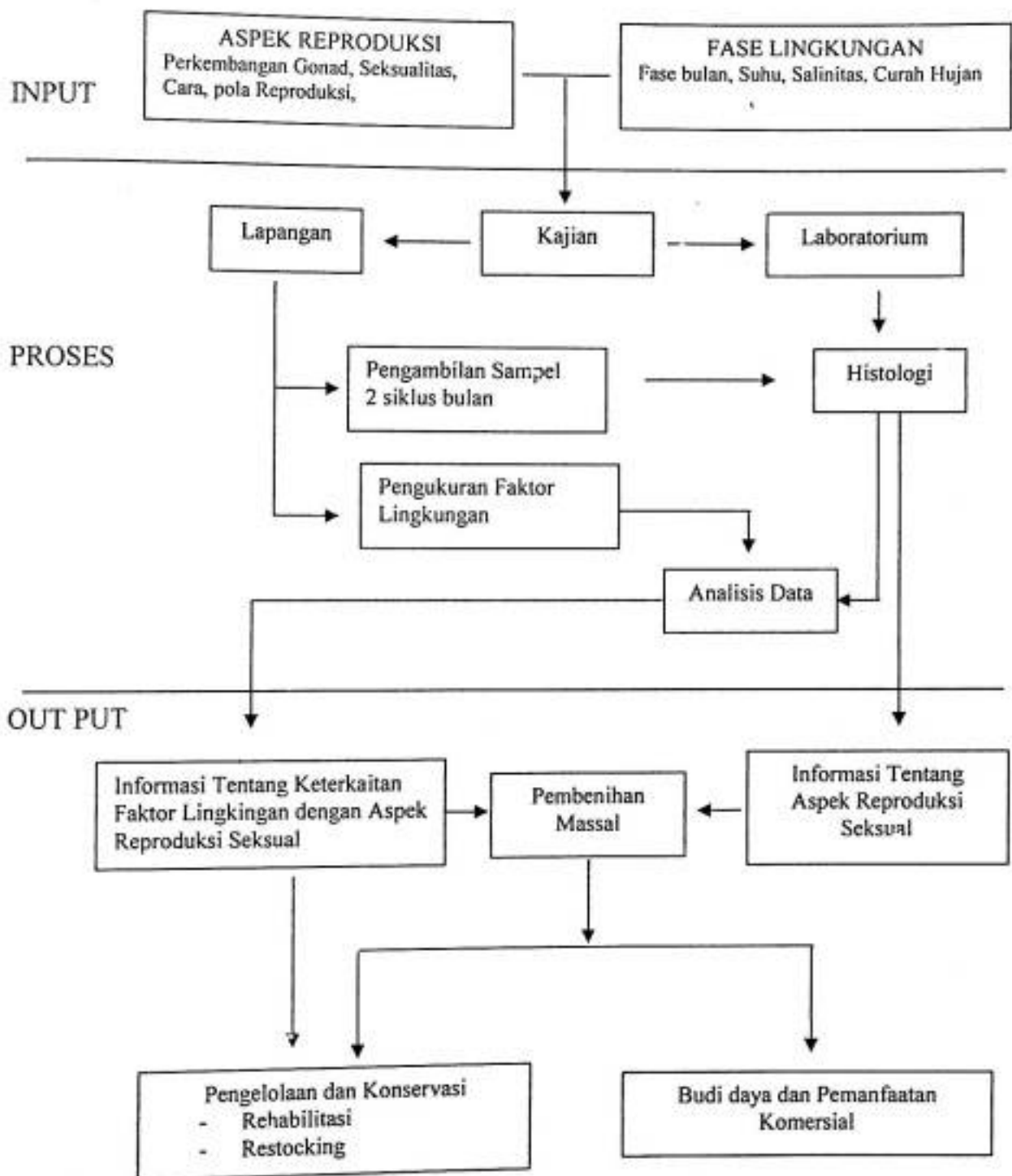
Untuk mendapatkan data yang valid maka dilakukan pengamatan histologi terhadap lima polip untuk setiap potongan cabang karang pada masing-masing spesies (Wallace, 1985). Dalam pengamatan ini dihindari pengambilan potongan-potongan cabang yang berulang untuk setiap koloni. Hal ini untuk menghindari sampel bias, karena beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa fragmentasi koloni induk akan mengurangi kemampuan reproduksi seksualnya (Kojis dan Quinn, 1985; Szmant - Froelich, 1985; Szmant, 1986; Zakai *et al.*, 2000).

2. Keterkaitan antara Tingkat Perkembangan Gonad dengan Faktor Lingkungan

Untuk melihat keterkaitan antara tingkat perkembangan gonad, larva/planula dengan faktor lingkungan, maka selama pengambilan sampel potongan-potongan cabang selama 2 siklus bulan pengambilan sampel jaringan, dilakukan pula pengukuran suhu dan salinitas harian permukaan perairan. Setiap pengukuran parameter tersebut dilakukan dua kali, yaitu pada pagi hari (pukul 06.00 WITA) dan sore hari (pukul 16.00 WITA). Selain itu juga dikaitkan dengan data sekunder (curah hujan) yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Makassar.

Analisis Data

Keterkaitan antara tingkat perkembangan gonad dengan faktor lingkungan dianalisis secara deskriptif dengan memplotkan masing-masing tahapan perkembangan gonad terhadap data suhu dan salinitas perairan rata-rata setiap bulannya serta curah hujan bulanan.



Gambar 2. Bagan Alir Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

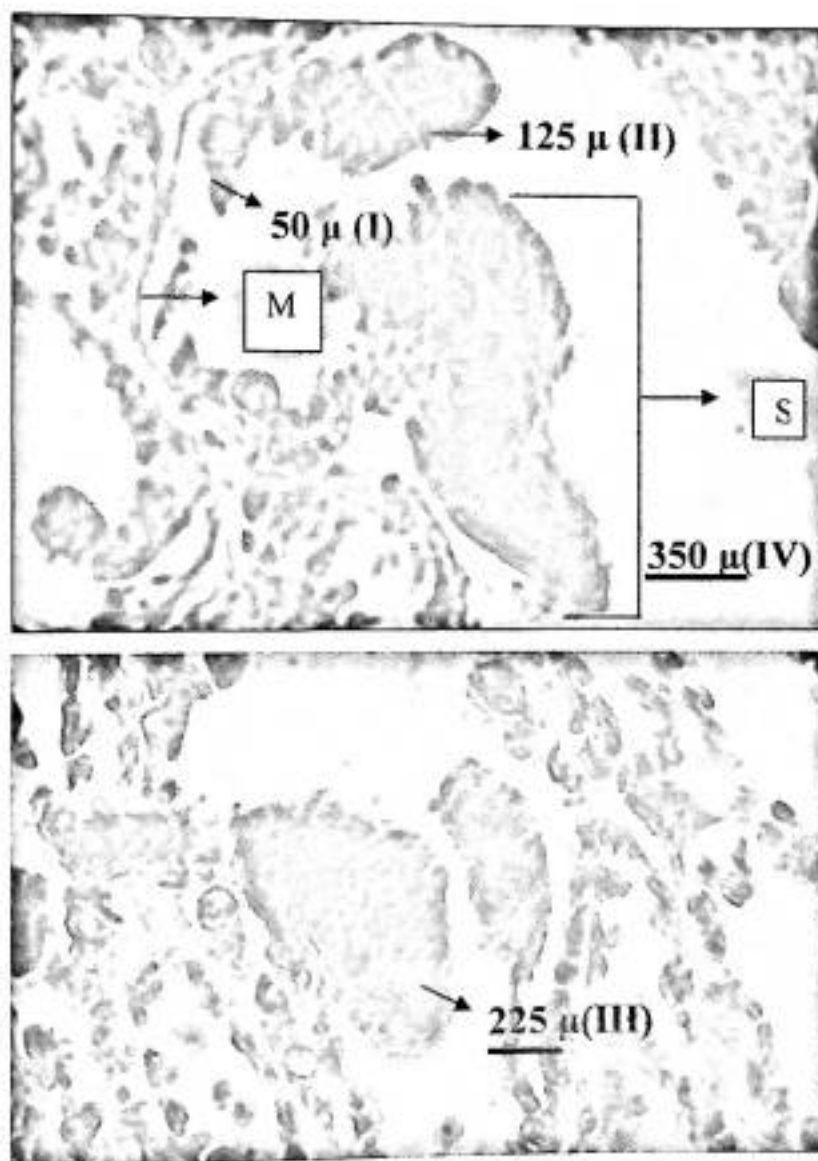
Tingkat Kematangan Sperma

Hasil studi histologis menunjukkan bahwa pola dasar dari gametogenesis pada karang ialah mirip dengan Cnidaria atau avertebrata laut lainnya. Karakteristik masing-masing perkembangan sperma berdasarkan hasil pengamatan histologi pada karang *S. fleksibilis* disajikan pada Tabel 2, sedangkan struktur jaringan testis hasil foto mikrograf dari sediaan histologi dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 2. Karakteristik Perkembangan Sperma pada Karang *S. fleksibilis* Berdasarkan Hasil Pengamatan Histologi yang Dimodifikasi dari Rani (2003).

