

UNIT INSTRUKSI EMBRIOLOGI DASAR

KONSEP PERKEMBANGAN ORGANISME
PENGANTAR ANATOMI, HISTOLOGI DAN FISILOGI ALAT REPRODUKSI
PERKEMBANGAN ALAT REPRODUKSI MASA EMBRIONAL



Penanggung Jawab : Dr. Bambang Poernomo S., MS., Drh

Tim Penyusun : Maslichah Mafruchati, Drh
Widjiati, M.Si., Drh
Epy Muhammad Luqman, Drh
Endang Dewi Masithah, M.P., Ir
Ahmad Taufik Mukti, M.Si., S.Pi

LABORATORIUM FISILOGI REPRODUKSI
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2003

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA – SURABAYA

UNIT INSTRUKSI EMBRIOLOGI DASAR

**KONSEP PERKEMBANGAN ORGANISME
PENGANTAR ANATOMI, HISTOLOGI DAN FISILOGI ALAT REPRODUKSI
PERKEMBANGAN ALAT REPRODUKSI MASA EMBRIONAL**



Penanggung Jawab : Dr. Bambang Poernomo S., MS., Drh

**Tim Penyusun : Maslichah Mafruchati, Drh
Widjiati, M.Si., Drh
Epy Muhammad Luqman, Drh
Endang Dewi Masithah, M.P., Ir
Ahmad Taufik Mukti, M.Si., S.Pi**

**LABORATORIUM FISILOGI REPRODUKSI
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2003**

KATA PENGANTAR

Diktat ini dibuat sebagai bahan bacaan bagi mahasiswa yang akan mengikuti kuliah Ilmu Mudigah. Bahan yang diperoleh merupakan petunjuk awal bagi mahasiswa agar memperoleh wawasan tentang masalah yang akan dihadapi. Selanjutnya diharapkan mahasiswa dapat mendalami masalah mudigah menggunakan buku acuan atau majalah yang terdapat diperpustakaan atau tempat lain, sehingga diktat ini bukan satu-satunya buku pegangan mahasiswa.

Diktat ini diharapkan dapat disampaikan sebelum kuliah dimulai sehingga mahasiswa dapat mempelajari sebelum kuliah / tatap muka berlangsung. Kegiatan kuliah hanya merupakan kegiatan belajar mengajar dalam bentuk tatap muka yang berlangsung dalam waktu pendek. Selama kuliah hanya diberi pengantar secara singkat sedang masalah rinci harus dibaca dari diktat atau acuan yang lain. Sementara hal-hal yang kurang jelas atau ambigu (mendua arti) dapat dibahas pada saat diskusi.

Laporan praktikum merupakan satu kesatuan dari diktat yang tidak terpisahkan. Laporan tersebut merupakan bagian dari penilaian pendidikan untuk setiap mahasiswa. Semua laporan praktikum akan diperiksa, dinilai dan dikembalikan pada mahasiswa sebagai bahan pelajaran.

Mudah-mudahan diktat ini bermanfaat bagi semua pembaca, baik dosen, mahasiswa maupun yang berminat dibidang Ilmu Mudigah. Selanjutnya Diktat Pengantar Ilmu Mudigah ini disampaikan dihadapan Almamater agar dapat digunakan sebesar-besarnya bagi kemaslahatan masyarakat banyak.

Surabaya, Nopember 2003

Tim Penyusun

KONSEP PERKEMBANGAN ORGANISME

A. KONSEP DASAR

1. Pengertian

Ilmu mudigah merupakan terjemahan dari kata latin Embryologi, yaitu logos yang berarti ilmu dan embryo yang berarti lembaga. Namun menurut Shadily (1983), kata ini berasal dari bahasa Yunani embruoo yang berarti buah yang belum dilahirkan. Kata dasarnya adalah bruoo yang artinya membengkak, sehingga secara singkat mudigah adalah fase buah kandungan dalam badan induk atau ibu pada saat awal setelah pembuahan.

Kapan periode awal ini berbeda-beda berdasarkan spesiesnya. Pada manusia misalnya periode awal ini sekitar 3 bulan, sedang sapi sekitar 1 bulan. Namun pada unggas periode mudigah dikenal sejak awal pembuahan sampai menetas. Jadi seluruh periode perkembangan unggas berada pada fase mudigah tanpa fase janin.

Mudigah memang berbeda dengan janin. Janin merupakan terjemahan dari fetus yang berarti buah atau anak. Pada fase ini kandungan dalam tubuh ibu atau induk sudah mencapai tahap lanjut. Pada tahap ini perkembangan bentuk yang lebih besar dan sudah dapat ditentukan jenis kelaminnya. Pada manusia normal buah kandungan dinamakan janin setelah kandungan berusia sekitar 3 bulan.

Menurut definisi Ilmu Mudigah adalah ilmu yang melacak asal muasal dan perkembangan organisme suatu individu pada suatu periode. Periode ini dapat meluas atau menyempit, namun secara singkat periode ini disebut periode mudigah.

Pengertian perkembangan pada periode ini sangat bervariasi, dari sederhana sampai lengkap yaitu perkembangan struktur dan fungsinya. Perkembangan juga secara karakteristik berarti kumulasi dari suatu kegiatan yang bergerak ke arah bentuk yang lebih maju, yaitu setiap komponen mempunyai tugas tersendiri dan menghasilkan bentuk lanjutan dengan menghilangkan bentuk-bentuk sederhana yang tidak bermakna. Bagaimanapun proses vital yang terdapat dalam perkembangan individu saat awal tidak berbeda secara mendasar dengan aktivitas yang dihasilkan saat akhir, sehingga diperoleh bentuk yang tetap dari bentuk-bentuk antara. Oleh karena itu, pola bentuk dan fungsi organisme sejak awal sudah menetap sementara perkembangan merupakan proses pemeliharaan untuk memperoleh bentuk yang sempurna.

Mudigah mempunyai fungsi berupa mekanisme yang mampu mengadaptasi secara seimbang antara kebutuhan dan lingkungan pada semua periode perkembangan. Namun kebanyakan perkembangan lanjut merupakan antisipasi dari fungsi yang sebelumnya tidak tampak. Jadi perubahan perkembangan secara utuh merupakan kontras yang tajam dengan peruntuhan jaringan, hambatan tumbuh dan perubahan fisiologis yang berkaitan dengan pemeliharaan proses kehidupan.

Perkembangan pada berbagai hewan umumnya dapat dibagi sesuai dengan proses kelahiran atau menetas, yaitu periode pre natal dan post natal. Pada kurun waktu yang panjang perhatian terutama ditujukan pada saat sebelum kelahiran, karena saat ini memang hewan tampak paling mencolok bentuknya. Kemudian perhatian ditujukan pada perkembangan penting selama proses pertumbuhan dari awal sampai dewasa. Konsep ini memperluas pengertian Ilmu Mudigah yang pada mulanya hanya mempelajari awal perkembangan menjadi seluruh selang perkembangan yang bertumpu pada reproduksi seksual. Oleh beberapa peneliti konsep ini didisain sebagai proses ontogeni. Pengertian ontogeni adalah sejarah pertumbuhan makhluk hidup (Sungguh, 1981).

Pada banyak hewan termasuk hewan vertebrata seperti ikan dan amfibi mempunyai kemampuan untuk hidup terpisah pada fase yang relatif amat muda (immature). Bentuk hidup bebas pada saat perkembangan belum lengkap disebut fase larva. Dalam bentuk yang lebih sederhana terdapat juga pada reptil, unggas dan mamalia. Sebagai contoh pada manusia saat lahir secara anatomi sudah lengkap, tetapi masih bergantung pada orang yang lebih tua untuk pemeliharaan dan makan. Pada saat anak balita, remaja sampai dewasa pembentukan organ semakin lengkap dan secara bertingkat semakin menunjukkan bentuk anatomi tubuh. Hanya setelah berumur 25 tahun pertumbuhan progresif akan berakhir dan tubuh akan mempunyai bentuk dewasa yang tetap.

2. Ruang Lingkup

Topik umum pembagian tahap perkembangan terbagi atas 2 katagori, yaitu morfologi dan fungsional. Morfologi dibagi atas bentuk, struktur dan hubungannya. Semua ini akan dijelaskan dan dibandingkan.

Jika sejarah pembentukan hewan dilacak dari setiap sel kecambah orang tua untuk menghasilkan bentuk dewasa, maka tampak perkembangan yang progresif perubahan sel menjadi jaringan, organ sampai bentuk tubuh sempurna sebagai bentuk

akhir. Bentuk kesatuan ini dijelaskan sebagai bentuk dewasa dengan struktur dan hubungan setiap bagian ini disebut sebagai Anatomi Perkembangan. Sebutan bentuk anatomi tetap untuk bentuk normal atau tidak normal (patologis).

Pembagian tahap perkembangan yang lain adalah fungsional. Hal ini dapat dijelaskan melalui serangkaian eksperimen dan analisis. Melalui metode ini cara kerja perkembangan dapat dijelaskan, seperti :

- a. Bagaimana kejadian yang tampak misterius dapat terbentuk pada fenomena fisik dan kimia ?
 - b. Bagaimana hubungan tiap organ agar terjadi interaksi dan koordinasi dalam mudigah ?
 - c. Bagaimana fisiologi janin dimulai dan cara kerjanya ?
- dan lain sebagainya.

Untuk mempelajari rangkaian kegiatan tersebut diperlukan suatu kegiatan yang disebut sebagai Fisiologi Perkembangan.

Biasanya cara untuk mempelajari tahap-tahap perkembangan tersebut ditujukan pada upaya untuk menyiapkan energi, faktor dan mekanisme yang mempengaruhi perkembangan. Pengamatan ini berlangsung secara dinamis tentang sebab akibat yang dikenal sebagai Eksperimen Mudigah (*experimental embryology*).

Konsep umum pada manusia seperti hewan yang lain berkembang dari sel tunggal memberi saham pada latar belakang budaya pada setiap pemikiran terdidik. Dari sisi filosofi, Ilmu Mudigah adalah kunci yang akan menolong untuk membuka rahasia seperti keturunan, pemisahan kelamin dan evolusi organik. Untuk Mahasiswa Kedokteran Hewan, Ilmu Mudigah amat penting dipelajari sebab memberi sumbangan yang komprehensif dan penjelasan bernalar pada anatomi manusia dan hewan yang rumit diuraikan. Setiap simpulan akhir dari suatu perkembangan merupakan awalan dari perkembangan lain, sedang anomali dapat diuraikan dari pola dasar bentuk normal.

Ilmu mudigah juga mungkin menginterpretasi struktur rudimenter untuk menjelaskan pertumbuhan, deferensiasi dan perbaikan, serta sedikit perubahan keadaan patologi, sehingga dapat disimpulkan pemahaman Ilmu Mudigah dapat memberi dasar untuk pemahaman Anatomi Patologi, Ilmu Bedah dan lain sebagainya. Selain itu, Ilmu Kebidanan merupakan beberapa bagian mudigah terapan, sedang Ilmu Pediatri dan beberapa spesialisasi lain merupakan pengguna langsung Ilmu Mudigah.

B. TEORI PERKEMBANGAN

1. Pendahuluan

Origo organisme kompleks yang dewasa sesungguhnya berasal dari ovum yang kecil dan bersel tunggal. Perkembangan ini berlangsung secara menerus dan sanggup melawan tantangan lingkungan. Namun masih banyak masalah morfologi dan fisiologi yang sampai saat ini belum diketahui maupun dianalisis secara lengkap.

Baru pada abad pertengahan, yaitu permulaan Renaissance digalakkan lagi pengetahuan keilmuan, khususnya bidang obat-obatan dan kedokteran. Saat ini merupakan saat yang tepat untuk pemikir atau orang yang berspekulasi terhadap proses perkembangan dan deferensiasi. Pada saat ini dikenal pula ahli-ahli filosofi dalam bidang ilmu alam yang disebut Nature Philosopher. Ahli ini mencoba memberi jawaban kejadian alam tanpa melalui observasi dan eksperimen, tetapi melalui perenungan yang mendalam, sehingga diperoleh kesimpulan dua variasi teori perkembangan yang dipengaruhi oleh pikiran manusia, yaitu teori Preformasi dan teori Epigenesis.

2. Teori Preformasi

Teori ini memberi postulat bahwa sel ovum berisi substansi organisme dewasa dalam jumlah banyak atau sedikit, sedang perkembangan hanyalah pertumbuhan dari bentuk miniatur menjadi bentuk dewasa. Pada mamalia, organisme miniatur ini disebut homunculus dan setiap ovum pada ovarium betina diasumsikan berisi sebuah homunculus yang dengan rangsangan dari cairan semen akan berkembang menjadi dewasa.

Namun keadaan ini sulit menjelaskan proses keturunan. Sebab, jika homunculus terdapat pada ovum, maka homunculus tersebut harus terdapat homunculi sekunder yang lebih kecil. Demikian pula akan diperoleh homunculi tersier yang lebih kecil lagi. Bila hal ini terjadi berturut-turut, maka akan diperoleh bentuk yang amat kecil sampai tidak mungkin terjadi, sehingga pemikiran ini sulit diterima, sebab jika pemikiran ini diterima, maka wanita pertama yang ada didunia berarti mengandung semua homunculi manusia di dunia, yaitu sekitar 200 milyar orang.

Pengamatan ini mulanya dilakukan pada biji kecambah pada tanaman, namun kecambah tanaman tidak homolog dengan telur hewan. Berdasarkan alasan tersebut pengamat lain mengadakan investigasi menggunakan telur ayam. Digunakan telur ayam sebab mudah dan sesuai untuk diinkubasi dan dimanipulasi. Telur ayam juga siap dimulai

pada perkembangan mudigah yang amat awal pada saat dikeluarkan dari induknya. Bila telur ini diletakkan pada keadaan lingkungan yang sesuai, maka telur segera melanjutkan perkembangan. Oleh Marcello Malphigi (1628-1694) yang hidup di Messina dan Bologna didapati pada musim panas jika suhu meningkat di atas 100°F dapat diamati adanya perkembangan mudigah pada telur meski tidak diinkubasi.

Teori preformasi semakin kompleks sejak Antony van Leeuwenhoek (1632-1723) menemukan spermatozoa manusia dan dinamai Animalcule. Disangka bahan ini merupakan organisme terpisah yang mirip protozoa. Kenyataan, ia menganggap hal ini parasit pada cairan semen.

Pendapat yang lebih akhir mengatakan bahwa fertilisasi ternyata membutuhkan animalcule dan sel ovum yang berisi homunculus. Menjadi masalah bahwa apa yang paling berperan pada keduanya. Harus diingat sejak awal perdebatan asal manusia, Aristoteles (384-382 SM) yang dipercaya oleh banyak naturalis mengatakan bahwa wanita tak mempunyai atau hanya sedikit memberikan kontribusi untuk mengorganisasi mudigah. Jadi hanya pria yang bertanggungjawab terhadap keturunan. Beberapa hal tentang ovum, bahkan uterus, hanyalah organ aksesori untuk perkembangan yang berisi bahan yang diperlukan, sehingga lingkungan sesuai untuk pertumbuhan kecambah (cairan semen) dari pria. Akibatnya, kecambah menemukan tempat yang sesuai untuk tumbuh. Hal ini persis seperti kecambah tanaman yang memerlukan lahan yang subur untuk tumbuh. Hal ini nampak dari kata semen yang berarti kecambah. Setara pula dengan kata yang digunakan dalam kitab suci atau buku kuno lain yang menggunakan istilah kecambah hanya untuk pria dan tidak untuk wanita.

Sejak penemuan mikroskop tersebut, maka seorang mikroskopis bernama Hart Soeker mencoba membuat imajinasi homunculi pada sperma manusia, sehingga pada akhir perkembangan preformasi dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu :

1. Animacultis, yaitu penganut paham yang bertanggung jawab terhadap keturunan hanya pria.
2. Ovulis, yaitu penganut paham yang bertanggung jawab terhadap keturunan hanya wanita.

Compendium yang memperoleh dari pengamatan dan perenungan oleh Aristoteles dinyatakan tiap individu berkembang dari bentuk sigot sampai dewasa dengan tidak menyimpang dari bentuk dan proses asal. Aristoteles berpendapat bahwa faktor yang mempengaruhi perkembangan terdiri dari proses entologia, yaitu segala sesuatu berasal

dari yang sudah ada. Faktor yang sudah ada tersebut dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. **Materia prima**, yang terdiri dari unsur-unsur pembentuk.
2. **Forma substansia**, yang terdiri dari bahan-bahan pembentuk.

Melalui cara ini, maka di dalam bahan yang sudah ada tersebut akan terdapat bentuk miniatur individu, sedang proses pengembangan hanyalah penambahan besar menjadi bentuk dewasa. Ajaran ini juga memberi pengertian bahwa individu itu berkembang dari sesuatu yang tidak terbentuk, kemudian melalui proses deferensiasi akan menjadi individu yang lengkap dan fungsional.

3. Teori Epigenesis

Teori ini berasumsi bahwa perkembangan dan deferensiasi mudigah mempunyai origo pada massa homogen material hidup yang tidak mempunyai preformasi baik pada jaringan atau organ.

