

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

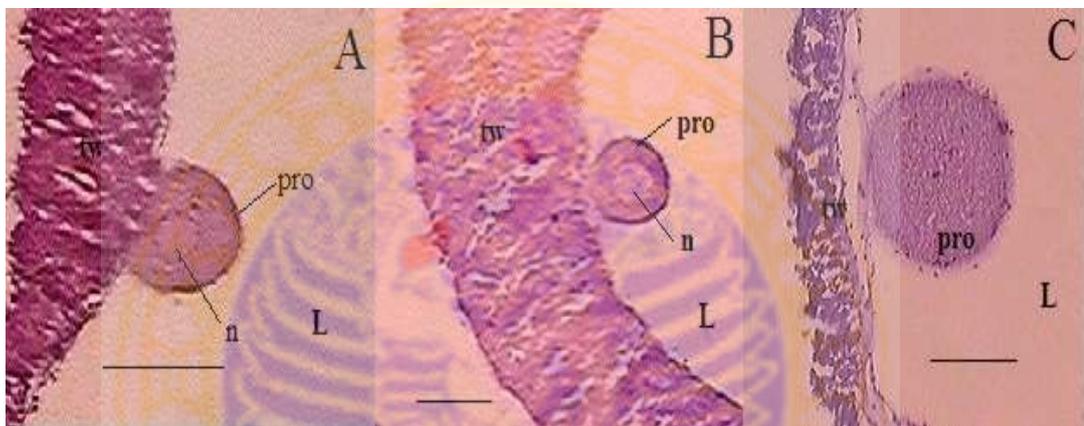
Penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel teripang *P. dobsoni* yang diambil di Selat Madura dengan jumlah 51 sampel. Pengamatan diawali dengan identifikasi struktur masing-masing sel gametogenik jantan dan betina pada sediaan histologi, kemudian dilakukan analisis untuk memprediksi urutan proses perubahan struktur sel gametogenik selama gametogenesis.

4.1.1. Oogenesis

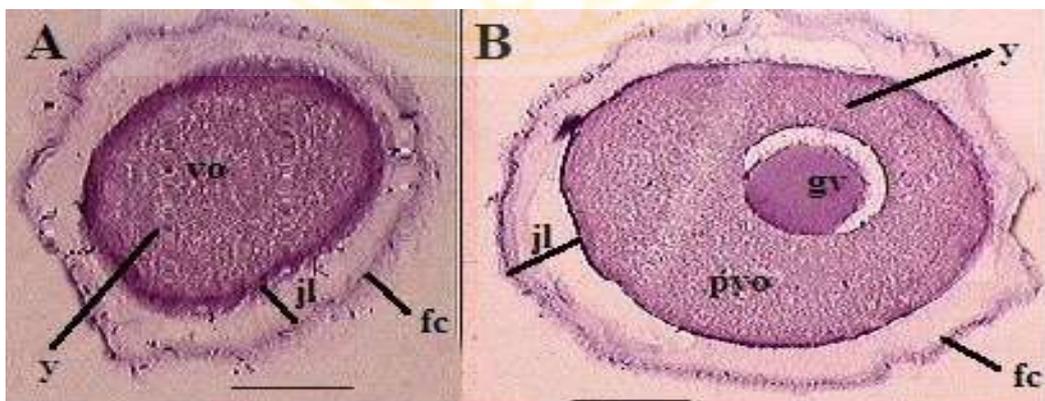
4.1.1.1. Pembentukan dan perkembangan sel gametogenik betina

Berdasarkan hasil pengamatan histologi dapat diprediksi bahwa perkembangan oosit pada *Phyllophorus dobsoni* diawali dari sel oogonia yang berada di epitel germinal. Sel oogonia ditemukan di dinding tubulus., sel ini merupakan hasil pembelahan mitosis dari sel germinal primordial. Namun pada penelitian ini tidak ditemukan oogonia. Sel oogonia akan berkembang menjadi oosit *previtellogenic* yang secara bertahap akan lepas dari dinding tubulus sesuai dengan hasil pengamatan oosit *previtellogenic* ini ada yang ditemukan masih melekat di dinding tubulus ada juga yang sudah mulai lepas dari dinding (Gambar 4.1). Oosit *previtellogenic* setelah lepas dari dinding tubulus dikelilingi oleh sel folikuler. Setelah berkembang oosit *previtellogenic* akan berkembang menjadi oosit *vitellogenic*. Pada oosit *vitellogenic* ini dikelilingi oleh sel folikuler dan

ditemukan adanya lapisan *jelly* di antara oolema dan sel folikuler (Gambar 4.2a). Setelah itu oosit akan berkembang menjadi oosit besar yaitu oosit *postvitellogenic*. Pada hasil pengamatan oosit *postvitellogenic* ini terlihat adanya vesikel germinal yang letaknya eksentrik menuju kutub animal dengan adanya tonjolan di bagian kutub animal yang disebut granula kortikal (gambar 4.2b).



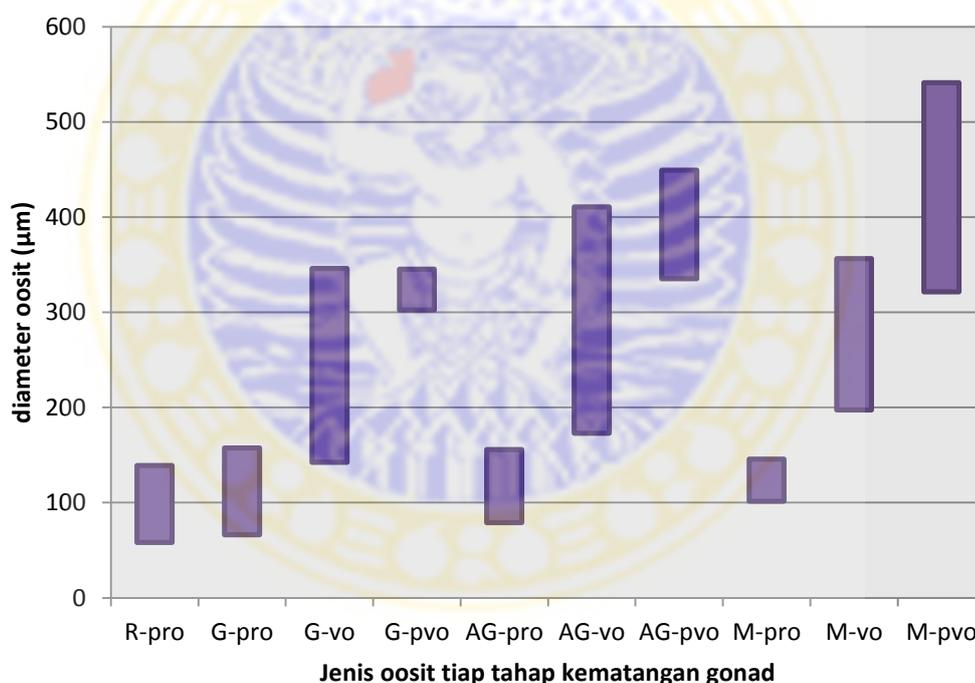
Gambar 4.1. Perkembangan oosit *previtellogenic*. (A) oosit *previtellogenic* masih sedikit tenggelam dalam dinding tubulus, (B) oosit *previtellogenic* masih nempel di dinding tubulus, (C) oosit *previtellogenic* mulai lepas dari dinding tubulus. tw: dinding tubulus, pro: oosit *previtellogenic*, n: nukleus, L: lumen. pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 100 μ m).



Gambar 4.2. Oosit *vitellogenic* dan *postvitellogenic*. (A) oosit *vitellogenic*, (B) oosit *postvitellogenic*. vo: oosit *vitellogenic*, jl: *jelly layer*, fc: sel folikuler, y: granula yolk, pvo: oosit *postvitellogenic*, gv: vesikel germinal. Pewarnaan Hematoxylin Eosin. (garis skala: 100 μ m).

4.1.1.2. Struktur dan karakteristik jenis oosit

Hasil identifikasi dari pengamatan histologi irisan tubulus gonad menemukan 3 jenis oosit yaitu oosit *previtellogenic*, oosit *vitellogenic*, dan oosit *postvitellogenic*. Struktur masing-masing jenis oosit ditunjukkan oleh gambar 4.1, 4.2, 4.4, dan 4.5 sedangkan kisaran diameter jenis oosit pada masing-masing tahap kematangan gonad ditunjukkan oleh gambar 4.3, dan hubungan diameter oosit dengan jenis oosit ditunjukkan oleh gambar 4.6.



Gambar 4.3. Kisaran diameter jenis oosit di tiap tahap kematangan gonad. R-pro: oosit *previtellogenic* pada tahap *recovery*, G-pro: oosit *previtellogenic* pada tahap *growth*, G-vo: oosit *vitellogenic* pada tahap *growth*, G-pvo: oosit *postvitellogenic* pada tahap *growth*, AG-pro: oosit *previtellogenic* pada tahap *advanced growth*, AG-vo: oosit *vitellogenic* pada tahap *advanced growth*, AG-pvo: oosit *postvitellogenic* pada tahap *advanced growth*, M-pro: oosit *previtellogenic* pada tahap *mature*, M-vo: oosit *vitellogenic* pada tahap *mature*, M-pvo: oosit *postvitellogenic* pada tahap *mature*.