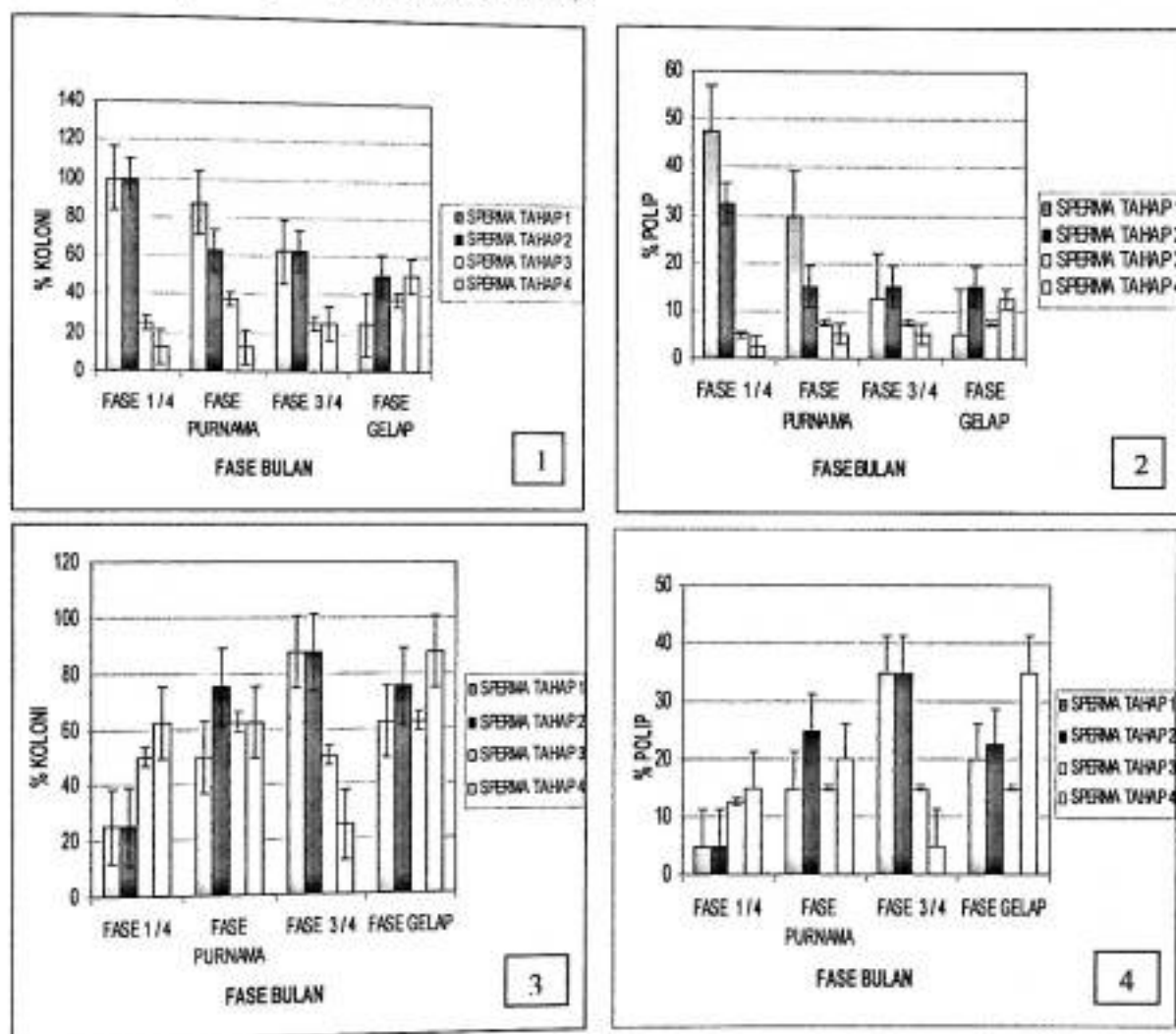
Tahap	Karakteristik Sperma	Diameter Sperma <i>S. fleksibilis</i> (μm)		Diameter Sperma <i>A. nobilis</i> (μm)	
		Kisaran	Rata-rata \pm (SE)	Kisaran	Rata-rata \pm (SE)
I	Bentuknya lonjong kecil, dan berkumpul dalam mesoglea serta belum memiliki inti yang jelas,	35,72-93,75 (n:130)	68,42 \pm 5,84	52-416 (n:336).	185,15 \pm 8,62
II	Bentuknya lonjong dan sedikit lebih panjang, sudah mulai menunjukkan batas-batas spermatocytes, serta sebagian ada yang memiliki inti,	108,34-125 (n:108)	116,77 \pm 2,30	78-468 μ (n: 343)	189,01 \pm 8,24
III	Bentuknya lonjong dan lebih panjang, terdapat lumen serta ekor yang jelas,	162,50-250 (n:45)	199,02 \pm 11,28	52-676 (n:344).	222,72 \pm 8,85
IV	Bentuknya lonjong dan panjang, terdapat lumen yang padat dengan ekor yang jelas.	300,00-354,17 (n:52)	318,59 \pm 6,29	104-1352 (n:754)	312,75 \pm 10,23

Berdasarkan hasil tersebut di atas karakter pada karang lunak *S. fleksibilis* baik itu ukuran dan bentuk pada prinsipnya hampir sama dengan hasil yang diperoleh Rani (2003) yang melakukan studi histologi terhadap karang *Acropora nobilis* dan *Pocillopora verrucosa* dengan menggunakan pewarnaan Haematoxylin dan Eosin.



Gambar 3. Struktur sperma (S), Mesentri (M), Inti (I), karang lunak *S. fleksibilis* yang diperoleh dari fotomikrograf sediaan histologi. TKG I (I), TKG II (II), TKG III (III), TKG IV (IV).

Tingkat kematangan sperma tahap I dan II cenderung menurun pada setiap fase (fase 1/4, fase purnama, fase 3/4, dan fase gelap) dalam satu siklus bulan. Sebaliknya tahap III dan IV cenderung mengalami peningkatan baik menurut koloni (Gambar 4.1). maupun polip (Gambar 4.2).



Gambar 4. Persentase Tingkat Kematangan Sperma Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. fleksibilis*.

Tingkat Kematangan Telur

Karakteristik perkembangan telur pada karang *S. fleksibilis* disajikan pada tabel

3, sedangkan struktur telur dari berbagai TKG dapat dilihat pada gambar 5.

Tabel 3. Karakteristik Perkembangan Telur Karang *S. fleksibilis* Berdasarkan Hasil Pengamatan Histologi yang Dimodifikasi dari Rani (2003).