Teori epigenesis sebelumnya tidak begitu dikenal sampai Caspar F. Wolff (1733-1794) mempublikasi buku berjudul *Theoria Generationis*. Ia melihat telur ayam membentuk organ satu disusul organ lain dari substansi kehidupan yang homogen. Tidak ditemukan bentukan preformasi miniatur ayam pada substansi ini. Pada pembentukan jaringan mula-mula ditemukan vesikel, blister dan ampullae. Jadi teori ini dekat dengan penemuan teori sel yang baru diumumkan 80 tahun kemudian.

Pertentangan antara aliran preformasi dan epigenesis ini menjadi reda setelah kenyataan yang dikemukakan oleh Driesch (1900) bahwa apabila kita dapat memisahkan hasil-hasil pembelahan suatu sigot dengan sempurna maka masing-masing anak sel akan tumbuh menjadi suatu individu yang lengkap. Jelas dalam ovum tidak ada bentukan preformasi.

Saat ini kita menerima teori epigenesis, tetapi tidak persis seperti ditemukan oleh Wolff. Kita mengetahui bahwa konstitusi genetik sudah diturunkan secara menetap pada proses keturunan dan genetik ini dilanjutkan pada ovum yang difertilisasi sebagai asal perkembangan organisme. Gen sebagai basis konstitusi herediter dan organisme akan berkembang pada pola yang spesifik. Lingkungan eksternal saat perkembangan mungkin memberi pengaruh modifikasi pola. Namun pada lingkungan normal perkembangan ovum atau mudigah pada spesies tertentu akan menghasilkan individu normal. Dikatakan normal adalah mudigah dengan variasi yang amat besar, tetapi hanya pada bagian rinci

yang halus sebagai ekspresi dari gen. Jika faktor lingkungan diubah pada saat penelitian, modifikasi ini mungkin menghasilkan efek yang amat berbeda pada struktur organisme.

Seorang peneliti bernama Karl Ernest von Beer (1792-1876) menemukan teori lapisan kecambah (*germ layer theory*), penemuan ovum mamalia, antisipasi hukum biogenetik dan berhasil menghubungkan beberapa data mudigah yang kontemporer dalam suatu kumpulan yang terintergrasi. Penemuan ini memberi dasar pada pengembangan Ilmu Mudigah lebih lanjut.

4. Teori Evolusi

Seorang peneliti terkenal bernama Charles Darwin (1809-1882) pada tahun 1859 mengemukakan teori evolusi organik. Darwin merenungkan masalah bagaimana suatu individu dapat memindahkan sifat turun temurun dan faktor-faktor yang telah mengalami preformasi dalam versi baru (Neopreformasi) pada generasi berikut. Terhadap masalah ini, Darwin berpendapat bahwa setiap bagian dari tubuh mungkin memberikan sesuatu kepada sel kelamin (*sex cell*), sehingga sel kelamin dapat menurunkan segala faktor yang dimiliki individu pada keturunannya. Oleh karena semua keturunan selalu mirip dengan asalnya. Namun karena adanya faktor-faktor dari luar terjadi perubahan yang disebut evolusi.

Peneliti lain yang banyak berjasa adalah Ernst Haeckel (1834-1919). Peneliti ini memberi kontribusi lebih banyak dibidang filosofi dan spekulatif dibanding empirik. Namun pemikiran yang amat maju di bidang biologi menunjang banyak peneliti, sehingga dikenal istilah *every off spring climbs its phylum tree* (=setiap perkembangan keturunan selalu memanjati pohon asal usulnya) yang berarti setiap perkembangan individu yang kompleks selalu melewati fase perkembangan sederhana terlebih dahulu. Akibatnya terjadi perkembangan evolusi yang diperpendek (yang lebih tepat disebut revolusi) dalam perkembangan kehidupan organisme kompleks. Kehidupan sederhana yang dilalui ini sama dengan bentuk perkembangan kehidupan kelas yang lebih bawah dibanding organisme kompleks.

Namun harus diperhatikan bahwa kesamaan yang pernah terdapat hanya merupakan bukti yang baik bahwa kelompok-kelompok organisme itu mempunyai asal (*phylum*) yang sama. Oleh karena itu, gejala-gejala pengulangan perkembangan itu ditimbulkan oleh persamaan hereditas yang karena pengaruh lingkungan yang sama menunjukkan manifestasi yang sama, sehingga nampaknya seakan-akan mengulang

gejala yang sama untuk mencapai bentuk yang semakin lama semakin kompleks. Meski berasal dari bahan yang sama. Jadi harus difahami bahwa sejak awal perintah pengembangan yang terdapat pada gen sudah berbeda yang menyebabkan dicapai bentuk akhir yang berbeda pula.

Sebagai contoh pembentukan fase insang pada amfibia, reptilia dan mamalia tidak berarti analog dengan insang pada ikan dewasa. Lebih tepat disebut bahwa insang pada organisme yang lebih kompleks tersebut bersifat homolog dengan insang pada mudigah ikan yang mengalami stadia perkembangan sama. Suatu alat tubuh dikatakan analog dengan alat tubuh dari spesies lain apabila kedua alat itu mempunyai fungsi yang sama, tetapi strukturnya berbeda. Homolog berarti sejalan atau mirip. Demikian pula pronephros yang dibentuk oleh mudigah mamalia tidak berfungsi sama sekali. Akan tetapi, ductus pronephridicus tetap tumbuh. Apabila ductus pronephridicus dihambat perkembangannya, maka akan terhambat pula pertumbuhan mesonephros dan metanephros. Sebab stimulus penting yang dapat merangsang pertumbuhan tidak ada. Akibatnya tidak terbentuk organ tersebut pada kehidupan yang lebih tinggi.

Pada contoh di atas nampak bahwa pada organisme yang lebih kompleks akan ditemui pembentukan organ, namun organ tersebut kurang atau belum diketahui fungsinya. Karena hampir tidak berfungsi, maka lama kelamaan organ tersebut menyusut menjadi kecil yang disebut rudimenter. Contoh lain organ yang rudimenter misalnya umbai cacing, uterus masculinus dan lain sebagainya. Pada manusia dewasa kira-kira terdapat 200 macam rudimentasi organ atau jaringan.

Selain gejala rudimenter, pada organisme yang lebih kompleks ditemui pula gejala atavisme. Gejala atavisme adalah organ-organ yang mulanya ada pada kelas bawah kemudian mengalami penyusutan pada kelas di atasnya ternyata muncul lagi pada kelas yang lebih tinggi. Sebagai contoh kemampuan menggerakkan otot kulit terdapat pada sapi yang berguna untuk mengusir lalat atau serangga lain yang menempel pada kulitnya. Kemampuan ini kemudian mengalami rudimentasi pada kelas primata. Namun muncul kembali manusia sebagai gejala atavisme, meski manfaatnya bagi kehidupan kurang atau belum diketahui. Gejala-gejala semacam ini muncul berulang kali menimbulkan stimulus dan kegiatan penelitian mudigah, sehingga mendorong teori pengembangan yang bersifat ilmiah.

5. Teori Rekapitulasi

Teori ini pertama dikembangkan oleh Ernst Hackel yang memberi implikasi mudigah berbagai spesies mengalami perkembangan secara evolusi atau sejarah filogeni berpacu selama perkembangannya. Filogeni adalah sejarah tentang pengetahuan asal-usul makhluk hidup dan pengembangannya. Secara singkat dikatakan perkembangan ontogeni mudigah adalah ulangan perkembangan filogeni.

Selanjutnya teori rekapitulasi disebarluaskan oleh Fritz Moller (1821-1897). Dasar penelitian yang digunakan untuk membuktikan teori ini adalah pengamatan terhadap Crustacea. Ternyata pelacakan terhadap mudigah beberapa spesies kembali seperti larva Naupilus seperti yang telah diduga oleh Hackel .

Melalui teori ini, Hackel menerangkan bahwa organ-organ atau bagian tubuh mamalia melampui bentuk-bentuk yang pernah dialami oleh ikan, amfibi dan reptilia. Mudigah dari kelompok hewan yang berbeda itu pada stadium awal mempunyai bentuk yang sama. Namun pada pertumbuhan selanjutnya dicapai bentuk dewasa yang berbeda-beda. Hal ini telah dibuktikan oleh murid Hackel yang dikenal dengan nama Hertwig bersaudara, yaitu Oscar Hertwig (1849-1922) dan Richard Hertwig (1850-1937) yang mengkaji origo mesoderm dan coelom.

6. Teori Germplasma

Pelopor teori ini adalah August Weismann (1834-1914) yang melakukan penelitian tanpa melalui eksperimen mudigah, tetapi melalui pengamatan genetik dan proses evolusi. Penemuan penting dari teori ini sempat kehilangan pengaruhnya pada pergantian abad ke-19 ke abad ke-20 meski kemudian diakui pengaruhnya terhadap perkembangan Ilmu Mudigah.

Weismann mengadakan pengamatan pada serangga dan telur hewan invertebrata lain dan menemukan bahwa sel kecambah primordial (*primordial germ cell*) yang bergerak ke arah bagian tubuh tertentu dan menimbulkan bentukan gonad akan mengalami segregasi pada stadium pembelahan (*cleavage*) yang amat awal. Pada bagian ini berisi semua determinan keturunan. Dimaksud dengan determinan adalah penentu sifat atau bentuk organisme. Determinan ini diperlukan dalam perkembangan organisme baru. Sebagai contoh, beberapa bentuk dari *Ascaris* sp. merupakan sel kecambah primordial tunggal yang menentukan saat pembelahan kedua dari ovum dan akan tetap terjadi selama

ovum melanjutkan pembelahan. Sel-sel lain tetap membelah dalam kecepatan normal dan membentuk tubuh (soma) pada hewan, sedang sel kecambah mengalami perlambatan menjadi dekat dengan tubuh dan berkembang menjadi gonad.

Sel somatik tidak mempunyai semua determinan. Sel ini berbeda satu dengan yang lain dan tiap sel mempunyai perintah yang spesifik dalam perkembangan organ dan sistem organ. Fungsi sel soma adalah membawa germplasma, memelihara dan melindunginya. Sel soma atau somatoplasma akan mati setelah beberapa lama dan membuat lapisan inorganik.

Germplasma dilindungi oleh somatoplasma dan bersikap parasitik dengan somatoplasma. Germplasma tidak mati untuk kurun waktu yang panjang, yaitu selama hidup organisme. Satu atau sejumlah sel dari germplasma (gonad) dengan keseluruhan jumlah determinan akan bebas dan menjadi aktif dengan fertilisasi atau parthenogenesis. Germplasma kemudian akan berkembang menjadi somatoplasma (tubuh) kembali dan germplasma (gonad) pada generasi berikutnya. Hal demikian terjadi berulang-ulang tiada habisnya, sehingga hidup dapat terus berjalan tanpa jeda.

Jadi secara singkat teori ini mengajarkan bahwa yang bertanggung jawab terhadap pemindahan faktor-faktor yang menurun itu adalah sel kecambah. Germplasma berisi determinan yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya merupakan proses yang tiada henti.

Germplasma merupakan *self perpetuating elements* (elemen yang mampu mengekalkan diri) yang terdapat dalam sel kelamin. Akan tetapi, kita mengerti bahwa gen yang sesungguhnya merupakan *self perpetuating elements*. Sementara gen tidak hanya terdapat pada sel kelamin, tetapi juga pada sel tubuh (sel soma). Oleh karena itu, konsep Weismann belum dapat menjawab konsep berketurunan, tetapi kita dapat mengambil prinsip dari konsepsinya tentang kelangsungan germinal yang dapat menjelaskan proses-proses kebakaan pada makhluk hidup. Prinsip ini berlawanan dengan teori Darwin yang mengajarkan sebaliknya.

7. Teori Mosaik

Teori ini dikembangkan oleh murid Häckel yang disebut Wilhelm Roux (1850-1924). Peneliti ini mencari sebab pertumbuhan dan deferensiasi melalui serangkaian eksperimen. Pada penelitian menggunakan telur katak diperoleh kesimpulan bahwa kompleks deferensiasi akan menurun pada bentuk yang lebih sederhana. Selanjutnya

pada analisis final kompleks deferensiasi akan terus menurun sampai proses fisikokimiawi biasa. Pada penelitian ini juga diyakini bahwa beberapa bagian telur telah ditentukan nasibnya sejak dalam ovarium untuk berkembang menjadi daerah tertentu. Jadi daerah gelap pada hemisfer hewan yang terdapat pada telur katak yang mengalami fertilisasi akan berkembang menjadi daerah kepala hewan dan hemisfer vegetal akan menjadi daerah posterior.

Ilmu Mudigah Seluler banyak mempelajari tentang masalah keturunan sel. Masalah sel merupakan percabangan dibidang baru mudigah sebagai tambahan perkembangan Sitologi (ilmu tentang sel). Kajian utamanya tentang hal-hal rinci dan amat kecil tentang struktur sel yang menyebabkan Ilmu Mudigah semakin lama semakin berkembang besar. Namun semua kajian itu menunjang pernyataan bahwa pengamatan yang dilakukan oleh Roux ternyata benar.

Penelitian mudigah yang ditemukan pada tahun-tahun terakhir ini menunjukkan pula kebenaran yang diperoleh Weismann. Konsep deferensiasi pada masa pre-Mendelian (1892) ternyata mempunyai harmonisasi dengan konsep yang lebih baru tentang organisasi mosaik pada perkembangan ovum. Jika pada periode sebelumnya Darwin mengemukakan prinsip seleksi alam (*natural selection*), maka Weismann mengajukan teori biphores yang nanti akan berkembang menjadi sel determinan.

Ovum berisi semua determinan yang diperlukan untuk mengorganisasi bentuk dewasa. Perkembangan dan sub sekuen deferensiasi akan berproduksi sesuai perintah untuk melakukan deferensiasi dan pengaturan pembelahan yang amat terorganisasi. Hal ini terjadi karena terdapat determinan spesifik yang disampaikan oleh blastomer khusus melalui seleksi dan mitosis yang berbeda secara kualitatif.

8. Teori Metabolisme Axial Gradien

Pelopop teori ini C. M. Child yang mengamati perubahan lingkungan internal dan menjelaskan agen yang menimbulkan perubahan tersebut. Dikatakan bahwa deferensiasi primer dalam prelokasi yang terdapat pada ovum atau mudigah yang sedang tumbuh disebabkan oleh faktor lingkungan seperti lokasi dan orientasi ovum pada ovarium, juga kedekatannya atau jaraknya dari sumber makanan dan oksigen, serta oleh sejumlah faktor lingkungan yang lain. Contoh yang menarik tentang hal ini adalah ovum *Drosophila* sp. atau hampir semua telur serangga. Pada telur ini nampak polarisasi selama periode pertumbuhan sebelum pembelahan masa dewasa terjadi. Telur *Drosophila* sp. mempunyai

ujung anterior yang berisi microphyle dari ujung posterior yang berisi granula sel kecambah. Telur ini juga mempunyai sisi kanan dan kiri, dorsal dan ventral. Semua regio ini saling berkaitan dengan regio pada larva di masa datang. Jadi dalam ovarium, telur-telur ini sudah berorientasi pada periode pertumbuhan di masa mendatang dan telur mengumpul dalam bentuk benang telur untuk membuat polarisasi yang dapat membuat bentuk simetri. Tak diragukan bahwa banyak faktor, terutama bahan kimia alamiah, akan memberi respon pada ovum untuk mengatur protoplasmanya sebelum fertilisasi.

Menurut Child deferensiasi primer dalam aktivitas ooplasma seperti deferensiasi aktivitas metabolisme umum dapat diperluas dengan membuat perbandingan dari kutub animal ke kutub vegetatif. Kondisi ini disebut Metabolic Axial Gradient. Dalam hal ini metabolisme semakin berkurang dari kutub animal ke kutub vegetatif. Pembelahan sel yang cepat merupakan indikasi kadar metabolisme yang tinggi pula. Pada ovum amfibi dan juga pada banyak telur yang lain, kondisi terjadi dekat dengan kutub animal dan daya progresif menjadi semakin berkurang mendekati kutub vegetatif, sehingga dalam bentuk ekstrim Metabolic Axial Gradient terjadi dari kutub ke kutub. Selanjutnya perbedaan ini menimbulkan gradien fisiologi lokal atau gradien organ spesifik yang akan mempengaruhi perkembangan dan berlaku sebagai gradien sekunder. Secara keseluruhan gradien ini menyebabkan rencana lengkap perkembangan mudigah.

Nampak proses lebih kuat dan lebih intensif di daerah pusat yang semakin ke tepi semakin berkurang. Hal ini analog dengan konsep "lapangan" yang berkembang pada eksperimen mudigah modern dalam hubungan dengan "organizer". Gradien metabolisme umumnya dihubungkan dengan gradien potensi listrik. Kadar aktivitas metabolisme yang tinggi atau kadar pembelahan sel yang tinggi dihubungkan dengan potensi listrik negatif, sementara kadar metabolisme rendah dihubungkan dengan potensi listrik positif.