Oosit *previtellogenic*

Oosit *previtellogenic* memiliki bentuk sel bulat sampai lonjong yang menempel di dinding tubulus dengan inti berbentuk bulat yang terletak di tengah. Pada tahap *recovery* oosit *previtellogenic* memiliki diameter sel 58,17-139,07 μm dan diameter inti 26,97-60,71 μm . Pada tahap perkembangan gonad fase *growth* oosit ini memiliki diameter sel 66,37-157,41 μm dengan diameter inti 27,07-78,12 μm . Pada tahap *advanced growth* oosit *previtellogenic* memiliki diameter sel 79,18-155,70 μm dengan inti berdiameter 29,39-67,82 μm . Sedangkan pada tahap *mature* oosit *previtellogenic* memiliki diameter berkisar 101,45-145,66 μm dengan inti berdiameter 43,82-67,47 μm . Oosit *previtellogenic* memiliki kromatin berbentuk bulat yang berdiameter 1,92-4,11 μm yang terlihat padat di perifer nukleolema (gambar 4.5A). Oosit ini memiliki sel folikuler yang mengelilingi sel dan tidak terdapat *jelly layer*, dan bersifat eosinofilik kuat.

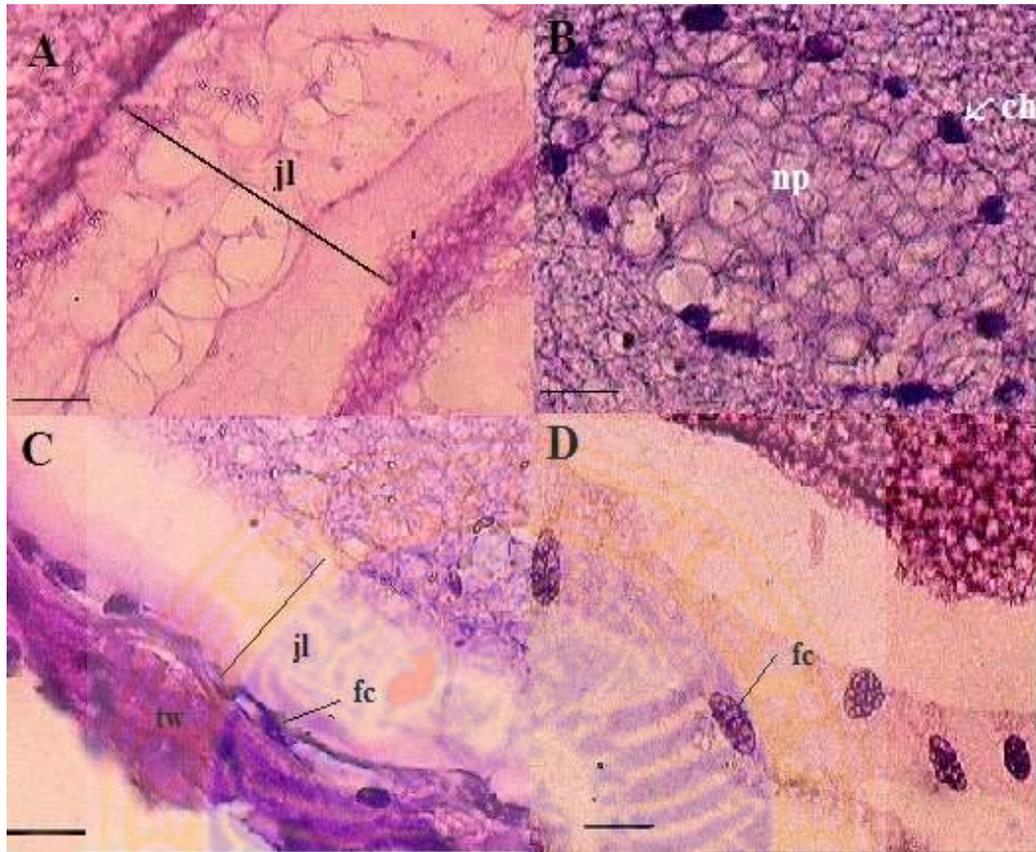
Oosit *Vitellogenic*

Oosit *vitellogenic* memiliki bentuk sel bulat sampai lonjong yang terletak ada yang di dekat dinding ada juga yang sudah ke tengah lumen dan inti berbentuk bulat yang berada di tengah. Pada tahap *growth* oosit ini memiliki diameter berkisar antara 142,55-345,97 dengan diameter inti 41,34-121,62 μm . pada tahap *advanced growth* oosit *vitellogenic* memiliki diameter sel berkisar 172,83-410,64 μm dengan diameter 45,07-144 μm . sedangkan pada tahap *mature* oosit *vitellogenic* memiliki diameter sel berkisar 197,4255-356,422 μm dengan diameter 41,78-125,22 μm . Pada inti oosit *vitellogenic* terlihat kromatin berbentuk bulat yang tersebar di perifer nukleolema dengan densitas lebih sedikit

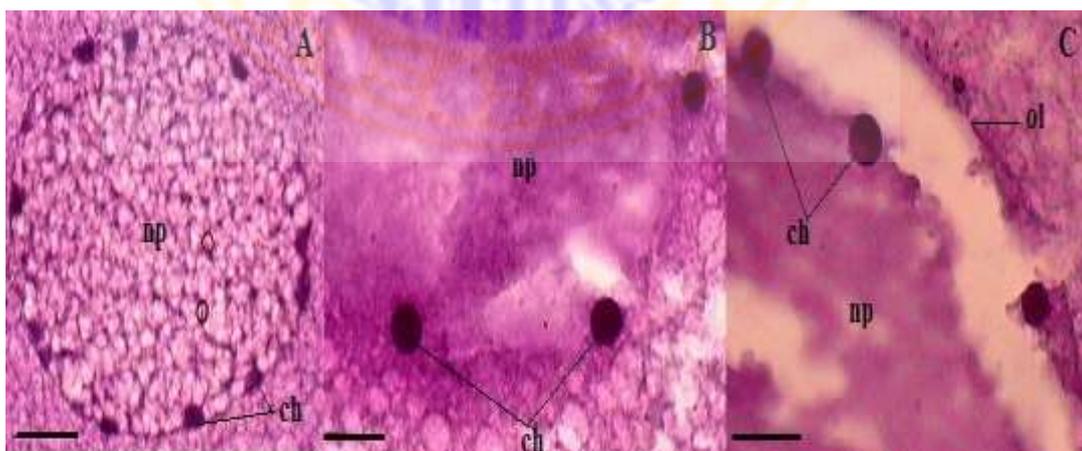
dibandingkan oosit *previtellogenic* dengan diameter berkisar antara 4,17-5,68 μm (gambar 4.5.B). Oosit *vitellogenic* dikelilingi sel folikuler dan terdapat *jelly layer* dengan ketebalan rata-rata 56,61 \pm 19,69 μm pada tahap pertumbuhan, 63,90 \pm 20,80 μm pada tahap *advanced growth*, 71,37 \pm 27,97 μm pada tahap *mature*. Pada oosit *vitellogenic* terlihat granula *yolk*, nukleus sudah mulai membesar membentuk vesikel germinal, dan bersifat eosinofilik.

