

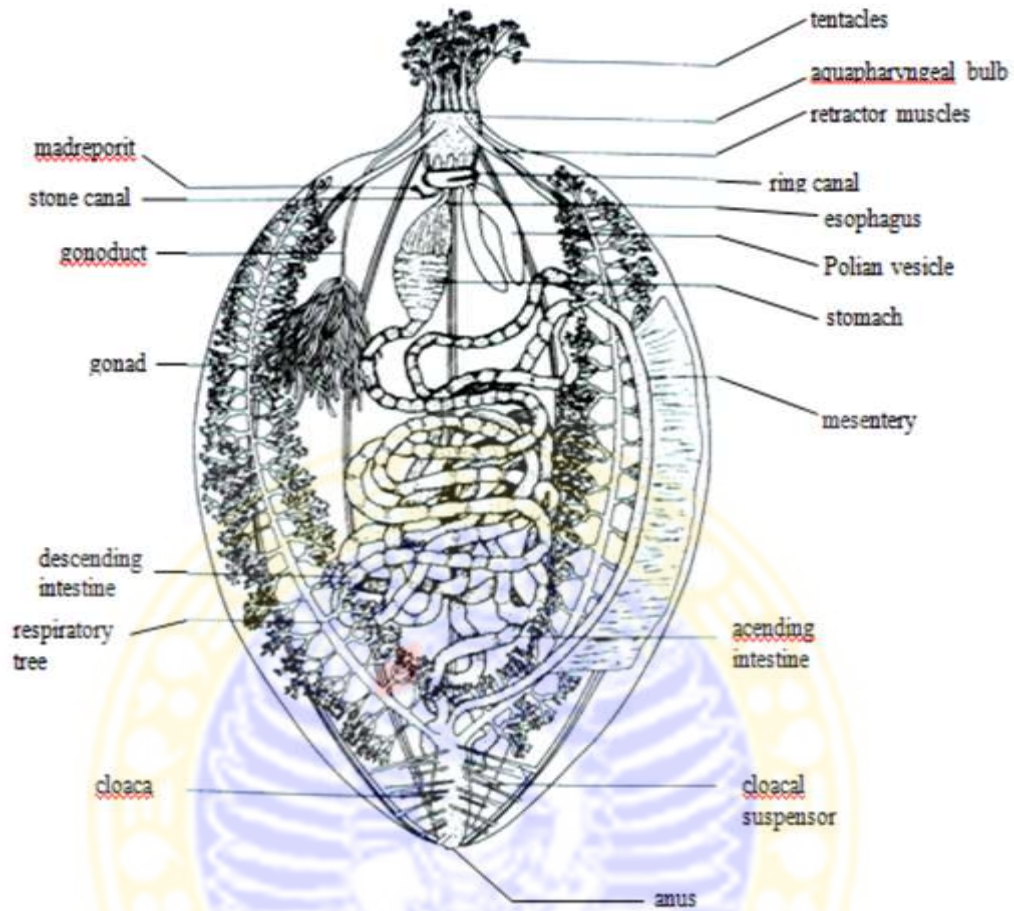
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum Teripang

Teripang adalah salah satu anggota hewan berkulit duri (Echinodermata). Duri teripang merupakan butir-butir kapur mikroskopis yang terbenam dalam jaringan dinding tubuh (Hyman, 1955; Lawrence, 1987). Bentuk tubuh teripang adalah bulat panjang (*elongated cylindrical*) di sepanjang sumbu *oral-aboral*, yaitu sumbu yang menghubungkan bagian anterior dan posterior (Wilmoth, 1967). Mulut dan anus teripang terletak pada ujung poros yang berlawanan yaitu mulut berada pada bagian anterior dan anus berada pada bagian posterior. Mulut dikelilingi oleh tentakel yang dapat dijulurkan dan ditarik kembali dengan cepat. Tentakel ini merupakan modifikasi dari kaki tabung yang berfungsi untuk menangkap makanan (Lawrence 1987; Storer *et al.*, 1979).

Teripang umumnya memiliki tubuh lunak dan licin. Permukaan tubuh tidak bersilia dan diselimuti oleh lapisan kapur yang tebal tipisnya tergantung umur. Di sepanjang mulut ke anus terdapat lima deretan kaki tabung, terdiri atas tiga deretan kaki tabung dengan pengisap pada bagian perut (trivium) yang berperan dalam respirasi (Lawrence, 1987). Di bawah lapisan kulit terdapat satu lapis otot melingkar dan lima lapis otot memanjang. Sesudah lapisan otot terdapat rongga tubuh yang berisi organ-organ tubuh seperti gonad dan usus (Storer *et al.*, 1979).