Ovum katak yang tidak difertilisasi pada awal hanya satu Metabolic Axial Gradient, dalam hal ini merupakan primer yang diperluas dari kutub animal ke kutub vegetatif. Peristiwa sperma masuk ke dalam ovum seiring dengan perubahan granula pigmen dan ooplasma dalam membentuk bilateral simetris. Hal ini membuat kreasi gradien metabolisme yang lain, yaitu pada sudut yang tepat dan berlawanan dengan tempat masuk sperma yang dinamai *Grey Cressent*. Disebut demikian sebab banyak pigmen pada area tersebut bermigrasi ke ooplasma atau posisinya berubah oleh gerakan ooplasma selama proses fertilisasi. Akibatnya bagian ini nampak berwarna abu-abu. Area *Grey Cressent* mempunyai kadar metabolisme yang amat tinggi, yang ditunjukkan dengan

proliferasi sel secara tepat. Area *Grey Crescent* juga merupakan tempat invaginasi dan involusi untuk pembentukan archenteron. Selain itu, area ini juga merupakan daerah bibir dorsal blastopore (*dorsal lip's of blastopore*).

9. Teori Organizer

Pelopop teori adalah Hans Spemann. Istilah organizer pada awal diterapkan untuk daerah terbatas dekat bibir dorsal blastopore. Daerah ini akan menginduksi perkembangan neural plate, notochord dan mesoderm (chorda mesoderm) dengan segala diferensiasinya. Jika ditransplantasikan pada regio lain dari kecambah amfibi akan menyebabkan perkembangan larva yang lain. Penemuan ini menyebabkan Spemann mendapat hadiah Nobel pada tahun 1935.

Organizer ini sekarang diketahui sebagai daerah chorda mesoderm yang merupakan daerah pertama atau primer muncul pada kecambah amfibi. Selanjutnya bagian ini akan menimbulkan organizer sekunder atau daerah sub ordinat seperti hidung, mata, telinga dan lain-lain. Pada setiap daerah terjadi diferensiasi karena terdapat induksi. Daerah yang paling kuat berada di tengah, sedang kemampuannya semakin berkurang berbanding dengan jarak ke arah pusat. Sub daerah mewakili pemisah final daerah chorda mesoderm secara umum pada daerah yang lebih kecil, tetapi lebih spesifik yang menunjukkan diferensiasi yang tinggi dari sel pembentuk organ spesifik. Kemungkinan peneliti interferensi dengan berbagai variasi daerah yang paling besar adalah saat pembelahan dan secara gradual menurun pada akhir neurula, yaitu saat kecambah memasuki fase larva muda.

Jadi secara singkat teori ini mengajarkan bahwa pada bagian-bagian mudigah yang sedang tumbuh terdapat zat-zat yang disebut organizer. Zat ini menyebabkan sel-sel pada daerah itu mempunyai induksi terhadap sel-sel di tempat lain untuk mengalami perkembangan. Contoh secara eksperimental, bila piala mata (*optic cups*) dipindahkan dibawah kulit dari perut katak, maka kulit yang berada didepan piala mata akan tumbuh lensa. Zat yang membuat induksi ini disebut evokator. Analog dengan eksperimen itu maka dapat dimengerti beberapa proses pertumbuhan, misalnya :

1. Pertumbuhan ductus mesonephricus menyebabkan rangsangan terhadap pertumbuhan metanephros.
2. Pertumbuhan chorda dorsalis menyebabkan pertumbuhan neural tube (buluh neural).

Bioteknologi mutakhir dalam bidang mudigah antara lain adalah *Embryonic stem cells*. Arti harfiah stem adalah percabangan, namun pengertian secara singkat agak sulit dijelaskan. Hanya dapat diterangkan melalui contoh bahwa melalui teknik ini sel mudigah dan bagian ekstra mudigah misalnya plasenta, chorion, amnion dan lain-lain dapat dikultur dan diproliferasi. Hasil proliferasi ini tetap undiferensiasi seperti *embryonic stem cells*. Bila sel hasil proliferasi ini dengan teknologi biologi molekuler diintegrasikan ke dalam DNA eksternal, maka proliferasi sel dengan DNA tersebut akan membentuk jaringan transgenik. Selanjutnya jika jaringan transgenik tersebut dimasukkan ke dalam tubuh mudigah akan dapat dihasilkan hewan hasil rekayasa genetik, antara lain hewan yang akan mengawali produksi suku cadang tersebut.

2. Manipulasi Mudigah

Fertilisasi mudigah secara *in vivo* ternyata tidak cukup memuaskan. Diupayakan untuk mengeluarkan sel telur untuk dibuahi secara *in vitro*. Hasil yang diperoleh kemudian ditumbuhkan dalam rahim induk resipien. Keberhasilan ini membuka peluang baru di bidang reproduksi, yaitu pemanfaatan ovarium sebagai limbah Rumah Potong Hewan. Melalui teknik ini induk yang sudah mati masih dapat terus melanjutkan keturunan. Selain itu pengembangan teknologi ini menyebabkan pengembangan industri media kultur mudigah dan peralatan bantu laboratorium seperti mikroskop invert, inkubator gas dan lain-lain.

Upaya pengembangan teknologi rekayasa mudigah masih terus berlanjut. Mudigah tidak hanya dipindahkan dalam keadaan segar, yaitu pemindahan yang dilakukan sesegera mungkin setelah diambil dari donor. Namun mudigah juga dipindah setelah beberapa waktu. Untuk itu dikembangkan teknik pengawetan (*preservation*), baik pengawetan mudigah maupun pengawetan oosit. Teknik pengawetan ini menyebabkan mudigah dapat dipindahkan setiap saat jika resipien sudah siap. Demikian pula teknik pengawetan ini menyebabkan mudigah dapat ditranportasi dari satu daerah ke daerah lain yang jauh, sehingga jarak donor dan resipien bukan lagi merupakan hambatan.

Mudigah juga dapat ditentukan jenis kelamin secara dini. Dasar pemikiran adalah meski semua sel mudigah mempunyai kromosom tubuh yang sama, tetapi kromosom seks dapat berbeda bentuk, yaitu kromosom X dan kromosom Y. Perbedaan kandungan kromosom seks ini dapat dideteksi secara imunologis, ensimatis maupun mekanis. Pemeriksaan imunologi misalnya reaksi H-Y antigen, sedang reaksi enzim misalnya

C. PERKEMBANGAN MASA DEPAN

1. Bioteknologi Reproduksi

Istilah bioteknologi bila kita lakukan dikotomi akan diperoleh kata bio yang diambil dari biologi. Kata ini mempunyai arti sebuah ilmu tentang hayat yang berkonotasi untuk semua yang hidup. Penggalan kedua, yaitu teknologi yang merupakan alat atau teknik yang digunakan. Jadi bioteknologi dapat didefinisikan sebagai suatu proses mengaplikasikan atau memanfaatkan teknik atau alat-alat terhadap organisme hidup agar organisme itu melakukan sesuatu yang kita inginkan.

Berdasarkan definisi tersebut, maka bioteknologi dikenal dari bentuk yang sederhana seperti pembuatan bir di Mesir pada tahun 3000 SM sampai perkembangan mutakhir. Pada tahun 1973 Stanley Cohen dari Stanford University dan Herbert Bayer dari University of California berhasil menggabungkan gen dari seekor katak ke dalam bakteri. Mereka menamakan proses yang rumit ini dengan DNA Rekombinan, sementara media massa lebih senang menggunakan istilah rekayasa genetik (*genetic engineering*). Sejak saat penemuan inilah manusia memasuki era revolusi bioteknologi.

Bioteknologi hadir menjadi yang berkuasa dalam kehidupan manusia. Namun kebanyakan masyarakat mengetahui sedikit sekali tentang fenomena ilmiah yang masif ini dan lebih sedikit lagi yang mengetahui tentang implikasi sosial dan etisnya. Padahal masalah bioteknologi harus dihadapi, terutama bagi generasi di masa depan.

Rintisan bioteknologi dibidang reproduksi secara umum dan mudigah secara khusus, dapat dilacak sejak Wilhelm Roux melakukan percobaan dengan menggunakan telur katak yang sudah dibuahi pada fase sigot dengan dua sel blastomer. Blastomer yang satu dimatikan dengan menusukkan jarum yang sudah dipanaskan. Ternyata blastomer yang tertinggal masih terus berkembang dan menjadi hewan yang utuh. Ide ini pada mulanya hanya untuk membuktikan kemampuan prospektif sel mudigah (*prospective development potency of embryonic cells*). Contoh klasik yang lain adalah konsep organizer dan pluripoten yang merintis ilmuan melakukan transplantasi eksperimental, misalnya transplantasi bakal kaki (*presumptive limb*) larva katak ke bagian tubuh yang lain. Baik pada larva yang sama maupun larva yang lain. Ternyata pada bagian tersebut berkembang menjadi kaki. Pengembangan teknologi dalam bidang reproduksi ini menyebabkan ide hewan akan mampu menghasilkan suku cadang, yaitu alat tubuhnya dapat digunakan untuk mengganti alat tubuh hewan lain atau bahkan manusia.

penggunaan Reaksi Rantai Polimer (*Polymerase Chain Reaction*) dan reaksi mekanis adalah pemeriksaan fisik berdasarkan perbedaan fisik kromosom X dan kromosom Y. Penentuan jenis kelamin ini menyebabkan mudigah tidak lagi sekedar dialihkan, tetapi dialihkan menurut jenis kelaminnya, sehingga jenis kelamin anak dapat diprediksi sejak awal.

Teknik manipulasi mudigah masih terus dikembangkan seperti pembudidayaan mudigah (*embryo culture and clustering*), penggandengan mudigah (*embryo khimerism*) dan lain-lain. Bahkan demikian pesatnya perkembangan teknologi rekayasa mudigah menyebabkan upaya perkembangan lanjut dikatakan tidak berujung buntu dan akan mempengaruhi masa depan peternakan di Indonesia.

A. ANATOMI REPRODUKSI JANTAN

1. Pendahuluan

Sistem reproduksi pada jantan terdiri atas: 1. testis 2. saluran kelamin dengan kelenjar kelamin 3. Alat kopulasi (penis). Saluran-saluran kelamin terdiri dari : vas eferens, epididimis, vas deferens. Kelenjar-kelenjar kelamin terdiri dari: vesikula seminalis, prostata, cowpers. Organ primer / testis berjumlah dua buah dan pada ternak mamalia secara normal terdapat di dalam kantong luar yang disebut skrotum.

Saluran-saluran kelamin berpangkal pada testis dan bersambung ke uretra yang kemudian menjadi bagian dari penis dan merupakan jalan bersama dengan urine serta sekresi kelenjar-kelenjar kelamin. Kelenjar-kelenjar kelamin terletak pada atau di sekitar saluran-saluran kelamin dan bermuara ke dalam uretra. Sistem reproduksi pada jantan secara anatomik berhubungan dengan saluran pengeluaran urine yang terdiri dari ginjal dan vesika urinaria, serta saluran-salurannya, sehingga seluruh sistem ini disebut traktus urogenitalis.

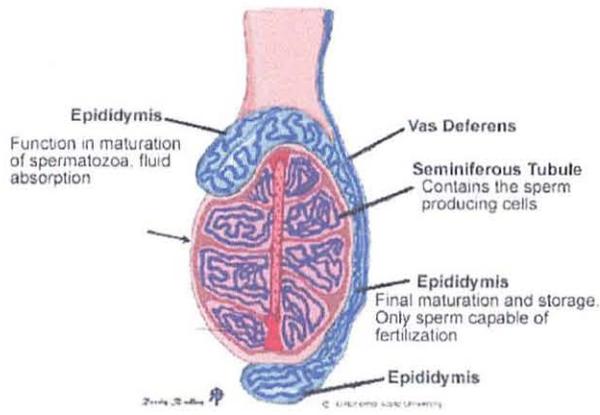
Setiap testis tergantung di dalam kantong skrotum dengan spermatic cord, yang terletak di bagian leher skrotum dan terdiri atas: 1. Arteri spermatik dalam, berkelok-kelok di bagian atas testis 2. Vena spermatik dalam yang muncul dari plexus pampiniformis, merupakan anyaman di sekeliling arteri spermatik. Plexus pampiniformis membentuk bundelan spermatic cord dan muncul dari beberapa vena yang meninggalkan kepala testis 3. Saraf otonomik dari ginjal dan plexus mesenteric dari belakang 4. Pembuluh limfe 5. Otot kremaster dalam yang membungkus bagian-bagian tersebut di atas 6. Semuanya itu terdapat di dalam lapisan viseral tunika vaginalis 7. Duktus deferens lewat sendiri di tengah-tengah mesorchium.

2. Testis

Pada sapi testis berbentuk oval memanjang dan terletak sesuai dengan sumbu memanjangnya vertikal di dalam skrotum, kedua testis sama besar, mempunyai konsistensi ketat, tetapi tidak keras dan dapat bergerak bebas ke atas dan ke bawah di dalam skrotum. Pada domba dan kambing testis berbentuk lonjong, letak testis hampir

sama dengan sapi, skrotum pada domba lebih pendek dan tidak punya leher. Pada babi testis sangat besar, tetapi relatif lebih lunak dan terletak horizontal di dalam skrotum, berbentuk lonjong, sisi bebas testis terletak di kaudal di atas anus. Pada kuda testis berbentuk lonjong, kantong skrotum agak simetris dan kurang bebas berayun dibandingkan dengan sapi, pada keadaan kendor testis terletak horizontal, tetapi apabila muskulus kremaster bekerja, maka testis hampir vertikal. Pada kuda, banteng, domba, anjing, kucing, manusia kantong skrotum atau bursa inguinal terpisah dengan rongga perut. Pada marmot dan tikus bursa inguinal berhubungan dengan rongga perut melalui saluran yang disebut kanalis inguinalis. Pada rodensia misalnya bajing tanah, testisnya ada dirongga perut, tetapi pada musim kawin turun ke alam kantong skrotum, tetapi pada gajah dan ikan paus secara normal testisnya berada di dalam rongga perut, keadaan ini yang disebut dengan *testisconda*.

Testis sebagai organ kelamin primer mempunyai dua fungsi yaitu: 1. Menghasilkan sel-sel kelamin jantan atau spermatozoa 2. Mensekresikan hormon kelamin jantan atau testosteron.



GAMBAR 1. Anatomi testis sapi

3. Skrotum

Fungsi dari skrotum adalah mengatur perubahan temperatur skrotum, sehingga proses spermatogenesis dapat berlangsung secara normal dan melindungi testis dari gangguan-gangguan luar berupa pukulan, panas, dingin, serta gangguan mekanis lainnya. Terhadap temperatur luar testis, skrotum melindungi testis, dengan jalan mengedurkan dan mengkontraksikan muskulus kremaster testis. Pada keadaan temperatur luar dingin,

dinding skrotum mengeriput, muskulus kremaster berkontraksi dan testis tertarik, lebih dekat dengan tubuh, hal ini perlu agar tidak banyak panas yang terbuang. Apabila udara disekeliling panas, otot-otot skrotum relaksasi (mengendur) dan skrotum menggantung menjauhi tubuh, dengan demikian memungkinkan banyak panas yang terbuang. Inilah proses termoregulasi skrotum. Suhu di dalam kantong skrotum 1-8°F lebih rendah dari pada suhu di rongga perut. Pengendoran dan pengerutan dari skrotum ini terjadi setelah masa dewasa tercapai.

4. Saluran Kelamin Jantan dan Kelenjar-Kelenjar Asesoris

Saluran kelamin jantan terdiri dari: epididimis, vas deferens dan uretra. Hewan yang melangsungkan kopulasi di luar tubuh, bentuk saluran kelaminnya sederhana, pendek dan bermuara ke dalam kloaka atau sinus urogenitalis.

Epididimis adalah suatu alat tubuh bentuknya memanjang dan terletak dekat testis merupakan saluran yang berkelok-kelok. Bagian-bagian dari epididimis adalah kaput epididimis, berbentuk seperti huruf U, pipih dan terletak di bagian proksimal dari testis, korpus epididimis mengarah ke distal dan ada di bagian posterior dari testis dan kauda epididimis, terletak di bagian distal testis, bentuknya agak lonjong sebesar ibu jari. Saluran yang meninggalkan kauda epididimis disebut vas deferens. Fungsi dari epididimis adalah: transpor, penyerapan air, pendewasaan dan penyimpanan sperma. Fungsi dari epitel epididimis adalah untuk absorpsi dan sebagian untuk sekretoris.

Transpor spermatozoa yang diangkut dari rete testis ke-13 sampai ke-15 duktuli eferentis testis oleh tekanan cairan di dalam testis. Perjalanan melalui vas eferens ini dibantu oleh gerakan-gerakan silia dari lapisan epitel yang membatasi lumen, pada waktu otot pada dinding saluran berkontraksi. Perpindahan sperma sampai ke kauda ini memakan waktu 7-9 hari pada banteng.

Pendewasaan sperma terjadi di dalam epididimis, sperma yang telah mengalami pendewasaan ditandai oleh letak dari endapan sitoplasma (*sitoplasmic droplets*). Sebelum terjadi pendewasaan faal letak endapan sitoplasma di bagian proksimal atau tepat di belakang kepala sperma, setelah terjadi proses pendewasaan berpindah ke bagian badan sperma (endapan distal), tanda lain dari proses pendewasaan ini adalah dehidrasi pada nucleoplasma yang terdapat di dalam kepala, sehingga bentuk kepala yang semula bulat menjadi lonjong meruncing. Dalam bentuk semacam ini spermatozoa mempunyai potensi membuahi yang optimal. Oleh karena itu, apabila di dalam suatu diagnosa kemandulan

seseorang akan mengambil sampel tersebut diambil dari epididimis. Pematangan sperma mungkin dicapai atas pengaruh sekresi dari sel-sel epitel.