Oosit *postvitellogenic*

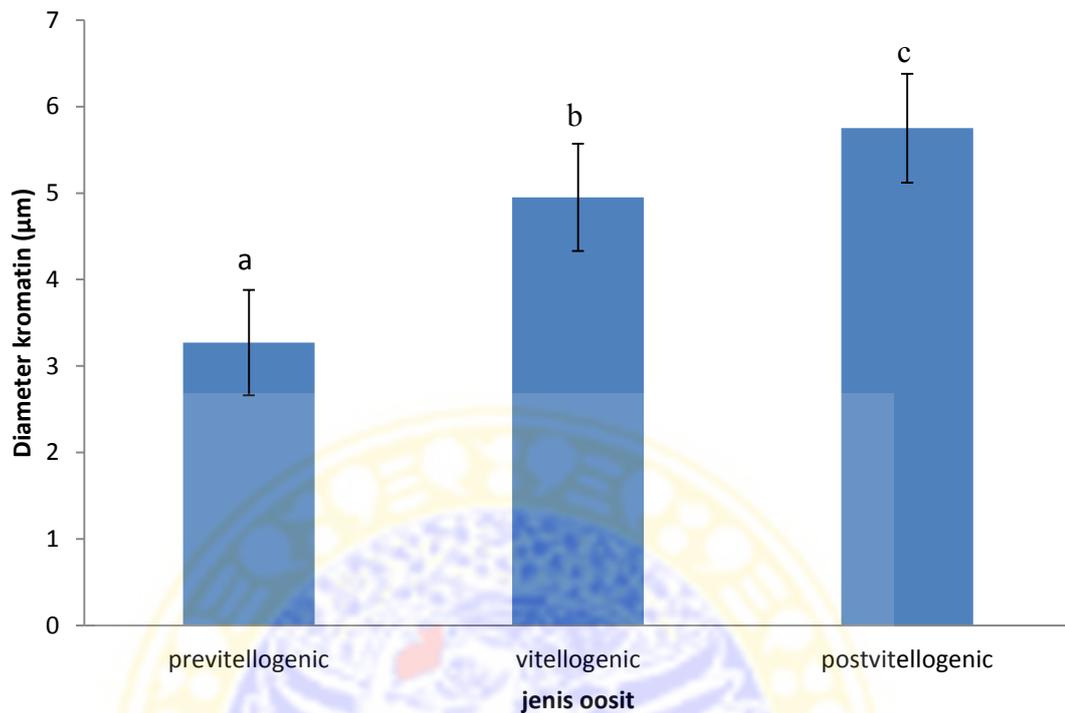
Oosit *postvitellogenic* memiliki bentuk sel bulat sampai lonjong yang berada di tengah lumen dan memiliki inti berbentuk bulat yang terletak di tepi (eksentrik). Pada tahap *growth* oosit *vitellogenic* memiliki diameter sel berkisar antara 302,403-345,357 μm dengan diameter inti 54,06-121,17 μm . pada tahap *advanced growth* memiliki diameter sel berkisar 335,09-449,35 μm dengan inti berdiameter 49,41-150,71 μm , dan pada tahap *mature* oosit ini memiliki diameter sel berkisar 321,53-541,17 μm dengan diameter inti 73,09-209,89 μm . Oosit *postvitellogenic* memiliki kromatin berbentuk bulat terlihat di perifer nukleolema dengan densitas lebih sedikit dibanding oosit *previtellogenic* dan oosit *vitellogenic* dengan diameter berkisar antara 4,90-6,79 μm (gambar 4.5C), memiliki sel folikuler yang mengelilingi sel, terdapat *jelly layer* di antara oolema dan sel folikuler dengan ketebalan rata-rata 78,29 \pm 28,37 μm pada tahap *growth*, 82,31 \pm 16,24 μm pada tahap *advanced growth*, dan 85,37 \pm 31,68 μm pada tahap *mature*. Oosit *postvitellogenic* sudah terdapat vesikel germinal yang berada eksentrik menuju kutub animal, dan oosit ini bersifat eosinofilik lemah.



Gambar 4.4. Struktur oosit *Phyllophorus dobsoni*. (A) jelly layer, (B) inti oosit, (C) hubungan oosit dengan dinding tubulus, (D) Sel folikular. jl: jelly layer, fc: sel folikular, np: nukleoplasma, ch: kromatin. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 10 μm)



Gambar 4.5. Densitas dan distribusi kromatin pada masing-masing jenis oosit *Phyllophorus dobsoni*. (A) kromatin oosit *previtellogenic*, (B) kromatin oosit *vitellogenic*, (C) kromatin oosit *postvitellogenic*. np: nukleoplasma, ch: kromatin, ol: oolema. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 10 μm).



Gambar 4.6. Diameter kromatin pada tiap jenis oosit

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov Smirnov* menunjukkan data diameter kromatin di setiap jenis oosit berdistribusi normal dengan $p=0,930$ ($p>0,05$). Kemudian dilanjutkan dengan uji *Homogeneity of Variances* menunjukkan bahwa data diameter kromatin di berbagai jenis oosit bersifat homogen dengan $p=0,886$ ($p>0,05$) sehingga untuk uji lanjutnya menggunakan uji anova. Hasil uji anova satu arah menunjukkan bahwa terdapat beda nyata diameter kromatin di berbagai jenis oosit dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$). Selanjutnya hasil uji *post hoc Duncan* menunjukkan bahwa diameter kromatin terdapat beda signifikan di setiap jenis oosit.

4.1.1.3. Hubungan jenis oosit dengan tahap kematangan gonad

Pada penelitian ini untuk mengidentifikasi sel gametogenik dari individu betina diamati di berbagai tahap kematangan gonad. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tahap perkembangan gonad *Phyllophorus dobsoni* sesuai dengan penelitian Hamel *et al.* (1993) dan Shullia (2013) terdapat lima tahap perkembangan antara lain:

1. Fase pemulihan (*recovery*)

Pada individu betina memiliki dinding tubulus yang tebal, terdapat fagosit oosit *previtellogenic* di lumen. (Gambar 4.7a)

2. Fase pertumbuhan (*growth*)

Pada individu betina terdapat oosit *vitellogenic* dan *postvitellogenic*, dan terdapat oosit *previtellogenic* di dekat dinding tubulus. (Gambar 4.7b).

3. Fase pertumbuhan tingkat lanjut (*advanced growth*)

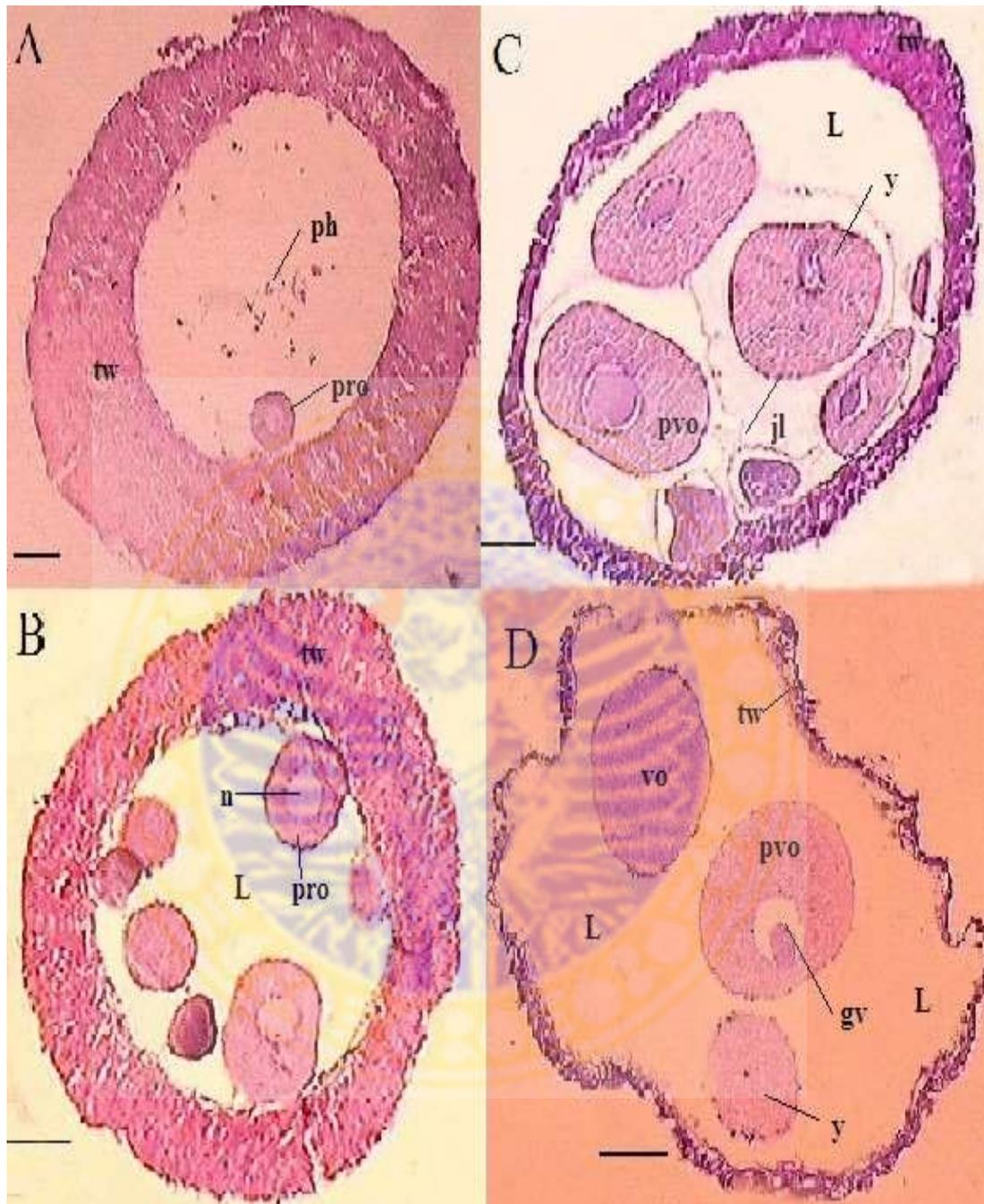
Pada individu betina memiliki dinding tipis tampak berlekuk dan berdilatasi, terdapat oosit *previtellogenic* di tepi dinding dan oosit *vitellogenic* dan *postvitellogenic* di lumen (Gambar 4.7c)

4. Fase pematangan (*mature*)

Pada tubulus betina memiliki dinding tipis dan banyak oosit *vitellogenic* dan *postvitellogenic*, dan beberapa oosit *previtellogenic* (Gambar 4.7d).