Tahap	Karakteristik Telur	Diameter Telur <i>S.fleksibilis</i> (µm)		Diameter Inti <i>S.fleksibilis</i> (µm)		Diameter Telur <i>A.nobilis</i> (µm)		Diameter Inti <i>A.nobilis</i> (µm)	
		Kisaran	Rata-rata ± (SE)	Kisaran	Rata-rata ± (SE)	Kisaran	Rata-rata ± (SE)	Kisaran	Rata-rata ± (SE)
I	Bentuk bulat dan kecil, berkumpul dalam mesoglea, belum memiliki inti yang jelas,	25,00-68,75 (n:173)	38,76 ±4,84	-	-	15,6-156 (n:262).	69,9± 3,41	5,8-3,9 (n: 9)	24,91± 6,95
II	Bentuknya oval dan sedikit lebih besar, inti belum jelas	0,00-125,00 (n:48)	84,13 ±13,87	-	-	26-312 (n:346)	135,86± 4,68	17-78 (n: 20)	41,58± 6,87
III	Bentuknya bulat lonjong, inti terlihat jelas	0,00-220,84 (n:24)	109,06 ±33,19	37,50-62,50 (n:5)	38,80 ±04,93	52-373 (n:384)	214,32± 5,44	15,6-78; (n: 22)	60,59± 6,27;
IV	Bentuknya bulat, inti sangat jelas dalam beberapa inti terdapat anak inti	245,00-392,86 (n:47)	291,55 ±19,77	37,50-100,00 (n:7)	69,64 ±3,51	104-572 (n:826)	301,34± 5,71	10,4-104 (n: 172)	61,25± 2,61;

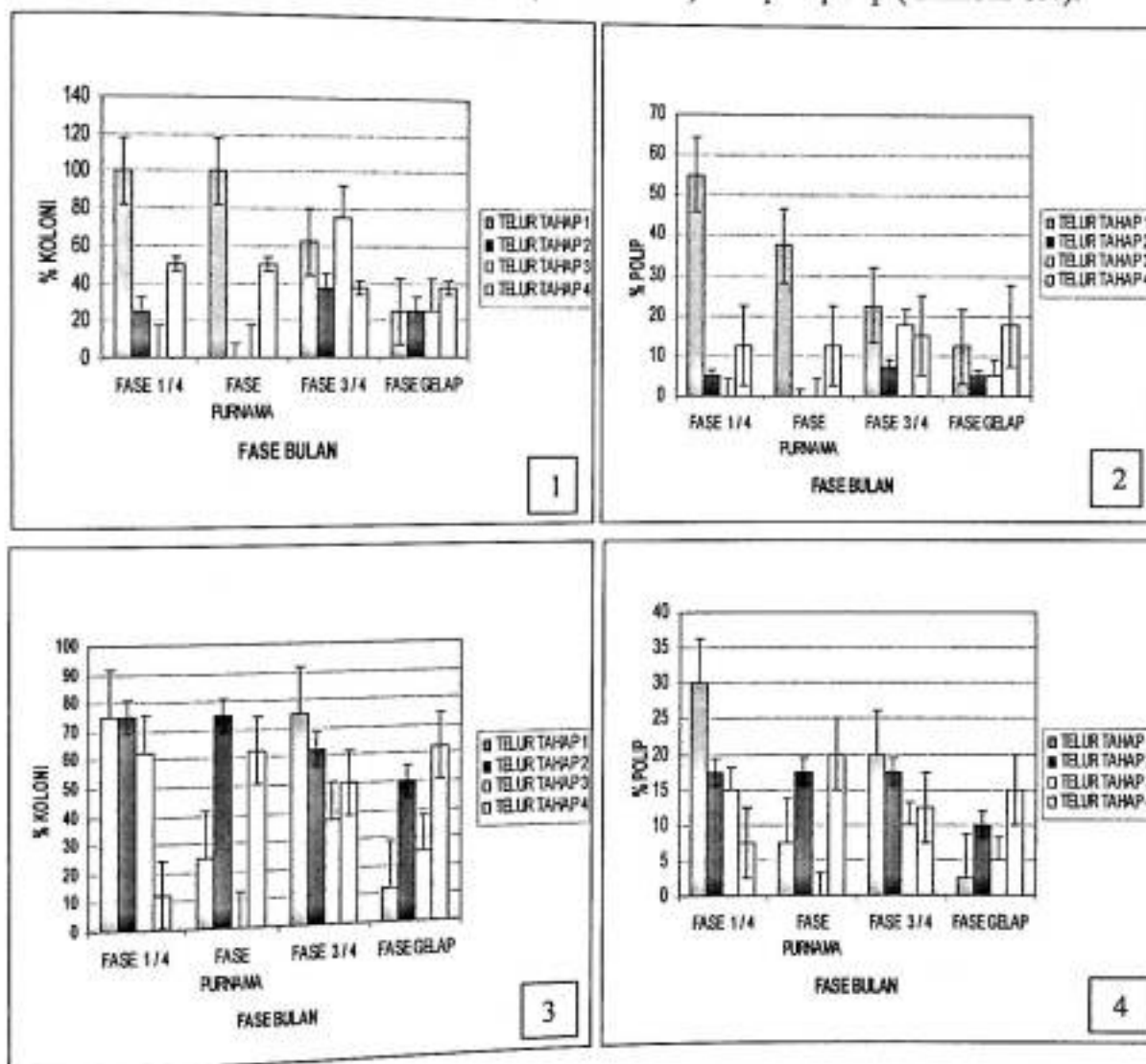
Seperti halnya pada tingkat perkembangan sperma, tahapan perkembangan telur juga dibagi menjadi 4 tahapan seperti yang dilakukan oleh Rani (2003) yang

melakukan studi histologi terhadap tahapan perkembangan telur pada *Acropora nobilis* dan *Pocillopora verrucosa* dengan menggunakan pewarnaan HE.



Gambar 5. Struktur telur (T), Mesentri (M), Inti (I), Anak Inti (AI) Okarang lunak *S. flexibilis* yang diperoleh dari fotomikrograf sediaan histologi. TKG I (I), TKG II (II), TKG III (III), TKG IV (IV).

Persentase tingkat kematangan telur bulan I, tahap I dan II hampir sama dengan tingkat kematangan sperma yang cenderung menurun pada setiap fase dalam satu siklus bulan. Sebaliknya tahap III dan IV cenderung mengalami peningkatan baik itu berdasarkan koloni (Gambar 6.1) maupun polip (Gambar 6.2). Pada bulan II persentase telur pada tiap-tiap tahap (I-IV) cenderung lebih tinggi dari persentase telur pada bulan I baik menurut koloni (Gambar 6.3) maupun polip (Gambar 6.4).

