

Sejarah, Teori, Konsep Dasar Perkembangan dan Reproduksi Hewan

Dr. Maman Rumanta, M.Si.



PENDAHULUAN

Modul pertama ini bertujuan memberikan pengetahuan dasar mengenai reproduksi dan perkembangan hewan. Dengan demikian modul ini akan memberikan landasan bagi Anda sebelum mempelajari modul-modul selanjutnya. Dalam sajian modul ini Anda akan mendapat pengetahuan tentang sejarah perkembangan hewan, penemuan gamet, teori-teori perkembangan, siklus hidup hewan, sistem reproduksi, reproduksi seksual dan aseksual, fungsi reproduksi, dan siklus seksual serta sistem hormonal yang mempengaruhinya.

Modul ini kami sajikan dalam dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Kegiatan Belajar 1, membahas tentang sejarah dan konsep dasar perkembangan hewan;
2. Kegiatan Belajar 2, membahas tentang reproduksi hewan.

Setelah mempelajari modul ini, Anda akan dapat menjelaskan sejarah singkat, teori, dan konsep dasar perkembangan hewan termasuk reproduksi.

Secara lebih rinci, setelah mempelajari modul ini Anda akan dapat:

1. menjelaskan sejarah dan teori perkembangan hewan;
2. menggambarkan siklus hidup dan ontogeni hewan;
3. menjelaskan fungsi dan cara-cara reproduksi;
4. menjelaskan bagian-bagian sistem reproduksi;
5. menjelaskan siklus seksual pada primat dan nonprimat;
6. menjelaskan peran hormon pada siklus seksual.

Agar semua tujuan tersebut dapat tercapai, Anda diharapkan mempelajari modul ini dengan saksama dan mengerjakan setiap latihan dan kegiatan yang ada.

Kegiatan Belajar 1

Sejarah dan Konsep Dasar Perkembangan

A. ASAL MULA KEHIDUPAN

Mungkin Anda sering bertanya dari mana asal mula kehidupan. Apakah setiap kehidupan muncul dan lenyap begitu saja? Apakah semua makhluk hidup diciptakan Tuhan secara langsung tanpa tahapan? Hanya Tuhanlah yang mengetahuinya. Walaupun demikian manusia dapat mengkaji dari fakta-fakta yang ada untuk kemudian membuat teori. Cukup banyak teori tentang asal mula kehidupan ini, mulai dari teori penciptaan sampai dengan teori evolusi kimia.

Pada kesempatan ini, kita hanya akan membahas mengenai teori penciptaan, abiogenesis, dan teori biogenesis. Untuk lebih jelasnya ikutilah uraian berikut.

1. Teori Penciptaan

Menurut teori ini bumi beserta isinya diciptakan oleh Tuhan. Menurut Bibel, dunia diciptakan dalam waktu 6 hari, tumbuhan diciptakan pada hari ketiga, ikan dan unggas pada hari kelima dan binatang lainnya pada hari keenam. Adam merupakan manusia pertama yang diciptakan Tuhan dari tanah liat.

Teori ini diciptakan berdasarkan kepercayaan tetapi kurang ditunjang oleh bukti-bukti yang kuat dan logis, oleh karena itu banyak saintis menolak teori penciptaan.

2. Teori Abiogenesis (*Generatio Spontanea*)

Menurut teori ini makhluk hidup berasal dari makhluk tak hidup secara spontan. Teori ini dipelopori oleh seorang filsuf Yunani yang bernama Aristoteles (384-322 SM). Teori ini menganggap kehidupan dimulai dari zat anorganik atau zat organik yang telah membusuk. Teori ini mempercayai bahwa belatung timbul begitu saja dari daging yang membusuk. Para petani kita juga percaya bahwa jamur timbul begitu saja dari merang padi, orang Babilonia zaman dulu percaya bahwa cacing dan beberapa makhluk hidup lainnya terbentuk dari lumpur.

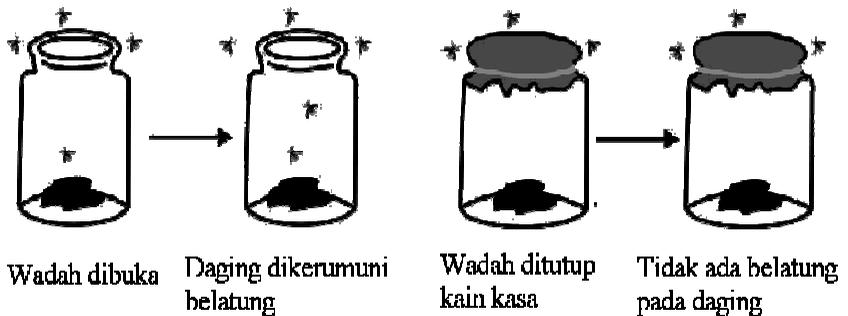
Teori ini bertahan sangat lama yang juga didukung oleh penemuan Leeuwenhoek (abad ke-17). Dengan menggunakan mikroskop buatannya, Leeuwenhoek mengamati air rendaman jerami dan ia menemukan protozoa. Ia beranggapan bahwa hewan-hewan bersel satu tersebut berasal dari jerami.

3. Teori Biogenesis

Teori biogenesis merupakan lawan dari teori abiogenesis. Teori ini menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup juga.

a. Percobaan Fransisco Redy (1688)

Untuk menyanggah teori abiogenesis, Redy melakukan percobaan dengan sepotong daging yang diletakkan dalam dua buah labu. Caranya adalah sebagai berikut. Pertama-tama sediakan dua buah wadah (stoples), sementara itu daging disterilkan dengan cara merebusnya dalam air mendidih. Potongan-potongan daging tersebut dimasukkan ke dalam stoples pertama dan kedua, selanjutnya stoples satu dibiarkan terbuka, sedangkan stoples lainnya ditutup rapat (lihat Gambar 1.1). Setelah beberapa hari ternyata pada stoples pertama timbul belatung, sedangkan pada stoples kedua tidak.



Gambar 1.1.

Diagram rangkaian percobaan Fransisco Redy

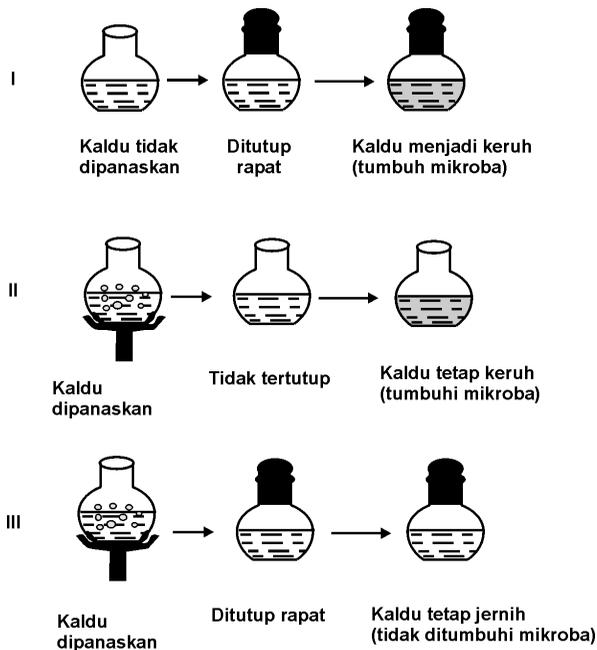
Redy berkesimpulan bahwa belatung yang timbul berasal dari telur-telur lalat yang hinggap. Percobaan ini mampu membangkitkan ilmuwan lainnya untuk menentang teori abiogenesis.

b. Percobaan Lazaro Spallanzani (1750)

Setelah Leeuwenhoek menemukan adanya mikroorganisme dengan menggunakan mikroskop buatannya, muncullah ide baru Spallanzani untuk melakukan percobaan dengan menggunakan air kaldu. Mula-mula ia mempersiapkan 3 buah labu yang diisi air kaldu. Selanjutnya labu-labu berisi air kaldu tersebut diperlakukan sebagai berikut:

- 1) labu pertama ditutup rapat tanpa dipanaskan;
- 2) labu kedua dipanaskan sampai mendidih kemudian dibiarkan terbuka;
- 3) labu ketiga dipanaskan hingga mendidih kemudian ditutup rapat.

Untuk lebih jelasnya coba Anda perhatikan Gambar 1.2.



Gambar 1.2

Diagram percobaan Spallanzani

Setelah beberapa hari ternyata timbul kehidupan pada tabung pertama dan kedua, sedangkan pada tabung ketiga yang tertutup rapat dan dipanaskan tidak terjadi kehidupan. Ia menjelaskan bahwa di dalam air kaldu sudah terdapat mikroorganisme yang berasal dari udara. Pada saat pemanasan semua mikroorganisme mati, tetapi bila terbuka maka akan tercemar

mikroorganisme lagi dari udara, sebaliknya jika ditutup akan terbebas dari mikroorganisme.

c. *Percobaan Louis Pasteur (1863)*

Para penganut abiogenesis keberatan dengan hasil eksperimen Redy dan Spallanzani. Mereka berpendapat bahwa timbulnya kehidupan secara spontan dari benda tidak hidup diperlukan gaya hidup. Pada percobaan Spallanzani gaya hidup tidak ada karena labu tertutup rapat, dengan demikian Pasteur berusaha memperbaiki percobaan Spallanzani dengan menggunakan labu berbentuk leher angsa.