5. Fase setelah pemijahan (*post spawning*)

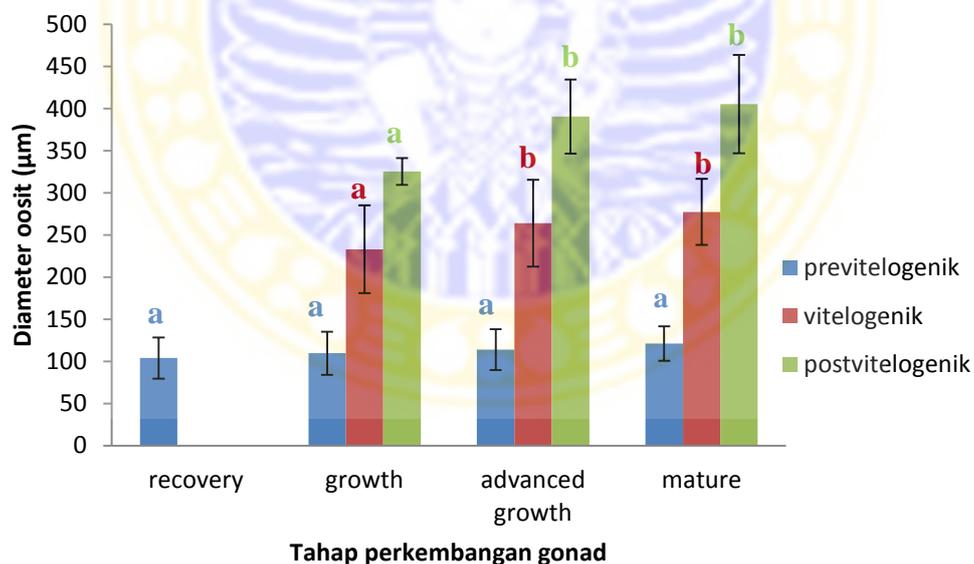
Pada tubulus betina memiliki dinding tipis dan terdapat fagosit, namun pada penelitian ini tidak terlihat individu pada tahap ini. Namun, pada penelitian ini tidak ditemukan gonad pada tahap *post spawning*.



Gambar 4.7. Irisan melintang tubulus gonad *Phyllophorus dobsoni* betina dalam berbagai tahap kematangan gonad. (A) tahap *recovery*, (B) tahap *growth*, (C) tahap *advanced growth*, (D) tahap *mature*. Ph: fagosit, pro: oosit *previtellogenic*, tw: dinding tubulus, L: lumen, n: inti oosit, vo: oosit *vitellogenic*, pvo: oosit *postvitellogenic*, jl: *jelly layer*, y: granula *yolk*, gv: vesikel *germinal*. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 100 μm).

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa di setiap tahap kematangan gonad terdapat jenis oosit yang berbeda. Oosit *previtellogenic* banyak ditemukan pada tahap *recovery*, sedangkan oosit *vitellogenic* banyak ditemukan pada tahap *advanced growth*, dan oosit *postvitellogenic* banyak ditemukan pada tahap *mature*.

pada penelitian ini untuk mengetahui hubungan jenis oosit dengan tahap kematangan gonad dilakukan analisis hubungan diameter sel dari berbagai jenis oosit dengan tahap kematangan gonad, diameter inti sel dari berbagai jenis oosit dengan tahap kematangan gonad, tebal jelly layer dari berbagai jenis oosit dengan tahap kematangan gonad. Hasil analisis ditunjukkan oleh gambar 4.7, gambar 4.8, dan gambar 4.9.



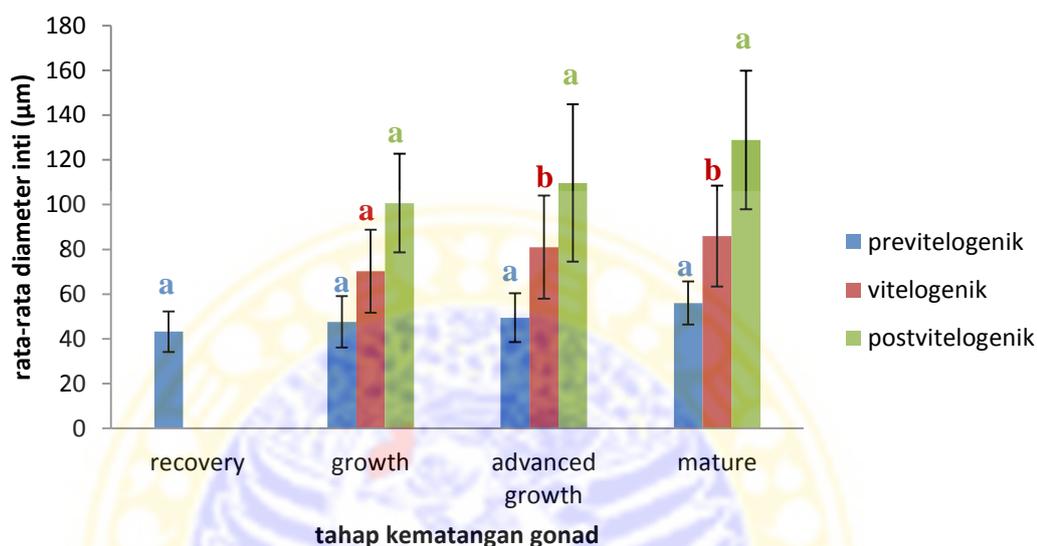
Gambar 4.8. Rata-rata diameter berbagai jenis oosit di tiap tahap kematangan gonad *Phyllophorus dobsoni*.

Hasil analisis data dengan menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov Smirnov* menunjukkan bahwa masing-masing data diameter oosit *previtellogenic*,

vitellogenic, dan *postvitellogenic* berdistribusi normal dengan $p=0,463$, $p=0,578$, $p=0,442$ ($p>0,05$). Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan uji *Homogeneity of Variances* yang menunjukkan bahwa data diameter oosit *previtellogenic* dan *vitellogenic* bersifat homogen dengan $p=0,942$ dan $p=0,088$ ($p>0,05$) sehingga untuk uji lanjutnya menggunakan uji anova, sedangkan data diameter oosit *postvitellogenic* bersifat tidak homogen dengan $p=0,009$ ($p<0,05$) sehingga selanjutnya dilakukan uji *Brown-Forsythe*.

Hasil analisis data dengan menggunakan uji Anova satu arah (*One Way Anova*) menunjukkan bahwa tidak ada beda diameter oosit *previtellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan nilai $p=0,478$ ($p>0,05$). Hasil analisis uji *One Way Anova* terhadap data diameter oosit *vitellogenic* menunjukkan bahwa terdapat beda diameter oosit *vitellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$), kemudian hasil analisis uji *Duncan* menunjukkan bahwa diameter oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* beda signifikan dengan diameter oosit di tahap *advanced growth* dan *mature*, sedangkan diameter oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* tidak berbeda signifikan dengan diameter oosit di tahap *mature*. Sedangkan hasil analisis uji *Brown-Forsythe* diameter oosit *postvitellogenic* menunjukkan bahwa terdapat beda diameter oosit *postvitellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan dengan nilai $p=0,000$ ($p<0,05$), kemudian hasil analisis uji *Duncan* menunjukkan bahwa diameter oosit *postvitellogenic* pada tahap *growth* berbeda signifikan dengan diameter oosit di tahap *advanced growth* dan *mature*, sedangkan diameter oosit

postvitellogenic pada tahap *advanced growth* tidak berbeda signifikan dengan diameter oosit di tahap *mature*.

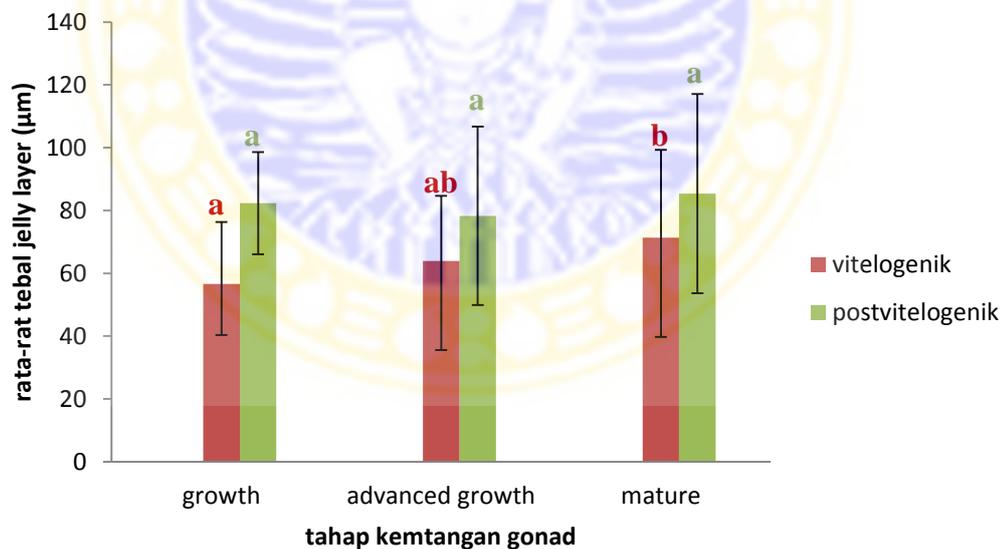


Gambar 4.9. Rata-rata diameter inti berbagai jenis oosit di tiap tahap kematangan gonad *Phyllophorus dobsoni*.

