

DUA SISTEM TUBUH: REPRODUKSI DAN ENDOKRIN

M. Haviz

*Program Studi Tadris Biologi STAIN Batusangkar
Jl. Sudirman No. 137 Kuburajo Lima Kaum Batusangkar 27213
Email: haviz80@yahoo.co.id*

ABSTRACT

Why is it important reproductive and endocrine system is important for someone to be learned by studying embryology? Both of these systems, reproductive and endocrine systems are the most interconnected in the study of embryology. For example, when spermatogenesis (sperm formation process), will be studied how the male sex glands as the production of sperm, and then at the end of the study as well as the hormonal regulation of spermatogenesis. In the second chapter of this book discussed on the reproductive system, including ultra structure and fisiologis of male and female reproductive systems. In the next section, is also discussed about the endocrine system. Discussion of the endocrine system include terminology, structure, function and mechanism of action of several hormones related to reproductive system and embryology.

Key words: reproduction, endocrine, hormone

PENDAHULUAN

Tanpa mengindahkan sistem tubuh yang lain, bab kedua dalam buku ini hanya menampilkan dan membahas tentang sistem reproduksi dan sistem endokrin. Mengapa pada buku ini hanya fokus pada sistem reproduksi dan sistem endokrin? Mengapa tidak pada sistem tubuh yang lain? Padahal keseluruhan sistem dalam tubuh manusia sama pentingnya. Anda pasti akan juga mempertanyakan atau memiliki komentar yang sama dengan pernyataan di atas. Ada argumentasi penting yang bisa dituliskan. Menurut penulis, kedua sistem ini, reproduksi dan endokrin, merupakan sistem yang paling sering dipelajari dan saling berhubungan saat kita mempelajari embriologi. Misalnya saat spermatogenesis (proses pembentukan sperma), akan dipelajari bagaimana terjadinya kelenjar kelamin jantan sebagai tempat produksi sperma, kemudian di bagian akhir dipelajari juga regulasi hormonal saat terjadinya spermatogenesis. Contoh berikutnya adalah saat terjadi kehamilan, peran estrogen dan progesteron sangat penting untuk menjaga kehamilan dan persiapan kelahiran. Kedua contoh tersebut memperlihatkan bahwa kedua proses tersebut saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan.

Sehingga bisa dituliskan saat mempelajari embriologi, sistem reproduksi dan sistem endokrin saling berkaitan dan mutlak dikuasai oleh seorang yang akan mempelajari embriologi. Bab kedua pada buku ini membahas tentang sistem reproduksi, meliputi ultra struktur dan fisiologis dari sistem reproduksi pria dan wanita. Pada bagian berikutnya, juga dibahas tentang sistem endokrin. Pembahasan sistem endokrin meliputi terminologi, struktur, fungsi dan mekanisme kerja beberapa hormon terkait dengan sistem reproduksi dan embriologi.

SISTEM REPRODUKSI

Sistem reproduksi adalah sistem yang berperan dalam menghasilkan gamet fungsional pada tubuh. Pack (2007:265) menjelaskan reproduksi menggambarkan pembuatan telur, sperma dan proses-proses yang menyertainya sampai pembuahan (fertilisasi). Sistem reproduksi terdiri dari organ seks primer atau gonad (testis pada pria dan ovarium pada wanita), yang mensekresikan hormon dan menghasilkan gamet (sperma dan telur). Selain itu, juga ada organ seks sekunder berupa kelenjar dan saluran-saluran.