Penyimpanan sperma berada di kauda epididimis. Konsentrasi sperma di tempat ini sangat tinggi dan lumen epididimis meluas. Pemindahan spermatozoa ke dalam epididimis berjalan secara pasif. Sperma mengalir ke epididimis sebagai akibat dari desakan sperma baru yang dihasilkan oleh tubulus seminiferus. Dari epididimis pemindahan sperma terjadi secara aktif, yaitu dengan bantuan kontraksi otot polos dan gerak cilia mukosa duktus epididimis dan vas deferens. Sperma yang dipancarkan, ditampung dalam ampula. Dalam posisi distal ampula sperma mendapatkan seminal fluid yang dihasilkan oleh glandula prostata, glandula vesikula seminalis, glandula bulbouretralis. Cairan yang dibentuk oleh kelenjar-kelenjar asesoris bersama-sama dengan spermatozoa pada saat orgasmus melalui proses ejakulasi.

Ejakulasi terjadi secara refleks, rangsangan penyebab terjadinya ejakulasi, yaitu pada glans penis, kemudian rangsangan ini diteruskan ke plexus lumbosacralis melalui nervus pudenda. Oleh plexus hipogastricus dikirimkan rangsangan motorik melalui nervus origentus ke otot-otot polos vas deferens. Kontraksi ini memompa spermatozoa dan sekresi kelenjar-kelenjar asesoris / seminal fluid keluar melalui uretra yang ada di dalam penis, sehingga semen dapat dipancarkan melalui orificium uretra eksternum.

Vas deferens atau duktus deferens adalah merupakan saluran berdinding otot tebal, sehingga membentuk seperti tali dan jika diraba terasa kenyal. Saluran tersebut menyalurkan sperma dari kauda epididimis ke dalam uretra. Dari kauda epididimis, vas deferens ini berjalan sejajar dengan korpus epididimis dan di dekat kaput epididimis menjadi lurus, bersama-sama dengan pembuluh darah dan serabut saraf. Vas deferens bersama dengan pembuluh darah dan serabut saraf ada di dalam suatu pembungkus yang disebut funiculus spermaticus yang berjalan melewati kanalis inguinalis masuk ke rongga perut. Sebelum memasuki uretra, lumen vas deferens meluas, tempat perluasan ini disebut ampula atau kelenjar ampula.

Pada saat hewan jantan mengusik betina menjelang kopulasi, sperma di dalam kauda epididimis dialirkan ke ampula oleh gerakan peristaltik vas deferens. Testis demikian dijumpai pada hewan-hewan yang terus-menerus menghasilkan sperma.

Kelenjar-kelenjar asesoris terdiri dari kelenjar vesikula seminalis, kelenjar prostata dan kelenjar cowper. Kelenjar vesikula seminalis atau kelenjar vesikulares sekresinya dapat dengan mudah diperoleh post-mortem dan merupakan suatu cairan yang lengket

dan berwarna keruh, sekresi tersebut mengandung protein, asam citrat, fructosa dan beberapa enzim dalam konsentrasi yang tinggi, kadang-kadang berwarna kuning karena flavin yang tinggi. Pada sapi pH-nya sekitar 5,7 - 6,2. Sekresi kelenjar-kelenjar vesikulares membentuk 50 % dari volume ejakulat normal, ukuran panjang 10 - 15 cm dan diameter 2 - 4 cm. Pada banteng ada sepasang, terletak di sebelah lateral dari kelenjar ampula, sekresinya setengah dari volume ejakulat.

Kelenjar cowper atau kelenjar bulbouretralis ada satu pasang, sekresi dari kelenjar ini berupa lendir dan merupakan cairan semen yang ditumpahkan menjelang ejakulasi, bentuk kelenjar ini bulat, berselubung tebal, kompak, terletak di atas uretra dekat dengan jalan keluarnya dari cavum pelvis. Kelenjar ini terdapat pada kucing, ruminansia, kuda, babi dan manusia. Sekresi dari kelenjar ini berwarna kuning.

5. Alat Kopulasi

Organ kopulatoris pada hewan jantan disebut penis, penis dibedakan menjadi dua tipe, yaitu : penis fibroelastik dan penis kavernosus. Pada penis fibro elastik, bagian korpus yang melengkung, disebut flexura sigmoidea atau ansa sigmoidea, relatif lebih kecil, tetapi panjang dan pada waktu ereksi relatif tidak menjadi besar, misalnya pada ruminansia. Pada penis tipe kavernosus, bentuk lebih pendek, pada waktu ereksi menjadi besar karena mempunyai kaverna-kaverna darah. Pada waktu terjadi ereksi cairan darah memasuki kaverna-kaverna, misalnya pada kuda dan primata.

Bagian ujung dari penis disebut glans penis. Pada anjing bagian anterior dari korpus kavernosus penis bertulang dan bagian ini disebut bulbus glandis, bagian kaudal glans penis pada anjing, pada bulbus glandis biasanya menjadi tempat bermuaranya darah sesudah penis masuk ke dalam alat kelamin betina, keadaan ini menyebabkan pelepasan menjadi sangat sukar sampai ereksi menurun. Bentuk glans penis pada babi seperti sumbat gabus, pada manusia seperti jamur dan pada domba dan kambing bentuk glans penis berbentuk khas yang disebut galea glandis. Umbai tersebut dinamakan prosesus uretralis atau prosesus verminiformis, itu tidak lain adalah bagian ujung dari uretra. Pada kuda susunan penis lebih sederhana dan terdapat banyak jaringan banyak kavernosus dalam kaitannya dengan jaringan pengikat, sehingga pada waktu ereksi penis menjadi besar dan panjang. Pada sapi tipe penisnya adalah fibro elastis, panjang kira-kira 102 cm. Pada domba dan kambing tipe penisnya adalah fibro elastis, dengan panjang 40 cm, fleksura sigmoidea letaknya prae-skrotal. Pada babi tipe penisnya adalah fibro elastis,

panjang 55 cm, letak dari fleksura sigmoidea prae-skrotal. Pada kuda tipe penisnya vaskuler, dengan panjang 50 cm.

6. Preputium

Preputium merupakan selubung bagian ujung anterior penis, selubung ini merupakan suatu lipatan kulit. Selaput lendir dari preputium ini berkelenjar dan sekresinya bersifat lemak, sekresi kelenjar ini bercampur dengan epitel yang rusak, sehingga berbau merangsang yang disebut smegma prepusium. Muara luar prepusium disebut orificium praeputii. Preputium sapi merupakan suatu selubung yang panjang dan sempit, panjang 35-40 cm dan diameter 4 cm. Preputium babi mempunyai orificium yang sempit dengan bulu-bulu yang kaku, kantong preputium mengandung campuran urine yang telah terurai dan sel-sel epitel yang rusak dan mempunyai bau tidak enak dan ini khas pada babi jantan.

B. ANATOMI REPRODUKSI BETINA

1. Pendahuluan

Sistem reproduksi pada betina terdiri atas ovarium, saluran kelamin dan alat penggantungnya. Saluran kelamin terdiri dari : tuba fallopii (oviduk), tanduk rahim (kornua uteri), badan rahim (korpus uteri), leher rahim (servik uteri), vagina dan vulva. Sistem reproduksi pada betina tidak hanya menerima telur-telur yang diovulasikan oleh ovarium dan membawa telur-telur tersebut ke tempat implantasi, yaitu rahim, tetapi juga menerima sperma dan membawanya ke tempat fertilisasi, yaitu tuba fallopii. Saluran kelamin pada unggas amat berbeda dibandingkan mamalia dan akan dibicarakan secara tersendiri.

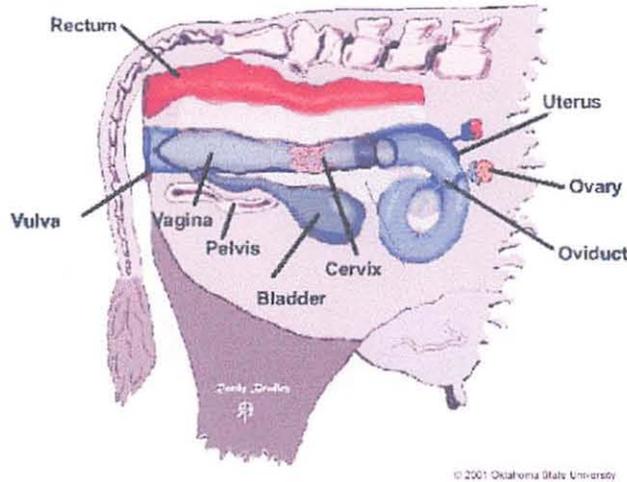
Pada mamalia, ovarium dan bagian duktus / saluran kelamin dari sistem reproduksi berhubungan satu dengan yang lain dan melekat pada dinding tubuh dipertautkan oleh alat penggantungnya. Ovarium menerima suplai darah dan suplai saraf melalui hilus yang juga melekat pada uterus. Tuba fallopii berada di dalam lipatan mesosalping, sedangkan mesosalping melekat pada ligamen ovarium. Ligamen ini melanjutkan diri ke ligamen inguinal, yang homolog dengan gubernakulum testis. Bagian lain ligamen ini membentuk ligamen bulat pada uterus yang kemudian melebarkan diri dari uterus ke daerah inguinal.

2. Ovarium

Bentuk dan besar ovarium beberapa jenis mamalia telah diketahui pada mata ajaran anatomi. Ovarium berfungsi ganda, yaitu sebagai alat tubuh yang memproduksi sel

kelamin betina, yaitu ovum dan hormon-hormon kelamin betina, yaitu estrogen dan progesteron. Pada mamalia besar ovarium relatif sangat kecil dibandingkan dengan besar tubuh dan jumlah sel telur yang dihasilkan dalam satu kali periode pematangan sedikit.

Pada mamalia ada sepasang ovarium, tetapi pada unggas hanya ada ovarium kiri, hal ini disebabkan ovarium sebelah kanan mengalami rudimenter. Ovarium hewan dewasa dapat dibedakan dari ovarium hewan belum dewasa (muda), oleh karena bangun histologisnya sangat berbeda. Hal ini dapat dilihat pada waktu praktikum. Ovarium terletak retroperitoneal, artinya ada di sebelah belakang atau dorsal dari peritoneum. Ovarium digantung oleh alat penggantung yang disebut mesovarium.



Gambar 2. Anatomi reproduksi sapi betina

3. Saluran Kelamin Betina

a. Tuba Fallopii (Oviduk)

Tuba fallopii terdiri dari infundibulum berikut fimbriae, ampulla dan isthmus. Gerbang infundibulum disebut ostium tubae abdominalis. Fimbriae mengandung jaringan erektil dan pembuluh-pembuluh darah melingkar, fimbriae aktif membantu masuknya sel telur yang diovasikan ke dalam tuba fallopii. Keaktifan fimbriae telah dibuktikan dengan percobaan sebagai berikut : Jika ovarium kiri diovariectomi dan tuba fallopii kanan diikat, ternyata hewan bisa bunting. Ampulla meliputi kira-kira setengah dari panjang tuba fallopii, ujungnya berhubungan dengan isthmus merupakan bagian yang menyempit yang berhubungan dengan rahim melalui ostium tubae uterina. Fimbriae berada didekat ovarium, namun tidak melingkupi seluruh ovarium, sehingga terdapat kemungkinan sel ovum yang diovasikan terlempar keluar fimbriae. Namun kejadian tersebut di alam jarang terjadi karena terdapat

substansi kimia yang menarik ovum untuk mendekat fimbriae dan selanjutnya terdorong masuk ke ostium abdominale. Substansi kimia tersebut belum jelas diketahui, sedang kemampuan untuk menarik ovum tersebut disebut ovotaksis. Tuba fallopii digantung oleh alat penggantung yang disebut mesosalping.

Pada keadaan segar, tuba fallopii berupa saluran kecil yang berkelok-kelok berwarna putih. Lumen tuba fallopii dilapisi oleh sel-sel epitel silindris atau kubis satu lapis dan bersilia. Arah pergerakan silia menuju ke rahim, dengan demikian membantu perpindahan sel telur. Di bawah mikroskop, selaput lendir tampak berkelok-kelok, sehingga lumennya menjadi sempit. Dindingnya berotot licin, arah serabut otot bagian dalam melingkar, sedangkan bagian luar memanjang. Oleh karena adanya otot licin itu, tuba fallopii mampu mengadakan gerakan peristaltik dan antiperistaltik. Tuba fallopii berfungsi sebagai alat dan tempat : Memindahkan sel telur dan sperma ke tempat fertilisasi, pematangan, kapasitas sperma dan tempat pembelahan sigot.

Cairan yang mengisi lumen tuba fallopii berasal dari sekresi sel-sel epitel. Cairan ini penting untuk memberi lingkungan yang baik pada proses pematangan dan bagi perkembangan sigot selama pembelahan. Dalam keadaan birahi jumlah cairan ini akan meningkat.

b. Rahim (Uterus)

Rahim merupakan bagian caudal tuba fallopii terdiri dari sepasang tanduk rahim / kornua uteri, badan rahim / korpus uteri dan leher rahim / serviks uteri. Berdasarkan bentuk dan keadaan tanduk rahim, rahim dibagi menjadi :

1. Rahim simpleks, biasanya ditemukan pada jenis primata, seperti manusia. Rahim ini mempunyai sebuah leher rahim, badan rahim jelas dan tidak mempunyai tanduk rahim.
2. Rahim bipartitus, biasanya pada hewan sapi, domba, kucing, anjing dan kuda. Rahim tipe ini ditandai oleh satu leher rahim serta sebuah septum / pemisah kedua kornua uteri. Pada hewan ruminansia kedua tanduk rahim berkembang baik, sedang pada kuda tidak. Hal ini disebabkan foetus ruminansia berkembang di dalam tanduk rahim, sedangkan foetus kuda berkembang di dalam badan rahim.
3. Rahim bikornis, biasa ditemukan pada hewan babi, anjing, kuda. Badan rahim sangat pendek, sebuah leher rahim dan tanduk rahim panjang serta berkelok-kelok. Panjang tanduk rahim bisa mencapai 4 - 5 kali. Hal ini tidak mengherankan karena babi termasuk jenis hewan multipara. Dinding rahim terdiri dari tiga bagian, yaitu endometrium,

miometrium dan perimetrium / serosa. Endometrium terdiri selapis sel-sel epitel berbentuk silindris, lapisan kelenjar dan jaringan pengikat longgar. Dibeberapa tempat pada endometrium ruminansia terdapat penonjolan-penonjolan yang mengarah ke lumen rahim disebut karunkula. Penonjolan tersebut berupa seperti jamur. Pada rahim sapi tidak bunting jumlah karunkula berayun antara 70 - 120 buah dan tersusun menjadi empat baris. Garis tengah karunkula kira-kira 15 mm. Garis tengah karunkula sapi bunting bisa mencapai 10 cm. Endometrium dan karunkula domba tidak bunting berpigmen, oleh karena itu pada lapisan permukaannya tampak ada bintik-bintik coklat / hitam. Kelenjar rahim ada di seluruh endometrium, kecuali pada karunkula. Sekresi kelenjar penting untuk makanan blastosis menjelang implantasi dan untuk embrio / foetus selama kehidupan pralahir.

Leher rahim merupakan otot pengunci (*sphincter*) yang terletak antara badan rahim dan vagina, lumennya menyempit karena penjuluran-penjuluran selaput lendir yang mengarah ke lumen. Penjuluran tersebut dikenal sebagai cincin anuler. Cincin anuler pada sapi sangat jelas, pada babi dan kuda tidak begitu jelas. Lapisan epitel yang membatasi lumen terdiri dari sel-sel epitel silindris, selaput lendirnya berkelenjar dan dindingnya selain berotot tebal juga berserabut kolagen dan fibrosa. Melalui cara perabaan, dinding leher rahim jelas bedanya dari dinding bagian rahim yang lain. Saluran servik tertutup selama kebuntingan kecuali pada saat menjelang kelahiran anak, birahi dan dalam keadaan sakit. Di gerbang leher rahim hewan sedang bunting ada timbunan lendir kental yang berasal dari sekresi kelenjarnya. Lendir ini bertindak sebagai lendir penyumbat, oleh karena itu servik bertindak sebagai penutup lumen rahim terhadap gangguan-gangguan yang datang dari arah luar. Oleh pengaruh hormon, lendir penutup tersebut mencair menjelang kelahiran.

Rahim berfungsi sebagai alat dan tempat untuk : transport sperma ke dalam tuba fallopii, memberi makan blastosis, pembentukan plasenta, perkembangan embrio / foetus dan kelahiran anak.

c. Vagina

Vagina merupakan bagian saluran kelamin betina yang terdiri dua bagian, yaitu vagina sebenarnya dan vestibulum. Kedua bagian tersebut dibatasi oleh orifisium uretra eksterna dan pada batas ini terdapat suatu lipatan selaput melintang, epitelnya banyak lapis, lipatan selaput tersebut adalah himen. Pada sapi lipatan himen sedemikian rupa, sehingga menyulitkan kopulasi. Vagina berfungsi selain sebagai tempat penumpahan

semen, juga untuk jalur keluar foetus dan plasenta pada saat partus. Dindingnya terdiri dari tiga bagian, yaitu selaput lendir, lapisan otot dan serosa. Epitel dinding vagina berbentuk banyak lapis dan jumlah lapisannya bisa berubah-ubah sesuai dengan siklus kelamin. Perubahan bentuk sel-sel epitel diatur oleh sekresi hormon ovarium. Di dalam selaput lendir tidak ada kelenjar, lendir vagina kebanyakan berasal dari sekresi kelenjar leher rahim. Pada vestibulum terdapat seperti kelenjar vestibular disebut kelenjar Bartholini. Kelenjar tersebut berbentuk tubuloalveolar dan saluran kelenjar bermuara ke labia minor, hasil sekresinya berupa lendir pelumas.