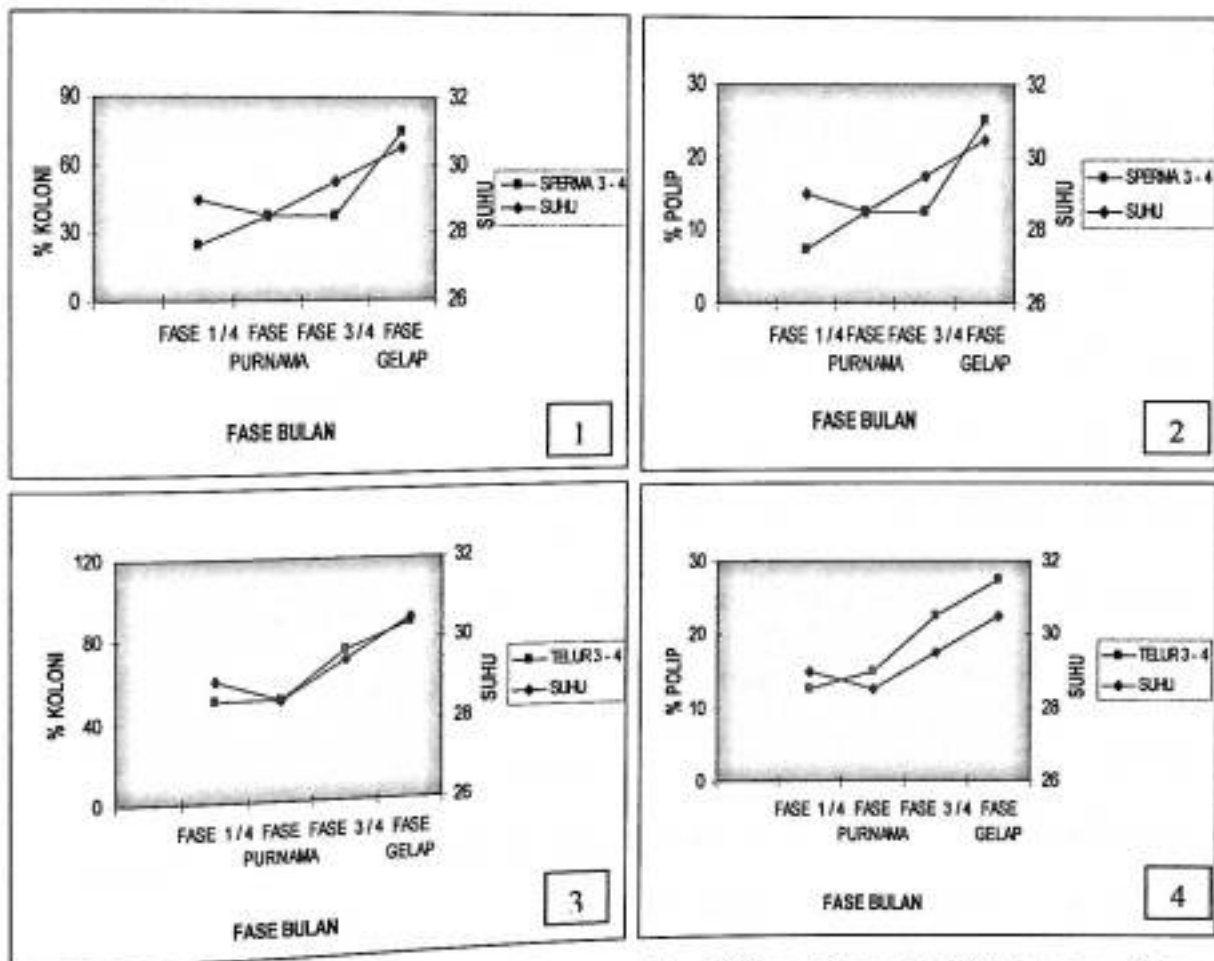


Gambar 6. Persentase Tingkat Kematangan Telur Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. fleksibilis*.

Keterkaitan Tingkat Kematangan Gonad dengan Faktor Lingkungan

1. Keterkaitan dengan suhu perairan

Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan memperlihatkan bahwa tingginya suhu pada bulan I fase 3 / 4 dan fase gelap memberikan dampak terhadap peningkatan persentase sperma tahap III-IV menurut jumlah koloni (Gambar 7.1), begitu pula dengan pengamatan berdasarkan jumlah polip (Gambar 7.2). Persentase telur tahap III-IV juga meningkat pada fase yang sama (3 / 4 dan gelap) baik menurut jumlah koloni (Gambar 7.3) maupun menurut jumlah polip (Gambar 7.4)

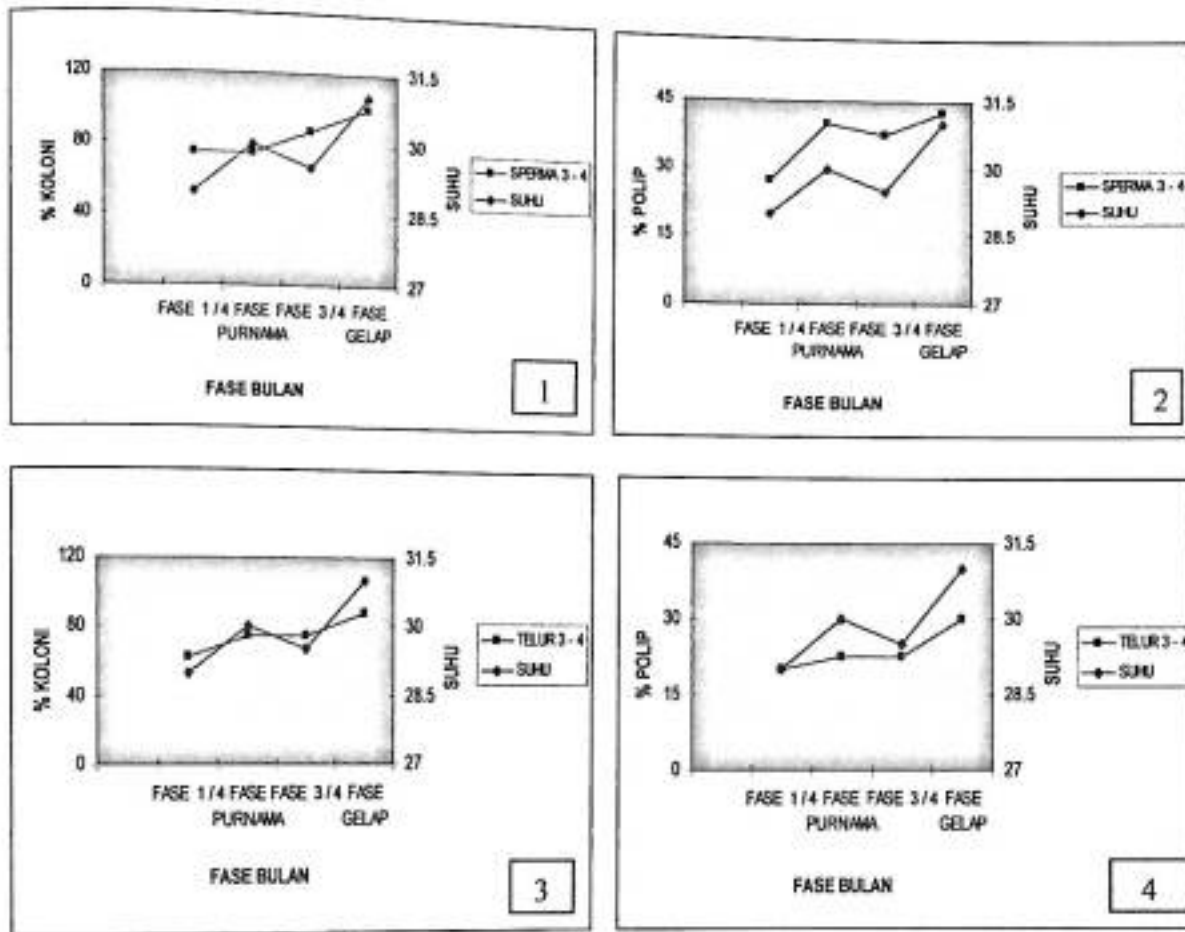


Gambar 7. Hubungan Persentase Sperma dan Telur tahap III-IV dengan Suhu Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. fleksibilis* pada bulan I.

Karang lunak dapat menghasilkan gonad atau bereproduksi jika suhu perairan mendukung atau memicu terjadinya proses pematangan gonad. Rendahnya suhu perairan di fase pertama memberikan dampak terhadap penurunan jumlah telur.

Tingginya suhu pada bulan I yang mencapai 30.5°C sehingga memicu proses pengeluaran gonad (sperma) dalam jumlah yang banyak pula. Peningkatan suhu perairan dapat mempengaruhi dan menyebabkan proses pengeluaran atau pelepasan gonad. Menurut Nybakken, 1988 suhu maksimum yang dapat ditolerir oleh terumbu karang berkisar $35-40^{\circ}\text{C}$

Suhu merupakan salah satu faktor eksternal atau faktor lingkungan yang sangat berperan dalam proses pematangan gonad. Misalnya pada karang *Sclerectinia Montipora verrucosa* dan *M. dilatata* suhu musim dingin ditemukan menahan atau mengeliminasi pemijahan. Suhu perairan meningkat dan mengindikasikan bahwa suhu sangat berperan penting dalam tingkah laku reproduksi. Spesies-spesies ini mungkin menggunakan suhu untuk isyarat awal dalam proses gametogenesis pada musim panas dan memijah pada bulan-bulan Juni–Agustus ketika suhu optimal untuk pertumbuhan dan respirasi. Temperatur perairan mungkin secara langsung membatasi gametogenesis dan atau pemijahan ketika kondisi terlalu dingin untuk menyokong kebutuhan dasar fisiologi karang. Penyelidikan hubungan antara gametogenesis dan fungsi metabolis (seperti laju pertumbuhan) mencakup kisaran suhu akan memberikan kejelasan yang lebih baik dalam mekanisme terhadap rangsangan lingkungan (Hunter, 1988)



Gambar 8. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Suhu Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. fleksibilis* pada bulan II.


Pada bulan II persentase sperma dan telur tahap III-IV yang dimulai dari fase 1 / 4 sampai dengan fase gelap menunjukkan peningkatan jumlah sperma dan telur baik itu berdasarkan persentase koloni maupun persentase polip. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada karang lunak ini dapat menghasilkan gonad atau bereproduksi jika ada daya dukung dari lingkungan dalam hal ini suhu perairan.