**Gambar 2.1.** Morfologi bagian dalam teripang (Wallace dan Taylor, 2002).

## 2.2. Tahap Kematangan Gonad Teripang

Pada penelitian Hamel *et al.* (1993) tahap perkembangan gonad teripang terdapat lima tahap antara lain:

### **Tahap *post-spawning***

Pada gonad betina dinding gonad tubulus tipis dan berbelit yang terdapat beberapa oosit yang tidak dipijahkan yang berukuran 400-800  $\mu\text{m}$  dan banyak oosit yang berukuran kurang dari 300  $\mu\text{m}$  (Gambar 2.2A). Pada individu jantan dinding tubulus tipis, banyak ditemukan sisa spermatozoa yang tidak dipijahkan dan tidak ditemukan zona proliferasi (Gambar. 2.7A))

### **Tahap *Recovery***

Pada individu betina memiliki dinding gonad yang sangat tebal. Epitel germinal terdapat banyak oosit kecil (berdiameter  $<200 \mu\text{m}$ ), terdapat banyak fagosit (Gambar 2.2B-C). Pada individu jantan dinding tubulus sangat tebal, tubulus berisi sedikit spermatozoa dan terdapat fagosit (Gambar 2.7B.)

### **Tahap *Growth***

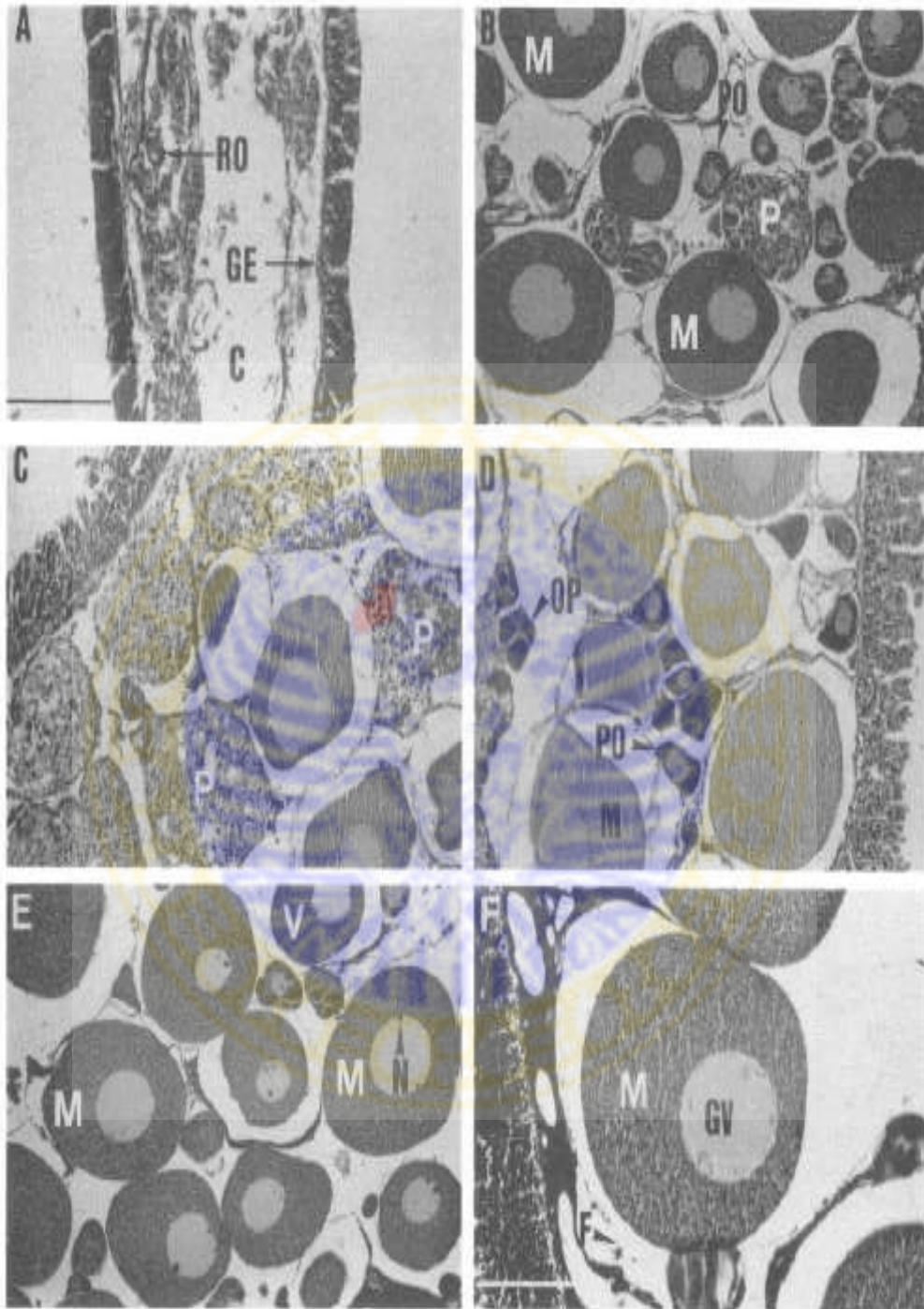
Gonad betina pada tahap ini memiliki dinding tubulus sangat tebal. Di permukaan epitel germinal terdapat banyak oosit *previtellogenic*, sudah tidak terdapat fagosit (Gambar 2.2D). pada individu jantan, dinding gonad menurun ketebalannya. Banyak spermatogonia di permukaan germinal epitelium yang berkembang ke lumen menjadi spermatosit, spermatid, dan sedikit spermatozoa (Gambar. 2.7B))