4. Alat Kelamin Luar

Terdiri atas vestibulum vagina, labia major, labia minor, klitoris dan kelenjar vestibuler. Labia major merupakan lipatan dan mengandung jaringan lemak, serabut elastis dan sedikit otot licin. Permukaan luar berambut dan berkelenjar. Labia major pada hewan piaraan sangat kecil dibandingkan pada manusia, pada hewan-hewan laboratorium labia major tidak jelas. Klitoris terletak di belahan ventral vestibulum, embriologis berasal dari penis. Klitoris mengandung jaringan erektil, epitelnya pipih banyak lapis dan kaya dengan ujung-ujung serabut saraf sensoris.

C. HISTOLOGI REPRODUKSI JANTAN

1. Pendahuluan

Testis sebagai organ kelamin primer mempunyai dua fungsi, yaitu : menghasilkan sel-sel kelamin jantan atau spermatozoa dan mensekresikan hormon kelamin jantan atau testosteron. Spermatozoa dihasilkan di dalam tubulus seminiferus atas pengaruh FSH (*Follicle stimulating Hormone*), sedangkan testosteron diproduksi oleh sel-sel interstitial dari Leydig atas pengaruh ICSH (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*) dari kelenjar hipofisa anterior. Oleh karena itu, testis mempunyai fungsi sebagai reproduksi dan endokrinologis. Fungsi reproduksi dari testis adalah menghasilkan sel-sel spermatozoa dari dinding tubulus seminiferus, saluran tubulus seminiferus mempunyai panjang bila dibentangkan secara keseluruhan sampai beberapa kilometer.

Sel spermatozoa merupakan hasil akhir dari sel jantan setelah mengalami proses-proses pendewasaan (Spermatogenesis). Proses spermatogenesis baru dimulai setelah hewan mencapai masa pubertas (remaja). Hormon FSH dari hipofisa anterior menstimulir aktivitas spermatogenesis dari testis, maka peningkatan produksi FSH oleh kelenjar hipofisa akan diikuti oleh peningkatan produksi sel spermatozoa. Pada beberapa hewan mamalia testis dan organ-organ kelamin pelengkap hanya berfungsi sepenuhnya selama musim kawin (*breeding season*). Pada ternak mamalia, produksi sperma berlangsung sepanjang tahun dengan beberapa variasi musim.

Fungsi Endokrinologis dari testis adalah menghasilkan hormon kelamin jantan yang dihasilkan oleh sel-sel interstitial dari Leydig, yaitu hormon androgen. Ada beberapa bentuk hormon androgen yang dihasilkan oleh sel-sel Leydig yang di dalam laboratorium telah berhasil disintesa dan mempunyai beberapa derajat aktivitas dari hormon jantan ini, salah satu diantaranya adalah testosteron yang sangat potensial dalam mempengaruhi sifat jantan seekor hewan. Hormon jantan lain yang juga telah dapat diisolir dari testis dan mempunyai daya androgenik yang lebih rendah dari pada testosteron adalah aldosteron.

2. Pembentukan Sel Kelamin Jantan

Proses pembentukan sperma disebut spermatogenesis. Proses ini berlangsung di dalam tubulus seminiferus. Proses spermatogenesis terdiri dari empat tahap. Tahapan tersebut yaitu : 1. proliferasi, 2. tumbuh, 3. masak dan 4. transformasi (metamorfosa). Tahap proliferasi terjadi sejak pra lahir sampai beberapa waktu sesudah fetus dilahirkan,

setelah itu berhenti. Spermatogenesis baru diteruskan setelah individu menginjak umur dewasa kelamin. Bakal sel kelamin yang sudah ada pada membrana basal dari tubulus seminiferus melepaskan diri dan setelah mengalami pembelahan secara mitosis menghasilkan sejumlah spermatogonia. Pada tahap tumbuh, spermatogonium aktif membagi diri secara mitosis sebanyak empat kali, sehingga dari sebuah spermatogonium akan menghasilkan 16 buah dan tumbuh menjadi spermatis primer. Proses ini pada kambing memakan waktu 15 - 17 hari.

Pada tahap menjadi masak dimulai dengan pembelahan meiosis, sehingga spermatis primer berubah menjadi spermatis sekunder, yang jumlah kromosomnya hanya setengah dari jumlah kromosom dari spermatis primer. Proses ini pada kambing berlangsung selama 15 hari, setelah itu selama beberapa jam spermatis sekunder membagi diri. Secara mitosis menjadi spermatid. Proses dari spermatogonium sampai dengan menjadi spermatid disebut spermatositogenesis. Pada tahap metamorfosa, spermatid berubah menjadi spermatozoa. Proses perubahan dari spermatid menjadi spermatozoa disebut spermiogenesis, ciri-ciri dari proses spermiogenesis adalah : aparat golgi menjadi tudung anterior atau akrosoma. Inti spermatid menjadi kepala sperma. Dari sentriol keluar ekor. Plasma membran menjadi selubung tubuh sperma. Mitokondria mengumpul di bagian ekor.

Dari sebuah spermatogonium akan di hasilkan 64 spermatozoa. Jika memeriksa sebuah sayatan melintang dari tubulus seminiferus, terlihat beberapa macam sel berderet mulai dari membran basalis sampai ke bagian lumen. Deretan sel-sel tersebut adalah sel spermatogonium, spermatis primer, spermatis sekunder dan spermatid. Menurut Ortavent (1959), jumlah deretan sel pada kambing, banteng dan babi sebanyak 8. Hal ini didasarkan oleh karena spermatogonium dan spermatid bisa mempunyai beberapa keturunan. Jumlah deretan sel kelamin sedang berkembang di dasarkan atas pembelahan meiosis, keragaman bentuk inti spermatid dan masuknya spermatozoa ke dalam lumen tubulus seminiferus. Jika menghitung deretan sel berdasarkan kriteria perkembangan akrosom, Clermont dan Leblond mengenal 12 deret sel. Jumlah deret sel-sel yang berurutan tersebut dikenal sebagai siklus epitel seminiferus.

Satu siklus epitel seminiferus adalah lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus dari awal sampai akhir di suatu tempat atau daerah tubulus seminiferus. Waktu yang diperlukan sama di seluruh testis, kira-kira 10 hari. Evolusi dari spermatogonium sampai menjadi sperma pada kambing memakan waktu kira-kira 5 siklus.

Spermatozoa berbeda dengan sel somatis, spermatozoa mempunyai kepala dan ekor, di samping itu spermatozoa tidak tumbuh atau membelah diri. Pada mamalia spermatozoa berukuran 50 - 60 mikron. Ekor spermatozoa yang menjelma dari sentriol spermatid berukuran panjang sekitar 40 - 50 mikron dan terdiri dari tiga bagian, yaitu: pangkal, tengah dan ujung.

Ujung anterior pangkal ekor (*midpiece*) berhubungan dengan bagian kepala, tempat ini merupakan tempat untuk implantasi (*implantation region*). Sumbu ekor (*axial Core*) terdiri dua buah fibril pusat yang dikelingi oleh sembilan fibril-fibril ganda berupa sebuah cincin melingkar. Cincin tersebut berjalan mulai dari daerah implantasi sampai ke ujung ekor. Pangkal ekor merupakan bagian ekor yang menebal, di tempat ini tersedia energi bagi kehidupan 2 sel spermatozoa. Sumbu pusat terdiri dari sebelas fibril yang dikelilingi oleh sembilan fibril yang lebih kasar. Mitokondria yang terletak di sebelah luar fibril merupakan selaput, disebut selaput mitokondria yang mengandung enzim untuk metabolisme. Pangkal ekor merupakan bagian yang kaya akan plasmalogen, yaitu suatu bahan yang mengandung asam lemak. Asam lemak ini dapat dioksidir, sehingga menghasilkan energi. Hasil oksidasi yang dibebaskan ini merupakan sumber energi dalam untuk spermatozoa. Di samping itu, enzim yang ada diantara fibril-fibril merombak gula-gula sampai menjadi asam laktat. Bagian tengah ekor bertindak sebagai mesin pendorong. Bagian ini fibril-fibril yang lebih kasar yang mengelilingi fibril pusat tebalnya makin menipis sampai tidak ada, sehingga hanya tinggal fibril pusat.

Dibagian tengah ekor, fibril pusat diselubungi oleh selubung ekor yang bersifat fibrous. Bagian ujung ekor pendek dan tidak mempunyai selubung maupun fibril pusat. Panjang ke tiga bagian ekor berturut-turut adalah, pangkal 10-15 mikron, tengah kira-kira 30 mikron dan ujung 3 mikron. Kemampuan bergerak spermatozoa disebabkan karena kelengkapan yang dimiliki, yaitu ekor terpisah dari kepala yang bisa bergerak, fibril-fibril luar bertindak sebagai unsur-unsur kontraktile dan fibril-fibril yang lebih halus untuk penyalur impuls yang berasal dari bagian leher secara ritmik.

Kecepatan bergerak dari spermatozoa dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan suhu, pada suhu 37° sekitar 100 mikron per detik. Di dalam praktek inseminasi buatan, pergerakan spermatozoa menunjukkan kemampuan membuahi sel telur. Gerakan masa spermatozoa dapat diperiksa dibawah mikroskop. Metode *impedance bridge* telah dikembangkan untuk menentukan pergerakan spermatozoa. Metode ini berdasarkan atas pengukuran perubahan kecepatan (*rate of change*) tahanan listrik suatu suspensi sperma.

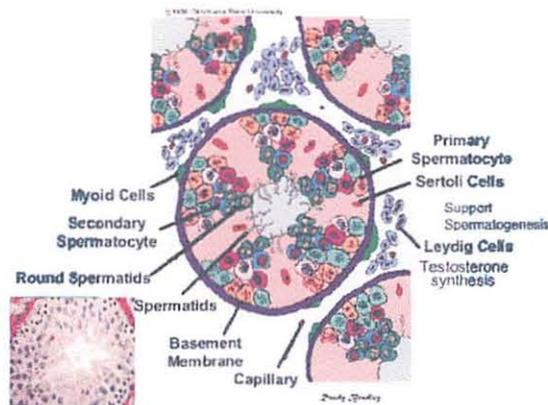
3. Histogenesis Spermatozoa

Sel-sel spermatozoa yang dihasilkan di tubulus seminiferus testis oleh sel-sel yang berasal dari germinal epitelium, sel-sel ini disebut sel spermatogonium yang bersifat spermatogenik. Pembentukan spermatozoa dari spermatogonium dalam tubulus seminiferus berturut-turut dari tepi ke arah lumen adalah :

Spermatogonium -----> Spermatosit primer -----> Spermatosit sekunder -----> Spermatid -----> Spermatozoa.

Nampaknya rantai pembentukan spermatozoa ini mudah saja untuk dipelajari, tetapi sesungguhnya bukan demikian. Menurut Greep, dari spermatogonium ini akan terjadi pembelahan, sehingga dihasilkan dua buah jenis sel spermatogonium, yaitu :

1. Sel jenis A; sel ini kemudian mengalami pembelahan secara mitosis, setengah menjadi sel jenis A lagi dan setengahnya menjadi sel jenis B.
2. Sel jenis B; sel ini hasil dari pembelahan sel spermatogonium jenis A, sel jenis B inilah yang nantinya akan meneruskan proses spermatogenesis yang mengalami diferensiasi sampai menjadi spermatozoa.



Gambar 3. Gambaran histologi testis sapi

Spermatogonium, merupakan sel asal mata rantai spermatogenesis, letaknya paling dekat dengan membrana basalis dari tubulus seminiferus. Sifat-sifat: Inti bulat lonjong, terdapat butir-butir kromatin, nukleoli dekat dengan selaput inti, sitoplasmanya menunjukkan susunan granuler yang kurang jelas, tidak diketemukan inclusion, besarnya sel bervariasi, mengandung jumlah sel yang diploid, pewarnaan dengan haematoxylin intinya nampak bulat dan berwarna biru, kadang-kadang memperlihatkan stadium mitosis.

Spermatisit primer, merupakan hasil akhir dari pembagian secara mitosis sel-sel spermatogonium jenis B, terbentuknya spermatisit primer yang segera masuk ke dalam tingkat interfase. Sifat-sifat: Inti besar sekali dan terlihat jelas, lokasi inti terletak di sentral, pada interfase terlihat butiran-butiran kromatin halus, tersebar merata, kromatin telah membentuk kromosom pada metafase dan di aster stadium.

Spermatisit sekunder, merupakan produk pembelahan meiototik pertama, setelah mengalami interfase secara singkat. Sifat-sifat : Bentuk sel-sel hampir bulat seperti spermatogonium, inti berbentuk bulat, letak di tengah, pada interfase terlihat inti lebih kecil dari pada spermatisit primer yang sedang membagi, tetapi lebih besar dari spermatid muda.

Spermatid, merupakan produk pembelahan meiototik ke dua setelah pembentukan spermatisit sekunder, letak hampir berbatasan dengan lumen tubulus seminiferus. Sifat-sifat: Inti letaknya eksentris, terdapat berkelompok-kelompok antara 4 - 8 spermatid, inti lonjong, daerah golgi terdapat dekat pada inti, bersifat tidak berbatas jelas, mitokondria terdapat sebagai butiran-butiran dalam jumlah banyak terletak pada bagian dalam membran sitoplasma, sentriol kelihatan kecil. Spermatozoa, merupakan hasil akhir dari proses spermiogenesis. Pada proses spermiogenesis terdapat tiga proses utama, yaitu

1. Pengurangan jumlah sitoplasma, sehingga sisanya hanya terdapat pada bagian tubuh spermia, sedang komponen-komponen sel lainnya yang terdapat dalam sitoplasma menempati posisi-posisi:
 - a. Golgi apparatus membentuk anterior-cap dan posterior-cap, setelah spermatozoa mengalami pematangan anterior-cap membentuk acrosoma.
 - b. Centrosoma membentuk anterior knob dan posterior knob, yang antara kedua knob tersebut terbentuk bagian leher dari spermatozoa. Posterior knob pada proses spermiogenesis membentuk dua cincin, yaitu anulus anterior dan anulus posterior. Diantara kedua anuli tersebut tersimpan sisa sitoplasma yang di dalamnya masih terdapat mitokondria. Bagian yang terletak di antara kedua anuli ini disebut bagian tubuh spermia.
2. Perubahan inti sel dari bentuk bulat menjadi oval yang setelah mengalami proses pematangan di epididimis akan berubah menjadi lonjong. Inti sel ini akan membentuk bagian kepala dari spermatozoa.
3. Terbentuknya filamen ekor yang membentuk bagian ekor dari spermatozoa. Adanya bentuk morfologis yang demikian spermatozoa dapat bergerak aktif pada suasana

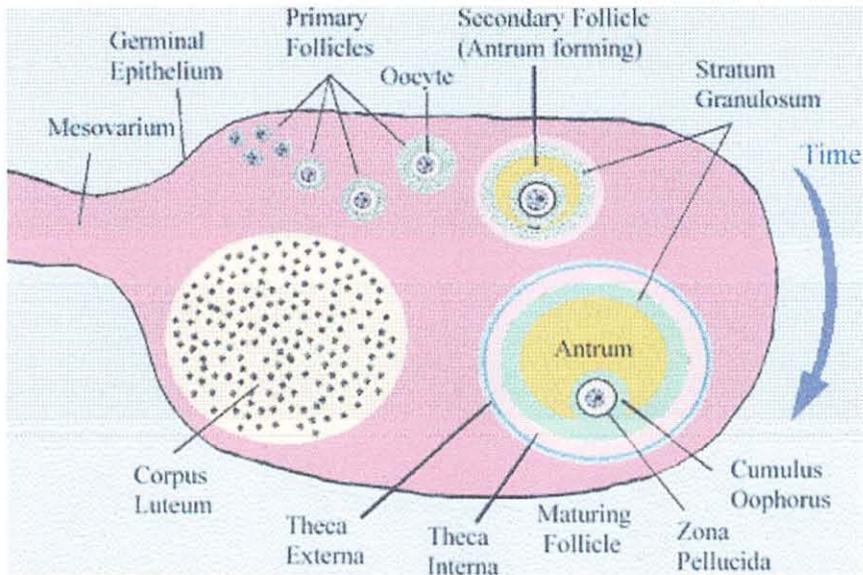
medium yang sesuai. Dalam diagnosa fertilitas pemeriksaan terhadap normalitas bentuk morfologis spermatozoa dan mobilitas spermia dalam medium merupakan tahap yang harus dijalankan, disamping pemeriksaan terhadap volume ejakulasi, jumlah spermatozoa per ml, pengukuran pH, pengenalan warna dan bau.