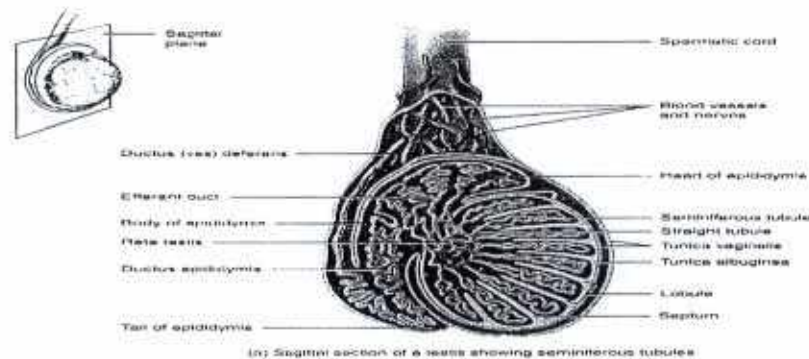
Sistem Reproduksi Pria

Testis

Testis merupakan kelenjar tubuler majemuk yang mempunyai dua fungsi, yaitu reproduksi dan hormonal. Testis terletak di dalam skrotum (Gambar 1 dan 2). Skrotum adalah kantong kulit dan fascia superfisial yang menggantung dari bagian dasar penis (Pack, 2007:266). Testis memiliki struktur dari luar sebagai berikut.

1. Tunika vaginalis, merupakan membran serum luar berlapis dua yang mengelilingi setiap testis.
2. Tunika albuginea terdapat di dalam tunika vaginalis dan menonjol ke dalam, membagi setiap testis menjadi beberapa ruang yang disebut lobulus.
3. Tubulus seminiferus, yang terdapat di dalam lobulus.
4. Rete testis, adalah jaringan tabung yang dibentuk oleh bersatunya beberapa tubulus rektus dari setiap lobula.
5. Duktus eferen, saluran yang memindahkan sperma ke luar testis, dari rete testis ke epididimis.

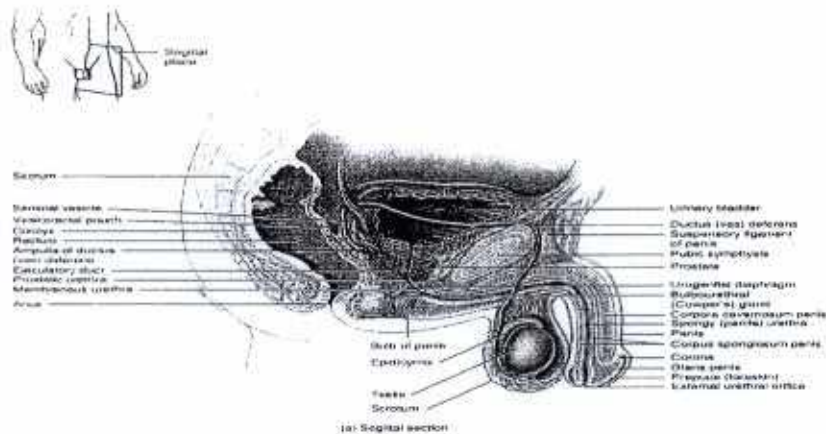
Diantara tubulus-tubulus seminiferous yang mempunyai fungsi reproduksi terdapat sel-sel intersisiel yang disebut sel leydig. Sel-sel leydig inilah yang menghasilkan hormon testosteron. Hormon testosteron bertanggungjawab terhadap perkembangan sifat kelamin sekunder pria, seperti tumbuhnya rambut pada tempat-tempat tertentu, membesarnya laring, hingga suara menjadi berat dan rendah (Hernawati, 2008).



(a) Sagittal section of a testis showing seminiferous tubules

28.05a.jpg

Gambar 1 Struktur Testes (Tortora and Derickson, 2009)



(a) Sagittal section

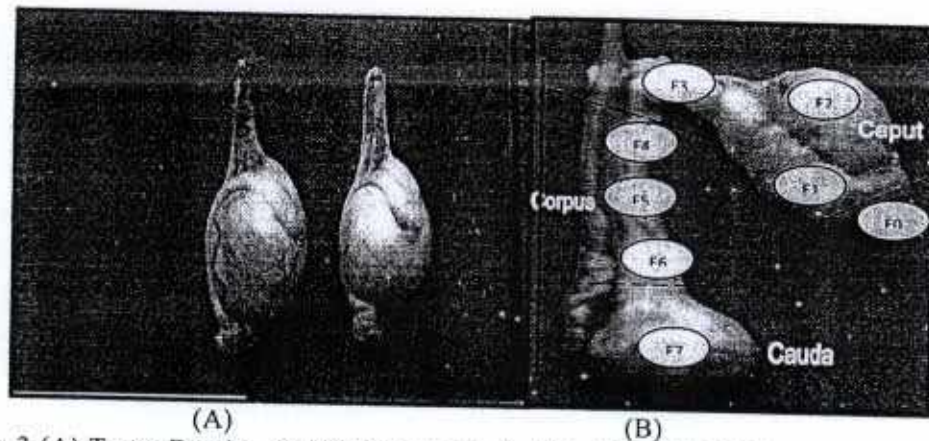
28.05a.jpg

Gambar 2 Sistem Reproduksi Pria (Tortora and Derickson, 2009)