### **Tahap *Advanced Growth***

Dinding tubulus pada tahap ini lebih tipis dengan diameter lumen tubulus meningkat. Pada lumen terdapat banyak oosit *previtellogenic* dan *vitellogenic* (Gambar 2.2E). pada individu jantan dinding gonad lebih tipis dan lumen dipenuhi spermatozoa (Gambar.2.7C-D)

### **Tahap *Mature***

Tubulus mengalami dilatasi, dinding tubulus tipis dan tidak berbelit, umumnya banyak ditemukan oosit matang (*postvitellogenic*) masing-masing oosit matang terdapat germinal vesikel (Gambar 2.2F). pada individu jantan tubulus dipenuhi spermatozoa dan tidak ditemukan spermatogonia (Gambar.2.7F).



**Gambar 2.2.** Tahap kematangan gonad betina *Psolus fabrici* (A) *postspawning* (B) *recovery awal* (C) *recovery akhir* (D) tahap *growth* (E) tahap *advanced growth* (F) tahap *mature*. GE: *germinal epithelium*, RO: *relict oosit*, PO: *oosit primer*, M: *oosit mature*, P: *fagosit*, OP: *pembelahan oogonia*, V: *oosit vitellogenic*, N: *nucleolus*, GV: *vesikel germinal*, F: *sel folikuler*. Mikroskop cahaya skala 400  $\mu\text{m}$  (Hamel *et al.*, 1993).

## 2.3. Gametogenesis pada Teripang

### 2.3.1. Oogenesis

Oogenesis merupakan proses perkembangan oosit yang dimulai sel germinal primordial di *inner epithelium* yang membelah menjadi oosit dan polar bodi (Smiley, 1990). Pada Echinodermata terdapat dua tipe perkembangan oosit. Tipe yang pertama adalah oosit pada semua tahap perkembangan ditemukan saling berdekatan satu sama lain di *inner epithelium* satu ovarium. Sedangkan, tipe yang kedua adalah semua oosit dalam masing-masing tubulus berkembang secara sinkron, tipe ini merupakan tipe perkembangan oosit dari kelas Holothuroidea (Smiley, 1988). Tipe perkembangan oosit *Phyllophorus dobsoni* adalah asinkron, yaitu dalam satu tubulus ditemukan berbagai jenis oosit (Nisa, 2013). Menurut Purwati (2009) jenis- jenis oosit antara lain:

- Oosit *previtellogenic*

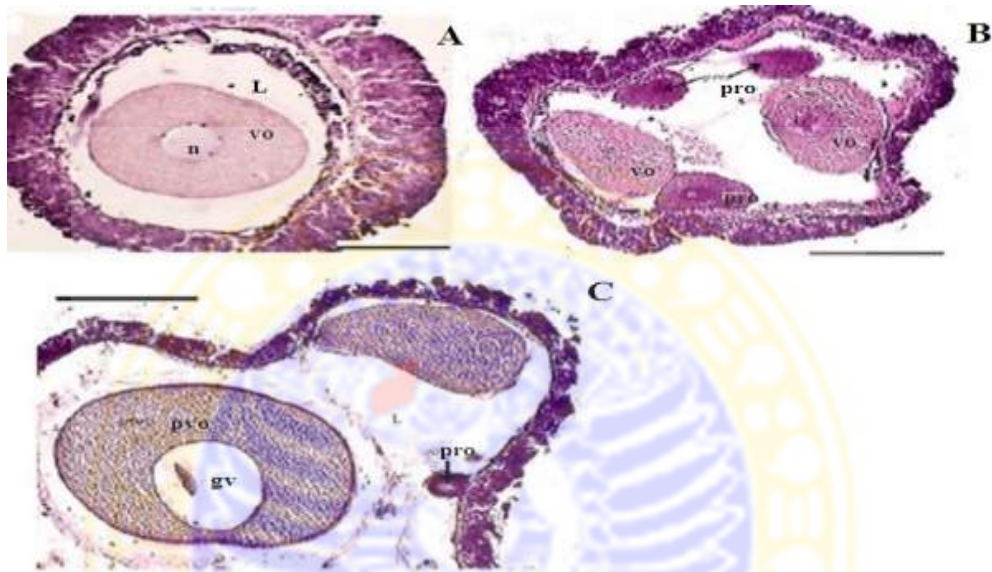
Oosit *previtellogenic* memiliki diameter oosit  $<150 \mu\text{m}$ , terletak melekat di dinding, sangat eosinofilik, tidak ditemukan sel-sel folikuler dan zona radiata di sekelilingnya, belum memiliki vesikel germinal, nukleus bulat dan berada di tengah.