Adapun langkah percobaan Pasteur adalah sebagai berikut: Pertama, labu percobaan diisi dengan air kaldu, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Setelah itu labu ditutup dengan tutup pipa yang berbentuk huruf S. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3
Diagram percobaan Pasteur

Setelah beberapa hari ternyata kaldu yang terdapat dalam labu tidak berubah dan tidak timbul kehidupan. Selanjutnya Pasteur berkesimpulan bahwa kehidupan berasal dari kehidupan lain, yang kemudian terkenal dengan slogan "omne vivum ex vivo".

B. PENEMUAN GAMET

Apa yang Anda ketahui tentang gamet? Istilah ini sering digunakan dalam ilmu genetika dan yang dimaksud dengan gamet adalah sel kelamin. Sel kelamin betina disebut sel telur (ovum), sedangkan sel kelamin jantan

disebut spermatozoa (sperma). Gamet betina (sel telur) ada yang mikroskopis ada yang makroskopis. Telur mikroskopis umumnya dijumpai pada mamalia, sedangkan yang makroskopis antara lain pada serangga, ikan, amfibi, reptil dan burung.

Siapa yang pertama kali menemukan telur mamalia? Mungkin sukar ditentukan, tapi yang pertama kali mendeskripsikan folikel telur mamalia adalah de Graaf (1672), sehingga untuk mengenang jasanya, folikel telur mamalia yang sudah matang sering disebut folikel de Graaf.

Sedangkan sperma manusia pertama kali ditemukan oleh Hamm dan Leuwenhoek pada tahun 1677. Semula mereka menyangka bahwa sperma tersebut adalah parasit yang terdapat pada cairan sperma.

C. TEORI-TEORI PERKEMBANGAN

Ada beberapa teori mengenai perkembangan hewan. Dalam bahasan kali ini kita akan mencoba membahas empat teori yang mendasari perkembangan hewan, yaitu teori preformasi, epigenesis, rekapitulasi dan plasma germinal. Untuk lebih jelasnya marilah kita ikuti uraian berikut.

1. Teori Preformasi

Hingga awal abad ke-19 orang percaya bahwa sel telur mengandung bahan manusia yang tidak nampak yang disebut homunkulus. Ini berarti bahwa telurlah yang menentukan terbentuknya individu baru. Sejak ditemukannya spermatozoa oleh Hamm dan Leeuwenhoek pada tahun 1677 maka teori preformasi terpecah menjadi dua aliran, yaitu aliran animalkulis (spermists) dan aliran ovulis (ovists).

Aliran animalkulis sudah berkembang pada zaman Aristoteles (384-322 SM). Sejak dulu orang percaya bahwa hanya laki-lakilah yang berperan dan bertanggung jawab terhadap generasi penerus. Sel telur hanyalah merupakan media tempat tumbuh dan berkembangnya homunkulus yang terdapat di dalam sperma.

Aliran ovulis berpendapat bahwa hanya telurlah yang bertanggung jawab atas terbentuknya individu baru. Hal ini didukung oleh penemuan Bonnet (1745) bahwa telur dari beberapa jenis serangga dapat berkembang secara partenogenesis, jadi menurut aliran ini sperma hanyalah suatu perangsang untuk pertumbuhan janin.

Pertentangan antara penganut aliran ovulis dan animalkulis berakhir setelah Spallanzani (1729-1799) melakukan penelitian. Menurut hasil eksperimennya, Spallanzani mengungkapkan bahwa baik gamet jantan maupun betina sangat penting untuk perkembangan individu baru (janin).

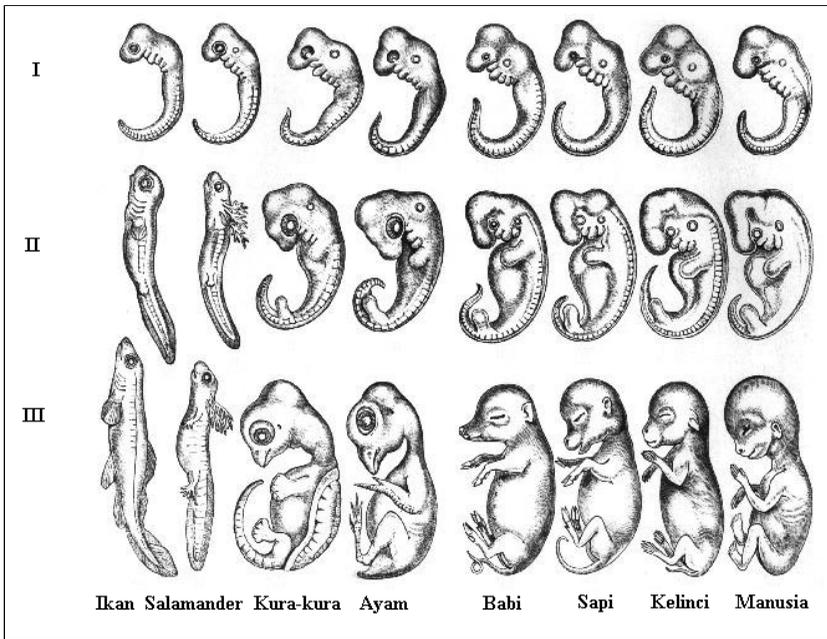
2. Teori Epigenesis

Caspar Friedrich Wolff, pada usia 26 tahun menulis sebuah tesis yang mengemukakan teorinya tentang epigenesis. Ia berhipotesis bahwa perkembangan embrio terjadi melalui pertumbuhan secara progresif dan diferensiasi. Hasil penelitian Roux, menunjukkan bahwa pada banyak hewan, bagian dari zigot tidak menunjukkan diferensiasi tertentu melainkan mempunyai kemampuan untuk membentuk setiap bagian dari tubuh janin. Sedangkan Driesch menemukan bahwa setiap bagian dari sel telur sebagai suatu sistem yang harmonis equipotensial. Hal ini berarti bahwa setiap sistem menyesuaikan diri terhadap sistem yang lainnya. Jadi setiap bagian dari sel telur dapat berkembang menjadi janin yang sempurna. Hal ini mendasari teori terjadinya anak kembar identik pada manusia. Proses diferensiasi mengurangi kemampuannya untuk membentuk setiap jaringan.

Jadi menurut teori epigenesis, sel telur tidak mengandung homunkulus; setiap bagian dari sel telur mempunyai kemampuan untuk membentuk bagian tertentu, asal bagian tersebut datang pada tempat tertentu pula pada proses perkembangan embrio.

3. Teori Rekapitulasi

Kalau kita amati suatu perkembangan janin, maka akan tampak sederetan bentuk-bentuk perkembangan janin. Pada hewan tinggi tampak adanya kesamaan pada awal-awal perkembangan (perhatikan Gambar 1.4).



Gambar 1.4

Perkembangan embrio pada hewan tinggi (Gilbert, 1985)

Berdasarkan hal di atas dan dari teori rekapitulasinya, Ernst Heinrich Phillip Halckel (1834-1919) menyusun hukum biogenesis. Ia mengemukakan "ontogeny epitomizes phylogeny" artinya ontogeni merupakan ulangan yang tidak sempurna dan merupakan percepatan dari filogeni. Teori ini merupakan hasil penyempurnaan dari teori pendahulunya yaitu Fritz Muller (1821-1897), yang bertitik tolak dari penemuannya selama menyelidiki Crustacea.

4. Teori Plasma Germinal

Pada tahun 1883, Weismann mengemukakan suatu teori yang melibatkan berbagai fenomena biologi, seperti penurunan sifat, perkembangan, regenerasi, reproduksi seksual, dan evolusi berdasarkan seleksi alam. Ia seorang ahli kimia dan fisika yang sangat cemerlang yang kemudian memfokuskan perhatiannya pada masalah perkembangan dan metamorfosis.

Kemajuan ilmu sitologi tahun 1870 memberikan inspirasi pada Weisman terutama tentang generasi seksual. Hermann Fal dan Richard Hertwig secara

terpisah meneliti proses penggabungan sel telur dan sperma dan pronukleusnya. Van Beneden dan Strasburger mengemukakan bahwa setiap inti sel somatis mengandung sejumlah kromosom tergantung spesiesnya. Pada proses pembentukan gamet (sel germinal) kromosom akan terbagi dua dan dipertemukan kembali pada proses fertilisasi. Dengan menggunakan data-data tersebut Weismann mengajukan teori yang dikenal dengan "Teori Plasma Germinal".

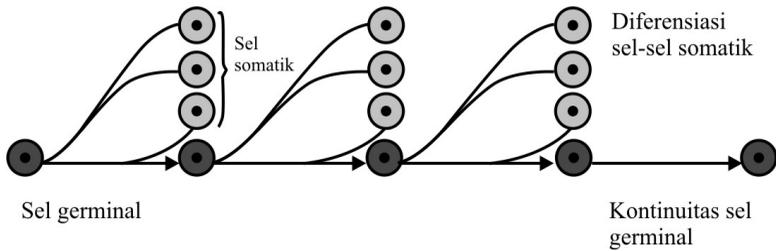
Pertama, dalam proses pembentukan individu baru, baik sel telur maupun sperma memberikan kontribusi yang sama dalam hal kromosom baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Kedua, kromosom membawa sifat-sifat menurun pada individu/organisme baru dan juga sebagai dasar kelangsungan hidup dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Weismann juga, menjelaskan bahwa dalam perkembangan embrio, walaupun sel-sel embrio membelah menjadi belahan-belahan yang sama, tetapi tidak semua determinan yang ada dalam kromosom memasuki setiap sel embrio, dengan kata lain setiap sel yang berbeda dari hasil pembelahan mendapatkan determinan inti yang berlainan. Pada perkembangan embrio sel-sel akan semakin terspesialisasi. Dari zigot yang mempunyai determinan lengkap, akan terbentuk sel-sel yang lebih khusus, misalnya sel-sel tertentu mengandung determinan khusus membentuk sel-sel otot, tulang dan lain-lain. Jadi selain zigot, inti sel-sel lainnya hanya mengandung sebagian dari determinan yang ada.

