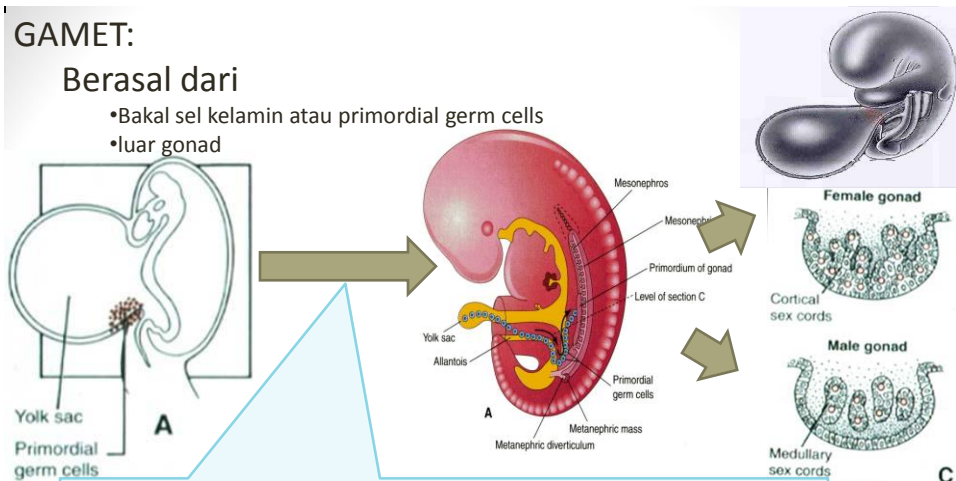


Gametogenesis

GAMET:

Berasal dari

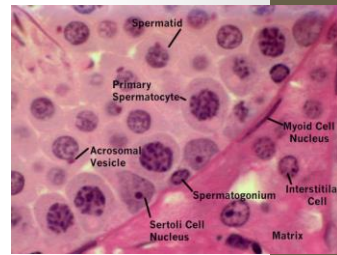
- Bakal sel kelamin atau primordial germ cells
- luar gonad



BSK, Pada

- Amphibia, Mamalia
 - ameboid
 - lewat mesenterium ke pematang genital (bakal gonad)
- Aves :
 - pasif → dibawa aliran darah
- Migrasi & berproliferasi :
 - selama migrasi dan setiba di bakal gonad
 - [Mencit :10-100 (u.k.7h)→2500-5000 (u.k.12 h)]
 - Substrat pada saat migrasi BSK: matriks ekstraselular Fibronektin

I. SPERMATOGENESIS



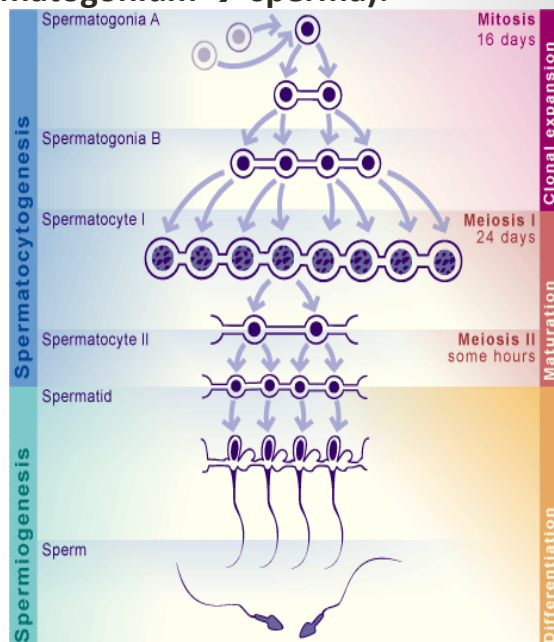
- Terjadi di : tubulus seminiferus :
 - sel germa
 - sel Sertoli ----> berperan : nutrisi (menghasilkan faktor-faktor yang mempengaruhi sel germa untuk tumbuh, membelah dan diferensiasi
- Jaringan interstitial : sel Leydig → sintesis hormon androgen/testosteron → untuk pemasakan sperma

• Spermatogenesis (spermatogonium → sperma):