Karang-karang menggunakan suhu sebagai isyarat dalam menentukan masa-

yaitu pada saat suhu optimal bagi perkembangan larva atau planula.

ikianlah puncak pemijahan akan terjadi. Seperti yang dikemukakan

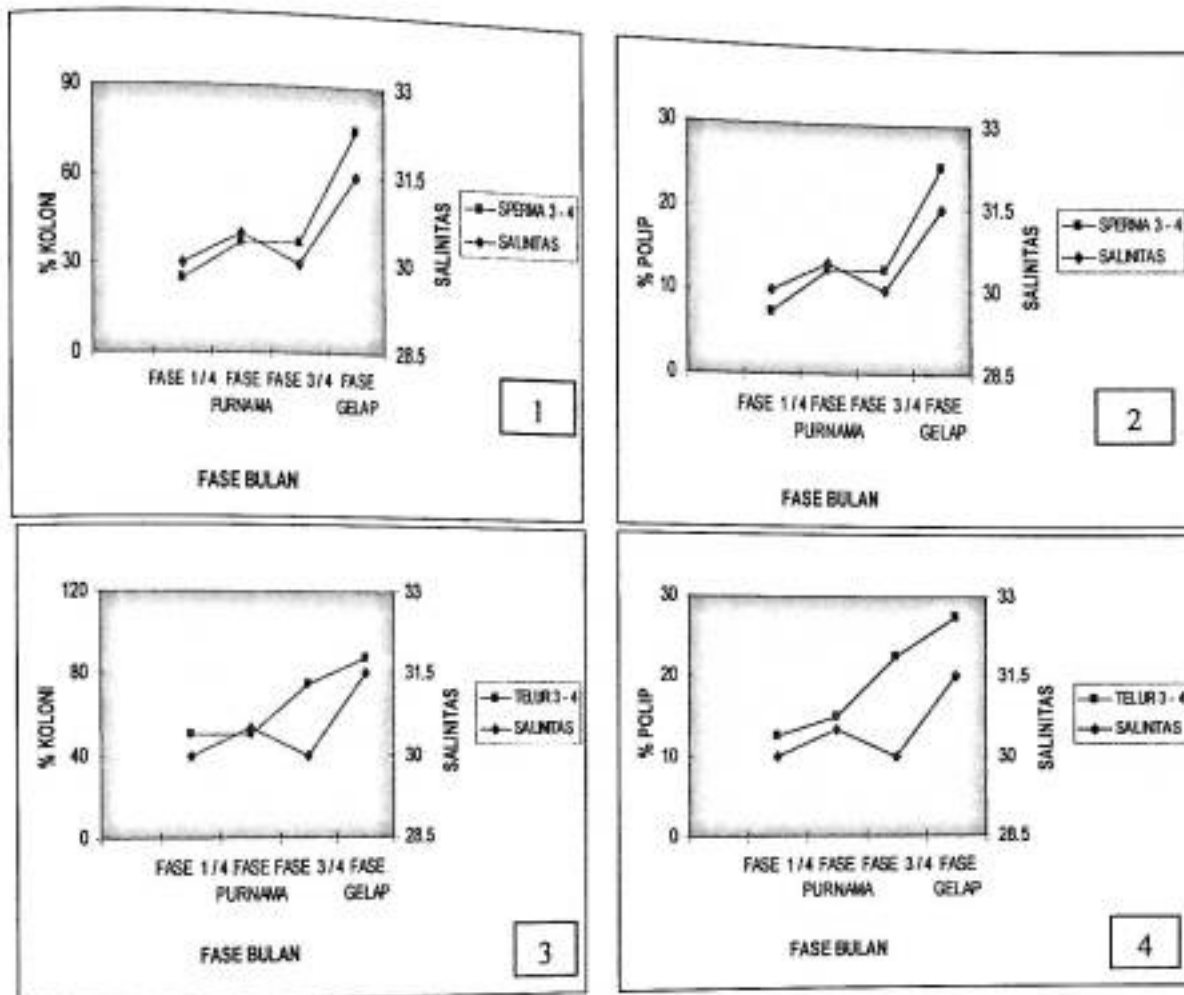




oleh Glynn *et al.* (1991) bahwa setelah setahun gangguan *El-Nino* memberikan kembalinya aktivitas reproduksi yang normal. Ditambahkan pula oleh McGuire (1998) bahwa ketika suhu perairan maksimal akan mengindikasikan gangguan pada jaringan (fisiologi) karang, sehingga mempengaruhi aktivitas reproduksi.

Suhu perairan memberikan indikasi dalam menentukan awal dan akhir periode reproduktif musiman untuk banyak organisme laut termasuk karang. Variasi tahunan pada suhu diduga menjadi penting dalam menentukan waktu gametogenesis dan waktu pemijahan pada kebanyakan spesies-spesies karang Skleraktinia (Harrison *et al.*, 1984; Harriot, 1983). Suhu musim dingin ditemukan menahan dan mengeliminasi pemijahan, sedangkan peningkatan suhu akan terjadi pemulihan pemijahan. Dengan demikian karang-karang di daerah dengan kisaran suhu yang besar menjadi reproduktif sampai mereka mengalami suatu periode pada peningkatan suhu. Sedangkan pada daerah dengan kisaran suhu yang rendah sangat mempengaruhi perkembangan gonad (gametogenesis). Oleh karena itu karang-karang di pusat Karibia menjadi reproduktif sepanjang tahun, tetapi hanya di bulan-bulan pada musim semi dan musim panas pada daerah terumbu yang lebih ke utara. Berbeda dengan karang-karang di daerah tropik, suhu perairan sifatnya relatif dalam menentukan proses gametogenesis, seperti halnya pada karang-karang yang diobservasi di Australia kisaran temperatur dapat dinilai dalam menentukan pola-pola *spawning* massal karang (Oliver *et al.*, 1988).

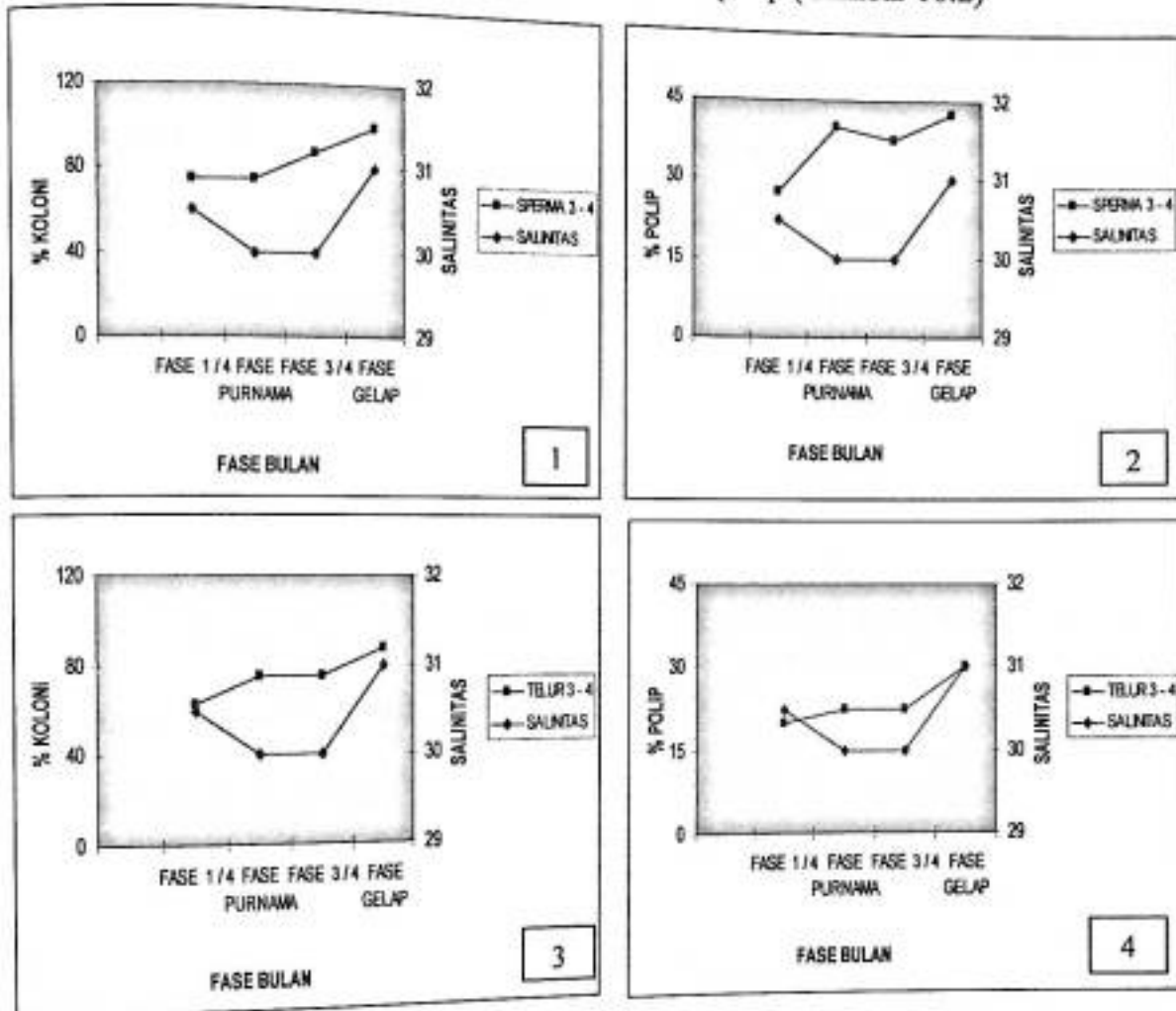
Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa suhu perairan mungkin secara langsung membatasi gametogenesis atau pemijahan terjadi ketika kondisi terlalu



