

B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi pada Manusia

Ayo, Kita Pelajari



- Organ reproduksi pada laki-laki
- Spermatogenesis
- Organ reproduksi pada perempuan
- Oogenesis
- Siklus menstruasi
- Fertilisasi dan kehamilan



Istilah Penting

- | | |
|-------------------|------------------------|
| • Penis | • Ovarium |
| • Testis | • <i>Tuba fallopii</i> |
| • Epididimis | • Uterus |
| • FSH | • Endometrium |
| • LH | • Vagina |
| • Vas Deferens | • Serviks |
| • Uretra | • Menstruasi |
| • Spermatogenesis | • Estrogen |
| • Sperma | • Progesteron |

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami struktur dan fungsi organ reproduksi sehingga kamu dapat menjaganya agar tetap sehat dan terhindar dari penyakit yang menyerang sistem reproduksi.



1. Organ Reproduksi pada Laki-Laki

Tahukah kamu organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki? Untuk mengetahui organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki, ayo kita selesaikan Aktivitas 1.1 berikut ini!

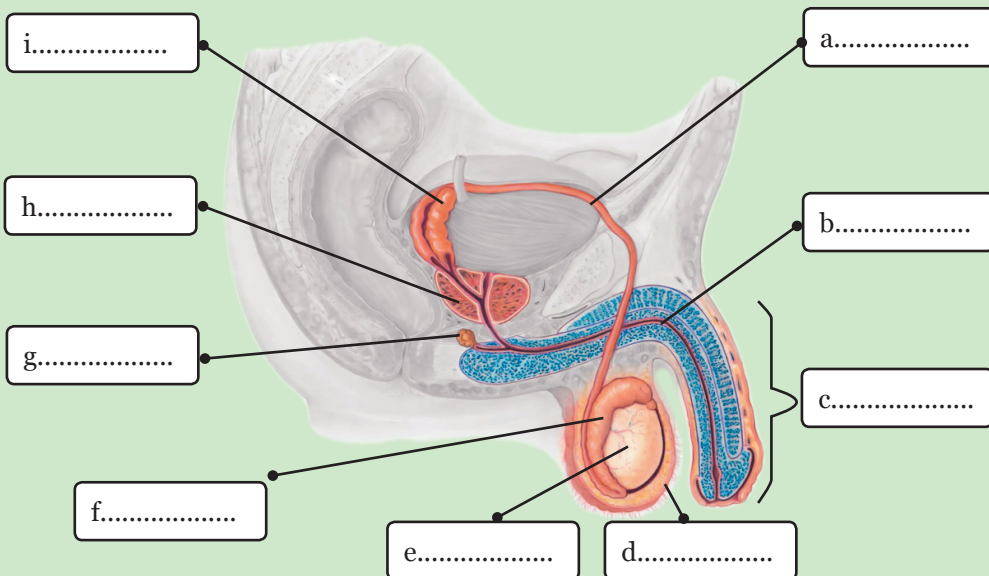


Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Mengidentifikasi Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki

Coba perhatikan dan pahami keterangan organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki yang terdapat pada Tabel 1.1! Kemudian perhatikan Gambar 1.4 tentang struktur organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki. Lengkapilah nama organ-organ tersebut sesuai dengan keterangan yang terdapat pada Tabel 1.1.

Lakukanlah dengan teliti dan cermat pada saat kamu menyimak Tabel 1.1 dan melengkapi Gambar 1.4. Selain itu, jangan lupa untuk bekerja sama dengan teman satu kelompokmu.



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 1.4 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki



Tabel 1.1 Struktur dan Fungsi Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
1.	Penis	Bagian luar organ reproduksi laki-laki yang berfungsi sebagai saluran kencing (urine) dan saluran sperma.
2.	Skrotum	Bagian seperti kantung yang di dalamnya terdapat testis. Berfungsi menjaga suhu testis agar sesuai untuk produksi sperma.
3.	Testis	Bagian yang bentuknya bulat telur yang tersimpan dalam skrotum. Berfungsi untuk memproduksi sperma dan hormon testosteron.
4.	Epididimis	Saluran yang keluar dari testis yang berbentuk seperti tanda koma dengan ukuran ± 4 cm. Berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma sementara.
5.	Vas Deferens	Saluran panjang yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididimis. Berfungsi menghubungkan epididimis dan uretra.
6.	Uretra	Saluran yang terdapat dalam penis, merupakan akhir dari saluran reproduksi. Berfungsi sebagai saluran keluarnya sperma dan urine.
7.	Kelenjar Vesikula Seminalis	Bagian yang berbentuk seperti kantung kecil berukuran ± 5 cm yang terletak di belakang kantung kemih. Berfungsi menghasilkan zat-zat yang diperlukan untuk perkembangan sperma.
8.	Kelenjar Prostat	Bagian yang berbentuk seperti kue donat yang terletak di bawah kantung kemih. Berfungsi menghasilkan cairan bersifat asam.
9.	Kelenjar Cowper	Bagian yang berbentuk seperti kacang yang terletak di bawah kelenjar prostat. Berfungsi menghasilkan lendir dan cairan bersifat basa.

Setelah menyelesaikan Aktivitas 1.1, tentunya kamu sudah memahami organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki. Kemudian, apa saja fungsi dari masing-masing organ tersebut? Ayo, kita simak dengan saksama paparan berikut ini!

Alat reproduksi atau alat kelamin laki-laki dapat dibedakan menjadi alat reproduksi luar dan alat reproduksi dalam.

a. Alat Reproduksi Luar

Alat reproduksi luar merupakan alat reproduksi yang terletak pada bagian luar tubuh dan dapat diamati secara langsung.



1) Penis

Bagi kamu anak laki-laki, air kencingmu dikeluarkan melalui organ yang disebut penis. Penis berfungsi sebagai saluran kencing (urine) dan sebagai saluran sperma. Penis terbentuk dari otot dan tidak memiliki tulang. Pada ujung penis terdapat struktur seperti lipatan kulit yang disebut kulup (*prepuce*). Kulup inilah yang dipotong saat seseorang dikhitan.



Ayo, Kita Pikirkan!

Mengapa laki-laki dianjurkan untuk dikhitan? Kira-kira apa manfaat berkhitan?

2) Skrotum

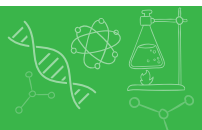
Pada bagian di dekat penis terdapat kantung yang terlihat seperti lipatan-lipatan kulit yang disebut skrotum. Pada skrotum tersebut terdapat dua buah (sepasang) testis atau buah zakar yang berbentuk bulat telur. Skrotum juga berfungsi menjaga suhu testis agar sesuai untuk produksi sperma.

b. Alat Reproduksi Dalam

Alat reproduksi dalam merupakan alat reproduksi yang terletak pada bagian dalam tubuh dan tidak dapat diamati secara langsung. Alat reproduksi dalam antara lain terdiri atas testis, saluran sperma, uretra, dan kelenjar reproduksi.

1) Testis

Testis merupakan organ reproduksi yang berbentuk bulat telur, berjumlah dua buah (1 pasang) dan terdapat dalam skrotum. Saat ini, mungkin kamu berusia antara 13 atau 14 tahun. Pada usia tersebut testis mulai memproduksi sperma atau sel kelamin jantan dan hormon **testosteron**. Nah, tahukah kamu apa itu sperma dan hormon testosteron?



Sperma merupakan sel tunggal yang mempunyai ekor dan kepala yang merupakan sel kelamin bagi laki-laki. **Hormon testosteron** adalah senyawa yang dapat merangsang perubahan fisik pada anak laki-laki seperti membesarnya jakun dan tumbuhnya rambut pada tempat-tempat tertentu, misalnya kumis. Pada masa inilah kamu berada pada masa pubertas. **Masa pubertas** adalah masa ketika seorang anak mengalami pematangan fungsi seksual yang disertai perubahan fisik dan psikis.



Tahukah Kamu?