Hasil analisis data dengan menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov Smirnov* menunjukkan bahwa masing-masing data diameter inti oosit *previtellogenic*, *vitellogenic*, dan *postvitellogenic* berdistribusi normal dengan $p=0,980$, $p=0,175$, $p=0,920$ ($p>0,05$). Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan uji *Homogeneity of Variances* yang menunjukkan bahwa data diameter inti oosit *previtellogenic*, *vitellogenic*, dan *postvitellogenic* bersifat homogen dengan $p=0,534$, $p=0,307$, $p=0,370$ ($p>0,05$).

Hasil analisis data dengan menggunakan uji Anova satu arah (*One Way Anova*) menunjukkan bahwa tidak ada beda diameter inti oosit *previtellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan nilai $p=0,108$ ($p>0,05$). Hasil analisis uji

One Way Anova terhadap data diameter inti oosit *vitellogenic* menunjukkan bahwa terdapat beda diameter inti oosit *vitellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan dengan nilai $p=0,02$ ($p<0,05$), kemudian hasil analisis uji *Duncan* menunjukkan bahwa diameter inti oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* beda signifikan dengan diameter oosit di tahap *advanced growth* dan *mature*, sedangkan diameter oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* tidak berbeda signifikan dengan diameter oosit di tahap *mature*. Sedangkan diameter inti oosit *postvitellogenic* menunjukkan bahwa tidak terdapat beda diameter inti oosit *postvitellogenic* di setiap tahap kematangan gonad dengan dengan nilai $p=0,06$ ($p>0,05$).



Gambar 4.10. Rata-rata tebal *jelly layer* berbagai jenis oosit di tiap tahap kematangan gonad *Phyllophorus dobsoni*.

Hasil analisis tebal *jelly layer* berbagai jenis oosit di setiap tahap kematangan gonad menunjukkan bahwa data tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic*

dan oosit *postvitellogenic* berdistribusi normal dengan $P= 0,974$ dan $p=0,179$ ($P>0,05$) berdasarkan uji *One- Sample Kolmogorov Smirnov*. Selanjutnya untuk uji *Homogeneity of Variances* menunjukkan bahwa data tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* dan *postvitellogenic* bersifat homogen dengan nilai $p=0,249$ dan $p=0,348$ ($p>0,05$).

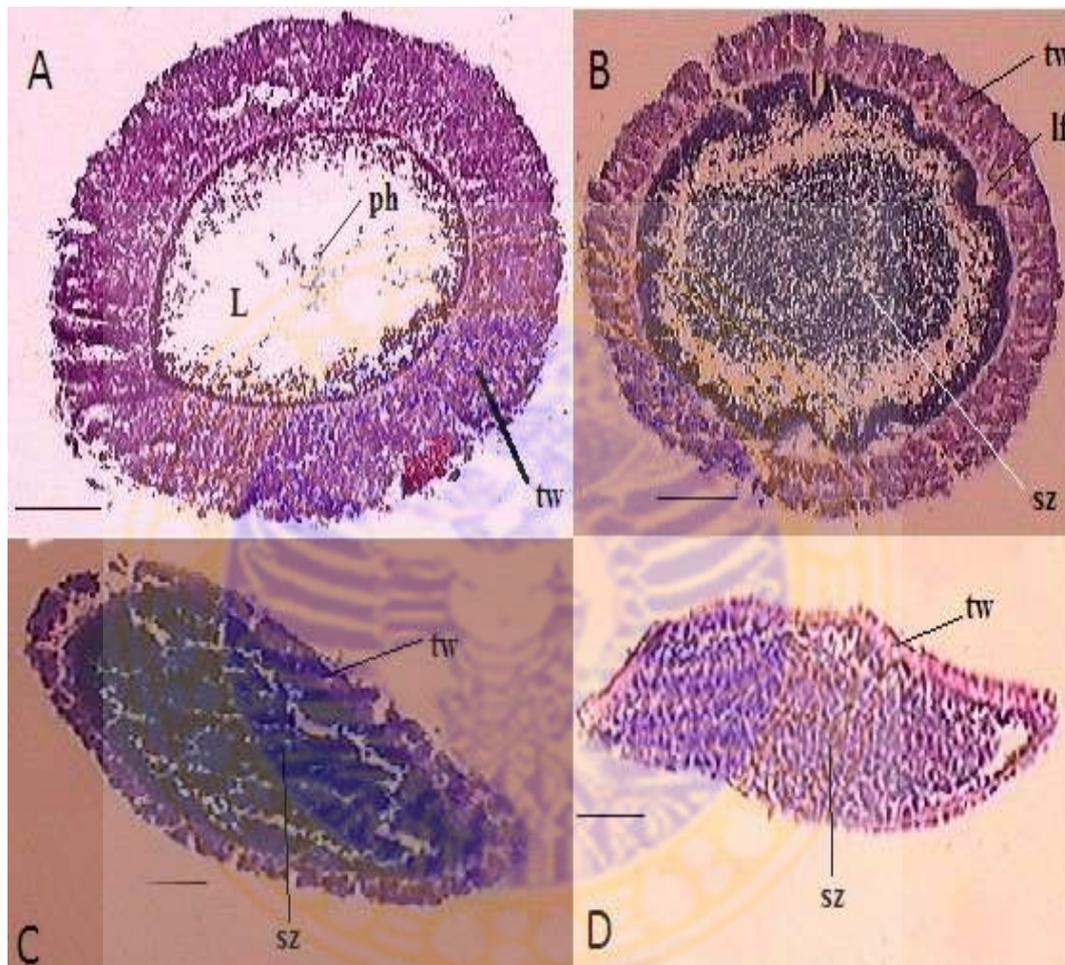
Hasil uji Anova satu arah menunjukkan bahwa tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* terdapat beda signifikan di setiap tahap kematangan gonad dengan nilai $p=0,01$ ($p<0,05$), sedangkan tebal *jelly layer* oosit *postvitellogenic* menunjukkan tidak ada beda signifikan di setiap tahap kematangan gonad dengan nilai $p=0,806$ ($p>0,05$). Hasil uji *Duncan* pada tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* menunjukkan bahwa tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* berbeda signifikan dengan tahap *mature*, namun tidak berbeda signifikan dengan tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* pada tahap *advanced growth*. Sedangkan tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* pada tahap *advanced growth* tidak berbeda signifikan dengan tebal *jelly layer* oosit *vitellogenic* pada tahap *mature*.

4.1.2. Spermatogenesis

4.1.2.1. Struktur sel spermatogenik

Pada hasil penelitian ini, untuk identifikasi struktur sel gamet jantan *Phyllophorus dobsoni* terlebih dahulu diamati tahap kematangan dari gonad jantan. Yang ditunjukkan oleh gambar 4.11., selanjutnya dilakukan identifikasi sel-sel spermatogenik yang dan dibuat kisaran dari ukuran sel-sel spermatogenik yang

ditunjukkan pada gambar 4.12, 4.13., dan 4.14. Adapun tahap kematangan gonad jantan *Phyllophorus dobsoni* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.11. Irisan melintang tubulus gonad *Phyllophorus dobsoni* jantan dalam berbagai tahap kematangan gonad (A) tahap *recovery*, (B) tahap *growth*, (C) tahap *advanced growth*, (D) tahap *mature*. ph: fagosit, tw: dinding tubulus, sz: spermatozoa, L: lumen, lf: *longitudinal fold*. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 100 μ m).

1. Tahap *recovery*

Pada individu jantan memiliki dinding tubulus yang tebal, terdapat sisa spermatozoa di lumen, dan terdapat spermatosit di sekitar dinding tubulus (gambar 4.11a)

2. Tahap *growth*

Pada individu jantan terdapat lapisan spermatogenik membentuk *longitudinal fold* pada dinding tubulus yang tebal, sel spermatogenik berkembang menuju lumen (gambar 4.11b)

3. Tahap *advanced growth*

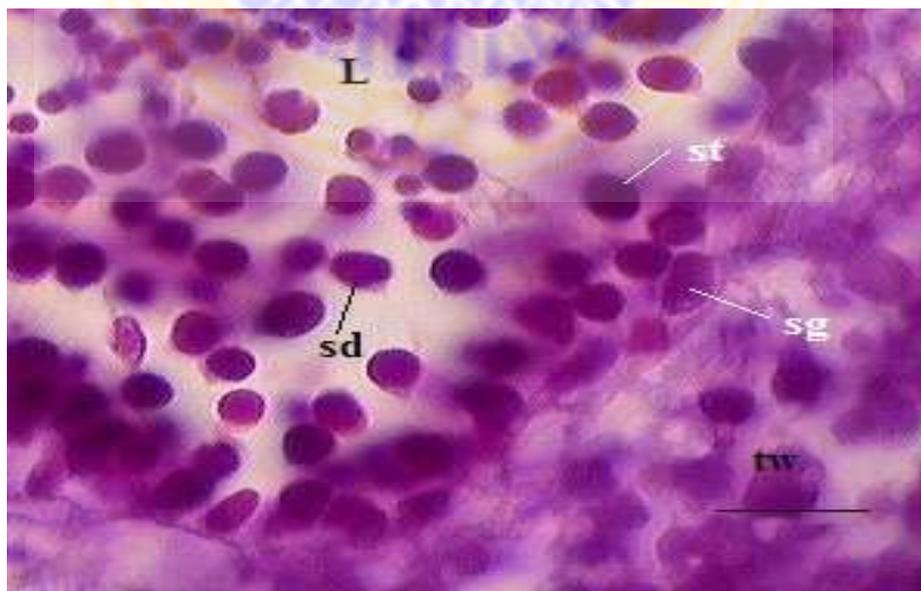
Pada tahap ini individu jantan memiliki dinding tipis dan terdapat sel spermatozoa memenuhi lumen (gambar 4.11c)

4. Tahap *mature*

Pada individu jantan dinding mengalami dilatasi maksimal, dan lumen dipenuhi oleh sel spermatozoa (gambar 4.11d).