Dengan demikian Weismann mengajukan hipotesis tentang kontinuitas plasma germinal dan diversitas sel somatik. Diferensiasi sel terjadi karena adanya proses pembagian determinan inti ke dalam bermacam-macam tipe sel. Walaupun setiap sel mengandung kromosom yang sama, tetapi tidak sama kualitasnya. Jalur sel germinal sangat terpisah dari jalur sel somatis. Hal ini Weismann buktikan dengan eksperimennya. Ia mencoba memotong ekor anak mencit sebanyak 19 generasi. Anak-anak dari mencit yang dipotong ekornya tersebut ternyata selalu berekor panjang. Hal ini menunjukkan bahwa jalur sel-sel germinal terpisah dari sel-sel somatis.

Secara singkat teori plasma germinal dari Weismann dapat Anda perhatikan pada Gambar 1.5 berikut.



Gambar 1.5
Diagram teori plasma germinal (Gilbert, 1985)

Gambar di atas memperlihatkan tentang kekekalan jalur sel germinal dan jalur sel somatis yang bersifat sementara (temporer).

Michael Foster mengemukakan bahwa pada dasarnya tubuh hewan hanyalah merupakan kendaraan dari sel telur (ova), sedangkan E.B. Wilson mengemukakan "suatu individu mati, tetapi sel germinal terus hidup, dari suatu generasi ke generasi berikutnya".



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan-perbedaan mendasar tentang asal-usul kehidupan, menurut teori penciptaan, teori abiogenesis, dan teori biogenesis!
- 2) Folikel telur mamalia yang sudah matang disebut folikel de Graaf, mengapa demikian? Jelaskan!
- 3) Teori preformasi dalam perkembangannya terpecah menjadi aliran ovulis dan animalkulis. Jelaskan perbedaan prinsip di antara kedua aliran tersebut!
- 4) Jelaskan perbedaan mendasar antara teori preformasi dan teori epigenesis!
- 5) Menurut Weismann, dalam perkembangan hewan, jalur sel germinal berpisah dari jalur sel somatis, coba Anda buktikan dengan mengambil contoh mutasi pada sel germinal dan sel somatis!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, perhatikan rambu-rambu jawaban berikut.

- 1) Untuk menjawab pertanyaan ini, coba Anda kaji kembali inti dari teori penciptaan, abiogenesis dan biogenesis. Tentu berbeda bukan? Kami yakin Anda dapat menjawabnya dengan baik.
- 2) Coba Anda kaji kembali uraian tentang penemuan gamet, siapa orang pertama yang menemukan folikel telur mamalia? Orang yang bernama de Graaf, bukan? Jadi, mengapa diberi nama seperti itu? Anda pasti dapat menjawabnya dengan benar.
- 3) Coba Anda kaji kembali tentang teori preformasi, selanjutnya Anda kenali prinsip utama dari aliran ovulis dan aliran animalkulis. Prinsip apa yang membedakan kedua aliran tersebut? Anda pasti bisa menjawabnya.
- 4) Coba Anda kaji kembali uraian tentang teori preformasi dan teori epigenesis. Apa yang membedakan kedua teori tersebut? Apakah keberadaan homunkulus dianut oleh kedua teori tersebut? Kami yakin Anda bisa menjawabnya dengan baik dan benar.
- 5) Apakah mutasi pada sel tubuh seperti kejadian kanker kulit akibat radiasi sinar ultra violet diturunkan? Bagaimana jika mutasi terjadi pada sel telur? Misalnya ada sel telur yang mengalami perubahan genetik. Apakah akan diturunkan? Jadi berlakukah teori Weismann tersebut? Kami yakin Anda akan mampu menjawabnya dengan benar.



RANGKUMAN

Asal mula kehidupan menurut teori penciptaan terjadi melalui penciptaan Tuhan. Menurut teori abiogenesis makhluk hidup terjadi begitu saja dari benda mati, sedangkan menurut teori biogenesis makhluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya.

Gamet jantan disebut sperma sedangkan gamet betina disebut ovum (sel telur). Penemu folikel telur mamalia adalah de Graaf (1672), sedangkan penemu sperma adalah Hamm dan Leeuwenhoek (1677).

Menurut teori preformasi, sel telur manusia mengandung bahan manusia yang disebut homunkulus. Sejak ditemukan sperma, teori ini terpisah menjadi dua aliran, yaitu aliran ovulis dan animalkulis. Menurut aliran ovulis telurlah yang bertanggung jawab atas terbentuknya individu baru, sedangkan menurut aliran animalkulis sebaliknya, spermalah penentu individu baru.

Menurut teori epigenesis perkembangan embrio terjadi melalui pertumbuhan progresif. Setiap bagian dari sel telur dapat tumbuh dan berkembang menjadi janin yang sempurna, jadi dalam telur tidak ada homunkulus.

Menurut Haeckel, ontogeni merupakan ulangan yang tidak sempurna dan dipercepat dari filogeni. Weismann dengan teori plasma germinalnya mengemukakan bahwa dalam pembentukan individu baru, baik sperma maupun sel telur memberikan kontribusi yang sama. Kromosom merupakan pembawa sifat yang menurun pada individu dan juga sebagai dasar dari kelangsungan hidup dari suatu generasi ke generasi berikutnya. Menurut Weismann jalur sel germinal terpisah dari jalur sel somatis.



TES FORMATIF 1 _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pendapat berikut yang merupakan pendukung teori abiogenesis adalah
 - A. Adam diciptakan Tuhan dari tanah liat
 - B. jamur merang tumbuh begitu saja dari merang padi
 - C. belatung terjadi karena adanya telur lalat yang hinggap pada daging
 - D. lele berasal dari tikus

- 2) Orang pertama yang menemukan folikel telur manusia adalah
 - A. Weismann
 - B. Hamm
 - C. Leeuwenhoek
 - D. de Graaf

- 3) Seorang ahli percaya bahwa di dalam telur terdapat homunkulus. Pendapat di atas merupakan pendukung dari teori
 - A. preformasi
 - B. epigenesis
 - C. rekapitulasi
 - D. plasma germinal

- 4) Fenomena alam berikut yang memperkuat aliran ovulis adalah
 - A. daun cocor bebek dapat menghasilkan individu baru
 - B. telur serangga dapat melakukan partenogenesis

- C. sel telur yang tidak dibuahi akan gagal membentuk individu baru
 - D. penyatuan sperma dan sel telur akan membentuk individu baru
- 5) Adanya homunkulus di dalam sperma dipercaya oleh para penganut aliran
- A. animalkulis
 - B. ovulis
 - C. preformasi
 - D. epigenesis
- 6) Pertentangan antara aliran ovulis dan animalkulis berakhir setelah Spallanzani melakukan penelitian yang membuktikan bahwa
- A. gamet jantan lebih menentukan perkembangan individu baru dibandingkan dengan gamet betina
 - B. gamet betina lebih menentukan perkembangan individu baru dibandingkan dengan gamet jantan
 - C. gamet jantan dan gamet betina sama-sama penting dalam menentukan perkembangan individu baru.
 - D. hanya gamet betina yang menentukan perkembangan individu baru dengan bukti adanya partenogenesis.
- 7) Setiap bagian dari sel telur dapat berkembang menjadi individu baru dan sel telur tersebut tidak mengandung homunkulus. Hal ini merupakan pendapat dari penganut teori
- A. preformasi
 - B. epigenesis
 - C. rekapitulasi
 - D. plasma germinal
- 8) "Ontogeni merupakan ulangan yang tidak sempurna dan dipercepat dari filogeni". Pernyataan tersebut merupakan inti dari teori
- A. preformasi
 - B. epigenesis
 - C. rekapitulasi
 - D. plasma germinal
- 9) Pernyataan berikut yang merupakan salah satu inti teori plasma germinal adalah
- A. dalam protoplasma sel telur terdapat homunkulus
 - B. sel telur dapat berkembang menjadi individu baru tanpa kehadiran sperma

- C. dalam pembentukan individu, sperma dan sel telur memberikan kontribusi yang sama
- D. sel telur dapat berkembang menjadi individu baru melalui partenogenesis
- 10) Pernyataan berikut yang memperkuat teori bahwa jalur sel germinal terpisah dari jalur sel somatis adalah
- A. mutasi pada sel somatis tidak diturunkan, sedangkan mutasi pada sel kelamin diturunkan
- B. mutasi pada sel somatis diturunkan, sedangkan mutasi pada sel kelamin tidak diturunkan
- C. sel telur dapat berpartenogenesis
- D. sel telur hanya dapat berkembang menjadi individu baru jika dibuahi

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kegiatan Belajar 2

Reproduksi Hewan

A. SIKLUS HIDUP HEWAN

Pernahkah Anda memperhatikan siklus hidup hewan? Tentu, disadari ataupun tidak pasti Anda pernah memperhatikannya. Siklus hidup ayam, mulai dari telur, telur menetas menjadi anak ayam, anak ayam tumbuh dewasa, kemudian melakukan perkawinan dan bertelur lagi. Itulah siklus hidup ayam.

Dalam ontogeni hewan terdapat empat periode pertumbuhan, yaitu:

1. Periode Embrio

Periode embrio dimulai sejak terjadinya zigot (telur yang dibuahi), sampai dilahirkan (mamalia) atau ditetaskan (ikan, amfibi, reptil dan burung).