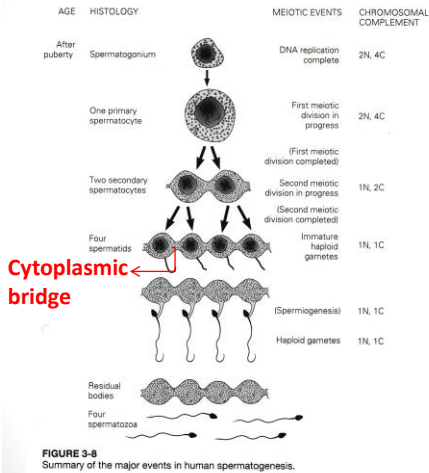
- Manusia :
 - 64 hari
 - meiosis : 24 hari
- mencit } 35 - 45 hari
- tikus }

Spermatogenesis : 3 bagian:

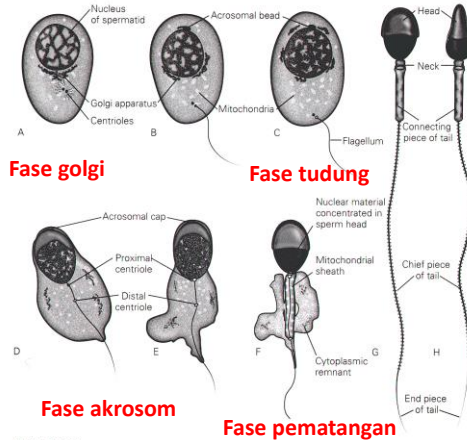
- **fase proliferaif** (mitosis)
- **meiosis** – pembentukan gamet haploid
- **spermiogenesis** : spermatid → spermatozoa



Spermatogenesis Spermioogenesis



Spermioogenesis : perubahan inti dan sitoplasma pada spermatid untuk membentuk spermatozoa.



Hormon yang berperan dalam spermatogenesis

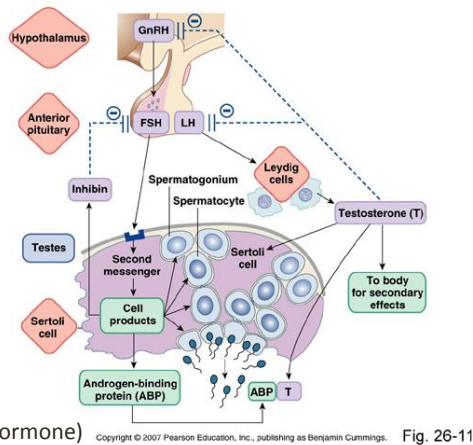
- Testosteron ---->
 - diferensiasi sel kelamin jantan
 - dihasilkan oleh sel Leydig
 - berdifusi ke dalam tubulus seminiferus → mempengaruhi spermatogenesis

- diatur oleh :
 - LH (= ICSH = interstitial cell-stimulating hormone)
 - FSH → ke sel Sertoli

ABP (androgen binding protein) → mengikat testosteron

spermatogenesis

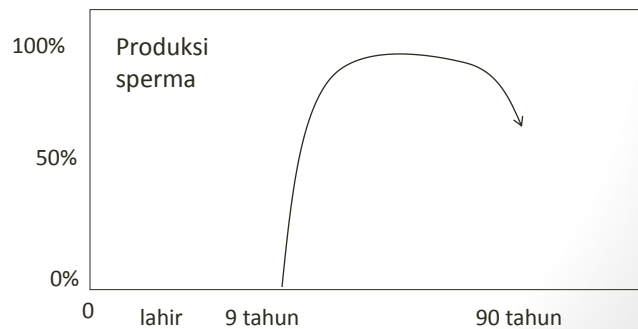
- Testosteron & ABP : dalam epididimis → untuk pematangan sperma



- Jantan: spermatogenesis : mulai pubertas
- sel induk : spermatogonium A (A_1)
 - > kontinyu : 100 juta sperma/jam } manusia
 - 200 - 300 juta/ejakulat }

pada manusia spermatogenesis dalam tubulus seminiferus berlangsung selama 64 hari

Meiosis I & Meiosis II mulai saat pubertas



Pada Mencit :