Hormon testosteron memiliki banyak fungsi, antara lain: mengatur perkembangan dan fungsi alat reproduksi laki-laki, serta mengatur perkembangan ciri-ciri reproduksi sekunder. Perkembangan reproduksi sekunder ditandai dengan tumbuhnya rambut pada daerah tertentu, meningkatnya aktivitas kelenjar minyak dan keringat dalam kulit, suara yang lebih besar, otot yang lebih kuat, serta dada yang lebih bidang. Meningkatnya aktivitas kelenjar minyak dan keringat pada masa pubertas dapat memicu munculnya jerawat dan bau badan.

2) Saluran Sperma

Saluran sperma tersusun atas epididimis, vas deferens, dan uretra. Sperma yang dihasilkan di dalam testis akan keluar melalui epididimis. **Epididimis** merupakan saluran yang keluar dari testis. Pada saluran ini sperma disimpan sementara waktu sampai berkembang sempurna, dan dapat bergerak menuju saluran berikutnya, yaitu **vas deferens**. Vas deferens merupakan saluran yang menghubungkan epididimis dan uretra serta berfungsi sebagai saluran sperma menuju uretra.

Uretra merupakan saluran akhir dari saluran reproduksi laki-laki yang terdapat di dalam penis. Masih ingatkah kamu bahwa air kencingmu keluar melalui penis? Uretra selain berfungsi sebagai saluran keluarnya sperma juga berfungsi sebagai saluran keluarnya urine. Proses keluarnya sperma ini dikenal dengan istilah ejakulasi.



3) Kelenjar Reproduksi

Kelenjar reproduksi berfungsi untuk memproduksi getah atau cairan yang nantinya bercampur dengan sel sperma menjadi cairan mani atau semen. Kelenjar reproduksi pada laki-laki terdiri atas vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper.

a) Vesikula Seminalis

Vesikula seminalis merupakan struktur yang berbentuk seperti kantung kusut kecil (± 5 cm) yang terletak di belakang (posterior) dari kantung kemih. Kelenjar ini menghasilkan cairan yang bersifat basa (alkali) yang mengandung fruktosa (gula monosakarida), hormon prostaglandin, dan protein pembekuan. Apa fungsi dari masing-masing zat tersebut? Ayo, kita cari tahu!



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu pasti ingin tahu dengan fungsi cairan yang dihasilkan oleh vesikula seminalis bukan? Coba kamu cari tahu mengapa cairan yang dihasilkan vesikula seminalis bersifat basa? Apa fungsinya? Lengkapi pula fungsi zat-zat yang terkandung dalam vesikula seminalis pada tabel berikut.

Tabel 1.2 Zat-Zat yang Terkandung dalam Cairan yang Dihasilkan Vesikula Seminalis beserta Fungsinya

Nama Zat	Fungsi
Fruktosa	
Hormon prostaglandin	
Protein pembekuan	

Kamu dapat mencari informasi terkait masalah tersebut dalam buku-buku di perpustakaan, bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, maupun melalui internet. Selamat mencari!



b) Kelenjar Prostat

Kelenjar prostat berfungsi menghasilkan cairan keputih-putihan, sedikit asam (pH 6,5), dan mengandung beberapa zat yaitu: 1) asam sitrat yang digunakan untuk menghasilkan energi (ATP); 2) beberapa enzim, yaitu pepsinogen, lisozim, dan amilase; 3) seminal plasmin yang berfungsi sebagai antibiotik untuk membunuh bakteri dalam saluran reproduksi.



Tahukah Kamu?

Pada laki-laki tertentu yang berumur sekitar 50 tahun, kelenjar prostat dapat mengalami pembesaran, dari ukuran sebesar buah kemiri menjadi seukuran buah jeruk lemon atau yang dikenal **Benign Prostatic Hyperplasia** (BPH). BPH merupakan kelainan yang menyebabkan saluran uretra menjadi kecil dan sulit untuk mengeluarkan urine. BPH berbeda dengan kanker prostat. Pada umumnya kanker prostat berkembang di bagian luar dari kelenjar prostat, sedangkan pada BPH yang berkembang adalah bagian dalam kelenjar prostat.

c) Kelenjar Cowper (Bulbouretra)

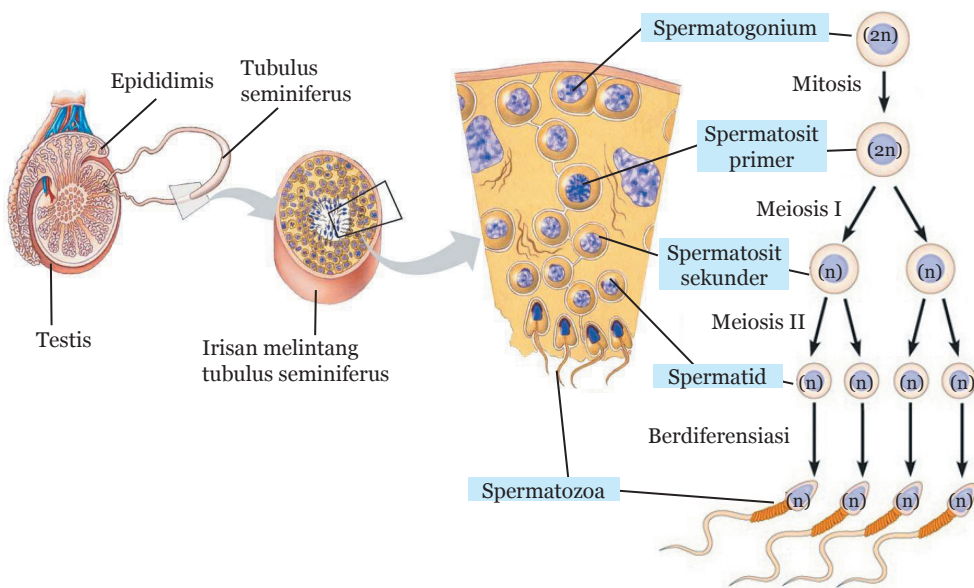
Kelenjar Cowper menghasilkan lendir dan cairan yang bersifat basa. Cairan ini berfungsi melindungi sperma dengan cara menetralkan urine yang memiliki pH asam yang tersisa dalam uretra serta melapisi uretra, sehingga mengurangi sperma yang rusak selama ejakulasi. Sperma yang dihasilkan testis akan bercampur dengan getah-getah yang dihasilkan oleh kelenjar–kelenjar reproduksi, sehingga terbentuk suatu suspensi (campuran antara zat cair dan zat padat) yang disebut **semen** (cairan mani). Semen inilah yang dikeluarkan melalui uretra. Pada umumnya, volume semen yang dikeluarkan sebesar 2,5-5 mililiter (mL). Dalam tiap 1 mililiter semen terkandung 50-150 juta sel sperma. Dari jutaan sel sperma tersebut hanya 1 (satu) sel sperma yang akan berhasil membuahi sel telur.



2. Spermatogenesis

Tanda bahwa sistem reproduksi pada laki-laki telah matang adalah keluarnya cairan mani dari penis. Biasanya, cairan mani tersebut keluar pada saat anak laki-laki mengalami mimpi basah. Mimpi basah pada umumnya terjadi saat berumur antara 10 – 14 tahun.

Apakah sebenarnya cairan mani itu? Cairan mani merupakan campuran sel-sel sperma dengan getah-getah yang dikeluarkan oleh kelenjar reproduksi. Masih ingatkah kamu di mana terjadi proses pembentukan sperma? Proses pembentukan sperma terjadi di dalam testis. Tahukah kamu, bagaimanakah proses pembentukan sperma yang terjadi di dalam testis? Agar kamu dapat memahaminya perhatikan Gambar 1.5!



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 1.5 Potongan Melintang Tubulus Seminiferus

Proses pembentukan sperma disebut dengan **spermatogenesis**. Pembentukan sel sperma terjadi di dalam tubulus seminiferus. Kata “tubulus” berarti saluran-saluran, sedangkan kata “seminiferus” berasal dari kata “semen” yang artinya sperma.