2. Periode Muda

Periode ini dimulai sejak kelahiran hewan hingga mencapai bentuk yang sempurna (dewasa). Pada periode ini ada dua macam pertumbuhan, yaitu pertumbuhan langsung dan tak langsung.

- a. Pertumbuhan langsung, terjadi jika anak yang dilahirkan telah mempunyai susunan tubuh seperti hewan dewasa. Pertumbuhan selanjutnya hanya berupa penyempurnaan alat-alat, terutama alat kelaminnya, contohnya pada kebanyakan vertebrata, seperti reptil, burung, dan mamalia.
- b. Pertumbuhan tak langsung, jika individu baru yang dilahirkan/ditetaskan mempunyai susunan tubuh yang berbeda dari induk dewasanya. Hewan baru tersebut dikenal dengan larva, selanjutnya larva akan melakukan metamorfosis untuk menjadi individu yang sempurna seperti bentuk dewasa. Kebanyakan serangga dan amfibi melakukan pertumbuhan tak langsung.

3. Periode Dewasa

Periode ini ditandai dengan kesiapan hewan untuk melakukan reproduksi. Pada vertebrata, periode ini cukup panjang, sedangkan pada beberapa jenis serangga, periode ini sangat pendek, misalnya tonggeret, masa

dewasanya hanya beberapa minggu, padahal larvanya hidup mencapai beberapa tahun.

4. Periode Tua

Periode tua ini dimulai dengan terjadinya kemunduran fisik dan fungsi organ tubuh hewan. Periode tua ini diakhiri dengan suatu kematian. Seperti kita ketahui walaupun hewannya telah mati, tetapi kelanjutan hidup hewan diteruskan oleh sel-sel kelamin yang dikeluarkannya sebelum mati.

Dari ontogeni hewan di atas dapat kita simpulkan bahwa ada dua jenis siklus hidup hewan, yaitu siklus hidup langsung dan siklus hidup tidak langsung. Pada siklus hidup langsung anak yang dilahirkan (ditetaskan) sudah mirip dengan individu dewasa; sedangkan pada siklus hidup tak langsung anak yang dilahirkan (ditetaskan) berbentuk larva dan melalui proses metamorfosis akan terbentuk hewan yang sempurna.

Untuk lebih meningkatkan pemahaman Anda coba Anda lakukan pengamatan terhadap siklus hidup hewan-hewan di sekitar Anda. Selanjutnya Anda tuangkan dalam Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1.
Pengamatan siklus hidup hewan

No.	Nama Hewan	Nama Ilmiah	Siklus Hidup
1	Ayam	langsung
2	Ikan mas	<i>Cyprinus carpio</i>
3

Bagus! Anda telah melakukannya dengan baik, dan kami yakin Anda akan lebih memahami siklus hewan-hewan tersebut.

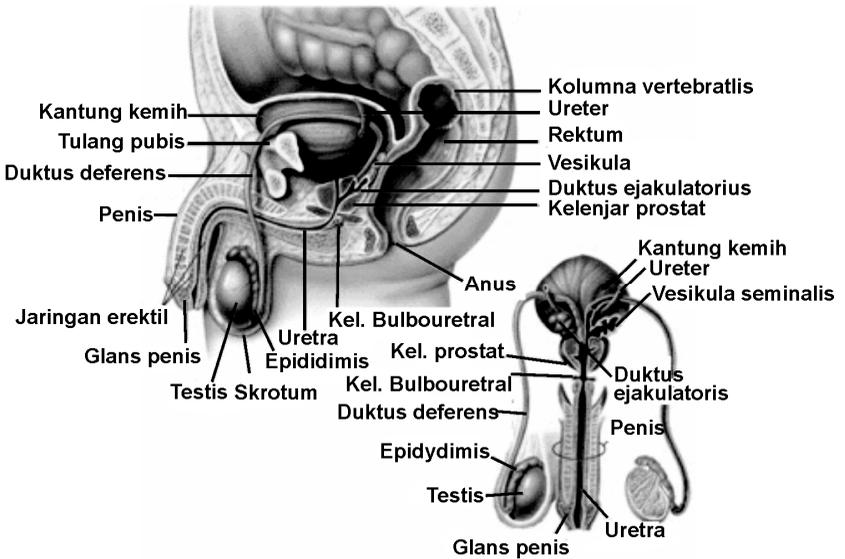
B. SISTEM REPRODUKSI

Sistem reproduksi hewan sangatlah bervariasi, baik struktur maupun bentuknya. Dalam kesempatan ini kita hanya akan membahas sistem reproduksi mamalia. Untuk lebih jelasnya, ikutilah uraian berikut.

1. Sistem Reproduksi Jantan

Sistem reproduksi jantan mamalia pada prinsipnya sama, yaitu terdiri atas sepasang testis, saluran kelamin, kelenjar kelamin dan penis. Tentu saja terdapat sedikit perbedaan antar spesies mamalia tersebut. Misalnya bentuk penis dan testis.

Untuk lebih jelasnya mari kita bahas tentang sistem reproduksi jantan pada manusia. Sistem reproduksi jantan manusia terdiri atas sepasang testis yang terdapat di dalam skrotum, saluran kelamin (epididimis dan vas deferens), kelenjar aksesoris (vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar cowper) dan penis. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 1.6 berikut.

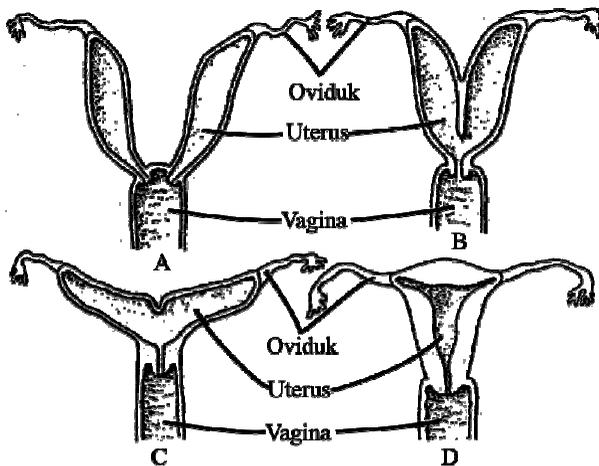


Gambar 1.6.
Organ reproduksi jantan pada manusia (Standley, 2007)

2. Sistem Reproduksi Betina

Seperti halnya sistem reproduksi jantan, sistem reproduksi betina mamalia pun memperlihatkan perbedaan, terutama bentuk uterus. Walaupun begitu secara prinsip mempunyai kesamaan, yaitu terdiri atas sepasang ovarium, sepasang oviduct, uterus, dan vagina.

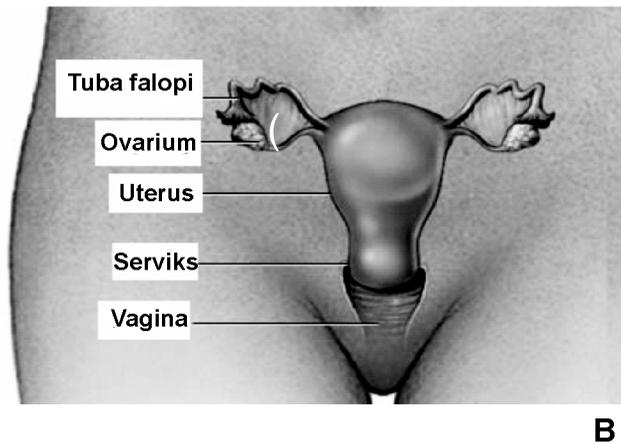
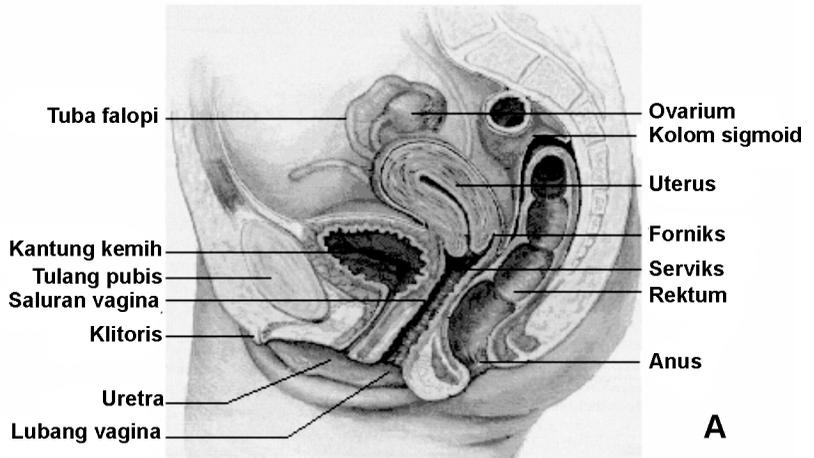
Bentuk uterus mamalia dikelompokkan menjadi empat kelompok menurut bentuknya, yaitu dupleks, bipartit, bikornu dan simpleks. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 1.7 berikut.



Gambar 1.7.

Empat tipe uterus mamalia: (A) dupleks, dijumpai pada marsupialia, (B) bipartit, pada rodentia; (C) bikornu, pada ungulata dan karnivora; (D) simpleks, pada primata (Carlson, 1988: 579)

Untuk membahas lebih rinci tentang sistem reproduksi betina, kita ambil saja sistem reproduksi betina manusia (wanita). Seperti telah disebutkan di atas, sistem reproduksi wanita terdiri atas sepasang ovarium, sepasang oviduk, uterus dan vagina. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 1.8 berikut.