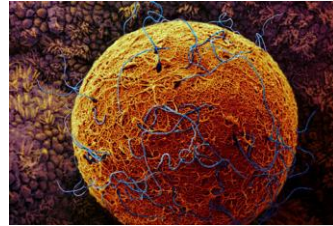
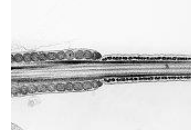
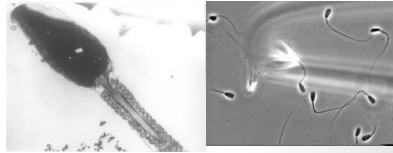
- spermatogonium A akhir (B) -----> spermatozoa : 34,5 hari
- spermatogonium : 8 hari
- meiosis : 13 hari
- spermiogenesis (spermateliosis) : 13,5 hari
- sperma yang tidak digunakan → - resorpsi
- ekskresi (lewat urin)

Table 3.1. Kinetics of spermatogenesis.

Species	Time for completion of spermatogenesis (days)	Duration of cycle of the seminiferous epithelium (days)
Man	64	16
Cow	56	14
Sheep	40	10
Pig	32	8
Rat	48	12

Sperma(tozoa)

- inti (dominan), plasma <<<, organel
- umumnya berekor :
nematospermium >> anematospermium
- kepala : akrosom →enzim peluruh lapisan sel folikel, dan selaput telur gb sel telur yg dilapisi sel folikel
- lama hidup : 24-72 jam
- ukuran sperma ($\pm 80-82 \mu\text{m}$) < sel telur (\emptyset ovum : 100-400 μm)
- jumlah sperma >>> > sel telur
- mobilitas : (umumnya) : tubulin di flagela
kontraksi + silia sel epitel pada saluran telur
- Vol. ejakulat : manusia $\pm 3.5 \text{ ml}$ →100 juta/ml
babi $\pm 500 \text{ ml}$
laju gerak ~ medium (alkalis > asam)
1.5 mm - 3 mm/menit
- Kendala di dalam saluran reproduksi betina
 - Jarak
 - keasaman di vagina (0.5 mm - 1.5 mm/menit
(uterus : \pm alkalis) (2-3 mm/menit)



Ciri biologi sperma manusia:

panjang 65 μm - 82 μm
jumlah 100 juta/cc semen
jumlah yang motil saat emisi > 80%
laju pergerakan di dalam saluran reproduksi betina 1.5 mm/menit
daya hidup dalam saluran reproduksi betina : 3-4 hari

• Pada manusia, jika :

- Vol semen < 2 mL
Kepadatan (/mL) < 20 juta
Motilitas < 40% (harusnya s/d 24 jam motil)
Abnormalitas > 25%
- } oligospermium } infertil (kurang fertil)

• Sperma : X } Y } pada mammalia (a. l. manusia)

- Perbedaan-perbedaan sperma X dan sperma Y:
 - aktivitas (Y > X)
 - berat (X > Y)
 - Elektrisitas
 - kimiawi: → a.l. Badan F pada Y
 - daya hidup (sperma X > sperma Y)