Jadi, tubulus seminiferus adalah saluran panjang yang berkelok-kelok tempat pembentukan sperma. Kumpulan tubulus inilah sebenarnya struktur yang membentuk testis.

Proses pembentukan sperma pada tubulus seminiferus terjadi secara bertahap. Sel induk sperma atau **spermatogonium** yang bersifat diploid ($2n$) mengalami pembelahan secara mitosis membentuk spermatosit primer. Selanjutnya, spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis tahap satu (meiosis I) membentuk dua spermatosit sekunder yang bersifat haploid (n). Spermatosit sekunder kemudian mengalami pembelahan meiosis tahap II (meiosis II) membentuk spermatid yang bersifat haploid (n). Akhirnya, spermatid mengalami diferensiasi atau perkembangan sehingga terbentuk empat sel sperma atau **spermatozoa** yang matang. Agar kamu lebih memahami proses spermatogenesis, perhatikan kembali Gambar 1.5!



Ayo, Kita Diskusikan

- Mengapa sperma manusia memiliki bagian kepala meruncing di bagian ujungnya?
- Apa fungsi bagian ekor dari sperma manusia?

3. Organ Reproduksi pada Perempuan

Kamu telah memahami organ reproduksi pada laki-laki bukan? Bagaimana organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada perempuan? Apakah sama dengan organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki? Untuk menjawabnya, ayo kita selesaikan Aktivitas 1.2!

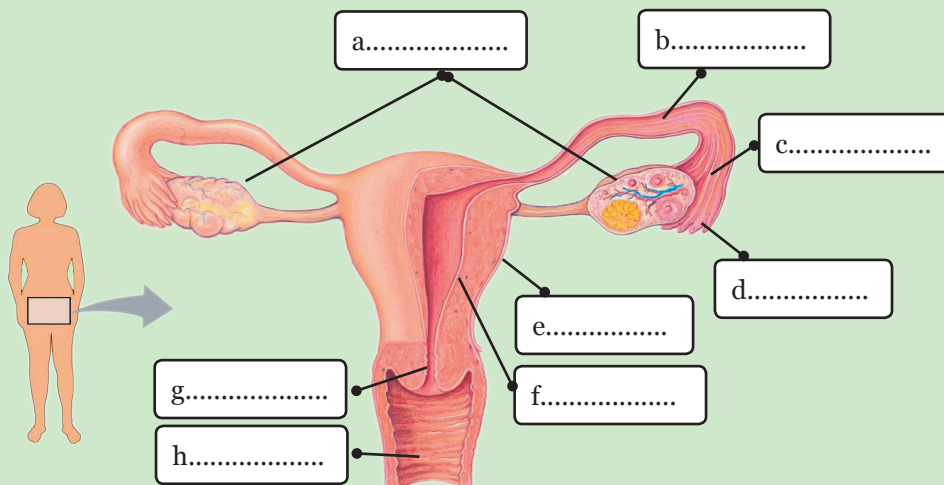


Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Melengkapi Gambar Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi Perempuan

Coba perhatikan dan pahami keterangan organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan yang terdapat pada Tabel 1.3! Kemudian, perhatikan Gambar 1.6 tentang struktur organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan dan lengkapilah nama organ-organ tersebut sesuai dengan keterangan yang terdapat pada Tabel 1.3!





Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 1.6 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan

Tabel 1.3 Struktur dan Fungsi Organ pada Sistem Reproduksi Perempuan

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
1.	Ovarium	Struktur berbentuk seperti telur, berjumlah dua buah, terletak di samping kanan dan kiri rahim (<i>uterus</i>) dan berfungsi menghasilkan sel telur (<i>ovum</i>).
2.	Saluran telur (<i>Tuba fallopii/ Oviduk</i>)	Saluran dengan panjang ± 10 cm yang menghubungkan ovarium dengan rahim (<i>uterus</i>).
3.	Infundibulum	Struktur yang berbentuk seperti corong dan merupakan ujung dari <i>tuba fallopii</i> .
4.	Rahim (<i>uterus</i>)	Struktur seperti buah pir yang berfungsi sebagai tempat berkembangnya janin selama kehamilan.
5.	Endometrium	Lapisan yang membatasi rongga rahim dan meluruh saat menstruasi.
6.	Serviks	Struktur rahim bagian bawah yang menyempit dan membuka ke arah vagina.
7.	Vagina	Saluran yang menghubungkan lingkungan luar dengan rahim, saluran mengalirnya darah menstruasi, dan saluran keluarnya bayi.
8.	<i>Fimbriae</i>	Struktur berjumbai seperti jari-jemari yang berfungsi menangkap sel telur.

Setelah menyelesaikan Aktivitas 1.2, tentunya kamu sudah memahami organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan. Lalu apa saja fungsi dari masing-masing organ tersebut? Ayo, kita simak dengan seksama paparan berikut ini! Alat reproduksi perempuan juga dapat dibedakan menjadi alat reproduksi luar dan alat reproduksi dalam.

a. Alat Reproduksi Luar

Alat reproduksi perempuan yang terletak di luar yaitu vulva dan labium. **Vulva** yaitu suatu celah paling luar dari alat reproduksi wanita yang dibatasi oleh sepasang bibir (kanan dan kiri). Kedua bibir ini disebut dengan **labium**. Ke dalam vulva bermuara dua saluran, yaitu saluran urine dan saluran reproduksi (vagina).

b. Alat Reproduksi Dalam

Alat reproduksi dalam perempuan antara lain terdiri atas ovarium, dan saluran reproduksi.

1) Ovarium

Ovarium atau indung telur merupakan organ reproduksi perempuan yang terletak di sebelah kiri dan kanan rongga perut bagian bawah. Ovarium berjumlah sepasang dan memiliki bentuk seperti telur dengan ukuran sekitar $4\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$. Di dalam ovarium terdapat kumpulan sel yang disebut **folikel**. Di dalam folikel inilah sel telur atau ovum berkembang. Sel-sel oosit (calon sel telur) berkembang sejak awal kehidupan seorang perempuan dan mencapai kematangan setelah pubertas. Folikel ini juga menghasilkan hormon perempuan yaitu estrogen dan progesteron. Pada setiap bulan, sel telur yang telah matang dilepaskan dari ovarium. Proses pelepasan sel telur dari indung telur ini disebut **ovulasi**. Selanjutnya, sel telur tersebut akan ditangkap oleh *fimbriae* dan kemudian akan bergerak ke saluran telur (*tuba fallopii*).

Saat ini kamu telah mengetahui bahwa jumlah ovarium yang dimiliki oleh perempuan ada dua buah. Nah, apakah kedua ovarium tersebut akan melepaskan sel telur secara bersamaan? Biasanya setiap ovarium akan bergiliran melepaskan ovum (telur) setiap bulannya. Akan tetapi, jika salah satu ovarium tidak ada atau tidak berfungsi, misalnya karena diangkat (diambil) melalui proses operasi, maka ovarium lainnya akan terus melepaskan sel telur.





Tahukah Kamu?

Tahukah kamu fungsi lain dari hormon estrogen dan progesteron? Hormon estrogen dan progesteron berperan mengatur siklus menstruasi. Hormon ini juga mengatur perkembangan ciri-ciri reproduksi sekunder pada perempuan. Ciri reproduksi sekunder tersebut antara lain, semakin besarnya pinggul, tumbuhnya rambut pada bagian tertentu, berkembangnya payudara, semakin aktifnya kelenjar minyak, dan kelenjar keringat yang dapat memicu munculnya jerawat.

