

# **MODUL SISTEM REPRODUKSI MANUSIA**



Disusun Oleh:  
Kesit Ivanali

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
FAKULTAS FISIOTERAPI**

**Jakarta  
2019**

# Sistem Reproduksi

## Pendahuluan

Sistem reproduksi tidak bertujuan untuk survival individu, tetapi diperlukan untuk survival species dan berdampak pada kehidupan seseorang. Hanya melalui sistem reproduksi, *blueprint* genetik kompleks setiap spesies dapat bertahan di dunia ini. Meskipun sistem reproduksi tidak berkontribusi pada homeostasis dan tidak penting untuk bertahan hidup seseorang seperti halnya sistem kardiovaskuler, tetapi ia berperan penting dalam kehidupan seseorang. Sebagai contoh: pasangan suami istri yang baru menikah, umumnya sering ditanya apakah sudah mendapatkan anak. Dengan demikian berarti sistem reproduksi berpengaruh terhadap perilaku psikososial seseorang secara signifikan. Fungsi reproduksi juga berdampak pada masyarakat. Organisasi kemasyarakatan membentuk unit yang membentuk lingkungan yang stabil dan kondusif untuk kehidupan spesies. Permasalahan yang dapat terjadi antara lain ledakan populasi yang perlu mendapatkan perhatian sehubungan dengan keterbatasan dunia ini dalam menampung dan memfasilitasi makhluk hidup. Oleh karena itu, diperlukan pembatasan atau kontrol sistem reproduksi.

Kemampuan reproduksi tergantung pada hubungan antara hypothalamus, hipofisis bagian anterior, organ reproduksi, dan sel target hormon. Proses biologis dasar termasuk perilaku seksual sangat dipengaruhi oleh faktor emosi dan sosiokultural masyarakat. Di sini, yang akan difokuskan adalah fungsi dasar seksual sistem reproduksi di bawah kontrol syaraf dan hormon.

Sistem reproduksi meliputi kelenjar (gonad) dan saluran reproduksi. Organ reproduksi primer atau gonad terdiri dari sepasang testes pada pria dan sepasang ovarium pada wanita. Gonad yang matur berfungsi menghasilkan gamet (gametogenesis) dan menghasilkan hormon seks, khususnya testosteron pada pria dan estrogen & progesteron pada wanita. Setelah gamet diproduksi oleh gonad, ia akan melalui saluran reproduksi (sistem duktus). Pada wanita juga terdapat payudara yang termasuk organ pelengkap reproduksi. Bagian eksternal sistem reproduksi sering juga disebut genitalia eksternal.

Karakteristik seksual sekunder tidak secara langsung termasuk dalam sistem reproduksi, tetapi merupakan karakteristik eksternal yang membedakan pria dan wanita, seperti konfigurasi tubuh dan distribusi rambut. Sebagai contoh,

pada manusia, pria memiliki bahu yang lebih lebar daripada wanita, sedangkan wanita memiliki pinggul yang besar dan pria memiliki jenggot, sedangkan wanita tidak. Testosteron pada pria dan estrogen pada wanita bertanggung jawab untuk perkembangan karakteristik ini. Pertumbuhan rambut tidak termasuk karakteristik seksual sekunder, karena tidak terlalu berbeda antara pria dan wanita.

Gametogenesis merupakan proses yang terjadi dengan cara meiosis, yaitu pembelahan sel yang menghasilkan setengah set informasi genetik (haploid) yang selanjutnya setelah fertilisasi akan terbentuk individu baru dengan 46 kromosom (diploid). Selama fertilisasi terjadi kombinasi genetik sehingga individu yang terbentuk tidaklah sama.

### Penentuan Jenis Kelamin Anak Hasil Fertilisasi

Pembentukan jenis kelamin anak hasil fertilisasi tergantung ada atau tidak adanya determinan maskulin selama periode kritis perkembangan embrio. Perbedaan terbentuknya anak dengan jenis kelamin pria atau wanita dapat terjadi setelah melalui 3 tahap, yaitu tahap genetik, gonad, dan fenotip (anatomi) seks. Tahap genetik tergantung kombinasi genetik pada tahap konsepsi. Jika sperma yang membawa kromosom Y bertemu dengan oosit, terbentuklah anak laki-laki, sedangkan jika sperma yang membawa kromosom X yang bertemu dengan oosit, maka yang terbentuk anak perempuan. Selanjutnya tahap gonad, yaitu perkembangan testes atau ovarium. Selama bulan pertama gestasi, semua embrio berpotensi untuk menjadi pria atau wanita, karena perkembangan jaringan reproduksi keduanya identik dan tidak berbeda. Penampakan khusus gonad terlihat selama usia 7 minggu di dalam uterus, ketika jaringan gonad pria membentuk testes di bawah pengaruh *sex-determining region* kromosom Y (SRY), sebuah gen yang bertanggung jawab pada seks *determination*. SRY menstimulasi produksi antigen H-Y oleh sel kelenjar primitif. Antigen H-Y adalah protein membran plasma spesifik yang ditemukan hanya pada pria yang secara langsung membentuk testes dari gonad. Pada wanita tidak terdapat SRY, sehingga tidak ada antigen H-Y, sehingga jaringan gonad baru mulai berkembang setelah 9 minggu kehamilan membentuk ovarium.

Tahap fenotip tergantung pada tahap genetik dan gonad. Diferensiasi membentuk sistem reproduksi pria diinduksi oleh androgen, hormon maskulin yang disekresi oleh testes. Usia 10-12 minggu kehamilan, jenis kelamin secara mudah dapat dibedakan secara anatomi pada genitalia eksternal.

Meskipun perkembangan genitalia eksterna pria dan wanita tidak berbeda pada jaringan embrio, tetapi tidak pada saluran reproduksi. Dua sistem duktus primitif, yaitu duktus Wolffian dan Mullerian menentukan terbentuknya pria atau wanita. Pada pria duktus Wolffian berkembang dan duktus Mullerian

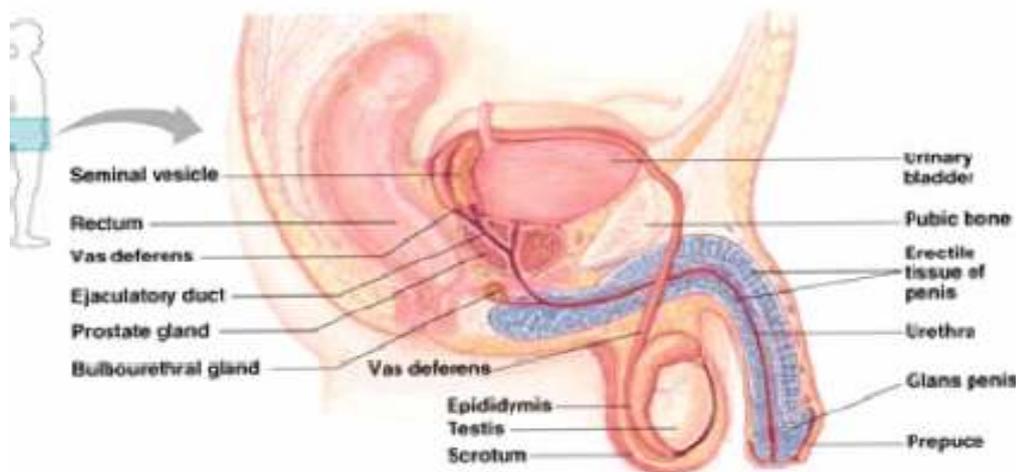
berdegenerasi, sedangkan pada wanita duktus Mullerian yang berkembang dan duktus Wolffian berdegenerasi. Perkembangannya tergantung ada atau tidak adanya dua hormon yang diproduksi oleh testes fetus yaitu testosteron dan *Mullerian-inhibiting factor*. Testosteron menginduksi duktus Wolffian menjadi saluran reproduksi pria (epididimis, duktus deference, duktus ejakulatorius, dan vesika seminalis). Testosteron diubah menjadi dihydrotestosteron (DHT) yang bertanggung jawab membentuk penis dan skrotum. Pada wanita, duktus Mullerian berkembang menjadi saluran reproduksi wanita (oviduct, uterus, dan vagina), dan genitalia eksterna membentuk klitoris dan labia.

Kadang-kadang terjadi ketidakcocokan antara genetik seks dengan penampakan seks setelah pubertas yang menghasilkan dampak psikologis traumatik gender krisis identitas. Contoh: Maskulinisasi genetik wanita dengan ovarium, tetapi memiliki genitalia eksterna pria, yang pada masa pubernya terjadi pembesaran payudara. Dengan demikian penting sekali diagnosis jenis kelamin pada bayi baru lahir.

### Sistem Reproduksi Pria

#### *Testes*

Lokasi testes berada pada skrotum yang memiliki lingkungan suhu lebih rendah beberapa derajat daripada suhu tubuh. Pada kasus cryptorchidism (testes yang masih ada di rongga peritoneum, tidak turun ke skrotum), lingkungan testes menjadi lebih panas yang mengakibatkan tidak dapat menghasilkan sperma yang viabilitasnya baik, karena sperma sangat sensitif terhadap suhu.