Gambar 1.8
Organ reproduksi wanita (A) Tampak samping
(B) Tampak depan (Levin, 2006)

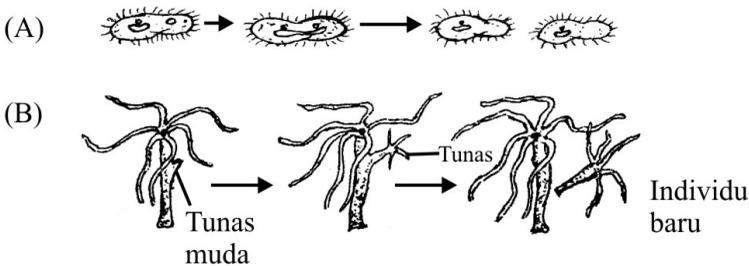
C. REPRODUKSI ASEKSUAL, SEKSUAL, DAN REPRODUKSI KHUSUS IN VIVO DAN IN VITRO

1. Reproduksi Aseksual dan Seksual

Reproduksi aseksual dan reproduksi seksual mungkin kurang Anda kenal, tetapi Anda lebih mengenal istilah perkembangbiakan vegetatif dan generatif. Istilah reproduksi aseksual sama dengan perkembangbiakan vegetatif, sedangkan reproduksi seksual sama dengan perkembangbiakan generatif. Jadi konsep tersebut sudah Anda kenal bukan? Tentu, karena Anda pun pernah mengajarkannya pada murid-murid Anda. Oleh karena itu, dalam pembahasan kali ini tidak akan dibahas secara rinci tentang materi tersebut.

Reproduksi aseksual adalah jenis perkembangbiakan yang dilakukan oleh sel tubuh tanpa melibatkan sel kelamin. Pada hewan, perkembangbiakan seperti ini, umumnya hanya dijumpai pada hewan rendah, misalnya *Paramecium*, *Amoeba* dan *Euglena* (membelah diri); *Hydra* dan ubur-ubur (bertunas); bintang laut dan *Planaria* (fragmentasi).

Untuk lebih jelasnya coba Anda perhatikan Gambar 1.9 berikut.



Gambar 1.9
Reproduksi aseksual pada hewan
A. Pembelahan *Paramecium* sp.
B. Pertunasan *Hydra* sp.

Reproduksi seksual adalah perkembangbiakan makhluk hidup yang melibatkan gamet (sel kelamin). Dengan demikian yang dimaksud reproduksi seksual bukan hanya perkembangbiakan melalui perkawinan, tetapi partenogenesis pun termasuk di dalamnya. Contoh reproduksi seksual yang melibatkan penyatuan gamet jantan dan betina umumnya kita jumpai pada hewan tingkat tinggi, seperti ikan, amfibi, reptil, burung dan mamalia.

Partenogenesis merupakan sejenis reproduksi seksual di mana gamet betina (ovum) tumbuh menjadi embrio tanpa kehadiran gamet jantan (sperma). Contohnya pada lalat buah, *Drosophila mangabeirai*, satu dari polosit berfungsi sebagai sperma dan membuahi inti oosit pada pembelahan meiosis II. Serangga tertentu melakukan penggandaan kromosom sel kelamin sebelum melakukan pembelahan meiosis sehingga dihasilkan sel telur yang bersifat diploid dan dapat berpartenogenesis.

Pada kasus di atas individu hasil partenogenesis (partenogenon) bersifat diploid. Adakah partenogenon yang bersifat haploid? Jawabannya ada. Contohnya pada hymenoptera (lebah dan semut), sel-sel telur yang tidak dibuahi berkembang menjadi individu jantan; sedangkan telur-telur yang dibuahi berkembang menjadi individu betina. Jantan haploid ini dapat menghasilkan sperma tanpa melalui meiosis I, dan langsung melakukan meiosis II sehingga dihasilkan dua sperma.

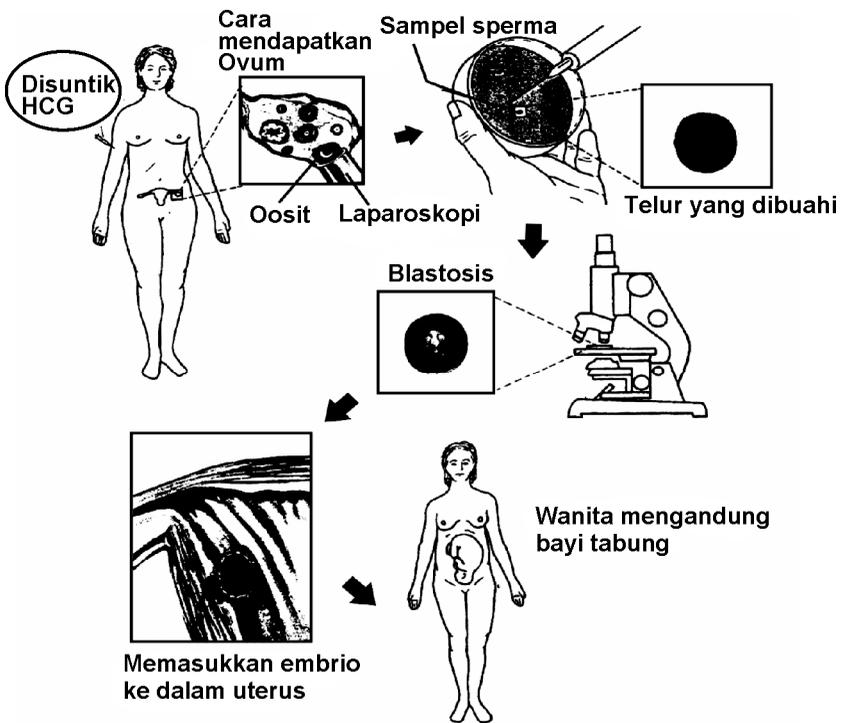
2. Reproduksi Buatan (*in vivo* dan *in vitro*)

Reproduksi buatan biasanya dilakukan oleh manusia untuk kesejahteraannya. Reproduksi *in vivo*, merupakan reproduksi buatan di mana pertemuan gamet jantan dan betina terjadi di dalam tubuh hewan. Contoh yang paling mudah adalah metode kawin suntik pada beberapa jenis ternak. Pada proses ini sperma dari jantan yang kita inginkan ditransfer ke dalam saluran betina yang sedang berahi dengan sejenis alat yang menyerupai jarum suntik, sehingga disebut kawin suntik.

Apa yang disebut reproduksi *in vitro*? Reproduksi *in vitro* merupakan suatu reproduksi buatan dengan cara menyatukan gamet jantan dan betina di luar tubuh hewan yang bersangkutan, yang biasanya pada cawan petri, karena itulah disebut "in vitro" yang secara harfiah artinya di dalam gelas (cawan).

Bagaimana teknik fertilisasi *in vitro* pada manusia? Mula-mula mendapatkan telur-telur yang matang dari tubuh ibu. Hal ini dilakukan dengan menyuntikkan *human chorionoc gonadotropin* (hCG) pada seorang ibu sehingga akan menghasilkan beberapa sel telur dalam suatu siklus seksualnya. Dengan teknik pembedahan laparoskopi, sel-sel telur yang sudah matang diangkat dari ovarium dengan pipet khusus, sel-sel telur tersebut ditempatkan di dalam cawan dan dicampurkan dengan semen suaminya atau donor jika suaminya steril. Zigot yang terbentuk dipelihara dalam cawan tersebut dan dibiarkan berkembang. Sementara itu tubuh sang ibu dikondisikan sedemikian rupa sehingga siap menerima konsepsi

(embrio). Ketika embrio dalam cawan masih berbentuk bola sel (morula atau blastula), diisap dengan sejenis alat dan selanjutnya ditransfer ke dalam rongga uterus sang ibu. Biasanya embrio akan berkembang, berimplantasi, dan menjadi individu baru seperti layaknya kehamilan biasa. Teknik seperti ini sering disebut teknik bayi tabung. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang teknik pembuatan bayi tabung, dapat Anda simak pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10
Diagram pembuatan bayi tabung (Maxon & Daugherty, 1985)

D. FUNGSI REPRODUKSI

Reproduksi pada manusia mulai berlangsung bersamaan dengan datangnya masa pubertas. Selama masa pubertas terjadi perubahan-perubahan yang menuju pada kematangan seksual. Misalnya, dimulainya pembentukan/pematangan gamet (sperma atau ovum), pematangan organ-organ seksual dan timbulnya ciri-ciri kelamin sekunder.

Pada testis matang, hormon-hormon gonadotropin dari hipofisis seperti LH (*Luteinizing hormone*) dan FSH (*Follicular stimulating hormone*) mulai berfungsi. LH merangsang sel-sel Leydig untuk menghasilkan testosteron. Selanjutnya testosteron akan mempengaruhi proses spermatogenesis di dalam tubulus seminiferus. Sedangkan FSH diikat oleh reseptor pada sel Sertoli yang berfungsi mendukung proses spermatogenesis.

Pada ovarium matang, FSH diikat oleh reseptor pada permukaan sel-sel folikel atau sel-sel granulosa yang berfungsi mendukung pertumbuhan sel telur atau memproduksi hormon estrogen sedangkan LH oleh reseptor sel-sel teka dan berfungsi mengubah sel-sel folikel menjadi korpus luteum yang menghasilkan progesteron.