Gambar 9. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Salinitas Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. flexibilis* pada bulan I.

Persentase sperma dan telur tahap III-IV juga menunjukkan peningkatan jumlah yang dimulai dari fase 1 / 4 sampai dengan fase gelap baik itu berdasarkan persentase koloni (Gambar 9.3) maupun persentase polip (Gambar 9.4). Tingginya salinitas perairan merupakan isyarat dari reproduksi.

Tingginya salinitas pada fase gelap memicu terjadinya peningkatan persentase sperma baik itu menurut koloni (Gambar 10.1) dan polip (Gambar 10.2)



Gambar 10. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Salinitas Perairan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. flexibilis* pada bulan II.

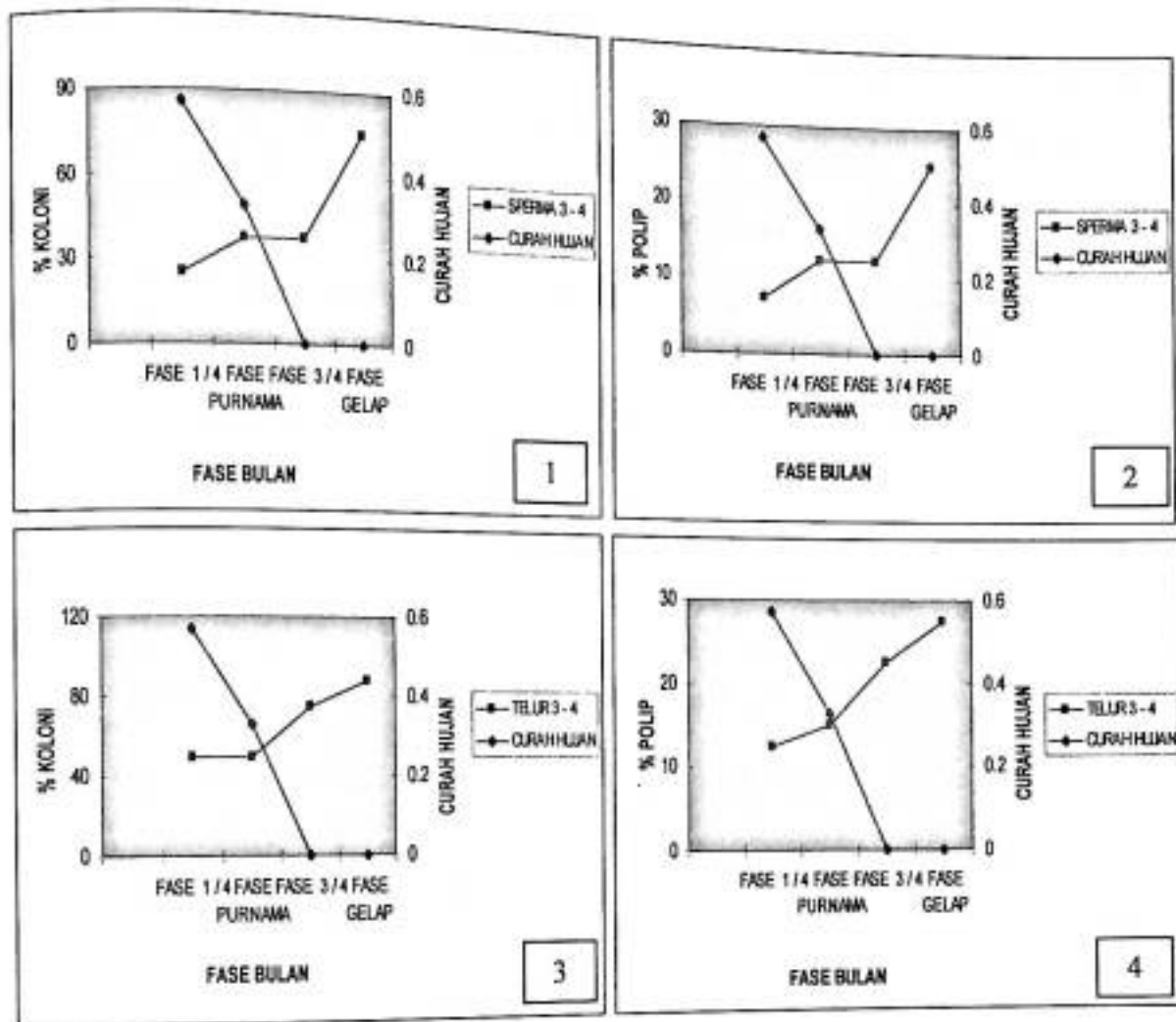
Begitu pula dengan persentase telur tahap III-IV juga menunjukkan hubungan yang sama antara persentase koloni (Gambar 10.3) dan polip (Gambar 10.4) dimana tingginya salinitas berdampak pada proses pematangan gonad atau semakin tingginya persentase pematangan telur.

Salinitas suatu perairan juga memainkan peran yang sangat penting dalam mengatur waktu-waktu reproduksi pada beberapa jenis karang. Hal ini disebabkan oleh karena faktor fisiologi karang berpengaruh besar terhadap aktivitas reproduksi terutama dalam hubungannya dengan pematangan gamet-gamet. Dengan demikian pada kondisi salinitas yang normal untuk karang, maka aktivitas reproduksi dan metabolisme pada jaringan karang akan dapat mengatur waktu-waktu reproduksi.

Suharsono (1984) mengemukakan bahwa pelepasan dan perkembangan gonad/planula memerlukan kisaran salinitas yang sempit, dan pada beberapa spesies planula dilepaskan sebagai tanggapan terhadap penurunan salinitas. 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 (Nybakken, 1988).

3. Keterkaitan dengan curah hujan

Berdasarkan pengamatan terhadap histologi dan hasil analisis data pada koloni dan polip karang *S. fleksibilis* memperlihatkan adanya hubungan antara tingginya curah hujan dengan persentase sperma tahap III-IV baik menurut jumlah koloni (Gambar 11.1) dan jumlah polip (Gambar 11.2) yang berpengaruh terhadap peningkatan persentase sperma tahap III-IV pada fase 3 / 4 dan gelap. Curah hujan juga berperan penting proses reproduksi dalam hal ini proses pematangan gonad pada karang. Tingginya curah hujan menyebabkan meningkatnya proses pengenceran sehingga menurunkan suhu dan salinitas air laut