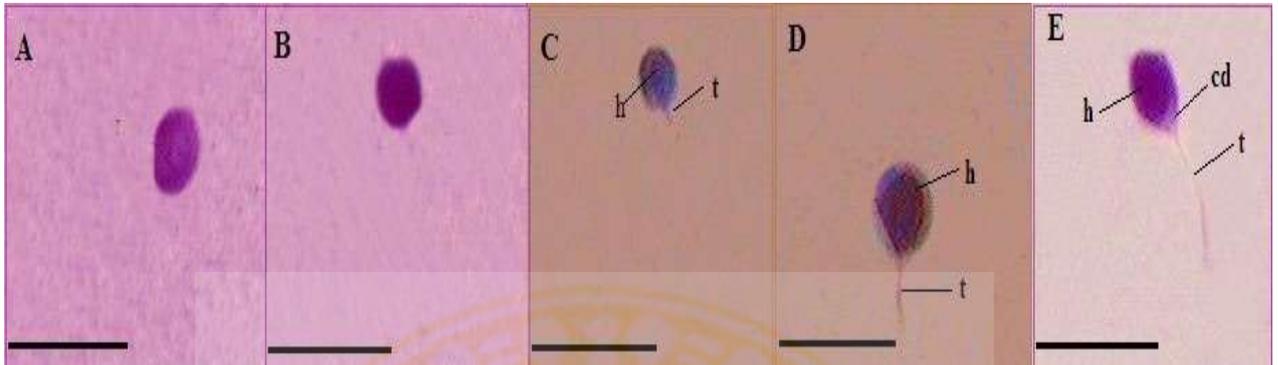
5. Tahap *postspawning*

Pada individu jantan memiliki dinding tipis dan terdapat *relict* spermatozoa di lumen.

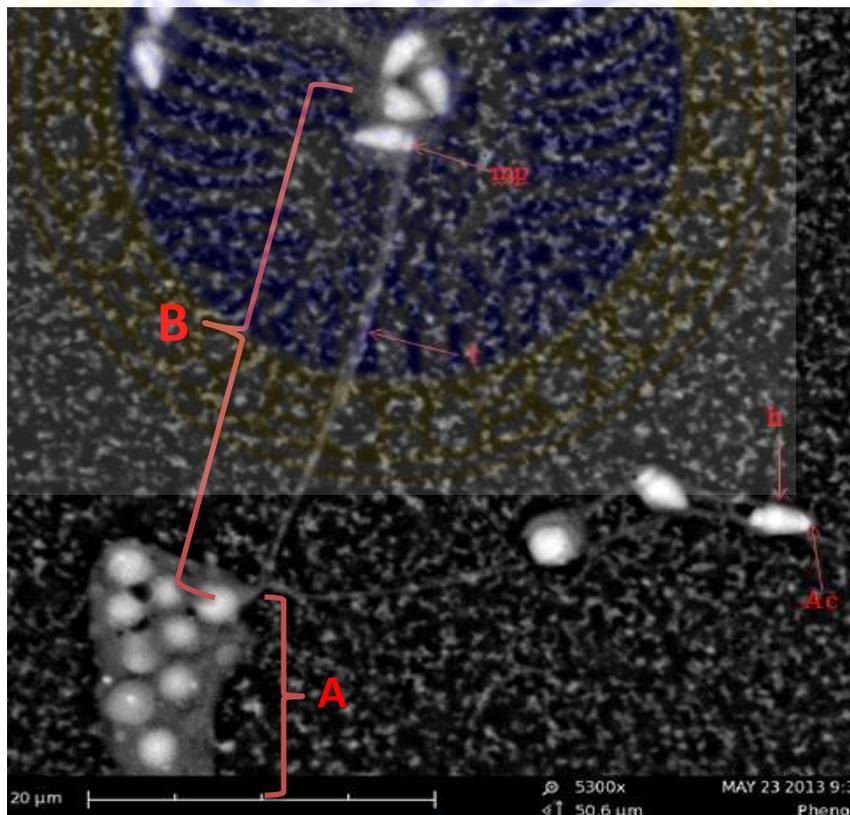


Gambar 4.12. Sel-sel spermatogenik pada *Phyllophorus dobsoni* jantan (scale bar 10 μm), sg: spermatogonia, st: spermatosit, sd: spermatid, tw:

dinding tubulus, L: lumen. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 10 μm).



Gambar 4.13. Sel spermatogenik teripang *Phyllophorus dobsoni*. (A) spermatogonia, (B) spermatosit, (C) spermatid I, (D) spermatid II, (E) spermatid III. n: nukleus, t: ekor, h: head, cd: sitoplasma droplet. Pewarnaan Hematoxylin Eosin (garis skala: 10 μm).



Gambar 4.14. Spermatozoa *Phyllophorus dobsoni* yang diamati di bawah *Scanning Electron Microscope*. A: penampang spermatozoa dari depan, B: penampang spermatozoa dari samping t: ekor, mp: middle piece, h: kepala, Ac: akrosom.

Pada penelitian ini, identifikasi sel spermatogenik diamati pada berbagai tahap kematangan gonad. Adapun karakteristik sel-sel gametogenik jantan pada teripang *Phyllophorus dobsoni* berdasarkan hasil pengamatan histologi gonad dengan mikroskop cahaya adalah sebagai berikut:

Spermatogonia

Spermatogonia memiliki bentuk sel bulat pipih dengan diameter sel 2,93-4,89 μm dengan inti berbentuk bulat dengan diameter 1,19-2,3 μm , tidak terdapat ekor (gambar 4.13A)

Spermatisit

Spermatisit memiliki bentuk sel bulat dengan diameter sel 4,05-5,49 μm , inti sel berbentuk bulat dengan diameter berkisar 1,91-3,2 μm , dan tidak terdapat ekor. Spermatisit ini tidak bisa dibedakan antara spermatisit primer dan sekunder (gambar 4.13B).

Spermatid

Pada *Phyllophorus dobsoni* spermatid terdiri atas 3 tipe berdasarkan bentuk sel, ukuran sel dan inti sel, dan ada tidaknya ekor. Berikut adalah tipe dari spermatid:

Spermatid I : spermatid ini memiliki bentuk sel bulat dengan diameter 1,73-2,79 μm . spermatid I ini memiliki ekor yang panjangnya 0,69-1,44 μm (gambar 4.13C).

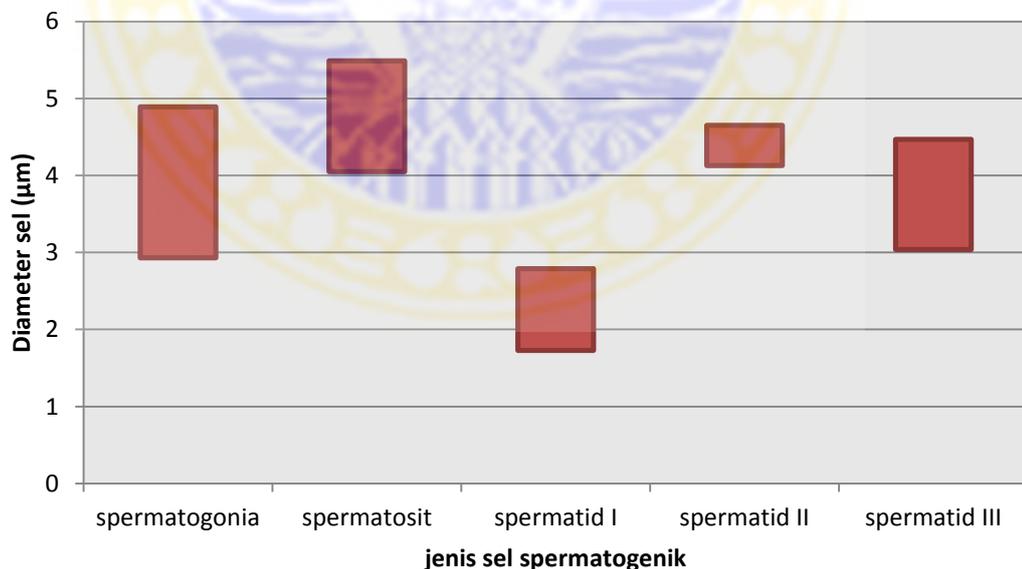
Spermatid II : spermatid ini memiliki bentuk bulat dengan diameter 4,13-4,65 μm , inti berbentuk bulat dengan diameter 1,64-2,85 μm . spermatid

tipe II ini memiliki ekor yang panjangnya berkisar 1,45-2,74 μm (gambar 4.13D).