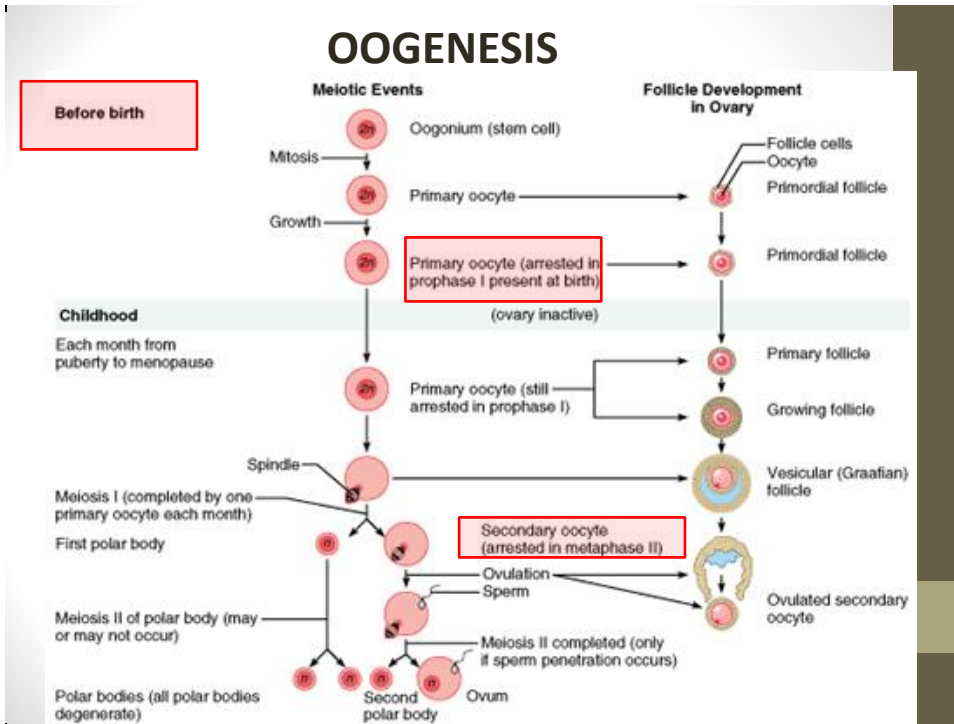
- Non mammalia :
 - sperma dari testis ----> matang ----> mampu membuahi sel telur
- Mamalia :
 - sperma dari testis belum matang fisiologis
 - belum motil → tidak dapat membuahi secara alami
- Pemasakan :
 - fisiologi
 - morfologi
 - biokimiawi
 } Terjadi di dalam epididimis
 (Cairan epididimis mengandung komponen :
 - dari kel. asesorius
 - testosteron
 - ABP (Androgen Binding Protein) → mengatur kadar testosteron)

- Di dalam epididimis terjadi :
 - „remodelling“ akrosom
 - migrasi „cytoplasma“ droplet ----> lepas
 - perubahan-perubahan pada permukaan sel
 - pembentukan, modifikasi, penghilangan atau redistribusi protein-protein baru dll.
 - glikoprotein di permukaan
 - -----> melancarkan kemampuan membuahi

↓
Ejakulasi → meski motil, belum fertil

↓
PEMATANGAN

(=kapasitasi di saluran reproduksi betina (di oviduk,uterus))



Folikel telur tersusun atas:

- sel telur
- zona pelusida (ZP) :
 - zona granulosa (Sel granulosa)
 - membran granulosa
- sel-sel teka folikel:
 - teka interna (TI)
 - teka eksterna (TE)

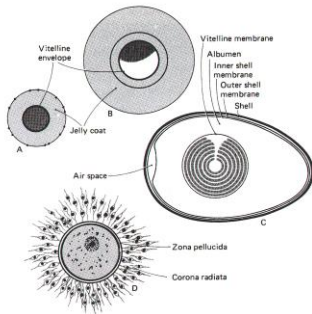


FIGURE 3-25 A comparison of coverings of (A) sea urchin, (B) amphibian, (C) avian, and (D) mammalian eggs.

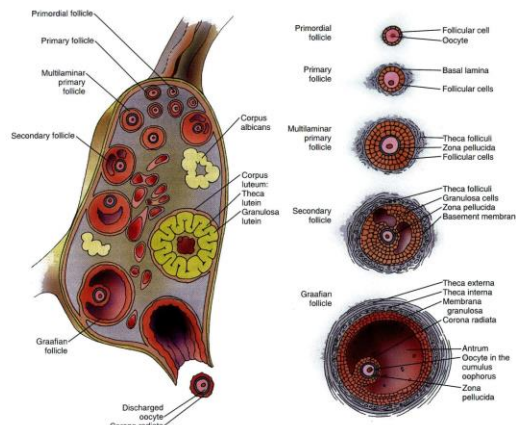
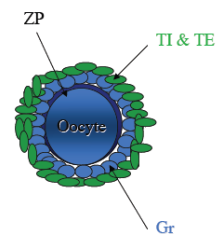
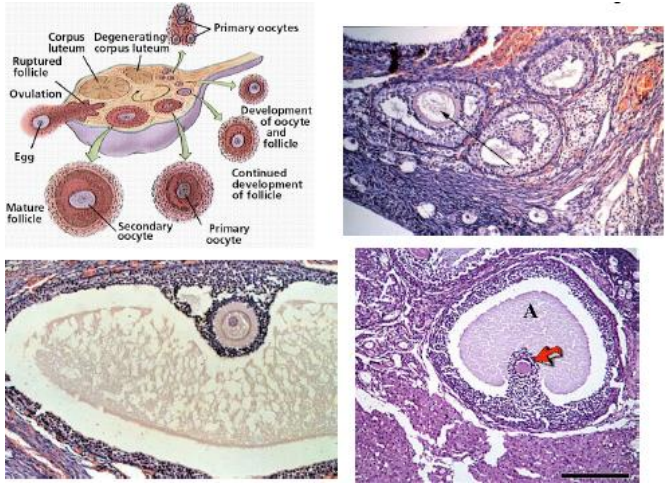