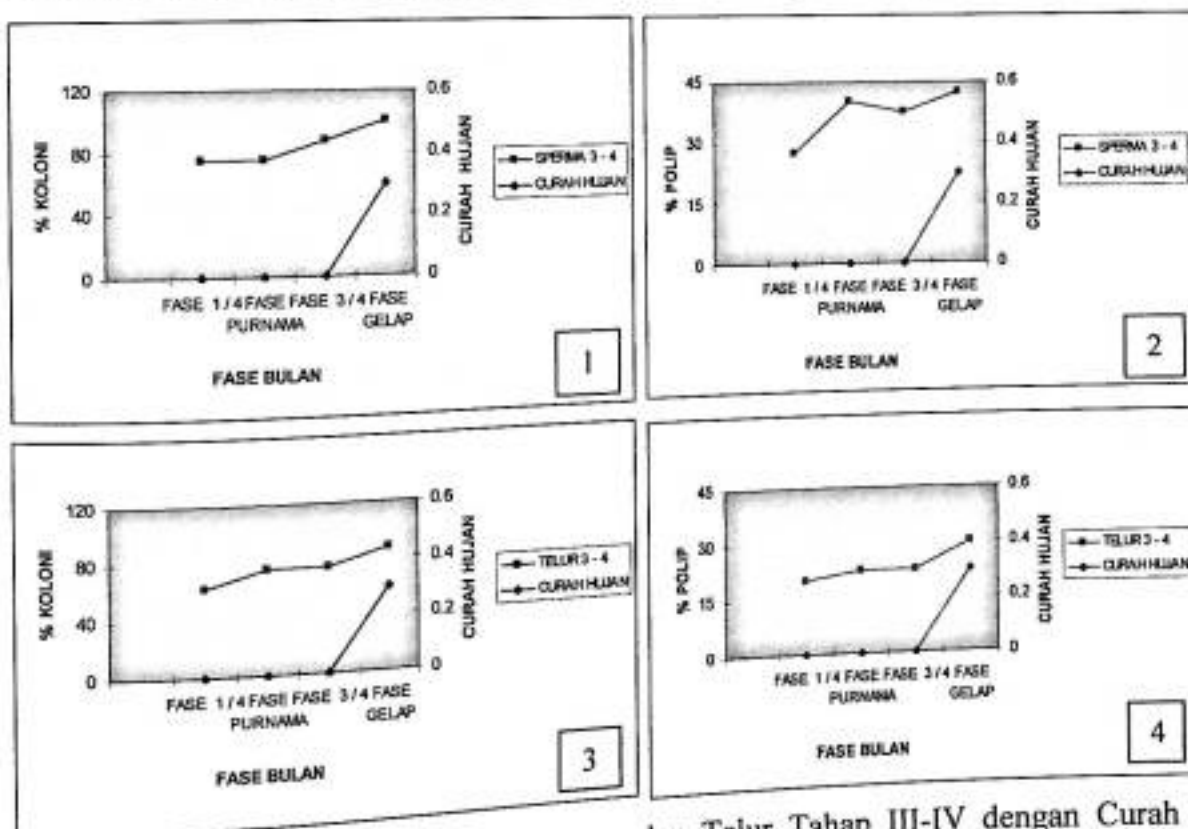


Gambar 11. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Curah Hujan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. flexibilis* pada bulan I.

Persentase telur tahap III-IV memperlihatkan grafik yang sama dengan persentase sperma tahap III-IV baik menurut jumlah koloni (Gambar 11.3) maupun menurut jumlah polip (Gambar 11.4) meningkat dengan curah hujan yang rendah. Tingginya persentase telur tahap III-IV merupakan respon dari rendahnya atau bahkan tidak ada curah hujan sehingga memberikan dampak terhadap peningkatan persentase telur tahap III-IV.

Berdasarkan pengamatan histologi dan hasil analisis data terhadap koloni dan polip karang lunak *S. fleksibilis* memperlihatkan bahwa curah hujan pada bulan I untuk fase gelap meningkat bila dibandingkan dengan curah hujan pada bulan II fase 3/4 tetapi tidak berpengaruh besar terhadap penurunan persentase sperma tahap III-IV baik menurut koloni (Gambar 12.1) maupun polip (Gambar 12.2).

Persentase telur tahap III-IV pada karang lunak *S. fleksibilis* juga menunjukkan hal yang sama dengan persentase sperma tahap III-IV, baik menurut jumlah koloni (Gambar 12.3) maupun menurut jumlah polip (Gambar 12.4) curah hujan 0.3 mm dalam takaran masih termasuk rendah sehingga walaupun pada grafik meningkat tetapi tidak berpengaruh terhadap peningkatan persentase jumlah sperma baik.



Gambar 12. Hubungan Persentase Sperma dan Telur Tahap III-IV dengan Curah Hujan, Menurut Jumlah Koloni (1,3) dan Jumlah Polip (2,4) Karang lunak *S. fleksibilis* pada bulan II.

Faktor cuaca juga berperan dalam menentukan tingkat perkembangan gonad (gametogenesis), yaitu dengan tingginya curah hujan akan berpengaruh terhadap meningkatnya perkembangan gonad tahap akhir. Fenomena ini sangat berhubungan dengan respon terhadap perubahan musiman. Hasil pengamatan selama penelitian terlihat bahwa telur dan sperma dilepaskan ketika curah hujan rendah. Jika curah hujan tinggi akan berpengaruh terhadap proses pengenceran pada air laut sehingga menyebabkan penurunan salinitas dan akan mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh organisme yang berkaitan dengan proses energetik, selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Curah hujan juga dapat mempengaruhi perkembangan gonad (gametogenesis), yaitu sebagai isyarat awal dalam proses gametogenesis pada karang-karang yang reproduktif di daerah tropik. Seperti yang dikemukakan oleh McGuire (1998) bahwa karang-karang yang memijah di bagian barat terumbu Australia menjadi reproduktif ketika berakhirnya musim panas (memasuki musim dingin/hujan).

Dengan demikian faktor lingkungan seperti suhu, salinitas perairan dan curah hujan, merupakan faktor utama dan menjadi syarat awal dalam menentukan perkembangan gonad (gametogenesis) atau siklus reproduksi pada karang lunak *S. fiexibilis*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Persentase jumlah gonad (sperma dan telur) tahap akhir (III,IV) atau yang matang gonad tertinggi pada fase gelap dalam satu siklus bulan dan terendah pada fase I / 4.
2. Karakter perkembangan gonad pada karang lunak *S. fleksibilis* baik itu ukuran, bentuk dan warna bervariasi pada setiap tahapnya (tahap I-IV).
3. Tipe seksualitas karang lunak *S. fleksibilis* berdasarkan hasil pengamatan histologi adalah hermaphrodit, berdasarkan hasil pengamatan *in-situ* bereproduksi dengan cara *spawning*, dengan demikian pola atau strategi reproduksinya adalah hermafrodit yang diikuti oleh *spawning* (Hermaphrodit Broadcast Spawning).
4. Suhu dan salinitas perairan serta curah hujan merupakan faktor lingkungan yang utama dalam proses perkembangan gonad pada karang lunak *S. fleksibilis*. Pada fase bulan gelap, suhu dan salinitas semakin tinggi dan persentase perkembangan gonad semakin tinggi pula. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu serta salinitas berbanding lurus dengan persentase kematangan gonad. Sebaliknya untuk curah hujan berbanding terbalik, semakin rendah curah hujan maka persentase perkembangan gonad semakin tinggi.

Saran

Kurangnya data dan informasi mengenai biologi reproduksi karang lunak maka kami menyarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai biologi reproduksi karang lunak pada spesies yang berbeda dalam kaitannya dengan perkembangan gonad.

DAFTAR PUSTAKA

- Babcock, R.C., G.D. Bull., P.L. Harrison, A.J. Heyward., J.K. Oliver., C.C Wallace, and B.L. Willis. 1986. *Synchronous Spawnings of 105 Scleratinian Coral Species on the Great Barrier Reef*. Marine Biology 90: 379-394.
- Bayer, F.M., 1956. *Octocoralia in Treatise on Invertebrata Paleontologi*. Geological Society of America and Universitas Kansas Press.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yokyakarta.
- Fadlallah, Y.H., and J.S. Pearse. 1982. *Sexual Reproduction in Solitary Corals: synchronous gametogenesis and broadcast spawning in Paracyanthus stearnsii*. Marine biology 71: 233-239.
- Gardiner, M.S. 1972. *The Biology of Invertebrates*. McGraw-Hill Book company. New York. pp. 759-880.
- Glynn, P.W., N.J. Gassman., C.M. Eakin., J. Cortes, D.B. Smith, and H.M. Guzman. 1991. *Reef Coral Reproduction in the Eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador). I Pocilloporidae*. Marine Biology 109: 355-368.
- Glynn, P.W., S.B. Colley., C.M. Eakin., D.B. Smith., J. Cortes., H.M. Guzman., J.B. Del Rosario, and J.S. Feingnold. 1994. *Reef Coral Reproduction in the Eastern Pacific: Costa Rica, Panama and Galapagos Islands (Ecuador). II Poritidae*. Marine Biology 118: 191-208.
- Harriot, V.J. 1983. *Reproductive Seasonality, Settlementy Settlement and Post Settlement of Pocillopora danicornis (Linnaeus)* Aktiva Lizard Island, Great Barrier Reef. Coral Reefs 2: 151-157.
- Harrison, P.L, and C.C. Wallace. 1990. *Reproduction, Dispersal and Recruitment of Scleractinian Corals: In Dubinsky (ed). Coral reefs: Ecosystems on the world 25. elsevier*. Amsterdam-Oxford, New York-Tokyo pp. 132-207.
- Harrison, P.L., R.C. Babcock., G.D. Bull., J.K. Oliver., C.C. Wallace, and B.L. Willis. 1984. *Mass Spawning in Tropical Reef Corals*: Science 223: 1186-1189.