D. HISTOLOGI REPRODUKSI BETINA

1. Pendahuluan

Bangun histologis ovarium perlu diketahui agar bisa memahami tentang proses produksi telur. Di dalam mikroteknik dipelajari bagaimana preparat histologis suatu jaringan atau alat tubuh dibuat. Untuk pemeriksaan mikroskopis, tebal sayatan ovarium sekitar 8 - 10 mikron, sayatan tersebut diwarnai dengan hematoxilin dan eosin. Pada sayatan ovarium dapat dibedakan dua daerah, yaitu daerah tepi ovarium disebut korteks dan daerah tengah ovarium disebut medulla. Di daerah korteks ovarium dewasa bisa dilihat berbagai bentuk sel telur yang sedang berkembang. Bentuk-bentuk tersebut berupa oogonium yang sedang tumbuh menjadi oosit primer, oosit sekunder, oosit tertier dan ovum.

Oogonium merupakan sel yang berdiri sendiri, di sebelah luarnya tidak diselimuti oleh sel-sel lain dan letaknya berkelompok-kelompok atau tersebar, oleh karena itu mudah dibedakan dari bentuk-bentuk yang lain. Oosit diselimuti oleh lapisan sel-sel folikel. Oosit beserta sel-sel folikel yang mengitarinya disebut folikel. Pada ovarium dewasa bisa ditemukan beberapa bentuk folikel, yaitu folikel primer, folikel sekunder, folikel tertier. Perbedaan ini didasarkan atas keadaan lapisan sel-sel folikel yang mengitarinya. Pada ovarium yang belum dewasa bentuk-bentuk folikel belum ada, yang ada hanya oogonium. Folikel tertier atau folikel de Graaf mudah dibedakan dari folikel-folikel yang lain karena besarnya dan ada rongga (antrum) folikel. Rongga tersebut berisi cairan folikel yang mengandung hormon estrogen. Di dalam folikel de Graaf, sel telur seperti terletak di suatu bukit yang dibentuk oleh sel-sel folikel. Bukit tersebut disebut kumulus ooforus. Adakalanya beberapa penjuluran sel-sel folikel menunjang sebuah sel telur, misal folikel de Graaf kelinci. Penjuluran-penjuluran folikel demikian disebut retinakulum. Jumlah sel telur yang ada dalam sebuah folikel de Graaf tidak selalu satu jumlahnya, tetapi dapat lebih dari satu seperti pada hewan multipara (hewan beranak banyak).



Gambar 4. Gambaran histologi ovarium sapi

Pada waktu melakukan pemeriksaan histologis, hendaknya diperhatikan bahwa sel telur yang sedang berkembang dan folikel-folikelnya bentuknya beragam. Hal ini tidak mengherankan kalau kita ingat bagaimana potongan ovarium dibuat. Oleh karena itu kemampuan seseorang untuk membayangkan suatu sayatan secara menyeluruh sangat membantu memperoleh pengertian tentang bangun mikroskopis alat tubuh. Folikel de Graaf menunjukkan bahwa sel telur yang ada di dalamnya telah siap untuk diovolasikan. Dinding luar folikel de Graaf yang disebut stratum granulosum terdiri dari beberapa lapis sel folikel. Lapisan ini bersandar pada membran basal disebut teka, terdiri dari dua lapis, yaitu teka interna dan teka eksterna. Jika sel telur berhasil diovolasikan, maka sisa folikel de Graaf akan berkembang menjadi korpus luteum. Proses perubahan ini berlangsung secara bertahap dan perkembangannya bergantung pada nasib sel telur yang diovolasikan.

Secara berurutan perkembangan sisa folikel de Graaf mula-mula disebut korpus hemoragikum (korpus rubrum). Korpus hemoragikum berbentuk tidak teratur, mengandung bekuan-bekuan darah. Bentuk ini tidak lain dari folikel de Graaf yang mengempis, karena sel telur telah diovolasikan dan cairan antrum keluar. Bentuk sisa folikel menjelang korpus luteum graviditatum dibentuk ditandai oleh bekuan-bekuan darahnya berkurang atau sudah lenyap dan tampak sel-sel lutein. Sel-sel luteum berasal dari sel-sel jaringan pengikat teka interna atau teka eksterna. Korpus luteum yang sebenarnya atau korpus vera ditandai

adanya sel-sel besar yang banyak, berbentuk bundar atau lonjong dan intinya kecil. Sel besar ini berasal dari sel-sel folikel dari stratum granulosum. Di samping itu, ada sel-sel yang bentuknya lebih kecil dan berasal dari teka interna. Sel-sel yang berbentuk lebih besar menghasilkan hormon estrogen dan sel-sel yang kecil menghasilkan hormon progesteron. Itulah sebabnya mengapa ovarium disebut kelenjar eksokrin dan endokrin. Hasil eksokrinnya berupa sel telur, sedangkan hasil endokrinnya berupa hormon-hormon kelamin betina.

Pada perkembangan berikutnya ialah terbentuknya korpus luteum graviditatum, yang dibentuk jika sel telur yang diovulasikan berkembang terus, artinya induk menjadi bunting. Jika sel telur gagal berkembang menjadi embrio, maka yang dibentuk bukan korpus luteum, tetapi korpus luteum spurium atau korpus luteum ovulasinum. Korpus spurium ini akan diserap oleh tubuh. Demikian juga ada korpus luteum yang dipertahankan oleh tubuh yang disebut korpus luteum persisten (KLP). Korpus luteum persisten terjadi umumnya akibat adanya kelainan pada uterus, misalnya pada keadaan endometritis yang kronis, pyometra, mumifikasi foetus, maceratio foetus dan penyakit-penyakit lain. Biasanya korpus luteum persisten menyebabkan terjadinya anestrus, hal ini disebabkan kegagalan pelepasan bahan luteolitik dari endometrium uterus (Ginther, 1978 dalam Hardjopranto, 1992)

Mekanisme terjadi anestrus yang disebabkan adanya korpus luteum persisten adalah karena endometrium uterus tidak mampu menghasilkan hormon prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$), sehingga korpus luteum yang ada di ovarium tetap dipertahankan. Akhirnya mengakibatkan kadar progesteron dalam darah terus meningkat. Akibat dari peningkatan kadar progesteron ini perkembangan folikel terganggu, sehingga hormon estrogen tidak dihasilkan dan ini menyebabkan birahi tidak timbul kembali (Hafez, 1987). Apabila korpus luteum persisten ini berlangsung lama korpus luteum tersebut akan tertetak lebih dalam pada ovarium, sehingga makin sulit didiagnosa melalui eksplorasi rektal (perabaan pada rektum). Dengan demikian, adanya korpus luteum persisten yang sudah lama terbentuk akan lebih sulit didiagnosa daripada korpus luteum persisten yang baru (Hardjopranto, 1992). Tanpa adanya diagnosa yang teratur, korpus luteum persisten dapat bertahan 6 - 8 bulan setelah perkawinan. Pada suatu ketika korpus luteum meluruh / regresi, hal ini terjadi setelah fungsi korpus luteum berakhir disebut korpus albikan, karena mengandung serabut-serabut jaringan pengikat. Bentuknya lebih kecil dan sel-sel lutein menjadi sedikit.

Proses pembentukan folikel tidak selalu berjalan lancar oleh karena sel telur adakalanya mati sebelum ovulasi. Sisa folikel demikian disebut folikel atresi.

Di sebelah luar korteks ovarium atau tunika albugenia terdapat kapsula ovarium yang merupakan permukaan luar ovarium dan terdiri dari selapis sel-sel epitel kecambah. Sel-sel epitel kecambah tersebut dapat melapisi seluruh permukaan ovarium atau diselang-seling oleh lapisan serosa, tergantung pada jenis hewan. Pada waktu menjelaskan tentang asal-usul bakat sel kelamin akan diketahui tentang peranan serta masih dari sel-sel epitel kecambah.

2. Ovulasi

Proses pelontaran sel telur dari ovarium disebut ovulasi. Ovulasi didahului oleh pecahnya folikel de Graaf, sehingga folikel tersebut menjadi kempis. Tempat pada ovarium dimana sel telur melontar keluar disebut stigma. Stigma adalah daerah yang tidak ada pembuluh darahnya, pada saat sel telur sudah masak dan siap untuk diovulasikan, maka daerah yang bebas pembuluh darah ini akan mengalami perobekan sebagai jalan keluarnya sel telur. Dengan demikian, perdarahan yang dihasilkan relatif sedikit.

Lama ovulasi bergantung pada letak sel telur di dalam folikel. Jumlah sel telur yang diovulasikan bergantung pada jenis hewan dan pada penjagaan induk terhadap anak-anaknya. Jumlah sel telur yang dilontarkan pada hewan-hewan yang embrionya berkembang di dalam tubuh induk, jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan hewan-hewan yang embrionya berkembang di luar tubuh.

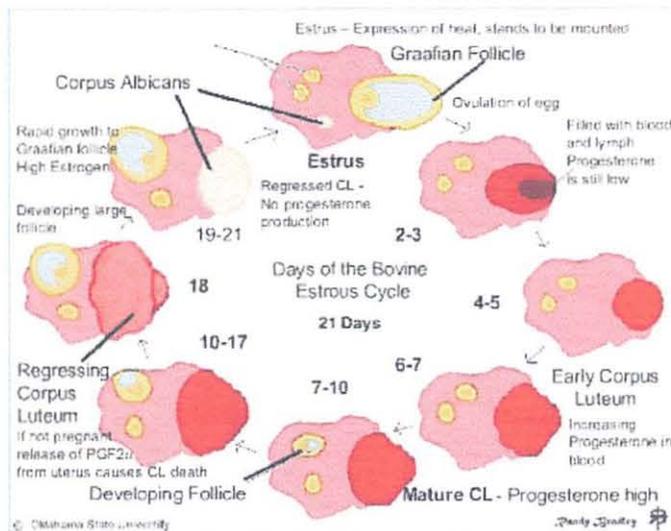
Menjelang sel telur diovulasikan, folikel de Graaf mendekat ke permukaan ovarium bahkan menonjol keluar. Tungkai penonjolan folikel de Graaf pada ayam disebut pedikel. Cairan folikel yang mengisi antrum maksimal dan kumulus ooforus mulai berdesintegrasi, sehingga sel telur berikut selaputnya bebas bergerak dalam folikel. Pada waktu itu, pada mamalia terjadi pelepasan benda kutub I. Pada kuda sebelum folikel robek terjadi perusakan pembuluh-pembuluh darah di sekitar folikel, sehingga cairan darah masuk ke dalam cairan folikel. Oleh karena itu, cairan folikel de Graaf pada kuda berwarna merah karena bercampur dengan cairan darah. Pada katak perubahan folikel de Graaf disebabkan oleh suatu enzim yang menyebabkan pelunakan dinding luar folikel. Dari contoh tersebut ovulasi disebabkan oleh akibat-akibat setempat pada jaringan ovarium. Di samping itu, ovulasi disebabkan oleh pengaruh kelenjar hipofisa. Hal tersebut dapat diterangkan dengan suatu percobaan sebagai berikut : kelenjar hipofisa katak dibuang

(hipofisektomi) berakibat ovulasi tidak terjadi dan produksi sel telur terhenti. Jika pada katak yang kelenjar hipofisanya telah dibuang diimplantasikan jaringan kelenjar hipofisa segar di bawah kulit, di daerah punggung atau ekstraknya, beberapa hari setelah penyuntikan akan terjadi ovulasi.

3. Daur Estrus

Apabila pubertas telah tercapai, maka telah dimulai estrus pada hewan betina menurut suatu daur ritmik yang khas. Pada hewan jantan, daur ini tidak ada, pada umumnya hewan jantan selalu bersedia menerima hewan betina untuk aktivitas reproduksinya. Dapat menjadi patokan apabila hewan menolak untuk aktivitas produksinya berarti hewan tersebut tidak normal atau hewan terlalu tua atau masih muda. Menurut Gali yang dikutip dari Partodihardjo (1980); Turner dan Bagnara (1976) menyatakan bahwa selang waktu antara timbulnya satu periode estrus hingga periode estrus berikutnya disebut dengan daur estrus. Tiap satu periode estrus terdiri dari empat fase, yaitu : proestrus, estrus, metestrus dan diestrus, sedangkan lamanya masing-masing fase tersebut dapat didasarkan pada pengamatan terhadap preparat apus vagina.

Fungsi dari estrus ini sangat penting untuk deteksi pada masa perkawinan. Tikus laboratorium merupakan species poliestrus yang mengulang-ulang daur estrusnya sepanjang tahun tanpa banyak perubahan bila tidak diganggu oleh kebuntingan. Pada spesies ini, sel telur secara normal dilepas dari ovarium selama estrus. Lama daur estrus pada tikus berkisar antara 4 - 5 hari. Baik fungsi gametogenik maupun endokrin ovarium bukanlah merupakan proses yang terus menerus, melainkan berfluktuasi secara berirama selama kehidupan tertentu. Perubahan-perubahan berkala di dalam saluran reproduksi ditentukan oleh variasi siklus kelenjar hipofisa dan ovarium, sedangkan interval-intervalnya disebut daur estrus pada hewan dan pada manusia disebut daur menstruasi.



Gambar 5. Siklus birahi pada sapi

a. Proestrus

Merupakan periode folikel menjadi folikel de Graaf dibawah pengaruh FSH. Di sini sistem reproduksi memulai persiapan untuk ovulasi. Terjadi peningkatan pertumbuhan sel-sel oviduk, vaskularisasi mukosa uterus dan epitel vagina. Korpus luteum dari periode sebelumnya mengalami vakuolisasi, degenerasi dan pengecilan secara cepat.

b. Estrus

Merupakan fase yang terpenting dalam daur estrus, karena hanya dalam fase ini hewan betina mau menerima jawaban atas hewan jantan. Ciri khas dari estrus ini adalah terjadinya kopulasi. Dalam ovarium, folikel de Graaf membesar serta mengalami perubahan-perubahan ke arah pematangan. Tuba falopii menjadi lebih aktif dan berkontraksi, selanjutnya tuba falopii serta fimbria merapat ke folikel de Graaf. Vaskularisasi ke uterus menjadi meningkat, uterus menjadi besar karena akumulasi cairan dan cervik menjadi oedematous. Terjadi peningkatan mitosis dalam mukosa vagina. Selanjutnya sel-sel ini terkelupas ke dalam lumen vagina dan terdapatnya sel-sel ini dalam preparat apus vagina dapat dipakai sebagai petunjuk estrus. Penerimaan terhadap pejantan selama estrus karena pengaruh hormon estradiol yang menghasilkan pola tingkah laku khas bagi hewan betina.

c. Metestrus

Pada periode ini korpus luteum tumbuh cepat dari sel granulosa folikel yang pecah. Selama metestrus, uterus melakukan persiapan-persiapan untuk menerima dan memelihara embrio bila terjadi kebuntingan. Periode metestrus sebagian besar di bawah pengaruh

ra embrio bila terjadi kebuntingan. Periode metestrus sebagian besar di bawah pengaruh progesteron yang berasal dari korpus luteum. Progesteron menghambat sekresi FSH, sehingga menghambat pembentukan folikel de graaf yang lain dan mencegah terjadinya estrus. Bila kebuntingan tidak terjadi, uterus dan saluran reproduksi beregresi dan menjadi kurang aktif.

d. Diestrus

Pada periode ini, korpus luteum menjadi matang dan pengaruh progesteron terhadap saluran reproduksi makin nyata. Endometrium menebal dan kelenjar-kelenjar berhipertropi, servik menutup dan uterus relaksasi. Pada akhir periode ini, korpus luteum menyebabkan perubahan-perubahan retrogresif dan vacuolisasi secara gradual mulai terjadi perkembangan folikel-folikel primer dan sekunder dan akhirnya kembali ke periode proestrus.

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA – SURABAYA

PERKEMBANGAN ALAT REPRODUKSI MASA EMBRIONAL

1. Pendahuluan

Sel sperma manusia ditemukan oleh seorang mahasiswa bernama Ham pada tahun 1667 dan dilaporkan kepada Anthony van Leeuwenhoek. Oleh Leeuwenhoek sel sperma ini dipelajari dan hasilnya dilaporkan ke Royal Society di Inggris. Di lain pihak peneliti lain mengadakan penelitian terhadap sel kelamin betina. Sel telur mula-mula dikenal oleh de Graaf tahun 1672. Kemudian Karl Ernst von Baer tahun 1827 memeriksa beberapa ekor anjing betina. Ia berhasil menemukan benda-benda kecil di dalam folikel de Graaf. Benda-benda kecil tersebut identik dengan sel-sel telur yang ditemukan di dalam tuba falopii. Kedua sel tersebut ternyata adalah sel kelamin yang sudah masak.

Bakat sel kelamin baru diketahui jauh setelah sel kelamin diketahui. Waldeyer tahun 1870 mengemukakan bahwa bakat sel kelamin berasal dari sel-sel epitel coelom yang membungkus bakal kelenjar kelamin. Pada saat itu bakal kelenjar kelamin disebut gonad. Nussbaum tahun 1880 melakukan penelitian pada kodok dan ikan trout menemukan bahwa bakal sel kelamin terdapat di luar gonad. Dari tempat tersebut kemudian pindah ke dalam gonad dan perpindahannya terjadi pada awal perkembangan embrio.