- Oosit *vitellogenic*

Oosit *vitellogenic* memiliki ukuran lebih besar (diameter  $150\text{-}350 \mu\text{m}$ ), ada yang terletak di dinding tetapi ada juga yang terletak hampir ke tengah lumen, eosinofilik, tidak ditemukan sel-sel folikuler dan zona radiata di sekelilingnya, nukleus bulat dan berada di tengah.

- Oosit *postvitellogenic*

Oosit *postvitellogenic* memiliki diameter  $>350 \mu\text{m}$ , eosinofilik lemah, terletak di tengah lumen, dikelilingi sel folikuler dan zona radiata, terdapat *germinal vesicle* dan bentuknya memanjang.



**Gambar.2.3.** Jenis-jenis oosit.(A) vo: oosit *vitellogenic*, (B) pro: oosit *previtellogenic* dan vo: *vitellogenic*, (C) pro: oosit *previtellogenic* dan pvo: oosit *postvitellogenic* (Nisa *et al.*, 2013).

Tubulus gonad Holothuroidea terdiri atas tiga lapisan. Lapisan paling dalam adalah epitel germinal yang terdiri atas banyak sel germinal. Lapisan yang kedua adalah jaringan ikat longgar yang terdapat banyak haemal sinus. Lapisan paling luar adalah lapisan epitel peritoneal yang terdiri atas banyak sel epitel, sel saraf, dan sel otot (Smiley, 1994).

Menurut Smiley (1994), tahap perkembangan oosit pada Echinodermata adalah:

- Proliferasi secara mitosis pada oogonia pada tubulus primer

Oogonia dibentuk oleh sel germinal primordial melalui pembelahan mitosis. Tanda terjadinya pembelahan mitosis adalah adanya nuage. Nuage merupakan organel khusus yang hanya ada oosit *previtellogenic*. Pada oosit primer dari *B. natans* terdapat nuage dan mitokondria (Tyler *et al.*, 1994)

Pada *Stichopus californicus* mitosis terjadi di sepanjang tubulus primer. *Inner epithelium* dari tubulus primer pada *Stichopus californicus* berisi sel somatik yang berukuran kecil dan oogonia yang berukuran lebih besar daripada sel somatik (Smiley, 1988).

- Meiosis I pada awal tubulus sekunder (*previtellogenic*)

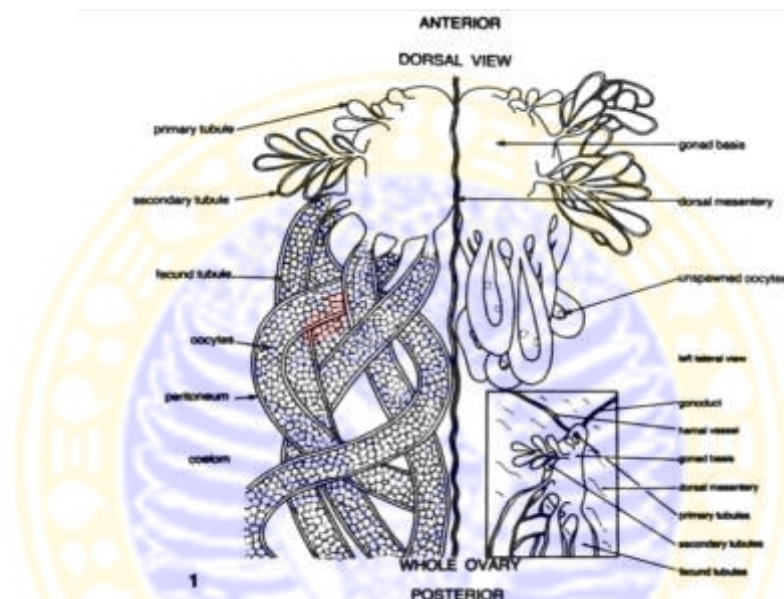
Oogenesis *previtellogenic* mencakup semua fase dalam perkembangan oosit dimulai dengan proliferasi mitosis oogonium sampai dimulainya *vitellogenesis*. Morfologi oosit dan sel-sel somatik dalam tubulus sekunder sangat berubah selama proses awal pertumbuhan dan diferensiasi oosit.