Epididymis dan Pematangan Spermatozoa

Epididymis merupakan organ berbentuk koma yang terletak di sebelah testis. Setiap dua epididymis mempunyai tabung yang bergelung

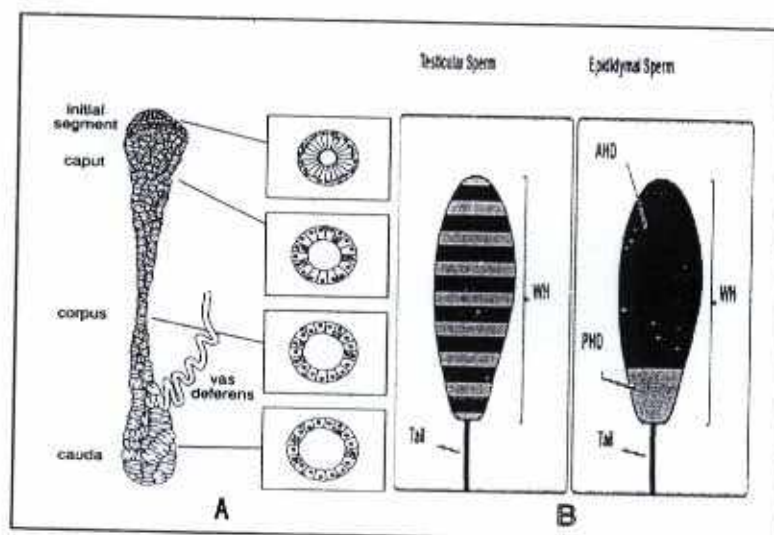
dengan ketat. Epididimis dibedakan menjadi tiga region, yaitu kepala (caput), badan (corpus) dan ekor (cauda) (Gambar 3).



Gambar 3 (A) Testes Domba, epididymis melekat di sisi testis. (B) Epididymis domba. E0: initial segment, E1: proximal caput, E2: middle caput, E3: distal caput, E4: proximal corpus, E5 : middle corpus, E6: distal corpus, E7: cauda. E: Epididymis, Bar: 9,5 cm (Haviz *et al.* 2007).

Pada spermatogenesis, proses pematangan spermatozoa terjadi di epididymis (Gambar 4). Spermatozoa yang matang merupakan sel yang sangat khas, dimana inti dikemas sangat padat dengan akrosom terdapat di daerah apikal dekat inti dan mitokondria ter-

susun dalam bentuk spiral di sekeliling pangkal flagel (Garner dan Hafez, 2000). Sel spermatozoa diproduksi, kemudian meninggalkan testes belum mampu untuk membuahi sehingga diperlukan tahapan pematangan dalam epididymis (Visconti *et al.*, 1995).



Gambar 4 A Epididymis dan bagian-bagiannya, B spermatozoa testes (kiri) dan epididymis (kanan) (Hunnicut *et al.*, 2004)

Pada tahap spermiogenesis terjadi perubahan topografi di dalam sel spermatid yang terdiri dari empat fase yaitu golgi, tudung, akrosom dan maturasi. Pada proses ini, inti akan menjadi padat dan bagian kepala spermatozoa dikelilingi oleh sedikit sitoplasma, selanjutnya sebagian besar sitoplasma bergerak ke arah ekor, dan kompleks golgi mensintesis akrosom di daerah apikal kepala, sedangkan di daerah ekor sentriol anterior menjadi titik awal untuk perkembangan flagel dan sentriol posterior membentuk suatu cincin yang mengelilingi pangkal flagel (Johnson dan Everit, 1995).