Spermatid III : spermatid ini memiliki bentuk sel bulat yang berdiameter 3,04-4,47 μm , inti berbentuk bulat dengan ukuran 1,26-2,43 μm . spermatid tipe III ini memiliki ekor yang lebih panjang dari pada spermatid tipe II yaitu berkisar 5.68-12.18 μm (gambar 4.8E).

Spermatozoa

Spermatozoa memiliki bentuk kepala kerucut dengan ujung anterior lancip dan ujung posterior membulat. Diameter kepala spermatozoa dengan panjang 1,62 μm dan lebar 1,04 μm . Spermatozoa *Phyllophorus dobsoni* memiliki ekor sangat panjang dengan panjang rata-rata 28,10 μm (gambar 4.14).

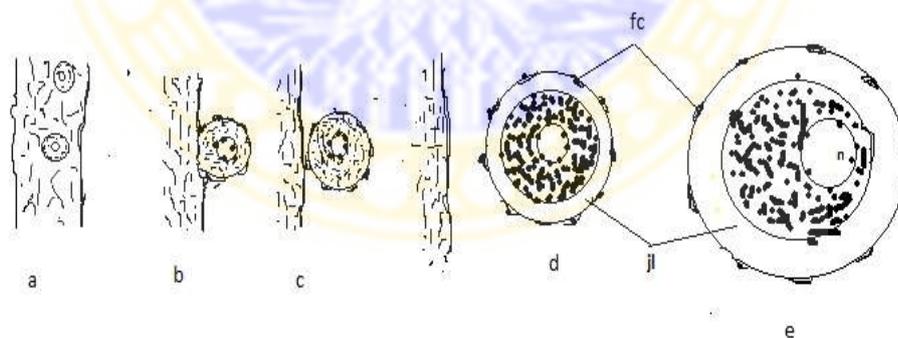


Gambar 4.15. Kisaran diameter sel spermatogenik *Phyllophorus dobsoni*

4.2. Pembahasan

4.2.1. Oogenesis

Proses pembentukan sel gametogenik dari teripang *phyllophorus dobsoni* meliputi pembentukan sel gametogenik jantan dan gametogenik betina. Pada hasil pengamatan pembentukan sel gametogenik betina dimulai dari oogonia yang merupakan hasil pembelahan mitosis dari sel germinal primordial. Oogonia pada *Phyllophorus dobsoni* tidak dapat teridentifikasi dalam penelitian ini karena banyaknya jenis sel di dinding tubulus sehingga untuk identifikasi oogonia diperlukan pewarnaan khusus imunohistokimia dengan menggunakan marker untuk oogonia.. Hasil penelitian sebelumnya pada spesies *H. leucospilota* pada oogonia terlihat banyak struktur *nuage* yang merupakan tanda telah terjadinya pembelahan mitosis, namun tidak semua oogonia terlihat jelas adanya struktur *nuage* (Purwati, 2009).

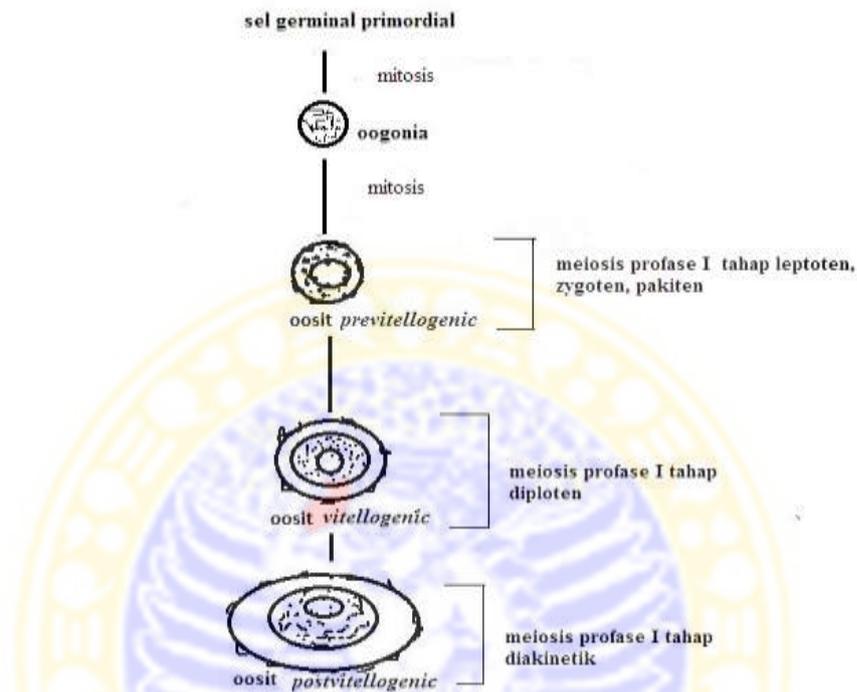


Gambar 4.16. Diagram perpindahan oosit *Holothuria leucospilota* selama perkembangan. A: oogonia yang tertanam di epitel germinal (dinding tubulus). b: oosit *previtellogenic* yang baru lepas dari dinding tubulus. c: oosit *previtellogenic* yang mulai menuju lumen. d: oosit *vitellogenic* yang berada di tengah lumen. e: oosit *postvitellogenic*. fc: sel folikuler, jl: *jelly layer*, n: inti sel (Purwati, 2009).

Oogonia yang telah mengalami pembelahan mitosis akan membelah menjadi oosit *previtellogenic*. Oosit *previtellogenic* akan mengalami proses pembelahan meiosis I profase tahap leptoten, zygoten, dan pakiten. Oosit *previtellogenic* akan berkembang menjadi oosit *vitellogenic* pada tahap diploten, kemudian oosit *vitellogenic* akan meneruskan pembelahan menjadi oosit *postvitellogenic* pada tahap diakinetik (Smiley, 1990). Oosit *postvitellogenic* akan dipijahkan pada tahap akhir profase I dan akan melanjutkan pembelahan di luar tubuh pada saat fertilisasi (Purwati, 2009).

Pemijahan *Phyllophorus dobsoni* dan beberapa hewan Echinodermata terjadi ketika oosit pada tahap *postvitellogenic* yang mana oosit ini masih pada tahap akhir profase I. oosit yang akan terfertilisasi ini akan meneruskan pembelahan meiosis I diluar tubuh sehingga pronukleus betina yang akan difertilisasi oleh spermatozoa dalam bentuk haploid. Menurut Kanatani (1979) menyatakan bahwa pembelahan meiosis pada Asteroid (Echinodermata) akan dilanjutkan ketika terdapat rangsangan dari 1-metil adenine (1-MA). 1-MA merupakan komponen *Maturation Induction Substance* (MIS) yang dihasilkan oleh sel folikuler akibat rangsangan dari *Gonad Stimulating Substance* (GSS). Ketika 1-MA berada di permukaan oosit maka, ooplasma akan memproduksi hormon *Maturation Promoting Factor* (MPF) yang akan merangsang pecahnya vesikel germinal (GVBD), setelah vesikel germinal pecah maka pembelahan meiosis akan dilanjutkan. Fertilisasi pada Echinodermata terjadi sebelum pembentukan *polar body* I yang berbeda dengan hewan lainnya yang fertilisasinya

terjadi setelah pembentukan *polar body* II (Smiley, 1990). Proses pembelahan oogenesis teripang *Phyllophorus dobsoni* dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.17. Tahap pembelahan oogenesis *Phyllophorus dobsoni*.

Pada hasil pengamatan oosit *previtellogenic* memiliki ciri adanya sel folikuler yang mengelilingi oosit selama oosit lepas dari dinding tubulus, ini menunjukkan bahwa oosit pada *Phyllophorus dobsoni* tetap dikelilingi oleh sel folikuler sampai pemijahan yang sama dengan spesies *Holthuria leucospilota* (Purwati, 2009) dan *Psolus fabrici* (Hamel *et al.*, 1993) oosit tetap dikelilingi sel folikuler sampai oosit matur, berbeda dengan teripang jenis *Stichopus californicus* (Smiley dan cloney, 1985) sel folikuler tetap berada di dalam dinding tubulus ketika oosit mulai lepas dari dinding tubulus. Sel folikuler merupakan sel yang memiliki bentuk bulat pipih yang diduga berasal dari dinding tubulus yang memiliki fungsi sebagai pelindung oosit dari lingkungan sekitarnya (Purwati,

2009). Hirai dan Kanatani (1971) menyatakan bahwa sel folikuler juga berfungsi untuk menyediakan nutrisi bagi oosit selama perkembangan oosit dan memiliki fungsi endokrin sebab sel folikuler merupakan sel yang merespon hormon *Radial Nerve Factor* (RNF) yang akan menginduksi gonad untuk menghasilkan hormon *Maturation Induction Substance* (MIS) (Smiley, 1990). Sel folikuler ditemukan pada oosit *previtellogenic* sampai oosit *postvitellogenic*.