- *Vitellogenesis* yang dimulai pada akhir tubulus sekunder

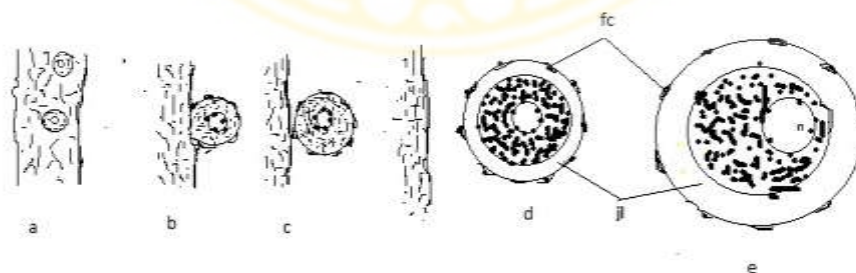
Selama periode resorpsi setelah *spawning*, oosit pada tubulus sekunder tidak mengalami banyak peningkatan ukuran. Pada tahap ini dimulai akumulasi *yolk* yang digunakan untuk media transformasi dari tubulus sekunder menjadi *fecund* tubulus.

Menurut Purwati (2009), pada *Holothuria leucospilota* oosit berkembang dimulai ketika oogonia yang bermitosis dalam dinding tubulus, kemudian oosit *previtellogenic* mulai bergerak keluar tapi masih nempel pada dinding tubulus. Oosit *previtellogenic* ini memiliki diameter 7-20  $\mu\text{m}$ , permukaan oosit halus dan sedikit mikrovili, inti berukuran 10-11  $\mu\text{m}$  berisi kromatin yang tersebar

sepanjang nukleoplasma, nukleolus berukuran 2,5-3  $\mu\text{m}$  yang terletak di perifer dekat membran inti. Ketika oosit mulai mencapai ukuran 20-30  $\mu\text{m}$ , oosit akan mulai lepas dari dinding tubulus dan memulai untuk mensintesis *yolk* (Gambar 2.5).



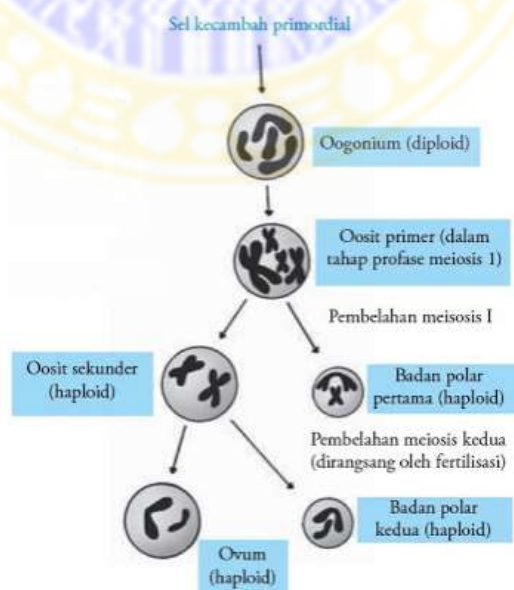
**Gambar 2.4.** Tubulus dari teripang *Stichopus californicus* (Smiley,1988).



**Gambar 2.5.** Diagram perpindahan oosit *Holothuria leucospilota* selama perkembangan. A: oögonia yang tertanam di epitel germinal (dinding tubulus). b: oosit *previtellogenic* yang baru lepas dari dinding tubulus. c: oosit *previtellogenic* yang mulai menuju lumen. d: oosit *vitellogenic* yang berada di tengah lumen. e: oosit *postvitellogenic*. fc: sel folikuler, jl: *jelly layer*, n: inti sel (Purwati, 2009).