Sel Leydig di testes memproduksi hormon testosteron dengan distimulasi oleh hormon LH. Fungsi hormon testosteron antara lain:

Sebelum lahir:

Maskulinisasi saluran reproduksi dan genitalia eksterna

Meningkatkan turunnya testes ke skrotum

Pada jaringan seks spesifik:

Meningkatkan pertumbuhan dan maturasi sistem reproduksi pada saat puber

Penting untuk spermatogenesis

Mempertahankan saluran reproduksi remaja seluruhnya

Bagian reproduksi lain:

Mengontrol perkembangan seks pada pubertas

Mengontrol sekresi hormon gonadotropin.

Dampak pada karakteristik seksual sekunder:

Menginduksi pola pertumbuhan rambut pria (seperti: jenggot)

Menyebabkan suara menjadi lebih dalam karena mengecilnya tali vokal

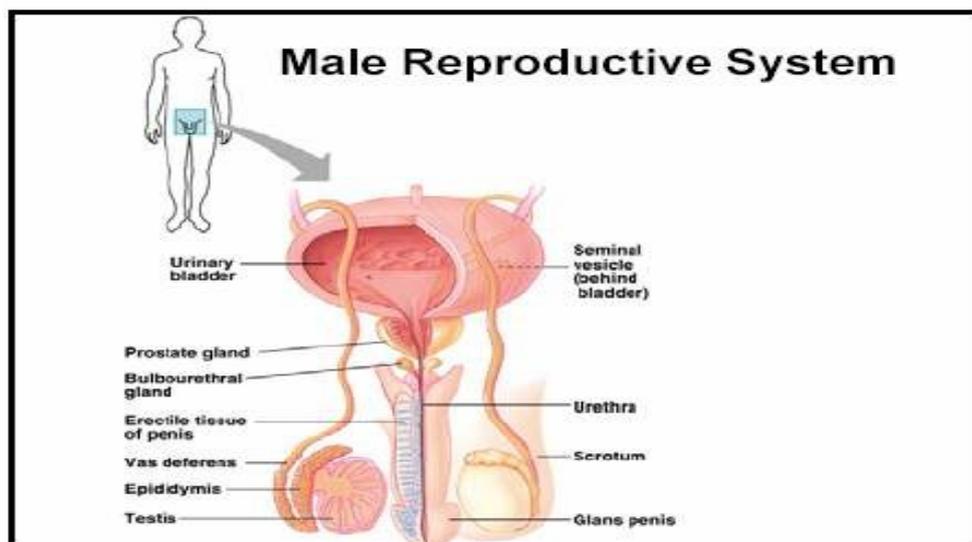
Meningkatkan pertumbuhan otot yang bertanggung jawab pada konfigurasi tubuh pria

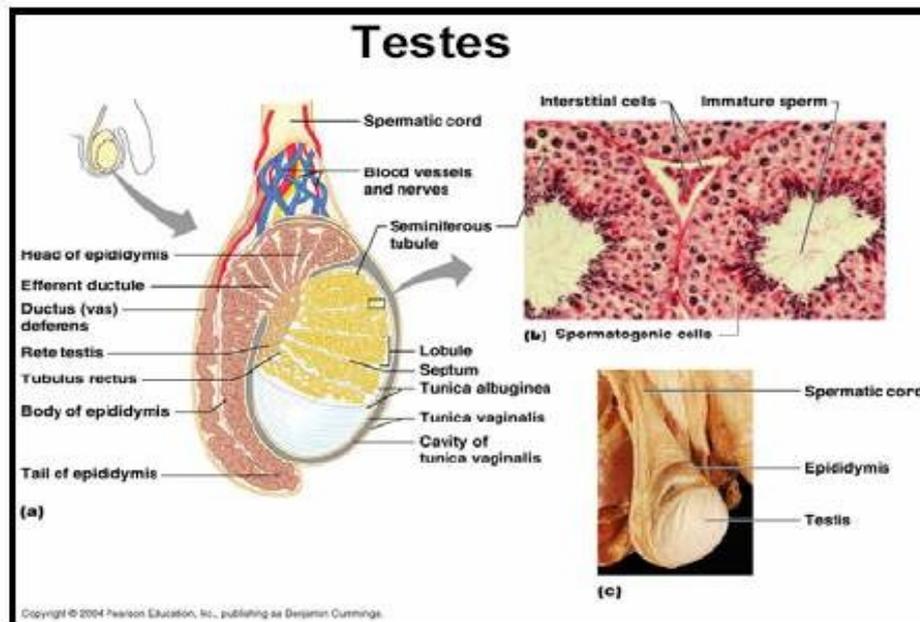
Pada organ non reproduksi:

Menghasilkan efek anabolik protein

Meningkatkan pertumbuhan tulang pada pubertas dan kemudian menutup lempeng epifisis

Menginduksi perilaku agresif.





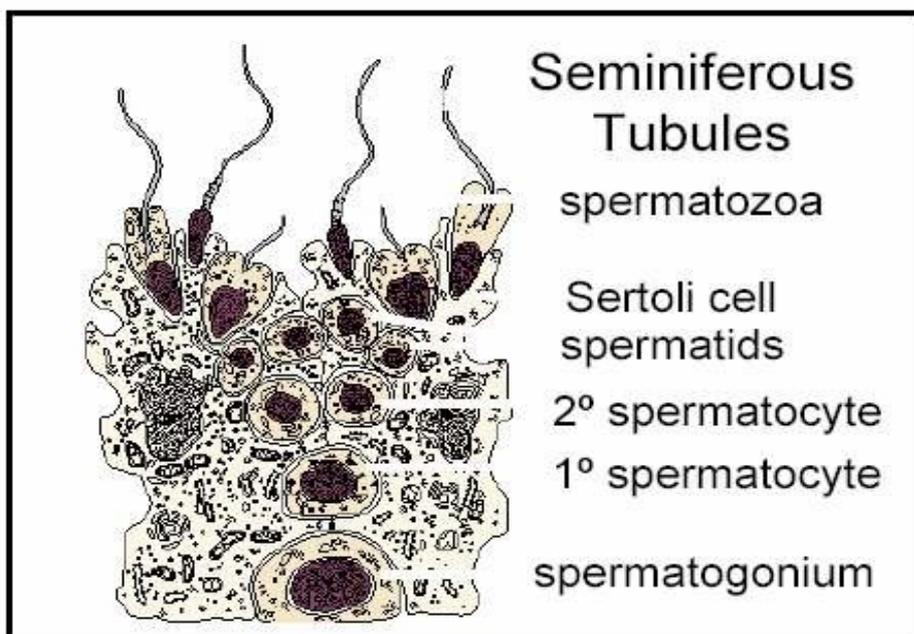
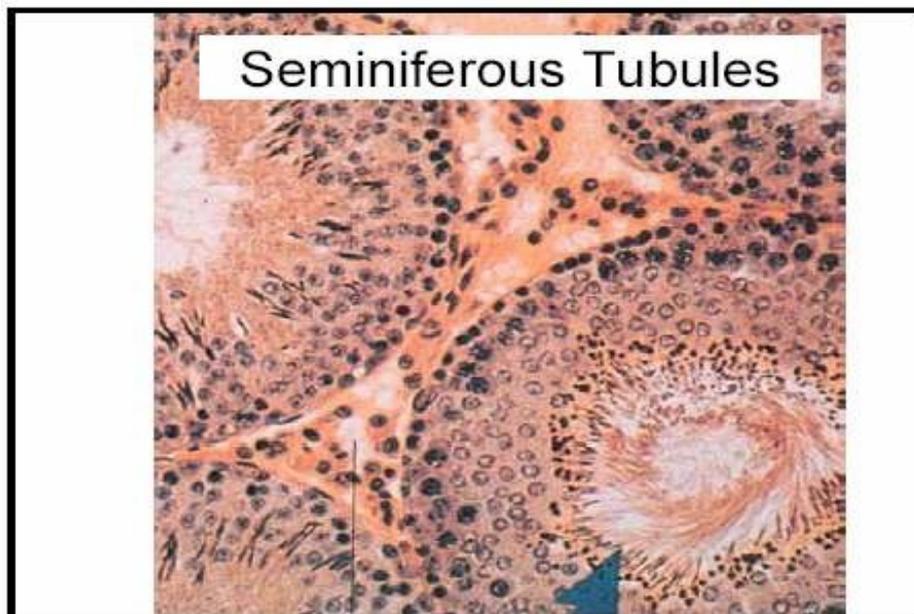
### **Spermatogenesis**

Sperma dihasilkan oleh tubulus seminiferus yang memiliki panjang 250 m dalam testes. Sel-sel yang berada di tubulus seminiferus berupa sel germinal dengan bermacam-macam tahap perkembangan dan sel Sertoli yang memberikan dukungan penting pada spermatogenesis. Spermatogenesis adalah proses kompleks sel germinal primordial spermatogonia (46 kromosom) berproliferasi dan dikonversi menjadi spermatozoa motil (23 kromosom). Prosesnya memerlukan waktu 64 hari dengan 3 tahap: mitosis, meiosis, dan spermiogenesis. Spermatozoa memiliki 4 bagian, yaitu kepala, akrosom, *midpiece*, dan ekor. Kepala terdiri dari nukleus yang terdapat informasi genetik. Akrosom adalah vesikel pada kepala yang terdapat enzim yang digunakan untuk penetrasi sperma. Akrosom dibentuk dengan agregasi vesikel dihasilkan oleh retikulum endoplasmik/ kompleks golgi. Mobilitas spermatozoa dapat terjadi karena adanya ekor yang panjang yang tumbuh dari sentriol. Pergerakan ekor terjadi hasil dari pergerakan mikrotubul yang menggunakan energi (ATP) dari mitokondria yang berada pada bagian *midpiece* sperma.