- Humason, G.L. 1962. *Animal Tissue Techniques*. W.H. Freeman dan Company, San Francisco and London.
- Hunter, C.L. 1988. *Environmental Cues Controlling Spawning in Two Hawaiian Corals, Montipora verrucosa and M. dilatata*. Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Australia 2: 727-732.
- Hutabarat dan Evans, 2000. *Pengantar Oceanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kiernan JA., 1990. *Histological & Histochemical Methods: Theory and Practice*. Sanfransisco & London: Pergamon Pr.
- Kojis, B.L, and N.J. Quinn. 1985. *Puberty in Goniatrea favulus age or Size Limited?*. Proc. 5th Int. Coral reef cong. Tahiti 4: 307-312.
- Manuputty A.W. 1992. *Status Pengetahuan Octocoralia di dunia*. Oseana, 17 (2): 55-60
- Manuputty A.W. 2002. *Karang Lunak (Soft Coral) Perairan Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta.
- Michalek. A and B.F. Bowden, 1997. *A Natural Algicide from Soft Coral Sinularia fleksibilis (Coelenterata, Octocoralia, Alcyonacea)*. Journal of Chemical of Ecology. 1997 23 : 2, 257 ;272 ; 34 ref.
- McGuire, M.P. 1998. *Timing of Larval Release by Porites Astreoides in the Northern Florida Keys*. Coral reefs 17: 369-375.
- Nontji, A. 1988. *Laut Nusantara*, Djambatan, Jakarta
- Norton TA. 1981. *Gamete Expulsion and Release in Sargassum Muticum*.
- Nybakken, 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta.
- Nybakken, 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia, Jakarta.
- Oliver, J.K., R.C. Babcock., P.L. Harrison, and B.L. Willis. 1988. *Geographic Extent of Mass Coral Spawning: Clues to ultimate causal factors*. Proc. 6th Int. coral reef symp., Australia 2: 803-810.

- Philips JA, Clayton MN, Maier I, Boland B, Muller, DG., 1990. *Sexual Reproduction in Dictyota Diemensis (Dyctyotales, phaeophyta)*. Phycologia.
- Rani, C., 2000. *Kumpulan Jurnal Biologi dan Ekologi Reproduksi Karang Sclerectinia*. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Rani, C., 2003. *Reproduksi Karang Sclerectinia Acropora nobilis dan Pocillopora verucosa di Terumbu Karang Tropis Pulau Barrang Lompo*. Desertasi (S3). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Richmond, R.H. 1985. *Variations in the Population Biology of Pocillopora damicornis Across the Pacific Ocean*. Proc. 5th coral reef cong, Tahiti 6: 101-106.
- Richmond, R.H. 1987. *Energetics, Competency, and Long-Distance Dispersal of Planula Larvae of the Corals Pocillopora damicornis*. Marine Biology 93: 527-533.
- Richmond, R.H. 1990. *Relationship among reproductiv mode, biogeographic patterns and evolution in sclerectinia corals*. Amsterdam. Elsevier ; 317-322.
- Richmond, R.H. 1997. *Reproduction and Recruitment in Corals: Critical links in the persistence of reefs*. in Birkeland, C. (ed.). *Life and death of coral reefs*. Chapman & Hall. PP 175-197.
- Richmond R.H, and Hunter CL., 1990. *Reprduction and Recruitment in Corals, Comparisons among the Caribbean, the tropical pacific, and the Red Sea*.
- Richmond R.H, and Jockiel PL. 1984. *Lunar Periodicity in Larva release in the Reef Coral Pocillopora Damicornis At Enewetak and Hawaii*.
- Rinkevich, B, and Y Loya. 1979. *The Reproduction of the Red Sea Coral Stylophora pistillata. Gonad and planulae*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 1: 133-144.
- Sandy R.E. 2000. *Penempelan Fragmen Buatan Sinularia Sp pada Substrat Pecahan Karang*. Institut Pertanian Bogor.
- Sammarco P.W., and Cool J.C. 1998. *The Chemical Ecology of Alcyonaria Corals. Coelenterata : Octocoralia. Biorganic Marine Chemistry*. Volume 2. verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo. Hal 85-116

- Setiyono H, 1996. *Kamus Oseanografi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Sudiro I.S., 1999. *Produk Alam Hayati Bahari dan Prospek Pemanfaatannya di Bidang Kesehatan dan Kosmetika*. Prosiding Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98. Jakarta
- Suharsono. 1984. *Reproduksi Karang Batu*. *Oseana* 9(4): 116-123.
- Suharsono. 1996. *Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Proyek Penelitian dan Pengembangan Daerah Pantai, Pusat Penelitian dan pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Suharsono. 1998. *Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Proyek Penelitian dan Pengembangan Daerah Pantai, Pusat Penelitian dan pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Sudiro I.S. 1999. *Produk Alam Hayati Bahari dan Prospek Pemanfaatannya di Bidang Kesehatan dan Kosmetika*. *Prosiding Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98 Jakarta 14 - 15 Oktober 1998 : 42 - 52*.
- Sorokin, Yu.I. 1993. *Coral Reef Ecology*. *Ecological Studies* 102. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, Germany.
- Shlesinger, Y, and Y. Loya. 1985. *Coral community reproductive patterns. Red sea versus the Great Barrier Reef*. *Science* 228: 1333-1335.
- Stimson, J.S. 1978. *Mode and Timing of Reproduction in Some Common Hermatypic Corals of Hawaii and Enewetak*. *Marine Biology* 48: 173-184.
- Stoddart, J.A. 1983. *Asexual Reproduction of Planulae in the Coral Pocillopora damicornis*. *Marine Biology* 76: 279-284.
- Szman-Froelich AM. 1985. *The Effect of Coloni Size on the Reproductive Ability of the Caribbean Coral Montastrea annularis*. Int Coral Reef Cong, Tahiti
- Szmant, A.M. 1986. *Reproductive Ecology of Pocilloporid Corals. Montastrea annularis and M. carnosa*. *mar. ecol prog. ser.* 74: 13-25.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M.K. Moosa, 1997. *The Ecology of the Indonesia Seas (Part 1 & 2)*, Volumen VIII, Periplus Edition (HK) Ltd. Singapura.
- Tursch, dkk, 1978. *Terpenoid from coelenterata*. *Marine Natural Products, Chemical and Biological Perspectives II* Academic Press. N.Y.

- Veron, J.E.N. 1986. *Coral of Australia and the Indonesia-Pacific* August. Robertson. Publish.
- Wallace, C.C. 1985. *Reproduction; Recruitment and Fragmentation in Nine Sympatric Species of the Coral Genus Acropora*. *Marine biology* 88: 112-233.
- Willis, B.L., R.C. Babcock., P.L. Harrison, and T.K. Oliver. 1985. *Pattern in the Mass Spawning of Corals on the Great Barrier Reef* from 1981 to 1984. *Proc. 5th Int. coral reef cong.*, Tahiti 4: 343-348.
- Weinheimer, A.J., Matson, H.M. Bilayet and D. Van Der Helm, 1977. *Marine Anticancer Agen Sinularia and Dyhidro Sinularin, new cembranolide diterpenes from the Soft Coral Sinularia fleksibilis*, *Tetrahedron Lett* : 2923-2926.
- Zakai, D., O. Levy, and N.E. Chadwick-Furman. 2000. *Experimental Fragmentation Reduces Sexual Reproductive Output by the Reef-Building Coral Pocillopora damicornis*. *Coral Reefs*. 19: 185-188.