Pada spesies *Holothuria leucospilota*, ketika oosit lepas dari dinding tubulus sel folikel yang mengelilingi oosit ikut lepas ke lumen tubulus. sedangkan pada spesies lain seperti *Stichopus californicus* sel folikel tetap di dinding tubulus ketika oosit lepas ke lumen (Smiley, 1988). Pada tahapan ini oosit disebut oosit *vitellogenic*. Pada oosit *vitellogenic* ditemukan struktur *jelly layer* yang berada di ruang antara sel folikel dan membran oosit. Lapisan *jelly* ini dianggap hasil sekresi eksositosis vakuola dari oosit, namun menurut Franklin (1980) *jelly layer* ini dihasilkan oleh sel folikuler secara pinositosis. Pada akhir tahap oosit *vitellogenic* atau tahap oosit *postvitellogenic* terdapat banyak granula kortikol yang terletak di perifer ooplasma. Oosit yang dihasilkan selama tahap perkembangan di dalam tubulus masih pada tahap profase meiosis I sehingga oosit belum *mature*. Oosit yang telah dipijahkan akan melanjutkan pembelahan meiosis saat fertilisasi dengan spermatozoa (Cooper, 1985).



**Gambar 2.6.** Tahap pembelahan oogenesis (wordpress.com).

Ovulasi merupakan pelepasan oosit dari sel somatik termasuk sel-sel folikel yang mengelilingi oosit (Smiley dan Cloney 1985).

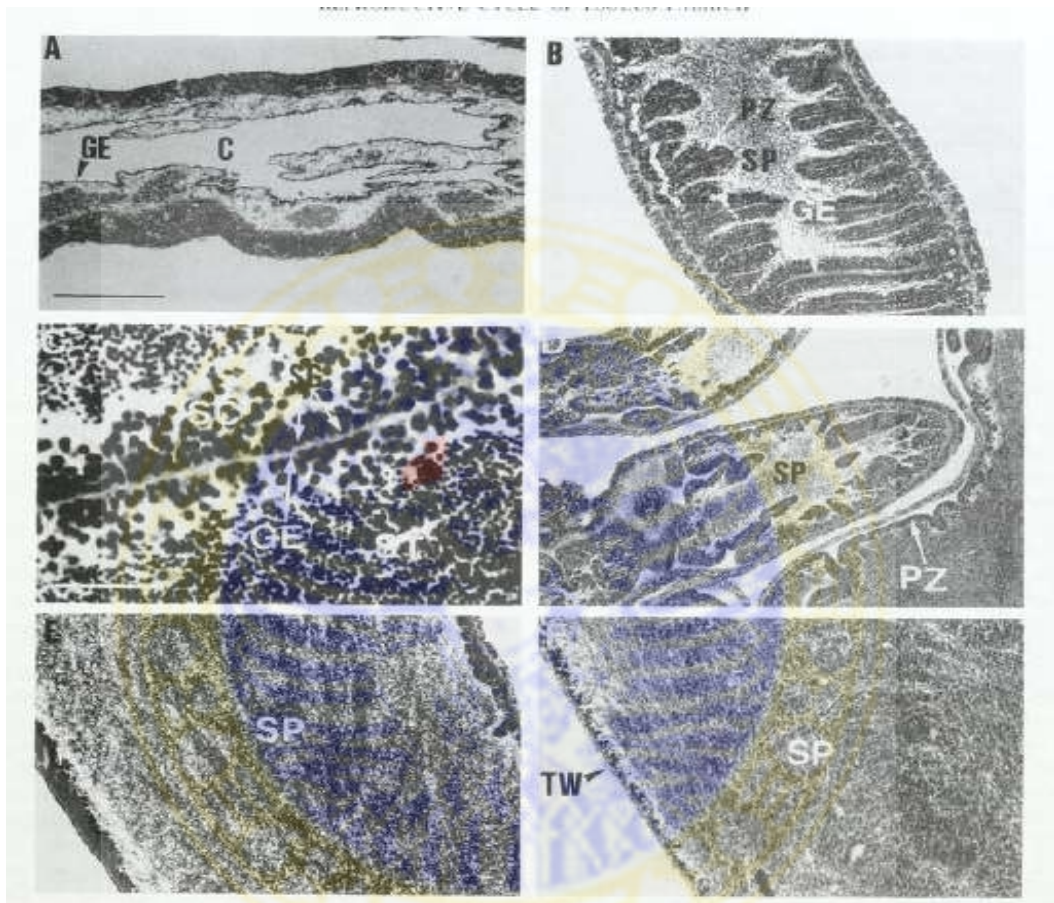
### 2.3.2. Spermatogenesis

Proses spermatogenesis pada teripang dapat diamati melalui struktur histologi gonad dari teripang. Pada irisan histologi gonad dari *Isostichopus fuscus* di Teluk Southern California Meksiko terlihat dinding gonad terdapat lipatan longitudinal yang memanjang ke arah lumen, pada bagian perifer terdapat spermatosit yang berproliferasi, spermatosit berbentuk bulat dengan diameter < 1 $\mu$ m. Beberapa spermatozoa yang matang ditemukan di lumen (Perezrul *et al.*, 1999).