Proses spermatogenesis ini dapat terjadi karena dukungan dari sel Sertoli. Fungsi penting sel Sertoli selama proses spermatogenesis antara lain:

1. Sel Sertoli membentuk *tight junction* sebagai barrier spermatozoa dengan darah sehingga dapat mencegah pembentukan antibodi yang dapat menyerang sel spermatozoa (dianggap sebagai zat asing karena haploid, sel tubuh bersifat diploid).
2. Memberikan makanan.
3. Sel Sertoli berfungsi untuk memfagosit sitoplasma dari spermatid yang berubah menjadi spermatozoa dan menghancurkan sel germinal yang rusak.

4. Sel Sertoli membentuk lumen cairan tubulus seminiferus sehingga sperma dapat dilepaskan dari tubulus ke epididimis untuk disimpan dan diproses lebih lanjut.
5. Sel Sertoli mensekresi *androgen-binding protein* (ABP). ABP berfungsi untuk mempertahankan testosteron tetap berada dalam tubulus seminiferus, karena testosteron berupa lipid yang mudah keluar dari membran plasma dan meninggalkan lumen.
6. Menghasilkan hormon inhibin sebagai umpan balik negatif yang mengontrol sekresi FSH.



Meskipun testosteron merupakan hormon pada pria dan estrogen merupakan hormon pada wanita, namun ditemukan sejumlah kecil estrogen yang dihasilkan oleh korteks adrenal. Sejumlah kecil testosteron dikonversi menjadi estrogen di testes oleh enzim aromatase, yang terdistribusi dalam saluran reproduksi. Estrogen juga berada pada jaringan adiposa. Reseptor estrogen diidentifikasi berada di testes, prostat, tulang, dan bagian lain pada pria. Penelitian terbaru membuktikan bahwa estrogen berperan penting dalam spermatogenesis, berkontribusi pada seksualitas normal, dan homeostasis tulang. Mekanisme kerja estrogen belum banyak terungkap. Demikian juga pada wanita, terdapat hormon DHEA (androgen lemah) yang dihasilkan oleh korteks adrenal. Selain itu, sejumlah kecil testosteron dihasilkan pada ovarium wanita.

Prostaglandin pertama kali diidentifikasi berada di semen. Produksi dan aktifasinya tidak hanya terdapat di sistem reproduksi. Prostaglandin berbentuk derivat 20 karbon asam lemak. Mereka dihasilkan pada semua jaringan dari asam arakhidonat, suatu asam lemak bagian phospholipid dalam membran plasma. Derivat asam arakhidonat yang lain yang termasuk kategori prostaglandin antara lain: prostacyclins, thromboxanes, dan leukotriens. Prostaglandin didesain membentuk 3 kelompok: PGA, PGE, dan PGF dengan struktur yang bervariasi pada cincin 5 karbon pada bagian akhir. Pada sistem reproduksi, prostaglandin berfungsi untuk meningkatkan transport sperma dengan aktifasinya pada otot polos saluran reproduksi pria dan wanita, berperan pada menstruasi, ovulasi, berkontribusi pada persiapan bagian plasenta ibu, dan berkontribusi pada saat melahirkan (partus).

### Sexual Intercourse/ Coitus/ Kopulasi Antara Pria dan Wanita

Siklus respons seksual secara fisiologi terbagi menjadi 4 fase:

1. *The excitement phase*, yang meliputi ereksi dengan vasokongesti testikular (pengumpulan darah di penis).
2. *The plateau phase*, yang dikarakteristikan dengan intensifikasi pada respons ini dengan peningkatan tekanan darah, denyut jantung, irama nafas, dan tekanan otot.
3. *The orgasmic phase*, yang ditandai dengan ejakulasi dan merupakan puncak dari fase *excitement* dan dialami sebagai kenikmatan fisik.
4. *The resolution phase*, pengembalian genital dan sistem tubuh seperti pada tahap awal.

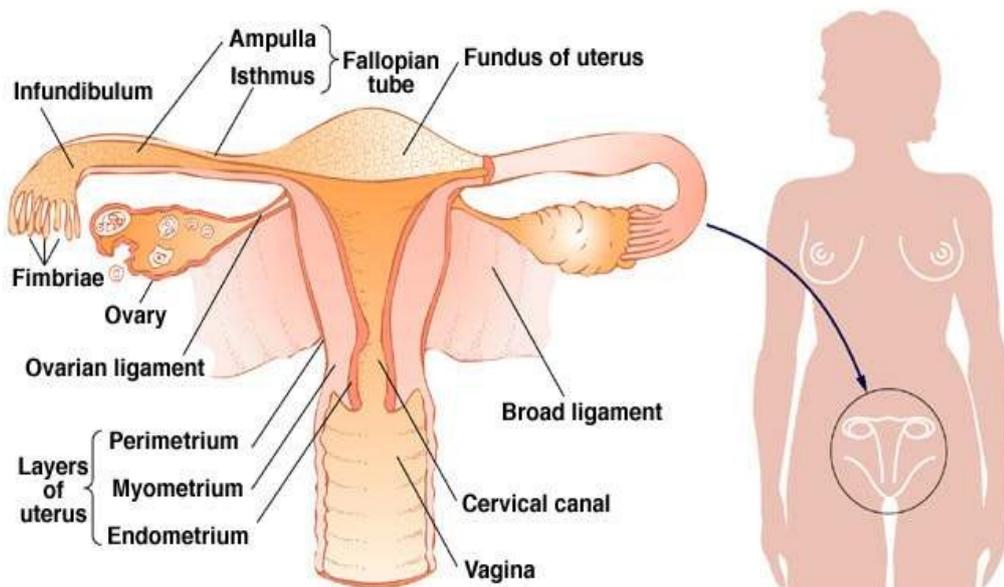
Banyak wanita yang tidak melalui fase orgasme. Penelitian pada dua suku di Indonesia menunjukkan bahwa wanita yang bekerja, seperti berburu ikut dengan suami dapat melalui fase orgasme dibandingkan dengan wanita yang di rumah saja.

## Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita lebih kompleks dibandingkan pria, karena wanita mengalami fase melahirkan, menyusui, dan menopause yang menyebabkan terjadinya perubahan siklus reproduksi, tidak hanya saat pubertas saja. Pada saat ovulasi, terjadi lonjakan LH (*LH surge*) sehingga oosit dapat keluar dari folikel. Setelah ovulasi, uterus dalam fase sekresi sehingga jika terjadi fertilisasi, embrio yang terbentuk dapat mudah berimplan pada uterus. Pada fase sekresi ini, endometrium uterus menebal dengan kelenjar yang berkelok-kelok, banyak pembuluh darah, dan banyak sekret. Estrogen yang meningkat sebelum ovulasi memberikan umpan balik negatif terhadap FSH, sehingga tidak terjadi perubahan folikel terus-menerus. Jika terjadi fertilisasi, progesteron tetap tinggi dengan dipertahankannya korpus luteum (tidak berdegenerasi). Jika tidak terjadi fertilisasi, korpus luteum berdegenerasi sehingga terjadi penurunan progesteron yang menyebabkan menstruasi dengan meluruhnya lapisan endometrium. Saat menstruasi, prostaglandin lokal uterus menstimulasi irama kontraksi kecil myometrium uterus. Kontraksi uterus yang besar disebabkan karena over produksi prostaglandin yang menyebabkan kram menstruasi (*dysmenorrhea*) yang dialami wanita.

Hyde/DeLamater *Understanding Human Sexuality*, 6e. Copyright © 1997. The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights Reserved.

## Internal Sexual & Reproductive Organs(F)



## Perubahan Menopausal

Siklus menstruasi wanita akan berakhir pada usia 45 sampai 55 tahun yang terjadi karena habisnya persediaan folikel ovarium yang terbentuk saat janin wanita berusia 3 bulan. Menopause mungkin terjadi sebagai mekanisme mencegah kehamilan pada wanita lanjut usia. Periode transisi sebelum menopause disebut dengan klimakterium. Estrogen yang diproduksi ovarium menurun dari 300 mg perhari menjadi tidak ada. Produksi estrogen dilanjutkan oleh jaringan adiposa, liver, dan korteks adrenal yang dapat menghasilkan estrogen 20 mg perhari. Kehilangan estrogen dari ovarium menyebabkan perubahan emosi dan fisik. Perubahan fisik yang terjadi antara lain vagina mengering yang menyebabkan ketidaknyamanan saat coitus dan atrofi organ genital secara bertahap. Namun demikian, wanita post menopause masih memiliki keinginan seks karena adrenal mereka tetap mengeluarkan androgen.