Perubahan hormonal pada masa pubertas menyebabkan seorang anak perempuan mulai menstruasi. Usia untuk mencapai menstruasi pertama dipengaruhi oleh gizi, lingkungan, dan faktor keturunan. Pada masyarakat yang makanannya bergizi tinggi umumnya menstruasi pertama datang lebih awal daripada masyarakat yang kurang gizi, sedangkan orang stres umumnya terjadi kelambatan dalam menstruasi pertamanya. Pengaruh faktor keturunan tampak dengan adanya perbedaan usia perempuan mencapai menstruasi pertamanya antar etnis. Di Amerika usia menstruasi pertama berkisar antara umur 12-14 tahun.

Menstruasi pada seseorang menunjukkan kesiapan untuk melakukan reproduksi. Ketika terjadi perkawinan maka pada umumnya akan diikuti oleh kehamilan dan pada saat kehamilan dimulai, hormon-hormon seks menunjangnya. Korpus luteum menghasilkan progesteron yang menunjang kehamilan dan menghambat ovulasi. Prolaktin dan progesteron merangsang perkembangan jaringan/kelenjar susu pada mamalia dan kelenjar tembok pada burung.

Pada beberapa mamalia konsentrasi progesteron yang tinggi selama kehamilan dipertahankan sampai masa menyusui. Hal ini akan menekan

perkembangan telur-telur berikutnya. Karena sifat inilah progesteron sintesis dapat digunakan sebagai alat kontrasepsi.

Tanda seorang wanita berakhir masa reproduksinya adalah datangnya masa "menopause", yaitu masa berakhirnya menstruasi, tetapi ovulasi mungkin masih terjadi beberapa kali sampai akhirnya berhenti sama sekali. Usia menopause juga dipengaruhi oleh nutrisi dan faktor keturunan. Di Amerika usia menopause berkisar antara usia akhir 40 tahun sampai awal 50 tahun.

Hal di atas menunjukkan bahwa fungsi reproduksi pada makhluk hidup bersifat sementara (datang dan pergi). Hal tersebut hanyalah untuk mempertahankan kelangsungan hidup jenisnya di dunia ini. Seperti kita ketahui bahwa jasad makhluk hidup yang terbuat dari sel somatis bersifat sementara (fana) sedangkan sel kelamin akan terus hidup sejalan dengan fungsi reproduksi makhluk hidup yang bersangkutan.

Bila fungsi reproduksi suatu spesies telah gagal maka kelangsungan hidup spesies tersebut terancam punah.

E. SIKLUS SEKSUAL

Siklus seksual pada mamalia umumnya hanya terlihat nyata pada hewan betina. Siklus seksual pada hewan jantan umumnya tidak tampak, karena pengaruh hormonal di dalam tubuhnya relatif konstan. Namun siklus seksual pada jantan ada walaupun tidak begitu nyata, misalnya pada kebanyakan karnivora di mana sperma banyak dibentuk hanya pada musim kawin saja. Lain halnya dengan keadaan hormonal (hormon seks) di dalam tubuh hewan (mamalia) betina yang tampak berfluktuasi membentuk siklus tertentu. Hal ini tentu saja berpengaruh terhadap fungsi reproduksinya. Ada saat-saat tertentu di mana tubuh hewan betina tersebut siap bereproduksi, sedangkan saat yang lain tidak. Bagaimana halnya dengan hewan jantan? Hewan jantan umumnya siap bereproduksi kapan saja diperlukan.

Siklus seksual pada dasarnya melibatkan perubahan-perubahan dalam organ reproduksi terutama pada ovarium. Ovarium berosilasi antara fase folikuler dan fase luteal. Pada fase folikuler atau folikulogenik, folikel tumbuh dan berdiferensiasi, folikel-folikel post ovulasi membentuk kelenjar luteal (korpus luteum). Oleh karena itu, siklus seksual ini sering disebut siklus ovarium (*ovarian cycle*).

Kebanyakan mamalia merupakan "ovulator spontan" dengan siklus reproduksi yang konstan, walaupun siklus tersebut sangat berlainan antar spesies. Sekelompok mamalia yang melakukan ovulasi satu kali dalam setahun disebut mamalia monoestrus (serigala dan sejenis rusa). Beberapa jenis mamalia berovulasi beberapa kali dalam setahun yang disebut mamalia poliestrus (kuda, kambing, tikus dan beberapa jenis primata).

Beberapa jenis mamalia (kelinci, kucing dan unta) ovulasinya dapat dirangsang (ovulator terinduksi). Hewan-hewan ini akan berovulasi pada saat terjadi "koitus".

Proses ovulasi pada hewan yang bersifat ovulator spontan dan ovulator terinduksi dipengaruhi oleh sistem hormonal.

1. Siklus Estrus pada Mamalia Non-primata

Dalam siklus estrus terdapat suatu periode/masa yang disebut masa estrus di mana hewan betina berkeinginan kuat untuk melakukan koitus. Oleh karena itu masa estrus sering disebut *period of heat*. Siklus estrus merupakan rangkaian kejadian yang berhubungan dengan persiapan uterus untuk menerima zigot. Tentu saja siklus ini juga berhubungan dengan pematangan telur dan perubahan tingkah laku seksual pada mamalia. Siklus estrus terbagi atas beberapa fase yaitu proestrus, estrus, metestrus, dan diestrus.

Proestrus, pada fase ini terjadi penebalan endometrium dan mukosa vagina. Pada saat ini dinding uterus (endometrium) lebih tebal, halus dan lebih berglandular; kelenjar-kelenjarnya tumbuh maksimal, serta terjadi pengeluaran cairan yang disebut uterin milk. Pada fase ini folikel telur dalam ovarium telah matang dan menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Perubahan-perubahan tersebut dirangsang oleh hormon yang dihasilkan hipofisis yaitu FSH (folicle stimulating hormone).

Estrus, pada fase ini produksi estrogen bertambah dan terjadi ovulasi. Mukosa uterus menebal dan banyak mengandung pembuluh darah, pada waktu inilah hewan betina siap menerima hewan jantan untuk melakukan kopulasi.

Metestrus, terjadi pembentukan korpus luteum dari sel-sel folikel. Pada saat ini korpus luteum aktif memproduksi progesteron yang berfungsi mempersiapkan uterus untuk menerima zigot. Pada fase ini estrogen dalam tubuh hewan berkurang. Pada saat ini hewan betina tidak responsif terhadap jantan untuk berbiak, bahkan kadang-kadang menentang jika ada jantan yang mendekati. Jika ovum tidak dibuahi, maka dinding uterus yang sudah

dipersiapkan akan menyusut kembali atau luruh tetapi tidak terjadi pendarahan.

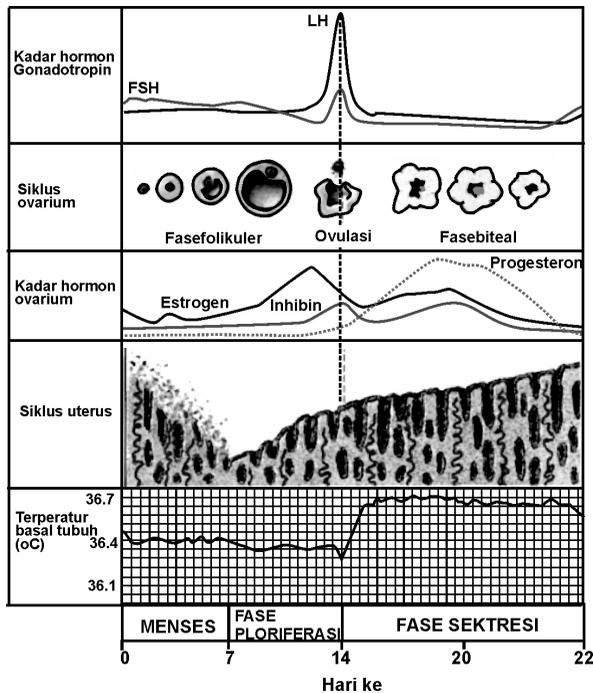
Diestrus, merupakan periode istirahat, di mana uterus kembali lagi ke struktur semula, korpus luteum berdegenerasi menjadi korpus albikan dan akan menghilang sebelum terjadi ovulasi berikutnya. Jika terjadi pembuahan dan kehamilan maka korpus luteum ini akan dipertahankan.

Lamanya waktu yang diperlukan untuk setiap siklus estrus bervariasi untuk hewan misalnya pada babi memakan waktu 21 hari dan mencit 4-5 hari.

2. Siklus Menstruasi pada Primata

Pada primata siklus seksual ditandai dengan menstruasi, yaitu uterus mengeluarkan kotoran berupa darah, lendir, dan sisa-sisa sel. Pada manusia seperti telah kita ketahui, menstruasi pertama terjadi pada usia 12-14 tahun dan siklus menstruasinya berlangsung terus sampai tiba masa menopause. Lama menstruasi pada manusia umumnya berkisar 4-5 hari, namun terdapat perbedaan-perbedaan antar individu.

Siklus menstruasi dapat dibagi menjadi 3 fase, yaitu (1) fase menses, (2) fase proliferasi dan (3) fase sekretori. Bagaimana kondisi endometrium pada ketiga fase tersebut? Untuk itu coba kita cermati Gambar 1.11 berikut.



Gambar 1.11
Perubahan-perubahan hormonal, endometrium pada siklus menstruasi
(Fletcher & Marcinkiewicz, 2007)

Pada gambar di atas tampak jelas bahwa pada hari 1-5 siklus terdapat garis (pita) tebal yang berarti terjadi pengikisan ketebalan dinding uterus yang ditandai dengan adanya pendarahan. Fase ini disebut dengan *fase menses*. Umumnya pada hari kelima endometriun ini mulai memperbaiki diri, dengan jalan proliferasi sel-sel dari bagian dalam kelenjar yang masih tersisa pada lapisan basal. Kelenjar-kelenjar uterus ini bertambah panjang sedangkan endometrium semakin tebal. Namun pada fase ini kelenjar tersebut masih relatif langsing, lurus dan belum bersekresi. Fase ini dikenal dengan fase proliferasi.