Figure 20-2. Diagram of ovary structure and follicle development.



Macam Folikel Telur

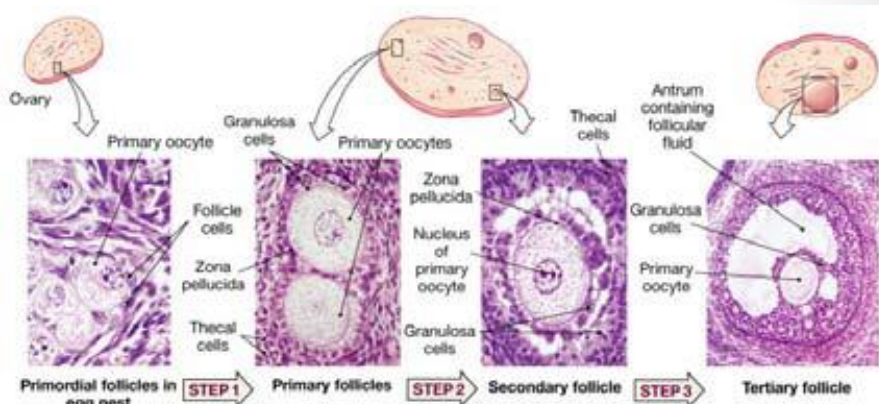
- primer ;
 - sekunder (pertumbuhan muda, tua)
 - tersier (F. de Graaf) → kumulus ooforus, antrum folikel, korona radiata
- Folikel tersier kelinci : adanya trabekula
- Folikular (1 lapis → berlapis banyak) ; soliter ; nutrimerter



F. primer : oogonia << ; oosit I muda >>>

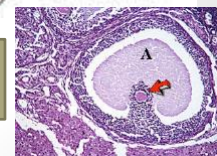
F. Sekunder : oosit I ; oosit II muda (awal)

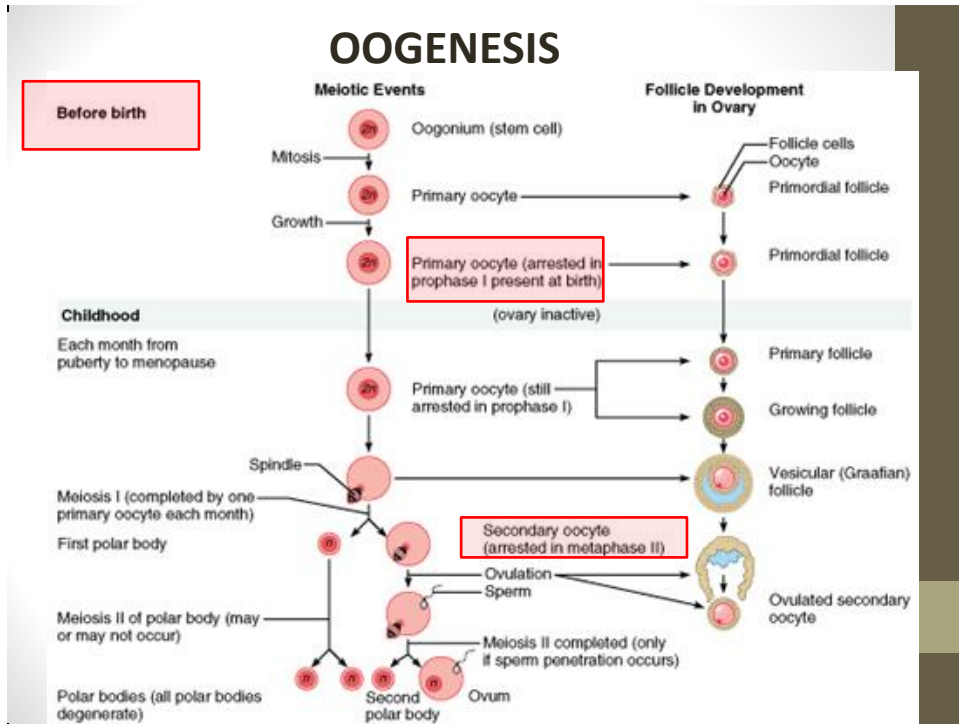
F. de Graaf (yang siap diovolusi) : oosit II MII