2) Saluran Reproduksi

Saluran reproduksi perempuan terdiri atas saluran telur atau *tuba fallopii*, uterus, dan vagina.

a) Saluran Telur (*Tuba Fallopii*)

Saluran telur (*tuba fallopii*) atau oviduk berjumlah sepasang, yaitu kanan dan kiri yang memanjang ke arah samping dari uterus. Panjang *tuba fallopii* ini sekitar 10 cm. Saluran telur berakhir dalam struktur berbentuk corong yang disebut **infundibulum**, yang ditutupi **fimbriae**. *Fimbriae* menangkap sel telur yang dilepaskan oleh ovarium. Fungsi saluran telur membawa sel telur dari infundibulum ke rahim. Pada saluran telur inilah terjadi fertilisasi atau pembuahan. Setelah terjadi fertilisasi, saluran telur akan menyalurkan zigot (hasil fertilisasi) menuju uterus atau rahim.

b) Rahim (Uterus)

Uterus atau rahim merupakan organ yang memiliki dinding yang tebal, memiliki bentuk seperti buah pir yang terbalik. Secara normal, rahim terletak di atas kantung kemih. Rahim berfungsi sebagai tempat perkembangan janin. Pada saat seorang perempuan tidak hamil, rahim memiliki ukuran 5 cm. Pada saat seorang perempuan hamil, rahim mampu mengembang hingga 30 cm, ukurannya menyesuaikan dengan perkembangan bayi.

Dinding rahim (endometrium) memiliki peranan dalam pembentukan plasenta. **Plasenta** merupakan organ yang menyuplai nutrisi yang dibutuhkan bayi selama perkembangannya. Pada perem-



puan yang tidak hamil, ketebalan dinding rahim bervariasi selama siklus menstruasi bulanan yang akan dibahas pada bagian berikutnya.

c) Vagina

Vagina merupakan saluran yang menghubungkan lingkungan luar dengan rahim. Vagina tersusun atas otot-otot yang elastis, dilapisi selaput membran, yang disebut **selaput dara (himen)**. Saluran ini menghubungkan antara lingkungan luar dengan rahim. Saluran yang menghubungkan vagina dengan rahim adalah serviks (leher rahim). Vagina berfungsi sebagai organ reproduksi, saluran untuk aliran darah menstruasi dari rahim, dan jalan lahir bayi. Pada saat bayi akan lahir terjadi kontraksi otot-otot pada dinding rahim. Kontraksi inilah yang menyebabkan bayi terdorong ke jalan lahir (vagina).

Pada bagian selanjutnya kamu akan mempelajari gaya gesek dan gaya dorong yang terjadi pada rahim dan beberapa organ reproduksi seorang ibu. Dengan demikian, kamu akan dapat mengetahui betapa beratnya perjuangan ibu pada saat melahirkan. Oleh sebab itu, kamu harus selalu menghormati dan berbakti kepada ibu.



Tahukah Kamu?

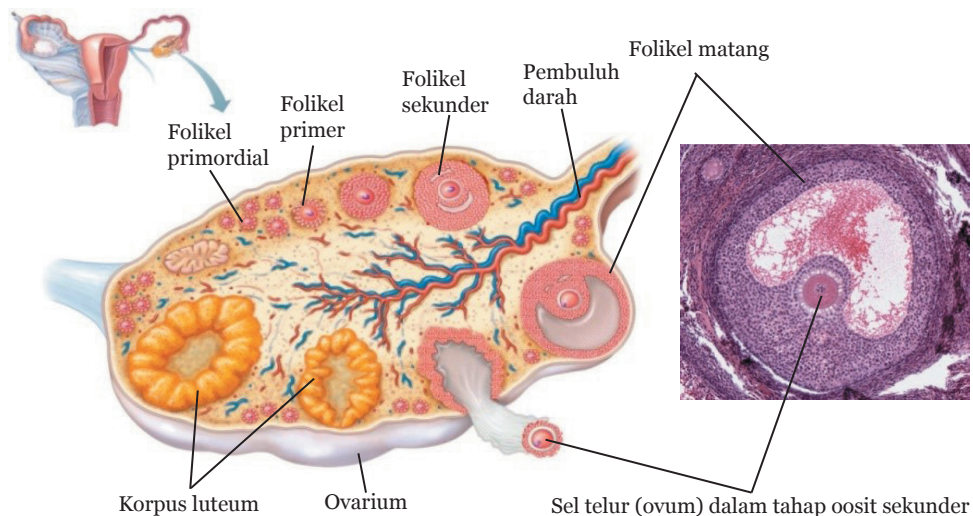
Tahukah kamu bahwa selaput dara merupakan selaput tipis yang tersusun atas pembuluh darah? Selaput dara tersebut dapat robek karena aktivitas yang membahayakan. Oleh sebab itu, kepada para perempuan selalu berhati-hatilah agar selaput daramu tidak rusak, dengan cara tidak melakukan aktivitas yang membahayakan!

Mungkin saat ini kamu bertanya-tanya mengapa Tuhan Yang Maha Esa menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan? Tentunya Tuhan Yang Maha Esa menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan bukan tanpa tujuan. Tujuan utama dari penciptaan selaput dara adalah agar perempuan dapat menjaga diri untuk tidak melakukan aktivitas yang membahayakan terutama dari perbuatan tercela yang melanggar norma sosial dan agama.



4. Oogenesis

Tahukah kamu apa itu oogenesis? **Oogenesis** merupakan proses pembentukan sel kelamin perempuan, yaitu sel telur atau ovum dan terjadi di dalam organ yang disebut **ovarium**. Berbeda dengan spermatogenesis yang dimulai ketika anak laki-laki mulai masuk masa pubertas, oogenesis dimulai sebelum anak perempuan lahir. Tahukah kamu, pada saat baru lahir, anak perempuan sudah memiliki bakal sel ovum (sel primordial) sebanyak 200.000 hingga 2.000.000. Namun, hanya sekitar 40.000 yang tersisa saat anak perempuan masuk masa pubertas dan hanya 400 yang akan matang atau berkembang sempurna. Satu sel telur yang matang diovasikan (dikeluarkan dari ovarium) selama siklus reproduksi (siklus menstruasi) perempuan. Coba perhatikan Gambar 1.7!

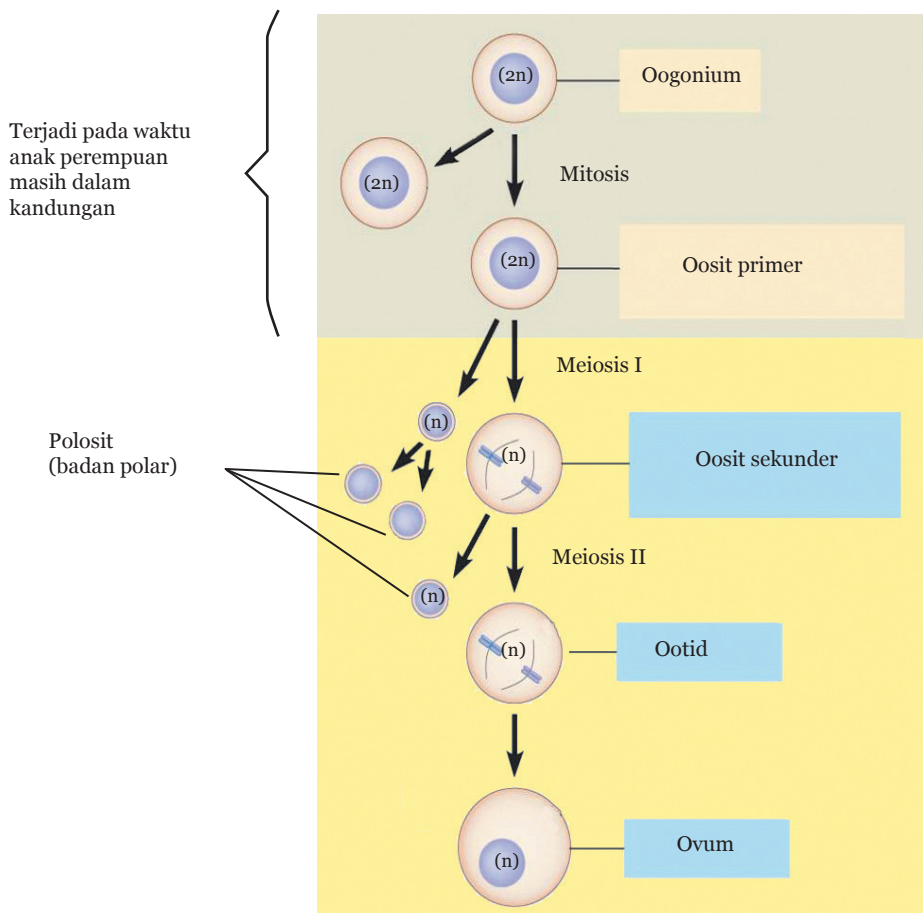


Sumber: Tortora Derrickson, 2008

Gambar 1.7 Struktur Ovarium

Pada Gambar 1.7 kamu dapat melihat bahwa di dalam ovarium terdapat folikel yang berukuran kecil dengan calon bakal sel telur di dalamnya (folikel primordial). Folikel dan bakal sel telur tersebut berkembang semakin besar menjadi folikel primer, kemudian berkembang menjadi folikel sekunder, dan pada akhirnya menjadi folikel matang. Selama folikel berkembang, sel primordial akan membelah secara mitosis membentuk oogonium atau sel induk telur yang bersifat diploid ($2n$). Oogonium kemudian akan mengalami