Setelah ovulasi, fase proliferasi berubah secara berangsur-angsur menuju *fase sekretori*. Dinding kelenjar uterus tidak beraturan dan ukuran lumennya membesar, serta terjadi sekresi. Pada fase ini terjadi peningkatan jumlah arteri kecil pada endometrium sampai mendekati permukaan. Arteri-arteri ini cenderung berbentuk spiral. Seminggu setelah ovulasi menunjukkan

terjadinya peningkatan aktivitas histologi. Kelenjar-kelenjar mengembang dan terjadi penambahan ketebalan jaringan mukosa, yang semula kurang lebih 1 mm menjadi 4-5 mm. Pada fase ini uterus telah siap untuk menerima embrio dan memberi makanan pada embrio muda tersebut.

Jika embrio tidak berimplantasi maka aktivitas fase sekretori berakhir dan segera terjadi menstruasi. Dengan demikian siklus menstruasi akan berjalan terus. Sebaliknya jika terjadi implantasi maka dinding uterus akan tetap dipertahankan sampai kehamilan berakhir.

3. Pengaturan Hormonal pada Siklus Seksual Hewan Betina

Seperti telah kita ketahui bahwa hormon memegang peranan penting dalam siklus seksual. Ada beberapa jenis hormon yang mengontrol proses reproduksi pada mamalia. Untuk lebih jelasnya coba Anda kaji Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2.
Hormon-hormon utama yang terlibat dalam reproduksi mamalia

Jenis hormon	Tempat diproduksi	Bahan penyusun	Fungsi
Gonadotropin releasing hormone (GnRH)	Hipotalamus	Polipeptida	Merangsang pelepasan LH dan FSH yang diproduksi oleh hipofisis anterior.
FSH	Hipofisis anterior	Glikoprotein (BM 35.000)	Merangsang sel-sel folikel untuk menghasilkan estrogen.
LH	Hipofisis anterior	Glikoprotein (BM 28.000)	Merangsang sel-sel folikel dan korpus luteum untuk menghasilkan progesteron.
Prolaktin	Hipofisis anterior	Polipeptida (198 asam amino)	Merangsang kelenjar susu (<i>mammary gland</i>) untuk menghasilkan air susu.
Oksitosin	Hipofisis posterior	Oligopeptida	Merangsang kelenjar susu untuk mengeluarkan air susu.
Estrogen	Ovarium/plasenta	Steroid	Merangsang kontraksi otot uterus pada saat melahirkan.
Progesteron	Ovarium/plasenta	Steroid	Berpengaruh terhadap kondisi saluran kelamin, lemak tubuh, pertumbuhan tulang dan perkembangan (kelenjar) susu.
Testosteron	Ovarium	Steroid	Prekursor estrogen dan merangsang degenerasi folikel telur (atresia).

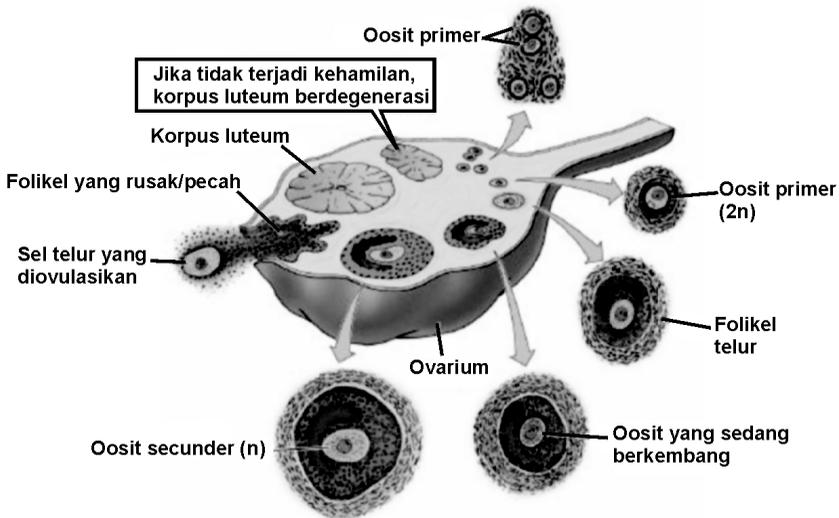
Jenis hormon	Tempat diproduksi	Bahan penyusun	Fungsi
Human chorionic gonadotropin (hCG)	Plasenta	Glikoprotein (BM 30.000)	Memelihara aktivitas korpus luteum selama kehamilan.
Human placental lactogen (somatomammotropin)	Plasenta	Polipeptida (BM 20.000)	Merangsang perkembangan susu dan korpus luteum selama kehamilan.

Sumber: Carlson, 1988

Bagaimana pengaruh hormon terhadap siklus seksual mamalia? Marilah kita bahas bersama.

Pada siklus seksual yang normal, satu sel folikel ovarium mulai matang, yang disebabkan oleh adanya peningkatan konsentrasi FSH. FSH dan LH merupakan hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis. Hormon-hormon tersebut berperan dalam merangsang produksi estrogen oleh sel-sel folikel. Biasanya dalam satu siklus dari sejumlah folikel yang berkembang hanya satu buah folikel telur yang akan bertahan sedangkan yang lainnya akan mengalami proses degenerasi. Folikel yang tersisa ini akan meningkatkan sekresi estrogen pada akhir fase folikuler. Meningkatnya jumlah estrogen yang disekresikan folikel ovarium mempengaruhi aksis hipotalamohipofisis. Sehari setelah terjadinya puncak konsentrasi estrogen di dalam darah, dan mungkin karena meningkatnya hormon pelepas (GnRH) dari hipotalamus, maka terjadi lonjakan konsentrasi FSH dan LH. Untuk lebih jelasnya perhatikan kembali Gambar 1.11.

Lonjakan LH menyebabkan terjadinya ovulasi. Sebelum terjadi ovulasi produksi estrogen menurun, mungkin terjadi karena adanya penurunan sensitivitas sel-sel folikel terhadap gonadotropin (FSH dan LH). Setelah terjadinya ovulasi, sisa-sisa folikel yang ada di ovarium akan membentuk korpus luteum. Untuk lebih jelasnya coba Anda perhatikan dan simak pula Gambar 1.12 berikut.



Gambar 1.12

Diagram skematik perkembangan folikel pada siklus ovarium

Korpus luteum mensekresikan estrogen dan terutama progesteron yang jumlahnya secara berangsur-angsur meningkat sampai konsentrasinya dalam darah paling tinggi. Dengan meningkatnya produksi hormon steroid dan inhibin, maka terjadi *feedback* yang menghambat kerja aksis hipotalamohipofisis sehingga produksi FSH dan LH berkurang. Pada akhir fase luteal korpus luteum berdegenerasi, penyebabnya belum diketahui dengan pasti, tetapi mungkin karena perubahan sensitivitas sel-sel luteal terhadap LH. Akibat dari berdegenerasinya korpus luteum maka produksi estrogen dan progesteron oleh ovarium menurun.

Keadaan tersebut merangsang produksi hormon pelepas (GnRH) oleh hipotalamus dan gonadotropin (FSH dan LH) oleh hipofisis. Dengan demikian siklus akan berulang kembali.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Coba Anda perhatikan siklus hidup burung, kemudian bandingkan dengan siklus hidup katak! Apa yang membedakan keduanya? Jelaskan!
- 2) Jelaskan perbedaan antara sistem reproduksi betina tikus, kucing, dan manusia!
- 3) Jelaskan perbedaan pokok reproduksi buatan dengan teknik *in vivo* dengan *in vitro*!
- 4) Coba Anda renungkan mengapa orang hamil tidak pernah menstruasi?
- 5) Jelaskan perbedaan proses ovulasi pada kelinci dengan ovulasi pada manusia!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab semua pertanyaan di atas dengan baik, ikutilah rambu-rambu berikut.

- 1) Untuk menjawab pertanyaan ini, perlu Anda pahami dahulu siklus hidup hewan tersebut. Apakah kedua jenis hewan tersebut bertelur? Benar bukan? Lalu apakah individu baru yang ditetaskan pada kedua jenis hewan ini bentuknya seperti hewan dewasa? Ataupun masih berbentuk larva? Dengan serentetan pertanyaan tersebut kami yakin Anda akan mampu menjawab pertanyaan tersebut dengan benar!
- 2) Coba Anda kaji kembali uraian tentang sistem reproduksi! Hal apakah yang membedakan ketiganya? Apakah ketiga jenis hewan ini mempunyai ovarium, uterus dan vagina? Lalu perbedaan utamanya di mana? Untuk lebih jelasnya coba Anda perhatikan Gambar 1.5, kami yakin Anda dapat menjawabnya dengan benar.
- 3) Untuk menjawab pertanyaan ini Anda cukup mengkaji kembali uraian tentang reproduksi buatan.
- 4) Coba Anda kaji kembali peran hormonal pada ibu hamil! Apa yang dihasilkan korpus luteum? bagaimana kandungan progesteron selama kehamilan? Lalu apa salah satu fungsi progesteron? Kami yakin Anda dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan benar.