Polaritas : Anima - vegetatif
Lulus hidup : 24 - 48 jam

Fol de Graaf





OOGENESIS

- Berlangsung sejak janin
 - Arestasi I saat lahir : profase meiosis I (diktioten) : oosit I
 - Arestasi II saat ovulasi (metafase II) : oosit II

diperlukan untuk mempersiapkan sel telur supaya dapat dibuahi dengan baik

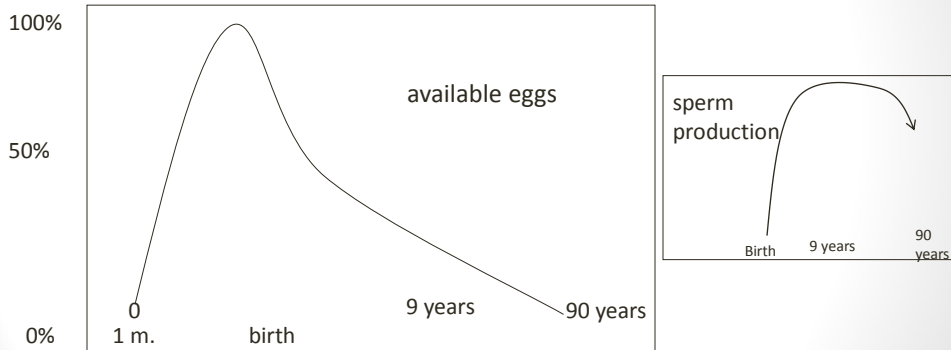
- penyelesaian oogenesis di luar ovarium
---> bahkan di luar tubuh
- kesiapan sel telur bertemu (dipenetrasi sperma)
Σ sel telur ↓ -----> mengalami atresia
- menarche ----> menopause : 400 – 500 folikel telur
- Asal (maksimum) 7 juta (5 bulan)

Gametogenesis pada wanita

Meiosis I semua bakal sel telur mulai ada sebelum lahir

Meiosis I dari sel telur selesai pada saat ovulasi setiap bulannya

Meiosis II terjadi sangat cepat setelah fertilisasi



Janin 1 bln : PGC (BSK) : migrasi ke bakal gonad : ± 1700 sel BSK

- di bakal gonad : proliferasi \rightarrow membentuk oogonia

Janin 2 bulan : ± 600.000 buah (oogonia & oosit I segera bermeiosis I profase MI)

Fetus : oogonia 3 bl. oogonia + oosit I

5 bl. 6-7 juta (maksimum)

degenerasi \rightarrow atretik*)

7 bl. Profase Meiosis I (hampir semua)

Meiosis berhenti (Diploten)

Arestasi I

Lahir : oosit I : 2 juta \rightarrow Diploten

Pubertas : 300.000-400.000 sel

meiosis I diselesaikan, terus sampai metafase meiosis II

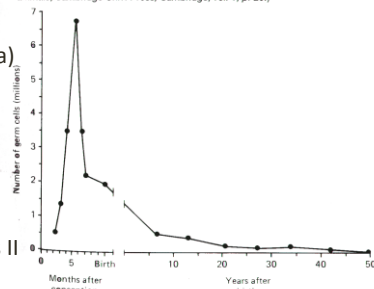
Diovulasi : rata-rata 400-500 sel telur yang diovulasi selama masa reproduktif