pembelahan mitosis membentuk oosit primer yang bersifat diploid ($2n$). Oosit primer kemudian mengalami pembelahan meiosis tahap I (meiosis I) membentuk satu oosit sekunder (n) dan satu polosit (n). Polosit (n) kemudian mengalami pembelahan meiosis tahap II (meiosis II) menghasilkan dua polosit (n). Oosit sekunder selanjutnya juga mengalami pembelahan meiosis tahap II (meiosis II) membentuk satu ootid (n) dan satu polosit (n). Ootid kemudian mengalami diferensiasi membentuk ovum. Pada akhir peristiwa oogenesis, dari satu sel induk telur (oogonium) akan dihasilkan satu sel telur (ovum) yang bersifat haploid (n) dan tiga polosit (badan polar) yang bersifat haploid (n). Namun, yang dapat berfungsi hanya satu sel telur (ovum). Agar kamu dapat dengan mudah memahami peristiwa oogenesis, perhatikan Gambar 1.8!



Sumber: Campbell et al. 2008

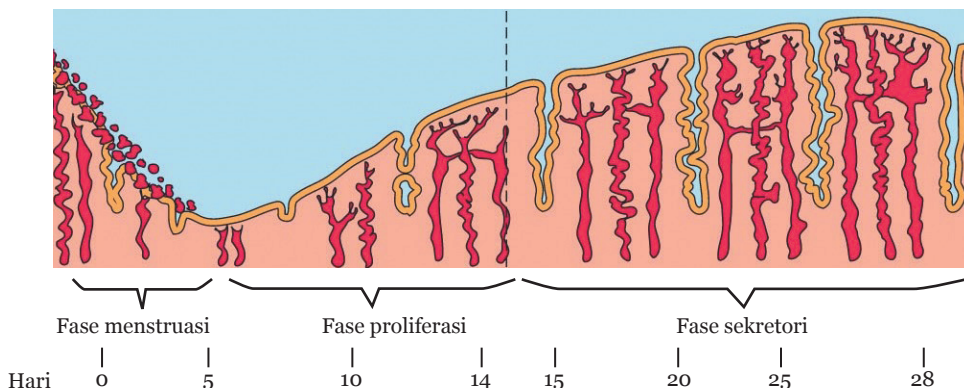
Gambar 1.8 Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)



5. Siklus Menstruasi

Bagi kamu yang perempuan tentunya sudah ada yang mengalami menstruasi. Tahukah kamu apa itu sebenarnya menstruasi? Menstruasi merupakan suatu keadaan keluarnya darah, lendir, dan sel-sel epitel yang menyusun dinding rahim. Apabila seorang perempuan mengalami menstruasi, maka akan keluar darah melalui vaginanya. Menstruasi biasanya terjadi satu bulan sekali. Siklus menstruasi akan terjadi apabila sel telur yang dihasilkan oleh ovarium tidak dibuahi oleh sel sperma. Nah, bagaimana proses lengkap siklus menstruasi? Agar kamu dapat memahaminya, simaklah penjelasan berikut ini!

Pada umumnya satu siklus menstruasi berlangsung selama 28 hari. Akan tetapi, ada perempuan yang mengalami siklus menstruasi lebih pendek atau lebih panjang. Seorang perempuan yang mengalami siklus menstruasi pendek, siklus akan berlangsung selama ± 18 hari. Seorang perempuan yang mengalami siklus menstruasi panjang, siklus akan berlangsung selama ± 40 hari. Tahukah kamu bahwa siklus menstruasi dapat dibagi menjadi beberapa fase? Agar kamu dapat memahaminya perhatikan Gambar 1.9 tentang siklus yang dialami dinding rahim!



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 1.9 Siklus yang Dialami Dinding Rahim

Fase pertama adalah **fase menstruasi**, pada fase ini **hormon FSH** (*follicle stimulating hormone*) memicu berkembangnya folikel dalam ovarium. Hormon FSH adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari atau hipofisis. Kelenjar tersebut terletak di otak bagian depan. Pada fase ini, dinding rahim luruh dan seorang perempuan mengalami menstruasi. Pada proses perkembangan folikel, ada beberapa folikel

yang berkembang. Namun, hanya ada satu folikel yang dapat terus berkembang tiap bulannya.

Pada awal perkembangannya, folikel menghasilkan hormon **estrogen** dan hormon **progesteron**. Hormon estrogen dan progesteron ini akan memicu dinding rahim untuk menebal. Pada saat ini dinding rahim sedang mengalami **fase proliferasi**. Tujuan dari menebalnya dinding rahim adalah untuk mempersiapkan tempat melekatnya embrio apabila sel telur dibuahi oleh sperma. Fungsi lain dari hormon estrogen adalah memicu kembali kelenjar pituitari untuk menghasilkan hormon FSH dan LH (*luteinizing hormone*). Hormon LH terus diproduksi dan meningkat secara mendadak. Peningkatan hormon LH ini akan memicu pengeluaran sel telur dari folikel yang telah matang, proses ini disebut **ovulasi**.



Tahukah Kamu?

Tingginya sisa metabolisme hormon *luteinizing hormone* (LH) pada urine digunakan sebagai bahan uji atau tes untuk mengetahui waktu terjadi ovulasi. Alat tes untuk mengetahui waktu ovulasi tersebut mengandung suatu jenis antibodi monoklonal yang dapat menimbulkan perubahan warna ketika bereaksi dengan zat sisa metabolisme hormon LH.

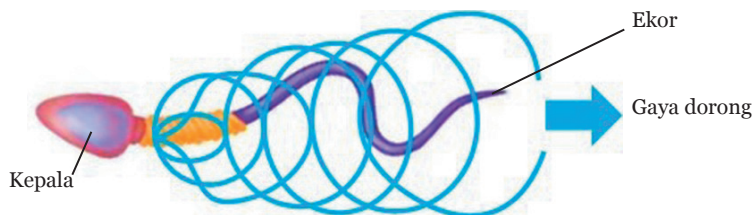
Fase ketiga adalah **fase sekretori**. Folikel yang telah melepaskan sel telur akan berubah menjadi korpus luteum. Sel telur yang telah diovulasikan akan ditangkap oleh *fimbriae* dan akan bergerak menuju *tuba fallopii*. Jika pada saat itu sel telur tidak dibuahi oleh sperma (tidak terjadi fertilisasi), maka akan dikirimkan sinyal tertentu pada **korpus luteum** untuk tidak memproduksi hormon estrogen dan progesteron lagi. Dengan demikian, pada fase ini jumlah hormon estrogen dan progesteron pada perempuan menjadi rendah. Rendahnya hormon estrogen dan progesteron menyebabkan jaringan penyusun dinding rahim rusak dan pembuluh darah yang ada pada dinding rahim pecah, sehingga perempuan akan mengalami menstruasi.



6. Fertilisasi dan Kehamilan

Pada bagian sebelumnya, kamu telah mempelajari siklus menstruasi pada perempuan. Masih ingatkah kamu mengapa menstruasi dapat terjadi? Menstruasi dapat terjadi apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopii* tidak dibuahi oleh sel sperma. Lalu, bagaimanakah apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopii* dibuahi oleh sperma? Tahukah kamu bagaimanakah fertilisasi dan kehamilan terjadi?