Peran estrogen dalam reproduksi sangat luas, sehingga kehilangan hormon ini setelah menopause dapat berdampak pada sistem tubuh terutama sistem skelet dan kardiovaskular. Estrogen membantu membentuk tulang yang kuat, sehingga wanita lansia lebih mudah terkena osteoporosis. Penurunan estrogen mengakibatkan penurunan aktifitas pembentuk tulang osteoblast dan peningkatan aktifitas penghancur tulang osteoclast. Akibatnya terjadi penurunan densitas tulang dan lebih mudah terjadi fraktur.

Estrogen memberikan perlindungan terhadap jantung wanita. Insiden terjadinya penyakit artery coronary meningkat pada wanita setelah menopause. Estrogen membantu mencegah serangan jantung dengan beberapa cara. Pertama, estrogen menghambat pembentukan artherosclerosis dengan cara memetabolisme kolesterol. Estrogen membantu meningkatkan HDL dan menurunkan LDL. Kedua, estrogen berperan sebagai anti oksidan yang membantu sel endotel dari serangan radikal bebas yang merupakan karakteristik tahap awal artherosclerosis coronary. Estrogen meningkatkan vasodilatasi arteriolar yang membantu darah coronary mengalir dan mencegah spasme pembuluh darah. Estrogen juga menghambat proliferasi otot polos yang mengakibatkan kerusakan dinding pembuluh darah yang merupakan penyebab utama terjadinya artherosclerosis.

Estrogen juga membantu memodulasi aktifitas epinefrin dan norepinefrin pada dinding arteriolar. Penurunan estrogen menyebabkan penurunan kontrol aliran darah, khususnya pembuluh darah kulit. Peningkatan aliran darah melalui pembuluh darah di permukaan menyebabkan terjadinya "hot flashes".\*\*\*

# Gametogenesis, Fertilisasi, & Kontrasespsi

## Gametogenesis

Proses pembentukan gamet atau sel kelamin disebut gametogenesis, ada dua jenis proses pembelahan sel yaitu mitosis dan meiosis. Bila ada sel tubuh kita yang rusak maka akan terjadi proses penggantian dengan sel baru melalui proses pembelahan mitosis, sedangkan sel kelamin atau gamet sebagai agen utama dalam proses reproduksi manusia menggunakan proses pembelahan meiosis.

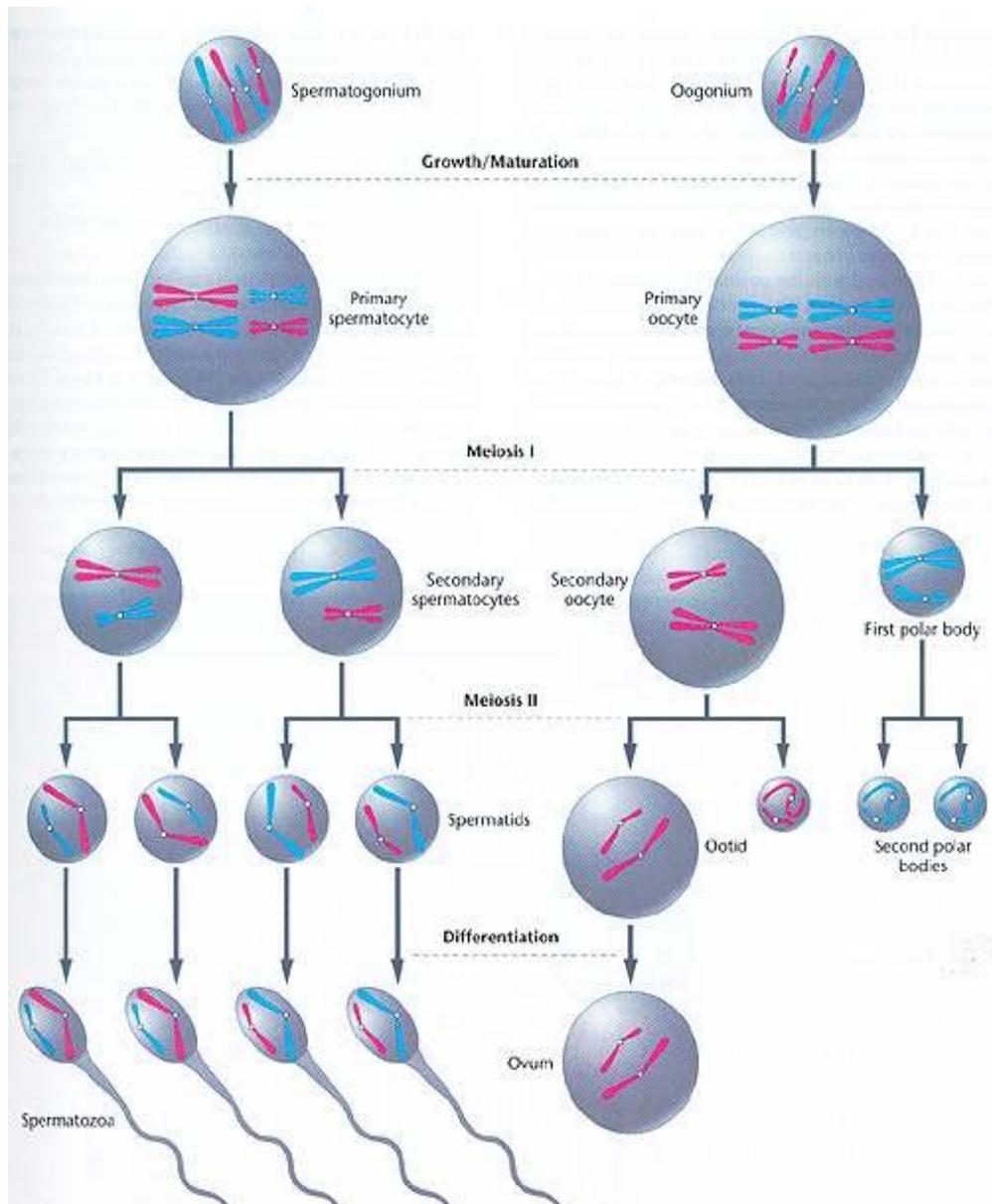
Seperti yang sudah kita ketahui bersama bahwa mitosis menghasilkan sel baru yang jumlah kromosomnya sama persis dengan sel induk yang bersifat diploid ( $2n$ ) yaitu 23 pasang/ 46 kromosom, sedangkan pada meiosis jumlah kromosom pada sel baru hanya bersifat haploid ( $n$ ) yaitu 23 kromosom. Gametogenesis ada dua yaitu spermatogenesis dan oogenesis,

## Spermatogenesis

Sel sperma yang bersifat haploid ( $n$ ) dibentuk di dalam testis melewati sebuah proses kompleks yang disebut dengan spermatogenesis. Secara simultan proses ini memproduksi sperma matang di dalam tubulus seminiferus lewat langkah-langkah berikut ini:

1. Ketika seorang anak laki-laki mencapai pubertas pada usia 11 sampai 14 tahun, sel kelamin jantan primitif yang belum terspesialisasi dan disebut dengan spermatogonium menjadi diaktifkan oleh sekresi hormon testosteron.
2. Masing-masing spermatogonium membelah secara mitosis untuk menghasilkan dua sel anak yang masing-masing berisi 46 kromosom lengkap.
3. Dua sel anak yang dihasilkan tersebut masing-masing disebut spermatogonium yang kembali melakukan pembelahan mitosis untuk menghasilkan sel anak, dan satunya lagi disebut spermatosit primer yang berukuran lebih besar dan bergerak ke dalam lumen tubulus seminiferus.
4. Spermatosit primer melakukan meiosis untuk menghasilkan dua spermatosit sekunder yang berukuran lebih kecil dari spermatosit primer. Spermatosit sekunder ini masing-masing memiliki 23 kromosom yang terdiri atas 22 kromosom tubuh dan satu kromosom kelamin (Y atau X).

5. Kedua spermatosit sekunder tersebut melakukan mitosis untuk menghasilkan empat sel lagi yang disebut spermatid yang tetap memiliki 23 kromosom.
6. Spermatid kemudian berubah menjadi spermatozoa matang tanpa mengalami pembelahan dan bersifat haploid ( $n$ ) 23 kromosom. Keseluruhan proses spermatogenesis ini menghabiskan waktu sekitar 64 hari.