Menurut Hamel *et al.* (1993) proses spermatogenesis pada teripang *Psolus fabricii* dimulai ketika pada tubulus yang paling kecil terdapat sel germinal primordial yang terakumulasi di dinding tubulus. Hal ini diindikasikan oleh penebalan dinding tubulus gonad. Setelah itu, ketika dinding tubulus mulai menipis maka terdapat banyak spermatogonia, spermatosit, spermatid. Ketika tubulus mulai terdapat beberapa spermatozoa, tubulus berukuran semakin besar. Perubahan besar selama pemijahan adalah tubulus besar memiliki dinding gonad yang tebal dan juga terdapat banyak spermatozoa. Pada saat spermatozoa mulai dipijahkan, tubulus menjadi lebih kecil dan fagosit mulai banyak.

Menurut Thongkukiatkul *et al.* (2008) jenis-jenis sel spermatogenik pada teripang *Holothuria leucospilata* dapat dibedakan berdasarkan ukuran sel,

morfologi dan ukuran inti sel, dan struktur dan bentuk kromatin. Jenis-jenis sel tersebut antara lain:



**Gambar 2.7.** Spermatogenesis pada *Psolus fabricii* jantan diamati di mikroskop cahaya. A: *post spawning*, B: tahap *recovery*, C; tahap *growth*, D&E: *advanced growth* F: *mature*, GE: *germinal epithelium*, PZ: *zona proliferasi*, SP: *spermatozoa*, SC: *spermatosit*, SG: *spermatogonia*, TW: *dinding tubulus* (Hamel *et al.*, 1993).

### 1. Spermatogonia

Sel berbentuk bulat dengan diameter 6,5-7  $\mu\text{m}$ . Intinya bulat diameter 4-4,5  $\mu\text{m}$ . Nukleolus berada di daerah pusat inti. Nukleus berisi ikatan tipis heterokromatin yang menempel pada permukaan bagian dalam membran inti.

Sitoplasma mengandung banyak butiran padat dan mitokondria bulat kecil. sebagian besar mitokondria berkonsentrasi di salah satu sisi sel

## 2. Spermatisit primer

Spermatisit primer terdiri atas enam tahap yaitu leptotene, zygotene, pakiten, diplotene, diakinetik, dan metafase. Perbedaan yang paling menonjol di antara berbagai tahap spermatisit primer adalah pola kondensasi kromatin.

**Spermatisit leptotene:** Sel berbentuk bulat yang berukuran lebih kecil dari spermatogonia dengan diameter 4,5 – 5,5  $\mu\text{m}$  dan inti berbentuk oval dengan diameter 3,7 – 4  $\mu\text{m}$ . Inti terdapat jumlah heterochromatin sangat meningkat dibandingkan dengan spermatogonia. Sitoplasma mengandung banyak butiran padat dan mitokondria bulat kecil.

**Spermatisit zygotene:** Sel ini memiliki bentuk bulat dan ukuran hampir sama seperti spermatisit leptotene. struktur yang membedakan antara spermatisit zygotene dengan spermatisit leptotene adalah kepadatan heterokromatin yang tersebar di seluruh inti. Sitoplasma memiliki karakteristik yang sama seperti spermatisit leptotene.

**Spermatisit pakiten:** sel ini berbentuk oval dengan diameter 4-5  $\mu\text{m}$  dan inti berdiameter 3,5 – 4  $\mu\text{m}$ . Struktur sitoplasma serupa dengan spermatisit zygotene .

**Spermatisit diplotene:** Sel ini memiliki ukuran yang sama seperti spermatisit pakiten yang membedakan antara spermatisit diplotene dan spermatisit pakiten adalah bertambahnya kepadatan heterokromatin.

**Spermatisit diakinetik dan spermatisit metafase :** Sel dalam tahap ini adalah berukuran sekitar 4,5-5,5  $\mu\text{m}$ . Sentriol muncul di kedua sisi sel. Sitoplasma

mengandung mitokondria bulat telur, retikulum endoplasma kasar, dan banyak butiran padat .

### 3. Spermatisit sekunder

Sel berbentuk oval diameter sekitar 4,5 - 5.5  $\mu\text{m}$  dengan diameter inti sekitar 3,5 – 4  $\mu\text{m}$ . Inti menunjukkan gumpalan besar kasar padat kromatin yang muncul sepanjang membran inti. Sitoplasma terdiri atas banyak mitokondria berbentuk bulat telur yang terkonsentrasi di satu sisi sel.