Apabila ada sel sperma yang masuk ke dalam saluran reproduksi perempuan, sel sperma tersebut akan bergerak menuju sel telur. Apabila telah bertemu dengan sel telur, bagian kepala sperma akan masuk ke dalam sel telur dan meninggalkan bagian ekornya di luar sel telur. Proses inilah yang mengawali terjadinya **fertilisasi**. Fertilisasi merupakan proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot. Proses fertilisasi ini terjadi di dalam *tuba fallopii*. Tahukah kamu bagaimana sel sperma bergerak menuju sel telur? Sel sperma menggunakan flagela yang bergerak memutar sebagai baling-baling untuk menggerakkan tubuhnya dalam cairan yang ada pada *tuba fallopii* untuk menuju ke sel telur. Gerakan flagela ini dapat dianalogikan dengan baling-baling untuk mendorong perahu. Agar kamu dapat memahami mekanisme pergerakan sperma, perhatikan Gambar 1.10!



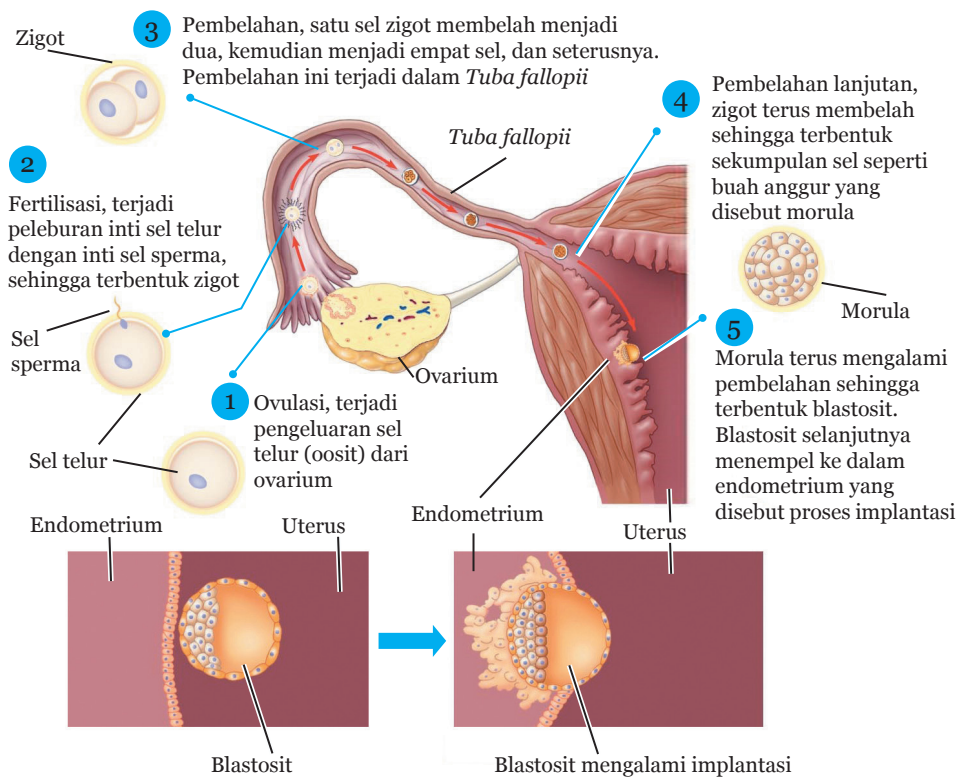
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.10 Skema Pergerakan Flagela Sel Sperma

Bagaimana sperma dapat menemukan lokasi sel telur? Ada beberapa mekanisme sel sperma dapat menemui sel telur. Sel sperma dapat menemukan lokasi sel telur karena sel telur menghasilkan senyawa kimia berupa hormon progesteron. Selain itu, juga karena adanya sensor panas (suhu *tuba fallopii* atau tempat sel telur berada, lebih tinggi dibandingkan suhu tempat penyimpanan sperma). Ayo kita renungkan, betapa hebat Tuhan kita yang telah mendesain mekanisme



pergerakan sel sperma tersebut sehingga dapat menemukan lokasi sel telur dengan tepat. Perhatikan Gambar 1.11!



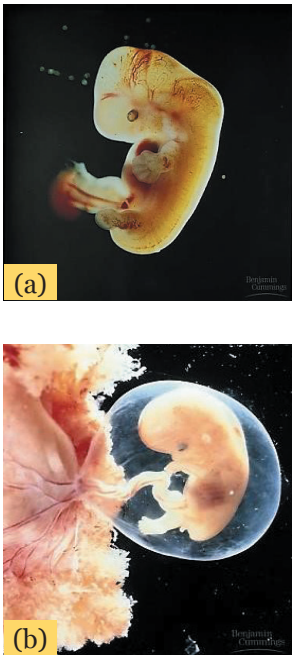
Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 1.11 Skema Proses Fertilisasi hingga Implantasi

Zigot yang terbentuk setelah terjadinya fertilisasi akan melakukan pembelahan, selanjutnya berkembang menjadi embrio yang akan menuju ke rahim, kemudian tertanam (implantasi) ke dalam endometrium. Pada kondisi ini seseorang perempuan mengalami kehamilan. Tahukah kamu bagaimana perkembangan embrio selama dalam kandungan? Embrio berkembang dalam kandungan sehingga menjadi bayi yang siap lahir selama 9 bulan 10 hari atau sekitar 37 minggu. Perkembangan embrio dalam kandungan dapat dibagi menjadi beberapa periode. Pada materi ini kamu akan mempelajari perkembangan embrio dalam tiga periode atau trimester yaitu sekitar 3 bulan pada setiap periodenya. Perhatikan Tabel 1.4!



Tabel 1.4 Tahap Perkembangan Embrio

Periode Perkembangan	Gambar	Kondisi Janin
Trimester Pertama <ul style="list-style-type: none"> • Periode terbentuknya hampir semua organ tubuh. • Janin sangat rentan terhadap radiasi, obat, atau alkohol. Oleh karena itu, ibu hamil harus memilih nutrisi yang baik dan menjauhi kebiasaan buruk, seperti merokok dan minum minuman beralkohol, agar janin yang dikandungnya tidak mengalami kecacatan atau gangguan kesehatan lainnya. 	 <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>Sumber: Campbell <i>et al.</i> 2008</p> <p>Gambar 1.12 (a) Embrio Umur 5 Minggu (35 Hari), (b) Embrio Umur 9 Minggu (63 hari) sudah dapat disebut Janin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perhatikan Gambar 1.12 (a)! Pada saat embrio berumur 5 minggu (35 hari) ukuran embrio ± 7 mm. • Embrio telah memiliki bakal tulang belakang. • Otak dan sumsum tulang belakang mulai terbentuk. • Perhatikan Gambar 1.12 (b)! Setelah embrio berumur 9 minggu (63 hari), embrio sudah memiliki struktur yang lengkap dan dapat disebut sebagai janin. • Janin berukuran $\pm 5,5$ cm. • Janin terlekat pada tali pusar yang terhubung dengan plasenta dan terlindungi oleh kantung amnion (kantung ketuban). • Otot, tulang belakang, tulang rusuk, lengan, dan jari sudah mulai terbentuk. • Janin sudah dapat menggerakkan lengan dan kaki serta memutar kepala. • Pada akhir trimester pertama janin terlihat seperti miniatur manusia, jenis kelamin biasanya sudah tampak, dan detak jantung dapat dideteksi.