Arestasi II

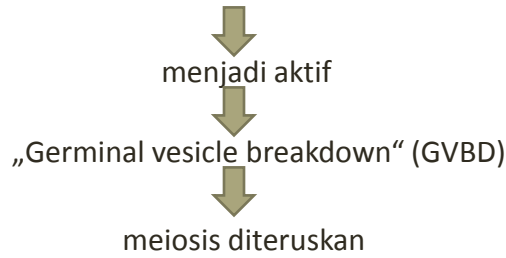
*) Terjadinya atresia \sim reseptor LH \downarrow

Yang paling responsif terhadap FSH \rightarrow hidup

FIGURE 3-6
Changes in the population of germ cells in the human ovary with increasing age. (Modified from T.G. Baker, 1976, in Austin and Short, eds. Reproduction in Mammals, Cambridge Univ. Press, Cambridge, vol. 1, p. 20.)



- Berakhirnya penahanan I = „maturation“ (pemasakan):
 - progesteron $\uparrow \rightarrow Ca^{++} \uparrow \uparrow \rightarrow cAMP \downarrow$
 - faktor inisiator („initiation factor“)
 - faktor maturasi (maturation promoting factor/MPF)



Folikel sekunder -----> fol. tersier -----> ovulasi

sel-sel teka folikuli : reseptor LH
LH $\nabla \nabla$

testosteron ---> membran granulosa ---> sel-sel granulosa

estrogen (estradiol) ---> inti sel-sel folikel

enzimatik

+ reseptor FSH & cAMP



FIG. 1.8 Growth and maturation of a follicle along with major endocrine interactions in the theca cells and granulosa cells. E, Estrogen; R, receptor; T, testosterone.

Pola ovulasi :

- periodik (spontan) : manusia & hewan mamalia

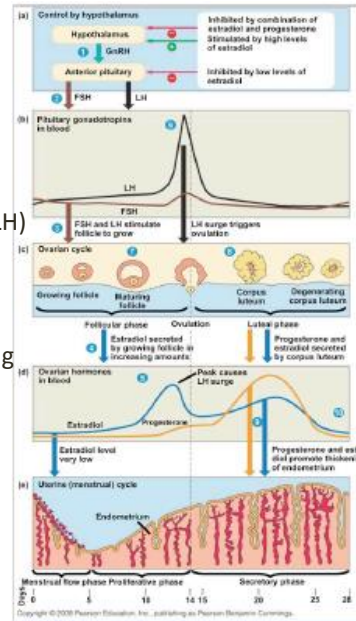
umumnya
 Estrogen \uparrow → hipotalamus (GnRH) → hipofisa
 (FSH \uparrow & LH $\uparrow\uparrow$
 lonjakan LH)
 ↓
 meiosis
 ovulasi

- terstimulasi/induced (refleks) : kelinci, minks, kucing

Estrogen \uparrow → hipotalamus (GnRH) → hipofisa
 +
 (FSH & LH $\uparrow\uparrow$:
 stimulasi lonjakan LH)

(kopulasi dsb)

↓
 meiosis
 ovulasi



Lonjakan LH :+ FSH (<LH)→pematangan final → ukuran folikel >>
 (likuor folikuli + sel-sel folikel tumbuh) →protrusi: stigma

± 24 - 36 jam setelah lonjakan LH terjadi ovulasi

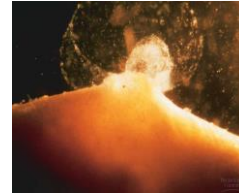
Yang keluar saat ovulasi :

- kumulus ooforus
- sel telur
- korona radiata → yang berperan sebagai sumber steroid, prostaglandin untuk ovum sebelum Corpus Luteum fungsional
- Tekanan cairan di antrum (mamalia) ≠> ischemia pada dinding folikel (sel-sel granulosa) → terjadi perubahan degeneratif

Yang membantu ovulasi:

- LH ↑↑
- sintesis :
 - aktivator plasminogen
 - kolagenase
 - prostaglandin
 - kontraksi otot polos ovarium
 - aliran air dari kapiler ovari
--- > tekanan folikuler ↑↑