- 5) Untuk menjawab pertanyaan ini, coba Anda kaji kembali materi tentang siklus seksual. Apakah masa ovulasi kelinci dan manusia sama? Bagaimana dengan kelinci apakah ovulasi terjadi sejalan dengan siklus estrusnya? Apakah kopulasi merangsang ovulasi pada manusia dan kelinci? Kami yakin Anda dapat menjawabnya dengan benar.



RANGKUMAN

Ontogeni hewan dibagi atas tiga periode; yaitu periode embrio, dewasa dan periode tua. Sedangkan siklus hidup hewan terdiri dari siklus hidup langsung dan siklus hidup tak langsung. Siklus hidup langsung terjadi tanpa melalui tahapan larva, sedangkan siklus tak langsung mengalami tahap larva.

Sistem reproduksi jantan mamalia pada prinsipnya sama, yaitu terdiri atas testis, saluran kelamin, kelenjar kelamin dan penis. Tentu saja ada perbedaan dalam hal bentuk dan ukuran penis serta testisnya. Sistem reproduksi betina mamalia juga pada prinsipnya sama, yaitu terdiri atas ovarium, uterus dan vagina. Perbedaan utama adalah pada bentuk uterus, yaitu ada yang berbentuk dupleks, bipartit, bikornu dan simpleks.

Reproduksi hewan dibedakan atas reproduksi aseksual dan seksual. Disebut reproduksi aseksual jika proses perkembangbiakan hanya melibatkan sel-sel somatis (tubuh) tanpa melibatkan sel kelamin; sedangkan jika melibatkan sel kelamin disebut reproduksi seksual. Dengan demikian partenogenesis pun termasuk seksual, karena melibatkan sel telur.

Menurut terjadinya, reproduksi dibagi atas reproduksi alami dan buatan. Reproduksi buatan melalui dua teknik yaitu *in vivo* dan *in vitro*. Disebut *in vivo* jika reproduksi buatan mempertemukan gamet di dalam tubuh hewan betina, seperti kawin suntik. Sedangkan pada teknik *in vitro* pertemuan sel kelamin (sperma dan ovum) dilakukan di luar tubuh induk. Embrio yang terbentuk ditransfer ke uterus hewan betina.

Siklus seksual umumnya hanya terlihat nyata pada mamalia betina. Siklus seksual pada mamalia dibedakan atas siklus estrus dan siklus menstruasi. Perbedaan utamanya terjadi pada ada atau tidaknya pendarahan pada setiap siklus.

Siklus seksual terjadi karena adanya peran hormonal di dalam tubuh hewan. Hormon-hormon yang berperan dalam siklus seksual antara lain FSH, LH, estrogen, progesteron, dan inhibin.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Hewan-hewan berikut yang mengalami siklus hidup langsung adalah
 - A. katak dan ikan
 - B. belalang dan katak
 - C. ayam dan kambing
 - D. ayam dan katak

- 2) Hewan-hewan berikut yang mempunyai uterus simpleks adalah
 - A. kambing dan kucing
 - B. tikus dan marmut
 - C. kera dan manusia
 - D. gajah dan manusia

- 3) Perkembangbiakan hewan berikut yang tergolong aseksual adalah
 - A. partenogenesis pada serangga
 - B. pertunasan pada *Hydra* sp
 - C. kawin suntik
 - D. pembentukan individu jantan pada lebah

- 4) Hormon berikut yang merangsang sel-sel Leydig untuk menghasilkan testosteron adalah
 - A. LH
 - B. FSH
 - C. progesteron
 - D. estrogen

- 5) Hewan-hewan berikut yang tergolong ovulator spontan adalah
 - A. kelinci, unta, dan kambing
 - B. tikus, kelinci, dan kambing
 - C. tikus, sapi, dan kambing
 - D. unta, kambing dan sapi.

- 6) Karakteristik berikut merupakan tanda-tanda proestrus, *kecuali*
 - A. endometrium dan mukosa vagina menebal
 - B. terjadi sekresi uterin milk
 - C. folikel telur dalam ovarium telah matang
 - D. terjadi pembentukan korpus luteum

- 7) Betina hewan-hewan berikut yang mengalami siklus menstruasi adalah
- keras, babon, gorila
 - keras, babon, anjing
 - keras, anjing, harimau
 - anjing, harimau, kerbau
- 8) Hewan-hewan yang tergolong ovulator terinduksi adalah
- kelinci, unta, dan kucing
 - tikus, kelinci, dan kucing
 - tikus, sapi, dan kambing
 - unta, kambing, dan sapi
- 9) Hormon-hormon berikut yang dihasilkan oleh korpus luteum
- FSH dan LH
 - inhibin dan progesteron
 - estrogen dan progesteron
 - androgen dan progesteron
- 10) Sejenis hormon yang hanya dihasilkan ketika seorang ibu mengalami kehamilan adalah
- hCG dan somatomotropin
 - human placentallactogen dan estrogen
 - prolaktin dan progesteron
 - estrogen dan progesteron

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) B Jamur merang tumbuh begitu saja dari merang padi merupakan pendapat yang mendukung teori abiogenesis yang intinya makhluk hidup berasal dari benda mati.
- 2) D de Graaf, jawaban A, B dan C salah karena bukan penemu folikel telur.
- 3) A Preformasi, teori preformasi beranggapan bahwa di dalam telur terdapat homunkulus.
- 4) B Karena aliran ovulis beranggapan bahwa hanya telurlah yang bertanggung jawab atas terbentuknya individu baru.
- 5) A Penganut aliran animalkulis percaya bahwa di dalam sperma terdapat bakal janin yang disebut homunkulus, karena itu aliran ini beranggapan bahwa sperma yang menentukan perkembangan individu baru.
- 6) C Sudah jelas, lihat uraian.
- 7) B Epigenesis, jawaban A, C dan D salah.
- 8) C Teori rekapitulasi mengungkapkan hal tersebut.
- 9) C Salah satu inti teori plasma germinal mengungkapkan hal tersebut.
- 10) A Pernyataan tersebut menandakan bahwa jalur sel kelamin (germinal) terpisah dari jalur sel somatis.

Tes Formatif 2

- 1) C Ayam dan kambing mengalami siklus hidup langsung, karena hewan-hewan ini tidak mengalami tahap larva.
- 2) C Kera dan manusia mempunyai uterus yang simpleks.
- 3) B Pertunasan pada *Hydra* sp, karena pada pertunasan ini tidak melibatkan sel kelamin.
- 4) A LH merupakan sejenis hormon yang berfungsi merangsang sel-sel Leydig untuk membentuk testosteron.
- 5) C Tikus, sapi, dan kambing merupakan ovulator spontan.
- 6) D Pembentukan korpus luteum bukan tanda fase proestrus melainkan salah satu tanda dari fase metestrus.
- 7) A Karena siklus menstruasi hanya terjadi pada bangsa primata.

- 8) A Kelinci, unta, dan kucing merupakan ovulator terinduksi. Hewan ini akan berovulasi saat terjadi kopulasi.
- 9) C Estrogen dan progesteron dihasilkan oleh korpus luteum.
- 10) A hCG dan somatomotropin dihasilkan oleh plasenta.

Glosarium

- Diferensiasi sel: proses perkembangan sel sehingga sel-sel akan berkembang menjadi bermacam-macam sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang berbeda.
- Fragmentasi : pembiakan dengan cara fragmentasi artinya potongan-potongan tubuhnya dapat berkembang menjadi individu baru.
- Implantasi : proses pelekatan atau penanaman embrio pada dinding uterus.
- Mikroskopis : makhluk hidup mikroskopis, artinya makhluk hidup yang sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Lawannya makhluk makroskopis yaitu yang mudah dilihat dengan mata telanjang.
- Ontogeni : proses perkembangan makhluk hidup mulai zigot sampai mati.
- Ovulasi : proses pelepasan sel telur dari ovarium.
- Partenogenesis : proses pembentukan individu baru dari sel telur tanpa dibuahi.
- Progresif : pertumbuhan progresif artinya pertumbuhan yang berlangsung secara berangsur-angsur.
- Sel germinal : sel kelamin.

Daftar Pustaka

- Aninom. (1998). Ovarian cycle. <http://www.mie.utoronto.ca/labs/lcdlab/biopic/biofigures.htm>. [6 Juni 2007]
- Balinsky, B.I. (1981). *An Introduction to Embriology*, 5th ed. Philadelphia: Saunders College Publ.
- Carlson, B.M. (1988). *Patten's Foundations of Embriology*, 5th ed. New York: McGraw Hill Book Co.
- Djuhanda, T. (1980). *Embriologi Perbandingan*. Bandung: Armico.
- Fletcher, D & Marcinkiewicz, J. (2007). *Advanced Human Physiology*. <http://dept.kent.edu/biology/courses/60495/Men.html>. [6 Juni 2007]
- Huettner, A.F. (1957). *Comparative Embriology of the Vertebrates*. New York: The Macmillan Co.
- Johnson, M & Everit, B. (1988). *Essensial Reproduction*, 3th ed. Oxford: Blackwell Scenfific publ.
- Levin, K. 2006. Infertility. http://www.valleyhealth.com/Health_Library/mayo_catlinks.asp?navid=14&sp=390 [5 Juni 2007]
- Maxon, L.R. and Daugherty, C.H. (1985). *Genetics a Human Perspective*. Iowa: WM.C. Brown Publisher.
- Shostak, S. (1991). *Embriology: An Introduction to Developmental Biology*. New York: Harpercollins Publ.
- Somarwoto, I, dkk. (1981). *Biologi Umum III*. Jakarta: Gramedia.
- Standley, L.J. 2007. *The male reproductive system*. http://www.drstandley.com/bodysystems_malerepro.shtml. [5 Juni 2007]