Periode Perkembangan	Gambar	Kondisi Janin
Trimester Kedua <ul style="list-style-type: none"> Perkembangan utama janin yaitu pembesaran ukuran janin dan perbaikan struktur menjadi lebih detail. Tidak ada perkembangan mendasar seperti pada trimester pertama. 	 <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>Sumber: Campbell <i>et al.</i> 2008</p> <p>Gambar 1.13 (a) Janin Umur 14 Minggu (98 Hari), (b) Janin Umur 20 Minggu (140 Hari)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gambar 1.13 (a) menunjukkan janin berumur 14 minggu (98 hari). Pada umur tersebut ukuran janin ± 6 cm. Pada trimester kedua plasenta banyak menghasilkan progesteron untuk menjaga proses kehamilan. Perhatikan Gambar 1.13 (b)! Pada saat janin berumur 20 minggu (140 hari) ukuran janin ± 19 cm dengan berat badan janin sebesar 0,5 kg. Janin telah terlihat seperti bayi, jari tangan dan jari kaki sudah terbentuk. Pada bagian ujung jari sudah tumbuh kuku. Janin telah memiliki alis dan bulu mata. Permukaan kulit ditumbuhi oleh rambut. Janin mulai bergerak aktif. Pada akhir trimester kedua ini, mata janin sudah membuka dan mulai terbentuk gigi.
Trimester Ketiga <ul style="list-style-type: none"> Terjadi pertumbuhan ukuran bayi yang sangat pesat untuk mendapatkan kekuatan menghadapi hidup di lingkungan luar. 	 <p>Sumber: Dok. Kemdikbud</p> <p>Gambar 1.14 Bayi yang Baru Lahir</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sistem sirkulasi dan respirasi mengalami perubahan yang memungkinkan untuk bernapas dalam lingkungan luar. Janin mengembangkan kemampuan untuk mengatur suhu tubuh sendiri. Tulang mulai mengeras. Otot mulai menebal. Pada saat lahir ukuran bayi sekitar 50 cm dengan berat badan sekitar 2 – 3 kg. Perhatikan Gambar 1.14!





Tahukah Kamu?



Sumber: Campbell *et al.* 2008

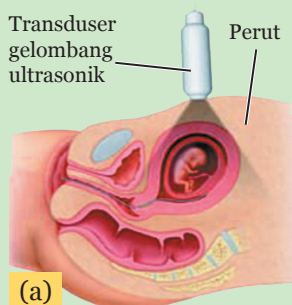
Gambar 1.15 Jutaan Sel Sperma Mengerumuni Sel Telur

Dari jutaan sel sperma yang masuk ke saluran reproduksi perempuan, hanya satu sel sperma yang dapat membuahi sel telur. Mengapa demikian? Setelah salah satu sel sperma memasuki membran sel telur, maka secara langsung sel telur akan menyusun suatu lapisan yang tidak dapat dilewati oleh sperma lainnya. Mari kita renungkan, betapa hebat Tuhan Yang Maha Esa mendesain proses fertilisasi ini.

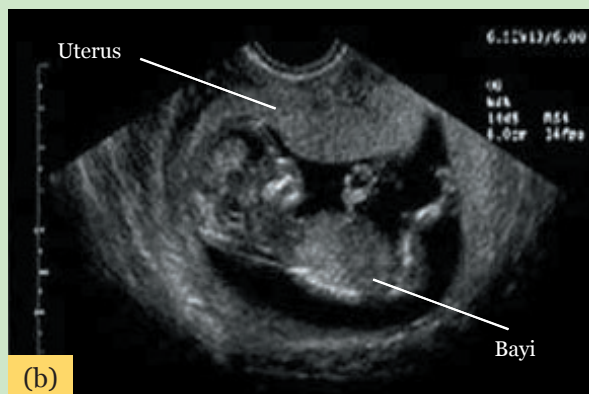


Tahukah Kamu?

Ultrasonografi (USG) merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui perkembangan janin selama proses kehamilan. Melalui alat ini, akan dapat diketahui perkembangan janin di dalam kandungan ibu, posisi janin di dalam rahim, bahkan jenis kelamin dari calon bayi. Apabila kamu penasaran penampakan embrio pada saat dilihat menggunakan USG, perhatikan Gambar 1.16!



(a)



(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.16 (a) Proses USG, (b) Hasil USG



Pada dasarnya, **teknologi ultrasonografi** adalah sebuah teknik diagnostik pencitraan menggunakan gelombang ultrasonik yang digunakan untuk menggambarkan organ internal untuk keperluan medis. Dalam bidang fisika ultrasonik merupakan bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 hertz. Ultrasonik tidak dapat didengar manusia karena di atas ambang batas pendengaran manusia. Suara pada frekuensi ini akan dipancarkan pada tubuh janin yang akan menghasilkan gambaran mengenai kondisi bayi dalam kandungan.



Ayo, Kita Pahami

Tahukah kamu fungsi cairan ketuban (cairan amnion)? Ternyata cairan ketuban memiliki banyak fungsi diantaranya dijelaskan berikut ini.

a. Memberi ruang gerak

Masih ingatkah kamu dengan sifat-sifat zat cair? Setiap zat cair akan memiliki bentuk sesuai dengan wadahnya, zat cair juga tidak dapat dimampatkan tetapi dapat menekan ke segala arah. Begitu juga cairan ketuban, cairan ketuban akan mengisi kantung ketuban lalu menekan kantung ke segala arah. Hal ini menyebabkan kantung ketuban mengembang dan akan menyebarkan tekanan ke segala arah sama besar saat terjadi benturan pada kandungan. Cairan ketuban juga tidak dapat dimampatkan artinya ketika kantung ketuban tertekan maka volume kantung ketuban tidak dapat mengecil. Hal inilah yang menjadikan cairan ketuban dapat memberikan ruang gerak bagi janin selama berkembang.

b. Pelindung janin dari benturan dengan dinding rahim

Tahukah kamu bahwa setiap cairan memiliki kekentalan atau dikenal dengan viskositas? Viskositas ini disebabkan adanya gaya tarik menarik antarmolekul cairan (gaya kohesi). Viskositas akan memperkecil risiko akibat adanya gesekan pada benda dalam cairan. Jadi, ketika ibu hamil bergerak dengan kecepatan tertentu



lalu berhenti tiba-tiba maka janin akan mendapat perlindungan dari cairan ketuban, sehingga janin tidak terbentur pada dinding rahim.

c. Cadangan cairan dan nutrisi bagi janin

Tahukah kamu bahwa cairan ketuban mengandung air, karbohidrat, protein, asam amino, peptida, lipid, laktat, piruvat, elektrolit, enzim, dan hormon? Dalam cairan ketuban terdapat glutamin (salah satu asam amino) yang merupakan bahan penting dalam pembentukan materi genetik (DNA dan RNA). Zat-zat tersebut dapat diserap oleh tubuh janin melalui kulit dengan menggunakan mekanisme transpor aktif maupun osmosis. Coba ingat lagi apa yang dimaksud dengan transpor aktif dan osmosis!

d. Menjadi inkubator atau pengatur suhu alami

Tahukah kamu bahwa temperatur cairan ketuban biasanya sekitar $37,6^{\circ}\text{C}$. Temperatur ini lebih tinggi $0,5^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$ daripada temperatur tubuh ibu. Zat-zat yang terdapat pada air ketuban yang berperan dalam pengaturan suhu ini.

e. Membantu proses kelahiran

f. Sebagai pendeteksi kelainan keturunan (genetik) pada janin



Ayo, Kita Selesaikan

- Mengapa cairan ketuban (amnion) dapat membantu proses kelahiran? Petunjuk: kaitkan dengan gaya gesek antara bayi dan saluran reproduksi ibu.
- Mengapa cairan ketuban berfungsi sebagai pendeteksi kelainan keturunan (genetik) pada janin? Petunjuk: coba kamu cari jawabannya dengan cara membaca buku di perpustakaan atau melalui internet dengan kata kunci “Amniosentesis”.





Ayo, Kita Cari Tahu

Berdasarkan penelitian terbaru, ternyata air ketuban juga mengandung anti bakteri. Kamu penasaran bukan? Kamu dapat mencari jawaban terkait hasil penelitian tersebut dengan bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, buku-buku di perpustakaan, atau melalui internet. Selamat mencari!