Di dalam lumen tubulus, oosit *previtellogenic* akan berkembang menjadi oosit *vitellogenic*. Oosit *vitellogenic* merupakan oosit yang memulai menghasilkan granula *yolk* (vitelin). Granula *yolk* merupakan granula lipid yang ditemukan tersebar di ooplasma dan tidak ditemukan di oosit *previtellogenic* dan *postvitellogenic* (Purwati, 2009). Selain itu, oosit *vitellogenic* juga mulai ditemukan struktur yang berbeda dari oosit *previtellogenic* yaitu adanya *jelly layer*. *Jelly layer* ini berada di antara oosit dan sel folikuler sehingga ada yang berpendapat pada penelitian sebelumnya bahwa sel folikuler berasal dari oosit itu sendiri yang disekresikan secara eksositosis (Tyler *et al.*, 1994), sedangkan menurut Franklin (1980) bahwa *jelly layer* merupakan hasil sekresi dari sel folikuler yang diangkut secara pinositosis. Selain itu terdapat pendapat lain yang menyatakan bahwa *jelly layer* berasal dari kedua sel tersebut yaitu oosit itu sendiri dan sel folikuler (Eckelbarger dan Young, 1992). Selama perkembangan oosit, *jelly layer* mengandung bahan *chemoattraction* yang berfungsi untuk menarik sel spermatozoa ketika telah dipijahkan (Monroy dan Rosati, 1986). *Jelly layer* ini tersusun atas peptida dan glikoprotein (Chandler dan Heoser, 1980).

Oosit *vitellogenic* selanjutnya akan berkembang menjadi oosit *postvitellogenic*. oosit *postvitellogenic* memiliki inti yang mulai membesar yang disebut vesikel germinal. Vesikel germinal sudah mulai ada pada saat oosit *vitellogenic*, namun letak vesikel germinal pada oosit *vitellogenic* masih berada di tengah. Sedangkan pada oosit *postvitellogenic* vesikel germinal ini terletak eksentrik dari oosit yang mendekati kutub animal (Smiley, 1990). Pada oosit *postvitellogenic* terdapat juga tonjolan di kutub animal (*protuberance*), seperti pada *Holothuria leucospilota* juga ditemukan tonjolan di oosit *postvitellogenic* yang disebut *protuberance* (Purwati, 2009). *Protuberance* ini yang nantinya akan mengalami polarisasi saat terjadi ovulasi, selain itu adanya struktur *protuberance* menandakan telah berhentinya *vitellogenesis* (pembentukan yolk) (Smiley, 1990).

Di setiap tahap kematangan gonad teripang *Phyllophorus dobsoni* ditemukan banyak berbagai jenis oosit karena tipe perkembangan oosit *Phyllophorus dobsoni* adalah asinkron, yaitu dalam satu tubulus ditemukan berbagai jenis oosit (Nisa, 2013). Pada hasil penelitian, oosit *previtellogenic* ditemukan pada tahap *recovery*, *growth*, *advanced growth*, dan *mature*, namun ukuran diameter sel dan inti oosit *previtellogenic* di masing-masing tahap tidak berbeda signifikan yang artinya oosit *previtellogenic* berkembang dari semua tahap kematangan gonad memiliki ukuran yang sama. Sedangkan diameter sel dan inti oosit *vitellogenic* pada tahap *growth* berbeda signifikan dengan diameter di tahap *advanced growth*, hal ini menunjukkan bahwa perkembangan oosit *vitellogenic* dari tahap *growth* ke *advanced growth* mengalami perkembangan yang signifikan, namun ketika sudah pada tahap *advanced growth* ke tahap

mature oosit ini tidak terlalu berkembang besar ukurannya. Begitu juga dengan ketebalan *jelly layer* pada oosit *vitellogenic* memiliki perbedaan yang signifikan di setiap tahap kematangan gonad, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran oosit *vitellogenic* maka semakin banyak pula *jelly layer* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Tyler et al. (1994) yang menyatakan bahwa *jelly layer* dihasilkan oleh oosit yang disekresikan dengan cara eksositosis. Oosit *postvitellogenic* memiliki ukuran diameter sel yang berbeda signifikan di setiap tahap kematangan gonad, namun diameter sel dan tebal *jelly layer* oosit *postvitellogenic* tidak berbeda signifikan di setiap tahap kematangan gonad. Hal ini menunjukkan bahwa dari tahap ke tahap kematangan gonad oosit *postvitellogenic* hanya terlihat perubahan pada ukuran diameter oosit *postvitellogenic*.

4.2.2. Spermatogenesis

Spermatogenesis merupakan proses pembentukan sel gamet jantan. Pada teripang belum banyak dilakukan penelitian tentang proses pembentukan sel gamet jantan. Tahapan spermatogenesis *Phyllophorus dobsoni* terdapat empat tahapan sel spermatogenik seperti dengan spesies *Cucumaria lubrica* dan *Leptosynapta clarki* (Atwood, 1974) antara lain spermatogonia, spermatosit, spermatid, dan spermatozoa, namun pada tahap spermiogenesis *Phyllophorus dobsoni* spermatid terdiri atas 3 tipe spermatid yang dibedakan berdasarkan bentuk sel, ukuran sel, dan panjang ekor. Hal ini berbeda dengan penelitian

sebelumnya pada spesies *Holothuria leucospilota* yang hanya memiliki dua tipe sel spermatid (Thongkukiatkul *et al.*, 2008).

Berdasarkan hasil identifikasi pengamatan histologi dari jenis sel spermatogenik *Phyllophorus dobsoni* dapat diprediksikan bahwa perkembangan sel gamet jantan diawali dari pembelahan mitosis dari sel germinal primordial yang berada di dinding menjadi spermatogonia yang selanjutnya akan membelah dan berkembang menuju lumen tubulus. Hal ini diindikasikan dengan adanya penebalan dinding tubulus gonad pada fase *growth*. Setelah itu, ketika dinding tubulus mulai menipis maka terdapat banyak spermatogonia, spermatosit, spermatid, hal ini sama dengan teripang *Psolus fabricii* (Hamel *et al.*, 1993).

Spermatogonia pada *Phyllophorus dobsoni* memiliki ukuran yang hampir sama dengan spermatosit, hal ini berbeda dengan spermatogonia pada teripang jenis *Holothuria leucospilota* (Thongkukiatkul *et al.*, 2008) dan anggota Echinodermata lain dari kelas Ophiuroidea yaitu *Amphipholis kochi* (Yamashita, M dan Fumio, iwatta, 1983) yang memiliki spermatogonia berukuran lebih besar dibandingkan dengan sel spermatogenik lainnya.

Spermatogonia yang berada di dekat *inner epithelium* kemudian akan membelah secara mitosis menjadi sel spermatosit sebagaimana pada vertebrata, hal ini sesuai dengan jumlah spermatosit yang hampir sama dengan spermatogonia, spermatosit sekunder susah ditemukan karena waktu pembelahan untuk menjadi spermtid sangat cepat. Kemudian sel spermatosit akan membelah secara meiosis membentuk spermatid hal ini sesuai dengan jumlah spermatid lebih banyak ditemukan dibanding sel spermatosit dan sel spermatogonia. Hal ini juga

sama dengan pada *Paracaudina australis* yang memiliki jumlah spermatid lebih banyak dibandingkan sel spermatosit dan spermatogonia (Utami, 2014).

Sel spermatid akan mengalami spermiogenesis membentuk spermatozoa seperti halnya dengan vertebrata, namun pada *Phyllophorus dobsoni* spermatid akan membentuk spermatozoa dengan berbagai bentuk konformasi dimulai dari sel spermatid I, II, dan III yang selanjutnya akan membentuk spermatozoa. Perubahan spermatid pada *Phyllophorus dobsoni* memiliki ekor yang akan berkembang menjadi panjang dari spermatid I, II, sampai III. Perubahan bentuk spermatid ini juga disertai dengan perubahan akrosom. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Thongkukiakul *et al.* (2008) spermatid II pada teripang *H. leucospilota* terjadi pembentukan akrosom kompleks yang ditandai dengan terbentuknya struktur *deep cup* di bagian anterior. Struktur ini, juga terlihat pada anggota Echinodermata lain seperti bintang laut dan sea urchin yang memiliki struktur seperti ini (Fontaine dan Lambert, 1976; Hodgson dan Bernard, 1986). Spermatid yang akan membentuk spermatozoa yang matur juga mengalami pemanjangan inti dan pemanjangan ekor yang akan menghasilkan perubahan bentuk kepala dari spermatozoa, hal ini terlihat dari bentuk spermatid III yang memiliki bentuk hampir menyerupai dengan kepala spermatozoa dan terdapat adanya sitoplasmik droplet. Sitoplasmik droplet ini merupakan sisa sitoplasma hasil konformasi spermatid II menjadi spermatid III, sehingga kepala spermatid III lebih kecil dibanding spermatid II yang nantinya kepala tersebut akan memanjang membentuk spermatozoa.

Spermatozoa pada *Phyllophorus dobsoni* memiliki bentuk kepala yang bagian anterior meruncing dan terdapat bagian leher. Menurut Thongkukiatkul *et al.*, 2008) di bagian leher terdapat mitokondria dan di bagian posterior kepala terdapat ekor yang panjang. Spermatozoa *Phyllophorus dobsoni* memiliki bentuk yang sama dengan *Cucumaria lubrica* dan *Leptosynapta clarki* (Atwood, 1974) yang berbeda dengan *Holothuria leucospilota* dengan bentuk kepala bulat (Thongkukiatkul *et al.*, 2008).