### 4. Spermatid

Spermatid dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- Spermatid I: sel berbentuk oval dengan ukuran sedikit lebih kecil dari spermatisit sekunder. Sel memiliki inti bulat (diameter 2,5 – 4  $\mu\text{m}$ ) dengan gumpalan besar heterochromatin didistribusikan di wilayah pusat inti maupun di sepanjang membran inti. Dalam sitoplasma terdapat mitokondria, banyak butiran proakrosomal pada membran.
- Spermatid II: sel ini memiliki bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan spermatid I. Inti berbentuk sirkuler (diameter 2  $\mu\text{m}$  ), dan terletak eksentris dalam sel. Dalam sitoplasma, mitokondria besar di dekat dasar inti. Sepasang sentriol terletak di dekat mitokondria.

### 5. Spermatozoa

Spermatozoa dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- a) Spermatozoa *immature*: memiliki bentuk kepala bulat dengan diameter 2  $\mu\text{m}$ . pada ujung depan inti mengalami invaginasi membentuk subakrosom.

Akrosom terletak di atas subakrosom. Akrosom dikelilingi oleh membran plasma (Gambar 2.10A).

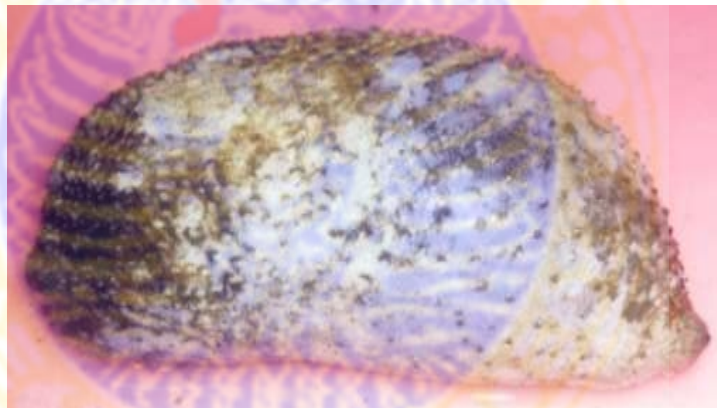
- b) Spermatozoa *mature* : memiliki bentuk kepala bulat dengan diameter 2  $\mu\text{m}$ . pada ujung depan inti mengalami invaginasi membentuk subakrosom. Akrosom terletak di atas subakrosom. Akrosom dikelilingi oleh membrane plasma. Ekor panjang yang terdapat sepasang sentriol yang dikelilingi mitokondria pada daerah leher. Terdapat aksonema dengan susunan 9+2 mikrotubulus. Morfologi luar spermatozoa di bawah SEM terdiri atas kepala bulat (diameter 2  $\mu\text{m}$  ) dengan permukaan kasar. Sebuah akrosom kecil terletak di ujung anterior kepala. Pada ujung posterior kepala, ada cincin mitokondria besar yang memisahkan kepala dari ekor panjang.

#### **2.4. Klasifikasi dan Deskripsi *Phyllophorus dobsoni***

Berdasarkan klasifikasi dari Hansson (2001) dalam Brands (2005), *Phyllophorus dobsoni* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
Phylum : Echinodermata  
Classis : Holothuroidea  
Ordo : Dendrochirotida  
Familia : Phyllophoridae  
Genus : *Phyllophorus*  
Species : *Phyllophorus dobsoni*

*Phyllophorus dobsoni* umumnya ditemukan pada habitat berpasir yang terletak di sekitar lamun. Tubuhnya berbentuk bulat (*spherical*) kadang-kadang memanjang dengan panjang antara 10-15 cm, tubuhnya bewarna coklat, kakinya pendek dan besar berbentuk tabung dan terdapat filamen (*papulae*) yang menutup tubuhnya. Filamen pada tubuhnya ini membantunya untuk mencengkeram pada pasir. Cabang tentakel yang berfungsi sebagai alat makan terlihat transparan dengan ujung bewarna gelap. cabang tentakel biasanya bewarna putih, abu – abu kecoklatan, kecoklatan, dan kadang-kadang orange (Anonimus, 2009).



**Gambar 2.8.** *Phyllophorus dobsoni* (terung) di Pantai Timur Surabaya (Winarni *et al.*, 2010).

*Phyllophorus dobsoni* merupakan salah satu jenis teripang yang ditemukan di Pantai Timur Surabaya yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 44,4% dan tingkat distribusi dengan indeks 1,9062. *Phyllophorus dobsoni* mengandung senyawa glikosida triterpen yang sebagian besar larut di dalam larutan non polar yang berpotensi sebagai imunomodulator yang dapat

meningkatkan imunitas terhadap *Mycobacterium tuberculosis* (Winarni *et al.*, 2010).