Melisis ECM pada sel-sel folikel

**Hamil :**

- korpus luteum (KL) + reseptor untuk LH dan FSH
- KL kehamilan (KL graviditatis) → berumur 4-6 bln → hasilkan hCG

Menstruasi :

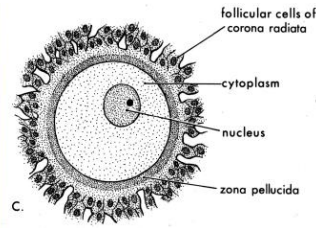
- KL : tanpa reseptor LH dan FSH
- KL menstruasionis ---> berumur 2 mg

Sel telur:

- inti, sitoplasma (ooplasma), organel, mRNA, badan inklusi, yolk (deutoplasma), selaput telur
mRNA --> sintesis protein selama perkembangan individu baru
- Polaritas : kutub anima
kutub vegetatif
- mengandung semua bahan yang diperlukan untuk perkembangan
- tidak mobil (immobil)
---> pergerakan ~ kontraksi saluran telur & silia saluran
- ukuran sel telur

manusia :	∅ ovum 120 - 150 μm
	∅ polosit 10 μm
katak :	∅ ovum 1- 2 mm (Oogonia & oosit)
Mencit :	∅ ovum 70 μm
Aves :	∅ ovum 35 mm

- Sel telur :
 - mengandung mRNA maternal → untuk perkembangan awal
 - imotil
 - ber-yolk → Σ & penyebaran → tentukan jenis telur (oligolesital, isolesital, homolesital, telolesital, megalesital) → gambar macam2 tipe telur
 - berselaput telur :
 - primer → dihasilkan oleh oosit
 - korion (ikan);
 - lendir (Echinodermata);
 - vitelin (amfibia, aves);
 - zona pelusida (mamalia)
 - Sekunder → dihasilkan oleh sel folikel
 - vitelin & korion (serangga)
 - tersier → dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar di saluran reproduksi betina
 - albumen, selaput cangkang, cangkang kapur
 - lendir telur katak



- proteksi
- nutrisi
- berperan dalam fertilisasi

Selaput telur mamalia:

- zona pelusida (antara plasmalema & sel folikel: 2 lapis sel) → non seluler
- glikoprotein (80%) : mukopolisakarida sulfat; asam hialuronik, asam sialik

Zona Pelusida : ZP-1, ZP-2, ZP-3 : -----> fertilisasi

- reseptor sperma
- induktor, reaksi akrosom
- Dapat berperan dalam pengembangan kontrasepsi

Yolk (kuning telur) pada Aves mengandung:

- vitelin (lipovitelin)
- lipovitelin
- fosuitin
- livetin
- lemak (neutrafat)
- fosfatid
- fosfolipid
- kolesterol
- vit A, B₁, B₂, D, E

Dari vitelogenin

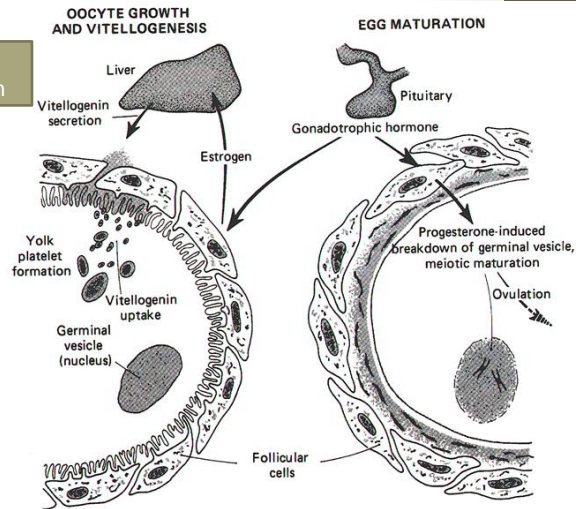


FIGURE 3-18

Scheme of growth (*left*) and final maturation of the amphibian oocyte. (*Adapted from Browder, Developmental Biology, Saunders, Philadelphia, 1984 and Gilbert, Developmental Biology, Sinauer, Sunderland, Mass., 1985.*)