Sistem genital yang lengkap terdiri dari :

1. Gonad berupa ovarium pada betina dan testes pada jantan.
2. Ductus gonadal, yaitu tuba falopii pada betina serta ductus efferent, ductus epididymis dan ductus deferens pada jantan.
3. Struktur yang berhubungan dengan perjalanan sperma dari penis pada jantan dan penerima pada betina, yaitu vulva dan vagina.
4. Bagian khusus dari sistem ductus pada betina, yaitu uterus yang pada keadaan tertentu dapat dimodifikasi menjadi penerima dan pemberi makan konseptus.

Meski nampaknya terdiri dari bermacam-macam komponen, namun sistem ginjal yang lengkap tersebut berasal dari pembelahan yang sama. Dalam perkembangan selanjutnya, primordia ini membentuk sistem yang berbeda sesuai dengan jenis kelamin organisme.

Secara histologi penampakan glandula seksual primordia dimulai dari penebalan epitel coelome pada daerah medial mesonephricus segera setelah deretan coelom pada daerah ini mengubah diri menjadi bentuk epitel. Saat genital menebal perubahan yang terjadi dalam epitel coelom adalah pemisahan membran dasar mesenchym dan sel cord

mengadakan proliferasi dari bentuk epitel menjadi mesenchym. Gonad sekarang penuh berisi sel mesodermal yang berasal dari epitel coelom. Pada saat itu pula sel dengan tipe khusus menjadi nampak menyebar pada substansi primordium genadal. Sel ini berbentuk lonjong dan biasanya lebih besar dibanding sel-sel mesenchym. Sel tersebut mempunyai vesiculer nuclei yang besar dan sitoplasmanya sulit difiksasi serta kurang bersifat eosinofilik dibanding sel mesenchyme. Sel khusus ini disebut sel germinal primodial (gonosit). Sel germinal primodial selanjutnya mengadakan migrasi ke regb parit genital (genital ridges), Sehingga gonad sesungguhnya merupakan derivat dari tiga komponen yang berbeda, yaitu sel germinal primodial, epitel coelome dan bagian mesenchym dari parit mesonephricus. Sampai pada periode perkembangan ini organisme masih belum dapat dibedakan atas jenis kelaminnya.

Bentuk sel kemudian mengalami kondensasi yang disebut genital blastema. Bentuk ini merupakan perluasan daerah tengah mesonephros selanjutnya terpisah menjadi dua bagian. Mesonephros kemudian diproeksikan menjadi rongga coelome, sedangkan mesentrium menebal yang kemudian terpisah dibagian akar mesentrium oleh medial coelomic bay dan parietal epitel coelome oleh lateral coelomic bay. Sejak saat ini mesentrium terikat pada mesonephros dan bagian tambahan genital blastema yang disebut urogenital mesentery. Mesentery, mesonephros dan gonad membentuk urogenital ridge.

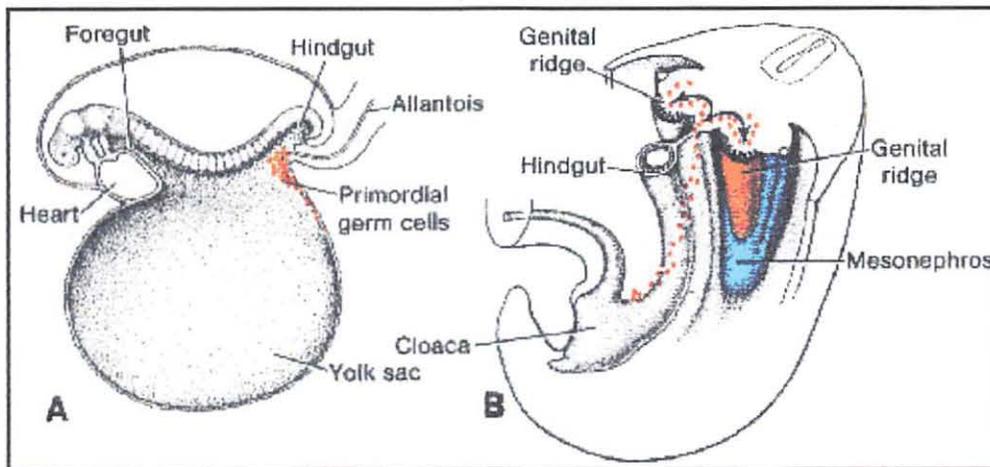
2. Sel Germinal Primodial

Sejak awal tahun 1900 penyelidikan untuk mengetahui asal dari sel germinal primordia telah dilakukan pada ikan, amfibia, ayam, tikus kucing, marmut dan manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sel germinal primordia ada yang berasal dari sel-sel epitel germinal gonad (intra gonad), misalnya pada tikus, kucing dan marmut, sedang pada ikan, amfibia, ayam dan manusia bakal sel kelamin berasal dari dinding endoderm kantong kuning telur (yolk sac). Jadi berasal dari luar gonad (ekstra gonad).

Masalah yang utama dalam kajian biologi sampai saat ini adalah asal sel germinal primordia dan hubungannya dengan sel germinal definitif. Banyak peneliti hewan invertebrata dan infra-mamalia invertebrata menyimpulkan bahwa segregasi awal selama periode perkembangan sel germinal primordia menyebabkan pembentukan sel kelamin pada organisme. Pada reptilia dan burung, sel germinal primodial pertama kali ditemukan pada ujung ekstra embrionic endoderm dari kantong kuning telur (yolk sac). Dari bagian ini

sel mengadakan migrasi secara aktif dengan gerakan amuboid masuk ke dalam tubuh mudigah. Pada beberapa burung sebagian besar masuk ke dalam embrio melalui aliran darah dan pada akhir fase somite menempatkan diri dalam daerah epitel germinal. Daerah ini kemudian dijadikan basis proliferasi selama periode perkembangan awal sampai dibentuk ovum atau spermatozoa.

Pada mamalia, pengamatan dilakukan saat segregasi awal sel germinal primordial. Menurut beberapa peneliti, sel germinal primordial disangka terjadi pada fase pre-somite yang berasal dari endoderm dan bagian mesoderm, yaitu di dinding yolk yang dekat dengan diverticulum alantois. Kemudian sel mengadakan migrasi lewat mesentery ke regio epitel germinal atau gonadal blastema. Pada manusia sel ini nampak bermigrasi dari yolk sac ke dinding usus belakang (hind gut) selanjutnya melewati mesentery sampai berkumpul di gonada ridge. Jadi dibanding komponen lain yaitu epitel coelome dan mesenchyme, sel germinal primordial merupakan bagian sekunder dari gonad. Peneliti lain menolak keberadaan sel germinal primordial atau jika memang ada hanya diperlukan untuk perkembangan sel kelamin yang definitif. Secara histokimiawi, sel germinal primordial yang diamati pada berbagai hewan merupakan sel yang melakukan segregasi awal yang menjadi asal sel ovum dan spermatozoa di masa depan.



Gambar 6. Perkembangan gonad setelah terjadi migrasi primordial germ cells dari dinding yolk sac kearah kantong allantois sepanjang usus bagian dorsal .

Telah ditunjukkan pada mencit bahwa sel germinal primordial pertama kali ditemukan di endoderm usus yang kemudian mengadakan migrasi ke epitel genital ridge. Ovum yang dibentuk dalam kehidupan pasca mudigah merupakan derivat dari sel germinal primordial yang membesar dan kemudian mengadakan migrasi masuk kedalam kortek

ovarium. Jika jaringan genital ridge yang dibentuk sebelum perkembangan sel kelamin ditransplantasikan keginjal induk semang, genital ridge akan gagal membentuk sel kelamin namun hubungan genital dan ductus urinari akan tetap tumbuh. Transplantasi genital ridge setelah pembentukan sel kelamin akan tetap membentuk jaringan testis atau ovarium.

Jika sel germinal primordial tidak dibentuk maka gonadal ridge juga tidak berkembang, hal ini sesuai dengan penelitian tentang ablasi sel. Oleh karena itu sel germinal primordial harus mempunyai efek induktif pada blastema mesenchym gonad. Hubungan keduanya bersifat timbal balik, yaitu jika germinal ridge tidak berkembang karena ketiadaan sel germinal primordial, maka sel ini nampaknya juga tidak berdeferensiasi atau mempersiapkan mesenchyme dari germinal ridge.

3. Testis

Telah dijelaskan bahwa pada periode awal kehidupan mudigah perkembangan gonad baik jantan atau betina nampak sama, sehingga pengamatan terhadap strukturnya tidak dapat digunakan sebagai diagnosa untuk menentukan jenis kelamin. Pada manusia testis baru dapat diidentifikasi pertama kali pada mudigah berumur lebih dari 7 minggu saat ukuran panjang Crown-Rump (dari dahi sampai ujung ekor) 15 mm. Saat ini nampak gonadal blastema jantan menjadi agak terbelah (subdivided) dalam sex cords karena perkembangan tenunan jaringan fibrosa. Sex cord untuk mula-mula bergabung epitel germinal dan diperkirakan selanjutnya mengadakan pembelahan. Pada mudigah usia lanjut perkembangan lapisan fibrosa memadat menjadi tunica albugenia, sedangkan pemisahan sex cord secara lengkap dari epitel germinal tidak memberi kontribusi lebih lanjut. Pada perkembangan selanjutnya menghasilkan sel germinal primordial jantan dalam sex cords dan pada perkembangan lebih lanjut membentuk jaringan yang disebut tubulus seminiferus. Dinding tubulus membentuk sel sustentacular yang disebut sel Sertoli yang dikelilingi oleh intercalated sel germinal primordial. Beberapa cords yang lebih pendek tidak membentuk saluran dan mungkin merupakan awal pembentukan sel interstitial dari testis. Sebagian besar sel interstitial merupakan derivat sel mesenchyme dari stroma. Dalam kehidupan fetus manusia sel interstitial testikular menunjukkan tanda-tanda aktivitas khusus pada bulan ketiga, keempat dan kelima periode kehamilan.

4. Ovarium

Seperti pada perkembangan testei, sel germinal primordial melewati gonad betina pada fase akhir somite. Sel germinal primordial kemudian mencapai bagian superfisial dari ovarium blastema dan seringkali amat dekat dengan pelindung epitel coelome atau epitel germinal. Bagian superfisial ovarium blastema ini di masa perkembangan lanjut akan berkembang menjadi cortex ovarium. Bagian blasma yang lebih dalam akan menjadi medula ovarium yang berfungsi terutama untuk merusak gonosit. Kemudian sex cord dibentuk seperti pada testis dengan memutus isolasi masa. Bagian kecil dari sel dibentuk dari fraksi sex cord dan menjadi kelompok untuk membentuk folikelovarium primordial dengan bentuk ova primordial yang masih terbungkus kapsul. Diperkirakan bungkus kapsul sel ini merupakan derivat dari sex cord yang menjadi sel pregranulosa.

Sel interstitial glandula pada ovarium pranatal disangka dibentuk oleh stroma mesenchyme. Tunica albugenia definitif pada ovarium tidak dibentuk sehingga pemisahan sex cords dari epitel germinal terjadi secara tidak lengkap. Hal ini menyebabkan epitel akan terus memberikan kontribusi pada sex cords dalam jumlah lebih kecil atau jumlah besar sepanjang hidup fetus, bahkan menurut beberapa peneliti dapat berlangsung sepanjang hidup.

Rete ovarii dibentuk di daerah medulla tetapi pada manusia tidak berkembang seperti testis. Pembentukan ini merupakan gabungan dengan tubulus mesonephricus. Pembentukan rete ovarii pada pertumbuhan normal menyebabkan kesinambungan hubungan antara sex cords-ovarium dan tubulus mesonephricus terputus sehingga ductus mesonephricus pada betina tidak berkembang menjadi ductus yang definitif dan sel ovum hanya terlepas dengan menyobek permukaan ovarium.

Selanjutnya terjadi proses pembentukan sel kelamin betina yang disebut proses oogenesis. Proses tersebut pada prinsipnya terbagi atas tiga tahap, yaitu tahap proliferasi, tumbuh dan menjadi masak. Tahap tumbuh dan tahap menjadi masak berjalan terus secara periodek pada hewan betina dewasa yang tidak bunting.

Pada tahap proliferasi sel germinal primordial membagi diri secara mitosis. Hasil proliferasi berupa oogonium. Jumlah oogonium untuk setiap ovarium dapat berkisar antara 40.000 - 300.000 bahkan lebih bergantung pada jenis hewan. Pada sapi misalnya dihasilkan sekitar 50.000. Proses proliferasi ini terjadi pada periode prenatal (sebelum dilahirkan) sampai periode fetus, bahkan sampai neonatus (beberapa saat setelah dilahirkan). Pada penelitian mutakhir telah dibuktikan bahwa proliferasi pada beberapa

spesies jugamasih terjadi pada hewan dewasa. Sejak fetus dilahirkan sampai menginjak pubertas (dewasa kelamin) oogonium yang telah dihasilkan seolah-olah beristirahat.

Tahap tumbuh baru dimulai setelah hewan menginjak umur dewasa kelamin. Tahap tumbuh ditandai oleh isi sitoplasma bertambah banyak oleh kuning telur (deuteroplasma), membran sel berkembang membentuk zona pelusida dan terjadi proliferasi sel-sel folikel. Sel-sel folikel bertindak sebagai sel-sel pengasuh dan memberi nutrisi pada deuteroplasma. Hasil tahap tumbuh berupa oosit primer ($2n$).

Pertumbuhan oogonium menjadi oosit primer dapat dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama terjadi pertumbuhan yang cepat disertai dengan perkembangan folikel kira-kira sampai dimulai pembentukan antrum folikel. Tahap berikutnya oosit tidak bertambah besar, tetapi folikel secara cepat bertambah besar disebabkan oleh hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofise.

Bahan pertumbuhan oosit sebagian besar berasal dari luar oosit. Percobaan penyuntikan dengan bahan radioaktif pada seekor ayam menggunakan dinatrium hidrogen fosfat (P^{32}) menunjukkan bahwa 6 jam setelah penyuntikan bahan tersebut hanya sedikit di dalam oosit. Tetapi 6 jam kemudian kadarnya di dalam oosit meningkat lebih banyak.

Oogonium yang semula berjumlah puluhan bahkan ratusan ribu, makin lama makin sedikit. Bahkan akhirnya habis. Hal ini disebabkan karena oogonium musnah sebelum hewan menjadi dewasa. Tidak semua oogonium berkembang menjadi sel telur. Sebagian besar oogonium berkembang tetapi mati sebelum menjadi sel telur yang masak. Folikel yang mati ini disebut folikel atretik. Oleh karena itu pada waktu memeriksa sayatan melintang ovarium hewan dewasa di bawah mikroskop akan dijumpai berbagai fase perkembangan folikel dan folikel atretik. Folikel atretik berbentuk tidak teratur sedang folikel yang berkembang mempunyai bentuk tertentu.

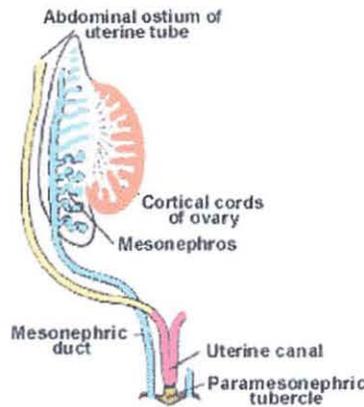
Hewan dewasa yang sudah tidak memproduksi sel telur disebut mengalami fase menopause. Pada manusia keadaan ini dicapai pada usia 45 - 50 tahun. Pada usia ini manusia tidak lagi mengalami siklus menstruasi dan tidak dapat lagi hamil secara alamiah. Hal ini menunjukkan bahwa wanita memang bukan hanya makhluk reproduktif sebab wanita mempunyai keterbatasan reproduksi. Ilustrasi berikut akan memberi bukti secara jelas. Misalnya seorang wanita mulai mengalami usia dewasa kelamin umur 12 tahun, maka sejak itu sampai usia menopause (45 tahun) akan dihasilkan satu sel telur secara teratur setiap bulan. Jadi jumlah oogonium yang berkembang menjadi sel telur adalah $(45 - 12) (12) = 396$ sel telur.

Diasumsikan bahwa wanita tersebut tidak pernah hamil. Pada waktu hamil siklus produksi sel telur berhenti. Jika wanita tersebut hamil, maka jumlah oogonium yang berkembang menjadi sel telur paling sedikit (10 bulan) X (jumlah anak yang dikandung). Jika wanita tersebut menyusui maka jumlah oogonium yang berkembang menjadi sel telur akan semakin sedikit, sebab siklus perkembangannya akan dihambat.

Dari perhitungan kasar ini nampak bahwa dari jumlah oogonium yang banyak itu hanya sedikit yang berkembang menjadi sel telur. Namun harus diingat pula dari jumlah sel telur yang banyak itu hanya sebagian kecil saja yang berkembang menjadi anak. Sehingga faktor-faktor yang berpengaruh terhadap reproduktif nampak semakin menarik untuk dikaji lebih mendalam.

5. Saluran Alat Kelamin

Pada hewan vertebrata terdapat perbedaan saluran ekskretori gamet jantan maupun betina. Pada jantan duktus mesonephricus (Wolffian) bertugas sebagai duktus eferentes. Pada betina duktus paramesonephricus (Müllerian) memancarkan sel telur ke dalam uterus setelah dilepaskan oleh ovarium.



Gambar 7. Duktus mesonephric mengalami degenerasi dan duktus paramesonephric berkembang menjadi oviduk dan uterus.