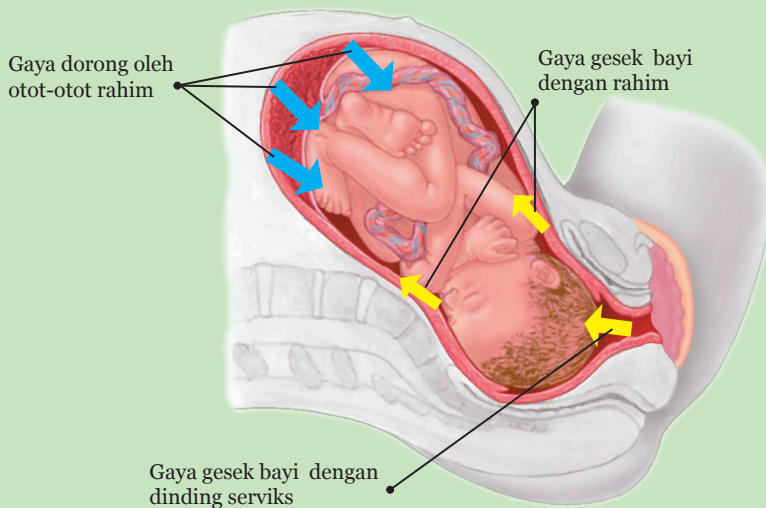


Tahukah Kamu?

Apakah kamu tahu bagaimana proses melahirkan? Proses melahirkan dipicu oleh tingginya level hormon estrogen. Tingginya kadar estrogen dalam darah memicu kepekaan uterus terhadap hormon oksitosin. Oksitosin dihasilkan oleh fetus (janin), oksitosin juga merangsang plasenta untuk menghasilkan hormon prostaglandin. Hormon oksitosin dan prostaglandin akan meningkatkan frekuensi kontraksi otot uterus, kekuatan kontraksi, dan durasi kontraksi hingga bayi lahir.

Pada mulanya kontraksi terjadi selama 30 detik atau kurang dalam rentang waktu 25 - 30 menit. Pada saat puncaknya, kontraksi dapat terjadi selama 60 - 90 detik dan terjadi setiap 2 - 3 menit. Kontraksi otot uterus dimulai dari otot bagian atas lalu menuju ke bawah, memberikan gaya dorong pada bayi untuk keluar melalui serviks. Gaya dorong ini semakin kuat saat kepala bayi mendorong dinding serviks. Pada saat dinding serviks terdorong dan melebar, akan merangsang dihasilkannya hormon oksitosin. Meningkatnya hormon ini akan membuat kontraksi otot uterus semakin kuat, sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga semakin besar. Perhatikan Gambar 1.17!





Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.17 Gaya yang Terjadi pada Saat Melahirkan

Selain gaya dorong, terdapat pula gaya gesek antara bayi dengan cairan plasenta dan gaya gesek antara bayi dengan saluran serviks. Perhatikan Gambar 1.17! Panah berwarna biru menunjukkan arah gaya dorong, sementara panah warna kuning menunjukkan arah gaya gesek. Perlu kamu ketahui bahwa arah gaya gesek selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Pada proses kelahiran, arah gerak bayi yang mendesak keluar berlawanan dengan arah gaya gesek yang arahnya menuju ke dalam. Ketika bayi keluar dari serviks, gaya gesek di saluran serviks akan semakin membesar karena kecilnya diameter serviks. Gaya gesek ini menahan gerakan bayi untuk keluar. Namun, hormon oksitosin yang dihasilkan selama dinding serviks terdorong akan memperkecil gaya gesek tersebut. Selain adanya oksitosin, gaya gesek juga diperkecil dengan adanya cairan ketuban yang berperan sebagai pelumas atau pelicin ketika bayi keluar.

Coba kita pikirkan betapa besar kuasa Tuhan Yang Maha Esa yang telah mengatur proses kelahiran sedemikian rupa sehingga ibu dapat melahirkan kita ke dunia. Kita harus selalu bersyukur kepada Tuhan yang telah memberi kita kesempatan lahir dengan selamat dan dapat melihat dunia. Kita juga harus selalu berbakti kepada ibu yang sudah berjuang untuk melahirkan kita.





Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu melihat ada orang yang memiliki wajah yang sama? Jika kamu belum pernah menjumpainya perhatikan Gambar 1.18!

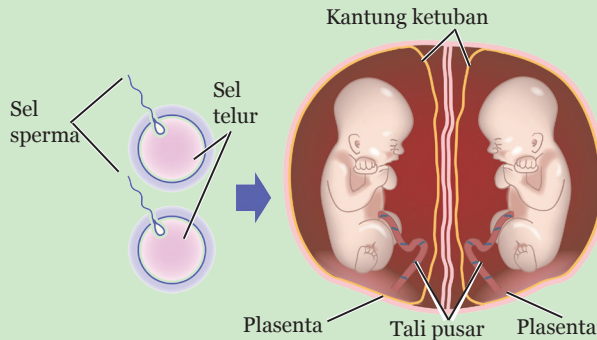


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.18 Bayi Kembar

Pada umumnya seorang perempuan mengeluarkan satu sel telur setiap bulannya. Namun, pada beberapa kasus, perempuan dapat mengeluarkan lebih dari satu sel telur dalam satu bulan. Jika setiap sel telur yang dikeluarkan tersebut dapat dibuahi dengan baik oleh sperma, maka setiap sel telur akan berkembang menjadi embrio. Setelah terjadi pembuahan, tiap-tiap zigot akan mengalami pembelahan, kemudian hidup di dua kantung ketuban yang berbeda. Janin juga memiliki plasenta dan tali pusar sendiri-sendiri. Kembar ini disebut dengan **kembar dizigot**. Kembar dizigot biasanya tidak memiliki wajah mirip, tampak seperti kakak-adik seumur saja, jenis kelaminnya dapat sama atau berbeda. Perhatikan Gambar 1.19!

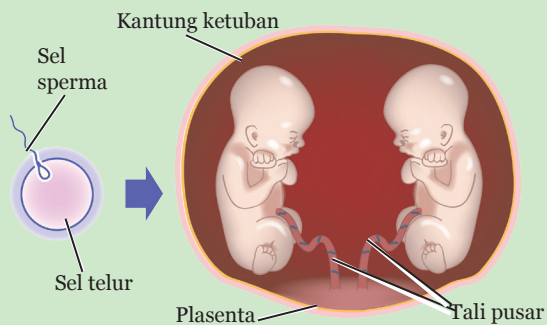




Sumber: www.mombaby.org

Gambar 1.19 Peristiwa Kembar Dizigot

Berbeda halnya jika bayi kembar berasal dari satu sel telur dan satu sperma. Kembar ini terjadi jika setelah terjadi proses fertilisasi, zigot mengalami pembelahan, sehingga terbentuklah dua atau lebih embrio. Embrio tersebut tumbuh dan berkembang dalam satu kantung ketuban dan satu plasenta. Seperti kembar dizigot, embrio ini memiliki tali pusar sendiri-sendiri. Kembar ini disebut **kembar monozigot**. Perhatikan Gambar 1.20!



Sumber: www.mombaby.org

Gambar 1.20 Peristiwa Kembar Monozigot

Kembar monozigot atau dikenal dengan kembar identik biasanya berjenis kelamin sama, memiliki wajah yang sulit dibedakan dan mengandung materi genetik sama. Tahukah kamu, pada beberapa kasus terjadi bayi kembar siam, yaitu dua bayi kembar dilahirkan dalam keadaan bagian tubuh tertentu yang menyatu. Bayi kembar siam termasuk dalam jenis kembar monozigot. Kembar siam bermula ketika sel telur yang telah dibuahi oleh sperma mengalami



pembelahan, tetapi pembelahan tersebut tidak sempurna. Terjadinya pelekatan pada bayi kembar siam karena adanya sel bakal organ yang tidak membelah sempurna. Pembelahan yang tidak sempurna tersebut dapat terjadi pada organ bagian ektoderm (kulit, hidung, telinga), mesoderm (otot, tulang, saraf), atau endoderm (jantung, paru-paru, hati, otak). Kebanyakan kembar dempet terjadi pada bagian dada, perut, kepala, dan panggul.