### Oogenesis

Oogenesis merupakan proses pematangan ovum di dalam ovarium. Tidak seperti spermatogenesis yang dapat menghasilkan jutaan spermatozoa

dalam waktu yang bersamaan, oogenesis hanya mampu menghasilkan satu ovum matang sekali waktu. Mari kita simak prosesnya lebih lanjut:

1. Oogonium yang merupakan prekursor dari ovum tertutup dalam folikel di ovarium.
2. Oogonium berubah menjadi oosit primer, yang memiliki 46 kromosom. Oosit primer melakukan meiosis, yang menghasilkan dua sel anak yang ukurannya tidak sama.
3. Sel anak yang lebih besar adalah oosit sekunder yang bersifat haploid. Ukurannya dapat mencapai ribuan kali lebih besar dari yang lain karena berisi lebih banyak sitoplasma dari oosit primer.
4. Sel anak yang lebih kecil disebut badan kutub pertama yang kemudian membelah lagi.
5. Oosit sekunder meninggalkan folikel ovarium menuju tuba Fallopi. Apabila oosit sekunder difertilisasi, maka akan mengalami pembelahan meiosis yang kedua. Begitu pula dengan badan kutub pertama membelah menjadi dua badan kutub kedua yang akhirnya mengalami degenerasi. Namun apabila tidak terjadi fertilisasi, menstruasi dengan cepat akan terjadi dan siklus oogenesis diulang kembali.
6. Selama pembelahan meiosis kedua, oosit sekunder menjadi bersifat haploid dengan 23 kromosom dan selanjutnya disebut dengan ootid. Ketika inti nukleus sperma dan ovum siap melebur menjadi satu, saat itu juga ootid kemudian mencapai perkembangan akhirnya menjadi ovum yang matang.
7. Kedua sel haploid (sperma dan ovum) bersatu membentuk sel zygote yang bersifat diploid ( $2n$ ).

## Fertilisasi

Fertilisasi adalah pembuahan ovum oleh sperma yang pada umumnya terjadi di tuba fallopi. Supaya berhasil, fertilisasi harus terjadi sebelum 24 jam setelah terjadinya ovulasi karena dalam jangka waktu itulah ovum dapat dibuahi, sedangkan sperma dapat bertahan 72 jam di dalam tubuh wanita. Saat ejakulasi, jutaan sperma memasuki saluran vagina wanita, apabila coitus dilakukan pada waktu yang sama dengan ovulasi maka beberapa sperma ini akan berkelana ke arah yang berlawanan dengan arah gerak ovum, namun hanya satu yang dapat masuk dan membuahi ovum.

Setelah sperma masuk ovum, kepalanya membengkak cepat untuk membentuk pronukleus jantan. Kemudian, 23 kromosom pronukleus jantan dan 23 kromosom pronukleus betina saling bersekutu untuk membentuk kembali unsur 46 kromosom dalam ovum yang telah mengalami fertilisasi.

Seks anak ditentukan oleh jenis sperma yang memfertilisasi ovum, apakah mengandung kromosom X atau kromosom Y. Sedangkan ovum hanya mempunyai kromosom X dan tidak pernah mempunyai kromosom Y. Setelah penggabungan pronukleus jantan dan betina waktu fertilisasi, ovum yang

telah mengalami fertilisasi kemudian mengandung 44 kromosom autosom dan dua kromosom X yang menyebabkan terbentuknya anak perempuan, atau kromosom X dan Y yang menyebabkan terbentuknya anak pria.

### Kontrasepsi

Merupakan usaha manusia untuk mencegah konsepsi, sedikitnya ada tiga tujuan dilakukannya kontrasepsi yaitu untuk menunda kehamilan, menjarangkan kehamilan, atau untuk membatasi kehamilan.

Ada beberapa hal yang membuat sebuah kontrasepsi dianggap ideal dalam pemakaiannya yaitu:

1. Aman, efektif, dan murah
2. Mudah digunakan
3. Mudah didapat
4. Bebas dari efek samping yang merugikan
5. Tidak membatasi aktivitas seksual
6. Dapat diterima pengguna dan pasangannya
7. Bantuan petugas kesehatan minimal

Kontrasepsi digunakan berdasarkan beberapa pola dasar seperti berikut:

- Masa menunda (<20 tahun)  
Reversibilitas dan efektifitas sangat tinggi: AKDR, pil mini, cara sederhana.
- Masa menjarangkan (20-30 tahun)  
Reversibilitas dan efektifitas cukup tinggi: AKDR, suntik, norplan, cara sederhana.
- Masa mengakhiri (>30 tahun)  
Reversibilitas rendah dan efektifitas sangat tinggi, tidak menambah kelainan/penyakit klien: kontak, norplan, AKDR.

## Perkembangan Manusia Sebelum Kelahiran

### Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio meliputi proses-proses berikut:

#### *Cleavage*

Segera setelah pembuahan terjadi, zigot mulai membagi diri menjadi beberapa sel, mulai dari 2, 4, 8, 16, 32 sel, dan seterusnya. Namun, dalam tahap ini, pembagian sel tidak dibarengi dengan peningkatan ukuran selnya.

#### *Morphogenesis*

*Morphogenesis* atau morfogenesis menunjukkan terjadinya pembentukan embrio. Proses ini merupakan bukti awal adanya sel-sel tertentu yang bergerak, berpindah, dan memiliki hubungan dengan sel-sel lain. Dengan gerakan-gerakan ini, embrio mulai mengalami bentuk-bentuk yang bervariasi.

#### *Differentiation*

*Differentiation* atau differensiasi, terjadi saat sel-sel mengalami dan menjalani struktur dan fungsi yang spesifik. Sel-sel syaraf mengalami proses-proses panjang dalam terjadinya impuls syaraf dan sel-sel otot terdiri dari elemen-elemen kontraktile.

#### *Growth*

Selama perkembangan embrio, pembelahan sel dibarengi dengan peningkatan jumlah sel-sel anak (*daughter cells*), dan pertumbuhan/ *growth* (dalam arti kata sebenarnya) benar-benar terjadi.

Selain proses-proses tersebut, dikenal juga istilah berikut dalam proses perkembangan embrio. Proses-proses itu adalah:

#### *Morula*

*Cleavage* adalah proses yang terjadi selama tahap awal perkembangan. Selama tahap *cleavage*, pembagian sel tanpa pertumbuhan menghasilkan kumpulan sel-sel kecil. Sel-sel tersebut ukurannya seragam karena sitoplasma telah tersebar secara merata pada mereka semua. Bentuk padat dari sel-sel ini disebut *Morula* yang berarti sekumpulan buah beri (*a bunch of berries*).

### *Blastula*

*Morphogenesis* dimulai pada saat sel-sel *Morula* memosisikan dirinya untuk membentuk sebuah rongga. Semua blastula pada hewan memiliki satu rongga kosong, tetapi karena blastula manusia disebut blastosit (*blastocyst*), maka rongga itu pun disebut rongga blastosit. Kemudian terdapat sel-sel padatan pada bagian ujung dari blastosit yang disebut *inner cell mass*.

### *Gastrula*

Pada manusia, bagian kosong yang disebut rongga amnion (*amniotic cavity*) tampak di atas *inner cell mass*. *Inner cell mass* ini kemudian menjadi lempengan embrio yang terdiri dari dua lapis: lapisan atas (*upper layer*) yang dinamai *ectoderm*, dan lapisan bawah (*lower layer*) yang dinamai *endoderm*. Selanjutnya, lapisan bilayer tersebut mengalami pemanjangan untuk membentuk *primitive streak*, pada bagian tengah (*midline*) embrio. *Morphogenesis* terus berlanjut sampai bagian atas sel-sel pada *primitive streak* masuk ke bagian dalam dan menyebar di antara *ectoderm* dan *endoderm*. Sel-sel tersebut dinamakan lapisan *mesoderm*. Proses *differentiation* akan segera berlangsung sebab *ectoderm*, *mesoderm*, dan *endoderm* merupakan lapisan embrio yang memungkinkan pertumbuhan untuk semua jaringan-jaringan dan organ-organ tubuh selanjutnya. *Gastrulation* atau gastrulasi adalah pergerakan sel-sel yang menghasilkan gastrula atau embrio yang sudah terdiri dari tiga lapisan.

Lapisan embrio dan Perkembangan organ		
<i>Ectoderm</i>	<i>Mesoderm</i>	<i>Endoderm</i>
Kulit-kulit epidermis meliputi rambut, kuku, dan kelenjar keringat	Seluruh otot	Saluran pencernaan, <i>trachea</i> , <i>bronchi</i> , paru-paru, kantung empedu, dan uretra.
System-sistem syaraf meliputi otak, tulang belakang, ganglion, dan sel-sel syaraf.	Kulit-kulit dermis	Hati
Retina, lensa mata, dan kornea mata	Semua jaringan-jaringan penyambung, meliputi tulang, cartilago dan darah	Pankreas
Bagian dalam telinga	Pembuluh-pembuluh darah	<i>Thyroid</i> , <i>parathyroid</i> , dan kelenjar-kelenjar <i>thymus</i>
Saluran hidung, mulut, dan	Ginjal	Kandung kemih

anus		
Enamel gigi	Organ-organ reproduksi	

### *Neurula*

Sel-sel mesoderm yang baru terbentuk yang terletak memanjang pada garis lurus berkembang menjadi *notochord*, sebuah penopang tulang belakang (pada manusia, *notochord* ini akan digantikan oleh *Vertebral column*). Bagian sistem syaraf berkembang dari *ectoderm* yang terletak sedikit diatas *notochord*. *Neural plate* menebal menjadi *neural folds* yang kemudian melebur membentuk *neural tube*. *Neural tube* ini kemudian berkembang menjadi otak dan tulang belakang.