Sebenarnya duktus paramesonephricus nampak pada hewan jantan maupun betina. Setiap sisi tubuh terdapat satu saluran. Namun pada bentuk dewasa hanya pada hewan betina yang berkembang secara lengkap, sedang pada hewan jantan sebagian besar mengalami penyusutan pada awal periode perkembangan. Pada mamalia yang

b. Duktus Paramesonephricus

Pada embrio manusia duktus paramesonephricus nampak pada kedua sisi saat embrio fase panjang CR 10 mm yang merupakan invaginasi epitel coelom ke dalam lateral mesenchym menuju ekstremitas cranial duktus mesonephricus. Pada betina, bagian terbuka merupakan ostium abdominal dari tube uterin dan pada fase kemudian berkembang menjadi fimbriae. Ujung caudal akan membentuk invaginasi kuncup yang padat dan bertaut dengan lateral mesenchym serta sejajar dengan duktus paramesonephricus. Bagian kuncup akan terus memanjang dan secara bertingkat meluas menjadi ujung tumbuh. Pada ekstremitas caudal mesonephros dari duktus paramesonephricus melalui duktus mesonephricus ventral akan menuju bagian medial dan melanjutkan pertumbuhan pada caudo-medial hingga bertemu dan bergabung dengan duktus yang berlawanan pada urogenital septum. Penyatuan ini merupakan bagian awal dari temporary septum dari kedua lamina. Kedua septum ini akan membentuk rongga utero-vaginal canal yang dilapisi oleh epitel cuboidal. Ujung caudal utero-vaginal canal membentuk hubungan dengan dinding dorsal urogenital sinus yang akan tumbuh memanjang disebut Müllerian tubercle. Setiap duktus paramesonephricus akan membelah menjadi bagian cranio-longitudinal, bagian medial yang melintang dan bagian caudo-longitudinal. Kedua bagian pertama akan menjadi tuba uterina sedang bagian caudal akan membentuk canalis utero-vaginal.

Canalis utero-vaginal dan sel derivatnya berasal dari bagian akhir yang lebih rendah akan membuat baris epitel pada uterus dan menurut beberapa peneliti juga membantuk bagian vagina. Proliferasi ujung canalis utero-vaginal menghasilkan bagian padat vagina dan secara progresif meningkatkan jarak antara lumen utero-vaginal dan sinus urogenitalis. Jarak ini kemudian semakin menjauh, pada embrio manusia panjang CR 63 mm. Evaginasi bilateral posterior endodermal (sino vaginal bulb) dari sinus urogenital dekat dengan perlengketan duktus mesonephricus. Sino-vaginal bulb segera mencapai perkembangan maksimum dan bersatu dengan bagian caudal vagina yang terbentuk dari vaginal plate. Menurut Koff sekitar seperlima bagian vagina berasal dari sino-vaginal bulb.

Seperti telah dijelaskan di atas, sampai akhir perkembangan embrio duktus paramesonephricus mempunyai struktur dan posisi yang identik antara hewan jantan dan betina. Selanjutnya pada jantan terjadi perubahan degeneratif dan kehilangan komunikasi dengan rongga coelom. Bagian cranial ekstremitas setiap duktus membentuk appendix testis. Sisa dari duktus kecuali bagian ujung sebelah bawah akhirnya menghilang

berkaitan dengan kejadian viviparity, duktus paramesonephricus berubah menjadi bentuk khusus. Bagian cranial menjadi tuba uterine atau tuba falopii, bagian tengah berubah menjadi uterus dalam berbagai bentuk, sedang bagian caudal menjadi bagian dari vagina.

Agar lebih jelas maka dalam pembicaraan ini kedua duktus tersebut dibahas secara ringkas sebagai berikut ;

a. Duktus Mesonephricus

Pada awalnya setiap sisi duktus mesonephricus terbuka ke arah ventro-lateral cloaca. Kemudian bagian caudal dari setiap duktus mesonephricus menuju bagian awal ureter dan terabsorpsi ke dalam dinding bagian ventral endodermal cloaca (primitive urogenital sinus), sehingga ductus mesonephricus dan ureter masing-masing terbuka ke dalam cloaca. Pada jantan bagian cranial setiap ductus mesonephricus berhubungan dengan tubulus seminiferus melalui tubulus mesonephricus (duktus eferent) dan rete testis. Sebagian duktus mesonephricus bagian caudal berhubungan dengan duktuli eferent dan jadi memanjang dan membulat untuk membentuk epididimis. Bagian duktus yang tersisa terlapis dengan otot yang menebal dan menjadi duktus deferens. Bagian cranial yang buntu dari duktus mesonephricus membentuk appendix epididymis. Setiap duktus deferens terletak dekat dengan sambungan sinus urogenital primitive akan mengembang dan membentuk glandula ampulla. Glandula ini berasal dari glandula diverticulum yang sesungguhnya berasal dari vesicula seminalis, sehingga setiap bagian dari duktus mesonephricus antara vesicula dan urethra akan berkembang menjadi duktus ejaculatorius.

Pada betina, duktus mesonephricus mulai degenerasi pada awal periode fetus. Pada mulanya bagian caudal merupakan asal kuncup ureter dan menyumbang pembentukan kantong kencing dan urethra seperti pada jantan. Kemudian duktus mesonephricus bagian cranial membentuk saluran penghubung dengan rete ovarii. Tubulus ini bersama dengan sebagian duktus mesonephricus membentuk epoophoron yang akan dipertahankan sepanjang hidupnya. Bagian caudal duktus mesonephricus betina kemudian berdegenerasi secara lambat dan umumnya masih ditemukan pada embrio wanita fase 70 mm. Disangka bagian ini masih dapat dilihat pada fase setelah lahir (post natal) dan mungkin saat dewasa sebagai duktus Gartner.

seluruhnya. Bukti keberadaan duktus paramesonephricus pada saat dewasa hanyalah prostatic utricle atau uterus masculinus atau di masa mendatang merupakan bahan komposit yang memberi kontribusi terhadap endoderm dari sinus urogenital. Hal itu berarti bagian caudal duktus akan segera menghilang dan muncul prostatic utricle dari sinus urogenital dan menampakkan sino-vaginal bulb. Secara normal prostatic utricle tidak nampak dalam pembentukan komponen uterine yang sesungguhnya, tetapi dalam keadaan patologi perkembangan mungkin dapat ditemukan bentuk uterus yang menyimpang dan dapat pula terjadi pada kedua tuba uterina secara bilateral.

DAFTAR PUSTAKA

- Binkley, S. 1980. Function of The Pineal Gland in Avian Endocrinologi. A. Epple and M. H. Stevson, Academic Press, New York.
- Bacon, A., S. Carol and J. E. Martin. 1981. Melatonin Effect on The Hamster Pituitary Response To LHRH. Biol. of Reprod. 24. Hal 993 - 994.
- Hafez, E. S. E. 1987. Reproduction in Farm Animals. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Haksono, E. B. A. 1990. Pengaruh Pemberian Larutan Pineal Terhadap Biometri Alat Reproduksi Itik Betina. Skripsi. FKH Unair.
- Hardjopranjoto, S. 1992. Ilmu Kemajiran Pada Ternak. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangg
- Mc. Donald, L. E. 1971. Veterinary Endocrinology and Reproduction. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Nalbandov, A. V. 1990. Fisiologi Reproduksi Pada Mamalia dan Unggas. Universitas Indonesia.
- Poernomo, B., Husni Anwar, Maslichah M., dan Widjiati. 1991. Diktat Ilmu Mudigah. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Sukra, Y., L. Rahardja, dan I. Juwita. 1984. Pengantar Embriologi I. Institut Pertanian Bogor.
- Salisbury, G. W., and N. L. Van de Mark. 1985. Fisiologi Reproduksi dan Inseminasi Buatan pada Sapi. Gajah Mada University Press.
- Wodzicka M., Thomaszewska, I. K. Utama, I. G. Putu, T. D. Chaniago. 1991. Reproduksi, Tingkah Laku Dan Produksi Ternak Di Indonesia. Gramedia Jakartarta.

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA - SURABAYA

TUGAS TERSTRUKTUR PRAKTIKUM UNIT INSTRUKSIONAL I

PENGANTAR ANATOMI, HISTOLOGI DAN FISILOGI ALAT REPRODUKSI JANTAN

Tujuan : Mempelajari struktur anatomi alat kelamin jantan dari penis, testis, kelenjar aksesoris serta organ yang berhubungan.

Pelajari : Bentuk anatomis penis yang khas untuk spesies hewan. Amati galea glandis, glans penis, korpus penis, fleksura sigmoidea, ureter, urethra, vesika urinaria, dan skrotum.

Buatlah sayatan dengan hati-hati serta pelajari mulai dari kulit hingga lapisan terdalam secara berurutan. Carilah saluran kelamin mulai dari caput epididimis, korpus epididimis, kauda epididimis, vas deferens serta muskulus kremaster testis.

- Pada preparat segar yang tersedia testis dibungkus oleh skrotum yang ditumbuhi oleh bulu.
- Untuk melihat funiculus spermaticus dapat dilakukan dengan menyayat secara membujur preparat yang tersedia, carilah organ-organ yang melalui funiculus spermaticus.
- Amati saluran kelamin jantan, mulai dari epididimis sampai vas deferens dan ampulanya, serta kelenjar aksesoris sampai ke saluran pengeluaran urethra.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini :

- Fungsi skrotum adalah
- Organ yang berperan dalam mengatur fungsi skrotum adalah
- Fungsi testis adalah
- Yang berperan pada proses terjadinya ereksi adalah

Alat Reproduksi Kambing Jantan

Organ reproduksi hewan jantan dibagi atas tiga komponen, yaitu : testis, kelenjar kelamin dan penis. Secara makroskopis testis merupakan organ kelamin primer berjumlah satu pasang. Pada ternak mamalia secara normal terdapat dalam suatu kantong yang disebut skrotum. Testis kambing berbentuk lonjong panjang 7,5 - 11,5 cm , diameter 3,8 - 6,8 cm dan berat 250 - 300 gr.

Gambarkan testis kambing *in situ* (masih melekat pada hewannya) dan beri keterangan yang lengkap !

Bandingkan testis kambing dengan testis sapi juga kelenjar asesorisnya (sesuai dengan preparat yang tersedia). Gambarkan testis kambing *ex situ* (terlepas dari hewannya) dan beri keterangan yang lengkap !

Alat Reproduksi Sapi Jantan

Pada ruminansia testis berbentuk oval, memanjang dan terletak sejajar dengan sumbu panjang vertikal dibungkus oleh skrotum. Secara makroskopis ukuran testis dari sapi : panjang 12 - 16 cm, diameter 6 - 8 cm dan berat 300 - 500 gr. Ukuran penis pada sapi apabila ereksi melebihi 4 - 5 cm dibanding dengan normal.

Gambar testis sapi *in situ* lengkap dengan keterangannya !

- Pada preparat yang tersedia, testis sapi keadaan yang normal adalah sama besar, konsistensinya ketat, tetapi tidak keras dan dapat dengan bebas bergerak ke atas dan ke bawah di dalam skrotum.
- Bandingkan testis sapi dengan testis kambing juga kelenjar asesorisnya (sesuai dengan preparat yang tersedia).

Gambarkan testis secara *ex situ* dengan keterangannya !

BETINA

Tujuan : Mempelajari struktur anatomi uterus (rahim) dari ujung proksimal sampai distal serta organ yang berhubungan.

Pelajari : Letak ovarium yang digantung oleh bursa ovarii, infundibulum, fimbriae, ostium tuba abdominalis, tuba falopii dengan penggantung mesosalpinx, cornua uteri, corpus uteri, cervix uteri, bifurcatio uteri, orificium urethrae eksterna dan vulva. Tipe uterus perbandingan dapat dipelajari dengan menyayat membujur (*sectio frontalis*) pada bagian cornua sampai portio vaginalis uteri.

- Pada preparat yang tersedia, carilah bagian-bagian mulai dari infundibulum sampai cervix uteri serta organ-organ yang berhubungan.

- Pelajari juga selaput-selaput alat penggantung ovarium, alat penggantung tuba falopii dan alat penggantung uterus.
- Pada preparat segar, tuba falopii merupakan saluran kecil yang berwarna putih dan berkelok-kelok. Amati bagian-bagian tuba falopii dan bagian-bagian uterus lainnya.
- Amati dengan teliti bagian uterus mulai dari proksimal sampai distal dan bandingkan (sesuai dengan preparat yang tersedia).
- Pelajari uterus perbandingan dengan cara menyayat secara membujur (*sectio frontalis*) pada bagian cornua uteri sampai portio vaginalis uteri.
- Untuk melihat cincin cervik uteri dapat dilakukan dengan menyayat secara membujur preparat yang tersedia.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini :

- Alat penggantung uterus disebut
- Alat penggantung tuba falopii disebut

Alat Reproduksi Kambing Betina

Secara makroskopis uterus dibagi tiga bagian, yaitu tanduk rahim (cornua uteri), badan rahim (corpus uteri) dan leher rahim (cervik uteri). Kemudian berdasarkan bentuk cornuanya uterus dibagi menjadi tiga macam, yaitu uterus simplek, uterus bipartitus dan uterus bicornis.

Gambarkan uterus kambing *in situ* (masih melekat pada hewannya) dan beri keterangan yang lengkap !

Carilah bagian-bagian yang khas dari uterus kambing dibandingkan dengan uterus sapi (sesuai dengan preparat yang tersedia). Gambarkan uterus kambing *ex situ* (terlepas dari hewannya) dan beri keterangan yang lengkap !

Alat Reproduksi Sapi Betina

Uterus pada ruminansia tanduk rahim (cornua uteri) berkembang lebih baik jika dibandingkan pada kuda. Hal ini disebabkan fetus ruminansia berkembang di dalam tanduk rahim, sedangkan fetus kuda berkembang pada badan rahim (corpus uteri).

Gambarkan uterus sapi *in situ* dan beri keterangan yang lengkap !

Carilah bagian-bagian yang khas dari uterus sapi dibandingkan dengan uterus kambing (sesuai dengan preparat yang tersedia). Gambarkan uterus sapi *ex situ* dan beri keterangan yang lengkap !

BAHAN DISKUSI UNIT INSTRUKSIONAL I

KONSEP PERKEMBANGAN ORGANISME

1. Apakah sel ovum dapat dilihat tanpa alat bantu seperti kaca pembesar, mikroskop dan lain-lain. Terangkan pendapat Saudara !
2. Apakah kita dapat mempelajari Ilmu Reproduksi tanpa memahami Ilmu Mudigah. Beri alasan jawaban Saudara !
3. Apakah yang dimaksud perkembangan telur katak dari radial simetris menjadi bilateral simetris ?
4. Beri penjelasan singkat teori apa saja yang diperoleh berdasarkan pemikiran dan perenungan, bukan berdasarkan eksperimental !
5. Sebutkan teori apa saja yang memberi landasan perkembangan rekayasa mudigah serta efek yang diperoleh !
6. Apakah pengaruh letak pintu sperma (*sperm entry*) ke dalam ovum bagi perkembangan mudigah ?
7. Apakah konsep teori Darwin bagi perkembangan mudigah dan apakah teori ini masih berlaku untuk masa kini ?
8. Mengapa terjadi perbedaan gradien kutub pada telur katak ? Terangkan pendapat Saudara !
9. Mengapa telur ayam dan telur katak banyak diteliti sejak dahulu ? Beri alasan jawaban Saudara !
10. Apakah mempelajari Ilmu Mudigah bermanfaat bagi perkembangan dunia peternakan di Indonesia baik masa kini maupun masa depan ? Terangkan jawaban Saudara !

PERKEMBANGAN ALAT REPRODUKSI MASA EMBRIONAL

1. Terangkan pengertian-pengertian sistem primordial menurut pendapat Saudara!
2. Jika berasal dari struktur yang sama, maka penis pada jantan analog dengan vagina pada betina. Terangkan pendapat Saudara !

3. Jika berasal dari sel yang sama, maka sel spermatozoa pada jantan analog dengan sel ovum pada betina. Terangkan pendapat Saudara !
4. Migrasi melalui sel usus, maka testis pada jantan dibentuk dekat usus dan bukan di kantong skrotum. Bagaimana pendapat Saudara ?
5. Sel germinal primordial mengalami hambatan pada saat migrasi, apa yang terjadi pada pejantan ? Terangkan pendapat Saudara !
6. Sel germinal primordial mengalami hambatan pada saat migrasi, apa yang terjadi pada betina ? Terangkan pendapat Saudara !
7. Apakah fungsi stroma ovarium identik dengan sel-sel Sertoli, yaitu memberi nutrisi pada sel gamet. Terangkan pendapat Saudara !
8. Pelepasan sel ovum harus merobek permukaan ovarium, berarti sepanjang hidup betina terdapat banyak perlukaan pada permukaan ovarium. Bagaimana pendapat Saudara !
9. Mengapa alat reproduksi hewan dewasa selalu berhubungan dengan kantong kemih atau kandung kemih ? Terangkan pendapat Saudara !
10. Jenis-jenis kelamin organisme ditentukan oleh gen dan tidak dapat diubah oleh manusia. Apakah Saudara setuju dengan pendapat tersebut ? Beri alasan jawaban Saudara !

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA – SURABAYA