Pembentukan sel-sel syaraf meliputi proses induksi, yaitu suatu proses dimana suatu jaringan mempengaruhi perkembangan jaringan lain. Penelitian telah membuktikan bahwa sistem-sistem syaraf tidak dapat membentuk kecuali kalau adanya *notochord*. Saat ini, para penemu percaya bahwa induksi menjelaskan bagaimana proses *differentiation* terjadi. Induksi membutuhkan kontak langsung atau produksi bahan-bahan kimia oleh satu jaringan yang pada umumnya mengaktifkan gen-gen tertentu di dalam sel-sel jaringan lain. Gen-gen ini secara langsung menyebabkan terjadinya proses *differentiation*.

Bagian tengah (*midline*) *mesoderm* tidak berperan pada pembentukan *notochord* menjadi dua padatan memanjang (*longitudinal masses*) dari sebuah jaringan. Dari bagian mesoderm yang terkunci ini, atau yang disebut juga *somites*, berkembanglah otot-otot tubuh dan tulang-tulang belakang. *Coelom*, rongga tubuh embrio yang terbentuk pada saat yang bersamaan, disempurnakan dengan *mesoderm*. Pada manusia, *coelom* ini berkembang menjadi rongga dada dan rongga abdomen.

### Perkembangan Membran Ekstra Embrio (MEE) / *extraembryonic membrane*

Selain penjelasan mengenai proses-proses sebelumnya, salah satu tahapan penting dalam perkembangan awal embrio adalah keutuhan membran ekstra embrio (MEE). Istilah ekstra embrio ini sesuai karena membran-membran yang dimaksud berkembang keluar menjauhi embrio.

Salah satu dari membran-membran itu adalah Amnion. Amnion memberikan lingkungan cair untuk perkembangan embrio dan janin. Ini merupakan fakta penting bahwa semua jenis hewan, sekalipun itu manusia, berkembang melalui media air. Dalam kaitannya dengan amnion, dikenal juga istilah Amniosintesis. Amniosintesis merupakan proses pengambilan cairan amnion untuk sebuah pemeriksaan.

*Yolk sac* merupakan membran lain yang juga tergolong dalam membran ekstra embrio. *Yolk* merupakan material nutrisi yang digunakan oleh embrio hewan – Kuning telur pada telur ayam adalah *Yolk*. Akan tetapi, pada manusia *Yolk sac* tidak terdiri dari kuning telur dan ini merupakan tahap pertama terbentuknya sel darah merah. Bagian dari membran ini bersatu dengan *umbilical cord* atau kita kenal dengan istilah tali pusat.

Membran ekstra embrio yang lainnya adalah *Allantois*. *Allantois* berperan dalam sistem sirkulasi. Pembuluh-pembuluh darah menjadi pembuluh-pembuluh darah di tali pusat (*umbilical blood vessels*) yang merupakan sarana transportasi darah janin dari dan ke plasenta. *Chorion*, bagian luar dari membran ekstra embrio, menjadi bagian plasenta dimana terjadi pertukaran gas, nutrisi, dan sisa-sisa/ sampah antara darah dengan darah ibu.

### *Sirkulasi Janin*

Sirkulasi janin meliputi plasenta yang mulai terbentuk saat embrio benar-benar menempel (mengalami implantasi) dengan sempurna. Plasenta memiliki dua sisi, sisi janin (*fetal side*) dan sisi ibu (*maternal side*). *Fetal side* plasenta diperankan oleh *chorion* dan *maternal side* plasenta terdiri dari jaringan-jaringan uterin. *Chorionic Vili* bertemu dengan pembuluh-pembuluh darah ibu, namun demikian, sangat penting untuk diketahui bahwa darah ibu dan janin tidak akan bercampur karena proses pertukaran ini terjadi melalui membran plasma. Karbon dioksida dan sampah-sampah lain berpindah dari *fetal side* ke *maternal side*, sementara zat-zat nutrisi dan oksigen berpindah dari *maternal side* ke *fetal side* dengan difusi plasenta.

*Umbilical cord* merapat saling berdekatan di antara plasenta dan janin. Walaupun hal ini nampaknya memungkinkan berjalannya *umbilical cord* dari plasenta ke usus (*intestine*), sebenarnya tidak demikian, tali pusat atau *umbilical cord* hanya terdiri dari pembuluh-pembuluh darah yang membawa darah *fetal side* dari dan ke plasenta. Tali pusat merupakan bagian yang sangat penting bagi kehidupan janin, sebab di dalam tali pusat ini terdapat vena dan arteri, yang dapat membawa molekul-molekul sampah seperti karbon dioksida dan urea ke plasenta untuk dikeluarkan dan mengambil oksigen dan molekul zat-zat nutrisi dari plasenta untuk kelangsungan sirkulasi janin.

### *Perjalanan darah janin*

Darah di dalam aorta janin berjalan menempuh berbagai cabang-cabang, meliputi arteri iliaka, yang menyambung ke arteri di tali pusat untuk dibawa ke plasenta. Pertukaran antara darah ibu dan darah janin terjadi di sini. Adapun vena di tali pusat kaya akan zat-zat nutrisi dan oksigen untuk dibawa dari plasenta ke janin. Vena di tali pusat ini (*umbilical vein*) masuk ke hati dan kemudian ikut bersambung dengan *venous duct*, yang bersatu dengan *vena cava*, atau pembuluh darah yang membawa darah balik lagi ke jantung.

Sangat menarik untuk diketahui bahwa arteri dan vena tali pusat/ *umbilical arteries and veins* yang memanjang sepanjang tali pusat itu akan dipotong pada saat kelahiran dan berubah menjadi pusar (*umbilicus*).

Fungsi-fungsi dari jantung janin dapat dihubungkan dengan kenyataan bahwa janin tidak menggunakan paru-parunya untuk pertukaran gas. Sebagian besar darah masuk ke atrium kanan lalu ke atrium kiri melalui *oval opening* atau *foramen ovale* di antara dua atrium tersebut. Selain itu, darah-darah yang tidak dapat masuk ke ventrikel kanan dan dipompakan ke saluran pulmonal disalurkan ke dalam aorta melalui *arterial duct* (ductus arteriosus).

Kecacatan jantung yang paling umum terjadi pada saat bayi baru lahir berkaitan dengan kekuatan dari *oval opening*. Dengan adanya usaha dari tali pusat dan ekspansi paru-paru, sejumlah darah akan masuk paru-paru. Pengembalian darah ini ke sisi sebelah kiri jantung biasanya menyebabkan tertutupnya jalur ini. Peristiwa ini hanya terjadi satu dari empat orang. Sekalipun demikian, jalur darah dari atrium kanan ke atrium kiri jarang terjadi disebabkan oleh salah satu dari dua hal, kecilnya jalan masuk atau jalan ini menutup saat atrium berkontraksi. Dalam sejumlah kecil kasus, jalur dari sebelah kanan ke sebelah kiri jantung yang dipenuhi darah tidak murni adalah penyebab "*baby blue*" atau bayi biru. Kondisi ini sekarang sudah dapat diperbaiki dengan membuka jantung. *Arterial duct* menutup karena sel-sel endotel membagi dan memblok saluran. Perlu diingat, saluran arteri dan bagian-bagian dari arteri umbilicus/ arteri tali pusat dan vena selanjutnya akan bertransformasi menjadi jaringan-jaringan penyambung.

### Perkembangan embrio secara keseluruhan

Perkembangan embrio dimulai saat akhir dari pembuahan atau fertilisasi sampai akhir dari bulan kedua kehamilan. Organ-organ penting mulai berkembang pada tahap dan saat ini.

### *Bulan pertama*

Segera setelah terjadinya pembuahan, zigot membagi diri secara berulang-ulang dari bagian bawah *oviduct* ke uterus. Morula yang terbentuk selanjutnya menjadi blastosit dengan *inner cell mass* di salah satu sisinya. Blastosit diperkuat dengan selapis sel-sel yang kemudian menjadi *chorion*. Sejak awal terbentuk, *chorion* benar-benar menjadi tempat bergantungnya perkembangan embrio pada membrane ekstra embrio.

*Inner cell mass* merupakan embrio itu sendiri. Saat ia sampai di uterus pada hari ke-empat atau ke-lima setelah terjadi pembuahan, ia memerlukan waktu dua atau tiga hari, dan kemudian blastosit mulai menempelkan dirinya di saluran uterus.

Sampai akhir minggu kedua, implantasi berlangsung sempurna. Sel-sel yang terus bertumbuh kemudian menjadi gastrula dengan tiga lapis. Rongga amnion, *allantois*, membuat semuanya nampak dengan jelas, tetapi setelah itu *yolk sac* menjadi bagian dari tali pusat saat proses pembentukan ini. Organ-organ pun siap berkembang, termasuk urat syaraf tulang belakang dan jantung.

Di akhir bulan pertama, plasenta terbentuk. Embrio secara umum belum menyerupai bentuk manusia. Hal ini dikarenakan bukan hanya karena masih nampaknya ekor, tetapi juga karena bentuk lengan dan kaki yang belum sempurna. Bentuk kepala lebih besar dari bagian tubuh embrio lainnya, dan embrio membentuk tubuhnya sesuai dengan beratnya. Mata, telinga, dan hidung, juga mulai tampak. Jantung yang berdegup pun mulai membesar dan hati mulai menjalankan fungsinya untuk memproduksi sel-sel darah. Sel-sel darah ini yang akan membawa zat-zat nutrisi yang berguna dalam proses perkembangan organ-organ dan pembuangan zat-zat sisa dari proses perkembangan organ-organ tersebut.

### *Bulan kedua*

Di akhir bulan kedua, ekor embrio mulai tidak nampak, sementara itu tangan dan kaki mulai tumbuh, dengan jari-jari tangan dan kaki yang juga mulai tampak. Bentuk kepala sangat besar, hidung masih rata, jarak antara dua mata masih berjauhan, dan kedua telinga mulai tampak dengan jelas. Secara umum, semua organ-organ penting sudah mulai tampak. Perkembangan embrio sekarang sudah selesai sampai peristiwa ini.

Perkembangan embrio	
Minggu pertama	Fertilisasi terjadi Sel-sel mulai membelah dan terus membelah. Mulai tampak <i>chorion</i>
Minggu kedua	Mulai terjadi proses implantasi. Amnion dan <i>Yolk sac</i> mulai tampak. Embrio
Minggu ketiga	Sistem-sistem syaraf mulai berkembang. <i>Allantois</i> dan

	pembuluh darah mulai muncul. Plasenta juga mulai terbentuk
Minggu keempat	<i>Limb buds</i> terbentuk. Jantung mulai dapat teridentifikasi dan berdenyut. Sistem-sistem syaraf mulai sempurna. Embrio mempunya ekor, dan sistem-sistem lain terbentuk
Minggu kelima	Embrio berbentuk melengkung. Kepalanya besar, <i>limb buds</i> mulai tampak membelah. Hidung, mata, dan telinga mulai tampak
Minggu keenam	Jari-jari tangan dan kaki terbentuk Tulang-tulang masih berupa tulang lunak
Bulan kedua	Semua sistem mengalami perkembangan. Tulang-tulang keras mulai terbentuk menggantikan tulang lunak. Mulai terbentuk bentukan wajah tinggi janin sekitar 38 mm

## Inseminasi Berbantuan

Inseminasi buatan merupakan terjemahan dari *artificial insemination*. *Artificial* artinya buatan atau tiruan, sedangkan *insemination* berasal dari kata latin, yaitu *inseminatus* yang artinya pemasukan atau penyampaian. Jadi, secara harfiah pengertian *artificial insemination* adalah pemasukan atau penyampaian buatan.

Secara terminologi, inseminasi buatan adalah peletakan sperma ke vagina wanita. Sperma tersebut diletakkan di follicle ovarian (*intrafollicular insemination*), uterus (*intrauterine insemination-IUI*), cervix (*intracervical insemination-ICI*), atau tube fallopian (intratubal) wanita dengan menggunakan cara buatan dan bukan dengan kopulasi alami. Proses peletakan sperma tersebut dibantu oleh dokter. Istilah lain yang sering dipakai adalah kawin suntik atau pembuahan buatan.

Sejak tahun 1970-an, inseminasi buatan telah digunakan pada manusia sebagai teknologi reproduksi berbantuan yang utama untuk menangani kasus infertilitas. Inseminasi ini sering digunakan oleh para wanita yang tidak memiliki pasangan dengan menggunakan donor sperma, sehingga memungkinkan mereka untuk dapat hamil dan mempunyai anak.

### Jenis-Jenis Inseminasi Buatan

Dilihat dari asal sperma yang dipakai, inseminasi buatan dapat dibagi dua, yaitu:

1. Inseminasi buatan dengan sperma sendiri (sperma suami) atau AIH (*artificial insemination husband*)
2. Inseminasi buatan dengan donor sperma (bukan sperma suami) atau AID (*artificial insemination donor*)

Dilihat dari tempat peletakan sperma, inseminasi buatan yang paling sering digunakan adalah:

1. *Intracervical Insemination (ICI)*.  
*Intracervical insemination (ICI)* merupakan jenis inseminasi buatan yang paling sering digunakan terutama pada AID. Prosedur penggunaan ICI relatif cepat dan tidak menyakitkan. Sperma yang berasal dari donor langsung dimasukkan ke dalam serviks sehingga memungkinkan sperma berjalan menuju uterus dan tuba falopii, dimana akan terjadi pembuahan.

## 2. *Intrauterine Insemination (IUI)*

*Intrauterine insemination (IUI)* merupakan jenis inseminasi buatan yang paling sering digunakan pada AIH.. Sperma suami langsung dimasukkan ke dalam tuba falopii, sehingga bila sperma tersebut bertemu dengan ovum, kemungkinan akan terjadi fertilisasinya sangat tinggi. Prosedur IUI sangat efektif digunakan oleh pasangan infertil yang tidak mengenal jelas penyebab dari masalah infertil tersebut, misalnya pada pria yang mengalami defisiensi sperma atau pada wanita yang mempunyai masalah pada produksi mukus serviks.

### Persiapan Sebelum Melakukan Inseminasi

Persiapan paling utama dalam melakukan inseminasi buatan (*artificial insemination*) adalah ketersediaan sperma. Sperma dapat berasal dari pasangan (suami) atau dari donor sperma. Sperma dari donor sperma sebaiknya baru digunakan bila pasangan (suami) mengalami infertilitas atau mempunyai kelainan genetik (karier), selain itu dapat juga digunakan pada wanita yang tidak mempunyai pasangan pria.

Proses menghasilkan sperma pada pria biasanya didapatkan melalui masturbasi, atau dengan kondom khusus. Sebelumnya para suami tersebut biasanya disarankan untuk tidak melakukan ejakulasi atau berhubungan seksual selama dua sampai lima hari, sehingga dapat meningkatkan jumlah pengeluaran sperma.

Persiapan yang lain juga meliputi observasi terhadap siklus menstruasi wanita, yaitu dengan menggunakan BBT (*basal body temperature*), peningkatan produksi mukus dalam vagina, *ovarian kits*, *ultrasound* dan tes darah.

Ketika menggunakan inseminasi intaurine (*intra-urine insemination-ICI*), sperma yang akan digunakan harus segera dilakukan "pencucian" di laboratorium, maksimal satu jam setelah ejakulasi. Proses "pencucian" ini bertujuan untuk meningkatkan kemungkinan terjadinya fertilisasi dan juga untuk menghilangkan berbagai zat kimia dalam cairan semen yang membuat wanita merasa tidak nyaman. Proses "pencucian" ini terdiri dari pencairan sperma (*liquefying*) pada suhu ruang selama 30 menit. Kemudian sejumlah zat kimia yang tidak berbahaya dimasukkan untuk memisahkan mana sperma yang lemah dan yang sangat aktif. Terakhir digunakan alat centrifuge untuk mengambil sperma yang paling baik.

### Prosedur Melakukan Inseminasi

Setelah semua proses persiapan selesai, sperma dari suami yang telah "dicuci" di laboratorium atau pun sperma yang berasal dari donor, dimasukkan ke dalam kateter dan dimasukkan melalui vagina dan serviks ke dalam uterus atau pun tuba falopii. Proses pemasukkan sperma tersebut

dilakukan ketika wanita telah memasuki siklus ovulasinya. Jika prosedur keseluruhan sukses, sperma akan bertemu dengan ovum, maka wanita akan dapat hamil dan mempunyai bayi. Kehamilan karena inseminasi tidak berbeda dengan kehamilan biasa. Prosedur inseminasi buatan ini tidak berlangsung lama dan tidak terlalu menimbulkan rasa sakit, rasanya hampir sama jika melakukan pap smear. Beberapa wanita mungkin akan mengalami kejang dan nyeri pada perut selama prosedur peletakkan sperma berlangsung. Segera setelah selesai melakukan inseminasi buatan, biasanya klien akan diminta untuk tetap berbaring selama 15-45 menit, sehingga memberi kesempatan kepada sperma untuk bekerja lebih baik. Pada beberapa kasus, sebelum dilakukan inseminasi buatan, klien diberikan *fertility drugs*, seperti Clomid untuk menginduksi ovum lebih banyak sehingga terjadi superovulasi (lebih dari satu ovum yang dilepaskan).

### Keuntungan dari Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan memberikan kesempatan pada pasangan yang mempunyai masalah infertilitas baik pada pria atau wanita untuk dapat hamil dan mempunyai anak. Selain itu juga memberi kesempatan pada wanita yang tidak mempunyai pasangan (*single*) atau pun pada pasangan yang sejenis untuk tetap mempunyai anak, walaupun tidak memiliki pasangan pria. Pada inseminasi buatan dengan donor sperma dapat diupayakan sperma tersebut memiliki gen yang unggul sehingga menurun kepada anaknya kelak.

### Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan inseminasi buatan bervariasi pada setiap orangnya. Beberapa factor yang mempengaruhi tingkat keberhasilannya antara lain, yaitu:

- Usia wanita yang sudah berumur
- Kualitas ovum yang buruk
- Kualitas sperma yang buruk
- Endometriosis
- Kerusakan pada tuba falopii (biasanya terjadi karena infeksi kronik).\*\*\*

## Kloning

Kloning merupakan teknik penggandaan gen yang menghasilkan turunan yang sama sifat baik dari segi hereditas maupun penampakkannya.

Pengertian kloning yaitu gen-gen yang direkombinasi dan di kembangkan. Kloning berasal dari kata "*clone*" yang diturunkan dari bahasa Yunani "*klon*" yang artinya potongan yang digunakan untuk memperbanyak tanaman. Kata ini digunakan dalam dua pengertian yaitu:

- klon sel adalah sekelompok sel yang identik sifat-sifat genetiknya, semua berasal dari satu sel.
- klon gen atau molekuler adalah sekelompok salinan gen yang bersifat identik yang direplikasi dari satu gen yang dimasukkan dalam sel inang.

### Lahirnya Kloning Gen

Sekitar satu abad lalu, Gregor Mandel merumuskan aturan-aturan menerangkan pewarisan sifat-sifat biologis. Sifat-sifat organisme yang dapat diwariskan diatur oleh suatu faktor yang disebut gen, yaitu suatu partikel yang berada di suatu di dalam sel, tepatnya di dalam kromosom. Gen menjadi dasar dalam pengembangan penelitian genetika meliputi pemetaan gen, menganalisis posisi gen pada kromosom. Hasil penelitian telah berkembang baik diketahuinya DNA sebagai material genetik beserta strukturnya, kode-kode genetik, serta proses transkripsi dan translasi dapat dijabarkan. Suatu penelitian yang merupakan revolusi dalam biologi modern adalah setelah munculnya metode teknologi DNA rekombinasi atau rekayasa genetika yang inti prosesnya adalah kloning gen, yaitu suatu prosedur untuk memperoleh replika yang dapat sama dari sel atau organisme tunggal.

### Langkah-Langkah Dasar Kloning Gen

Ada beberapa langkah dasar dalam Kloning Gen yaitu sebagai berikut:

- Suatu fragmen DNA yang mengandung gen yang akan diklon diinsersikan pada molekul DNA sirkular yang di sebut vektor untuk menghasilkan chimoera atau molekul DNA rekombiner.
- Vektor bertindak sebagai wahana yang membawa gen masuk kedalam sel tuan rumah ( host ) yang biasanya berupa bakteri, walau pun sel-sel jenis lain dapat di gunakan.

- Elemen Didalam sel host, vektor mengadakan replikasi menghasilkan banyak kopi atau turunan yang identik, baik vektornya sendiri maupun gen yang dibawanya.
- Elemen Ketika sel host membelah, kopi molekul DNA rekombinasi diwariskan pada progeni dan terjadi replikasi vektor selanjutnya.
- Elemen Setelah terjadi sejumlah besar pembelahan sel, maka dihasilkan koloni atau klon sel host yang identik.
- Tiap-tiap sel dalam klon mengandung satu kopi atau lebih molekul DNA rekombinasi dengan demikian dikatakan bahwa gen yang dibawa oleh molekul rekombinasi telah diklon

### Wahana dan ketrampilan dasar untuk kloning gen

Komponen penting dalam eksperimen kloning gen adalah wahana yang membawa gen masuk sel tuan rumah dan bertanggung jawab atas replikasinya. Untuk dapat bertindak sebagai wahana suatu molekul DNA harus mampu memasuki sel tuan rumah serta dapat mengadakan replikasi untuk menghasilkan kopi dalam jumlah besar. Dua jenis molekul DNA alamiah yang memenuhi persyaratan tersebut adalah:

- Plasmid, merupakan molekul DNA sirkuler yang terdapat dalam bakteri dan berbagai organisme lain. Plasmid dapat melakukan replikasi dengan tidak tergantung pada kromosom sel tuan rumah.
- Kromosom virus, terutama bakteriofag, yaitu virus yang harus menginfeksi bakteri pada waktu infeksi molekul DNA bakteriofag diinfeksi ke dalam sel tuan rumah, dan kemudian DNA ini mengalami replikasi.

Molekul DNA plasmid dan bakteriofag mempunyai sifat-sifat dasar yang ditentukan sebagai wahana kloning, namun sifat ini tidak berguna tanpa adanya teknik-teknik eksperimen untuk manipulasi molekul DNA di dalam laboratorium. Ketrampilan dasar untuk melakukan kloning secara sederhana adalah:

- Preperasi sampel DNA murni
- Pemotongan DNA murni
- Analisis ukuran fragmen DNA
- Penggolongan molekul DNA
- Memasukkan molekul DNA ke dalam sel tuan rumah
- Identifikasi sel yang mengandung molekul DNA rekombinasi.

### Penelitian-Penelitian

Dolly, (5 Juli 1996 – 14 Februari 2003) seekor domba betina, yaitu mamalia pertama yang berhasil dikloning dari sel dewasa. Dia "lahir" di Institut Roslin, Skotlandia dan tinggal di sana hingga kematiannya pada usia 6 tahun. Kelahirannya diumumkan pada 22 Februari 1997. Penelitian membeberkan bahwa ketika Dolly lahir, ternyata dia usianya sudah beberapa tahun, sama dengan usia donor sel yang diperolehnya.

27 Maret 2007, para ilmuwan Korea Selatan mengumumkan keberhasilannya mengkloning serigala langka. Mereka merupakan tim peneliti yang sebelumnya berhasil mengkloning anjing jenis afgan dan pudel.

Tim yang dipimpin Lee Byung-Chun dan Shin Nam-Shik, para profesor ilmu kedokteran hewan dari Universitas Nasional Singapura (NUS), berhasil mengkloning dua ekor serigala betina yang lahir pada 18 dan 26 Oktober 2005. Masing-masing diberi nama Snuwolf dan Snuwolfy, yang merupakan kependekan dari *Seoul National University wolf*.

Pada bulan November 2007, dunia dikejutkan oleh para ilmuwan Oregon yang menyatakan, berhasil mengkloning embrio kera dan mengekstraknya dalam sel induk, yang sangat potensial untuk penelitian kloning manusia. Kesuksesan ini dilaporkan oleh ilmuwan Australia, Soukhrat Mitalipov, dari Pusat Penelitian Primata Nasional Oregon di Portland.

Seperti dikutip dari USA Today, para ilmuwan Oregon itu telah mencoba selama beberapa tahun untuk mengkloning embrio kera dan mengekstraksinya menjadi sel induk karena kera dianggap paling mirip dengan manusia.\*\*\*

## Conventional in vitro fertilization treatment

Kelahiran bayi pertama dengan menggunakan metoda *conventional in vitro fertilization* (IVF) pada tahun 1978 menandai dimulainya *treatment* bagi pasangan infertil dengan keberhasilan yang tinggi. IVF dan *treatment* model lainnya sekarang sudah banyak dilakukan di lahan klinik dan cara-cara itu telah terbukti efektif dan efisien dibandingkan metode tradisional, seperti contohnya tubal surgery pada pasien-pasien tertentu. Conventional IVF adalah istilah untuk metode "test tube baby" dan menyertakan sejumlah cairan sperma pada sebuah cawan yang sudah mengandung oocytes.

### Indikasi

Treatment conventional IVF dapat digunakan untuk mengatasi infertilitas bagi pasangan infertil. Terdapat beberapa pertimbangan dan syarat untuk pasangan yang akan menggunakan treatment conventional IVF. Pasangan atau *potencial candidates* dalam penggunaan treatment ini adalah mereka yang gagal mengalami kehamilan selama dua tahun lebih dengan hubungan teratur tanpa kontrasepsi, memiliki kemampuan finansial untuk treatment tersebut, dan telah memutuskan menggunakan treatment tersebut sebelum usia sang istri (pihak wanita) menjadi hambatan untuk kesuksesan treatment. Sekalipun demikian, para wanita yang mengalami kegagalan fungsi ovarium dengan alasan usia sebagai penyebabnya tetap dapat mendapatkan treatment dengan menggunakan donor oocyte.

Tahap selanjutnya dalam pengambilan keputusan adalah meniadakan faktor-faktor yang dapat mengurangi keberhasilan tujuan treatment dan memberikan pasien pilihan alternatif treatment untuk memperbesar peluang keberhasilan. Sebagai contoh conventional IVF bukanlah treatment yang cocok bagi pasien azospermia atau oligo-, asteno-, dan atau teratozoospermia. Pasien-pasien ini lebih tepat diberikan treatment dengan metode intracytoplasmic sperm injection yang dapat juga disertai treatment surgical sperm retrieval. Untuk pasangan-pasangan tersebut haruslah diputuskan jika treatment konvensional IVF harus ditawarkan sebagai pilihan pertama atau ketika pengobatan tradisional dan pengobatan dengan pembedahan, dan tindakan insentif dan atau treatment yang mahal gagal dilakukan.

Pasien yang ditawarkan IVF sebagai pilihan kedua memiliki resiko kegagalan yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan dapat dijelaskan sebagai berikut: pasien telah menghabiskan waktu tahunan dengan diberikan treatment yang tidak efektif sehingga ketika menjalani IVF sebagai pilihan kedua mereka sudah terlalu tua. Tuanya usia tersebut berkaitan erat dengan gangguan reproduksi wanita.

### Manajemen pengambilan keputusan dalam infertilitas