Proses pematangan spermatozoa juga diiringi dengan terjadinya serangkaian perubahan komposisi atau materi spermatozoa, misalnya perubahan jumlah dan keberadaan protein khususnya pada membran kepala spermatozoa. Proses ini disebut dengan polarisasi protein. Polarisasi protein diperlukan dalam perubahan morfologi dan fungsi spermatozoa (Hunnicut *et al.*, 1997). Pada proses ini, protein membran kepala spermatozoa akan bersegregasi dari *anterior head domain* (AHD) atau *posterior head domain* (PHD) dan ditemukan ketika spermatozoa sesaat meninggalkan testes (Hunnicut *et al.*, 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi polarisasi protein membran spermatozoa adalah interaksi protein dengan sitoskeleton, interaksi protein dengan matriks ekstraseluler dan peningkatan fluiditas lipid bilayer (Hunnicut *et al.*, 1997).

Membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting ketika di bagian cauda epididymis. Struktur membran spermatozoa masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi lain (Kohane *et al.*, 1987). Pelepasan sebagian materi ini dari permukaan membran spermatozoa merupakan bagian penting dalam kapasitas (Visconti *et al.*, 1995). Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan spermatozoa selama berada di epididymis (Setchell *et al.*, 1994) seperti untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987) dan mencegah terjadinya reaksi akrosom dini di epididymis dan sesaat setelah ejakulasi (Hunter *et al.*, 1978).

Duktus Deferen (Vas Deferen)

Duktus deferen (vas deferen) adalah tabung yang dilewati sperma ketika mening-

galkan epididimis. Setiap dua tabung memasuki rongga perut, melewati kandung kemih, kemudian bersama-sama dengan duktus dari vesikula seminalis bergabung dengan duktus ejakulatori. Sebelum memasuki saluran ejakulatori, duktus deferen membesar membesar membentuk daerah yang disebut ampula. Sperma disimpan dalam duktus eferen sampai kontraksi peristaltic otot polos di sekitar duktus mendorong sperma ke depan selama ejakulasi.

Duktus Ejakulator

Duktus Ejakulator adalah tabung pendek yang menghubungkan setiap duktus deferen ke uretra.

Uretra

Uretra adalah jalan bagi urin dan semen. Terdapat tiga daerah uretra yaitu uretra prostat, melewati kelenjar prostat. Uretra menyelaput, melewati diafragma urogenitalia dan uretra spons (penil), yang melewati daerah penis. Uretra berakhir pada mulut uretra eksternal.

Pita Sperma (Spermatic Cord)

Pita Sperma (*spermatic cord*) mengandung pembuluh darah, pembuluh darah limfa, saraf, duktus deferen dan otot kremaster. Pita sperma menghubungkan setiap testis ke rongga tubuh, memasuki dinding perut melewati saluran inguen.

Kelenjar Asesoris (Vesika Seminalis, Prostat, Cowper)

Kelenjar asesoris adalah kelenjar pelengkap yang mensekresikan zat ke dalam jalan yang membawa sperma. Fungsinya adalah sebagai penghasil cairan pada semen. Ada tiga kelenjar asesoris pada pria yaitu seminalis, prostat dan bulbouretra (cowper). Vesikula seminalis berfungsi mensekresikan

1. Cairan alkali, yang menetralkan asam di dalam vagina
2. Fruktosa, yang menghasilkan energy bagi sperma
3. Prostaglandin, yang menambah daya tahan hidup sperma dan merangsang kontraksi rahim wanita untuk membantu sperma masuk ke dalam rahim.

Kelenjar prostat mensekresikan cairan berwarna putih susu, sedikit asam ke dalam uretra. Berbagai zat di dalam cairan ini menambah gerakan dan kelangsungan sperma. Kelenjar bulbouretra (cowper) mensekresikan cairan

alkali ke dalam uretra spons. Cairan tersebut menetralkan keasaman urin pada uretra sebelum terjadi ejakulasi.

Penis

Penis adalah organ silindris yang berfungsi untuk melewati urin dan membawa sperma. Penis terdiri dari tiga bagian, yaitu

1. Akar yang menghubungkan penis ke perineum
2. Badan (batang) yang menyusun sebagian besar penis
3. Gland penis, bagian ujung badan yang membesar.

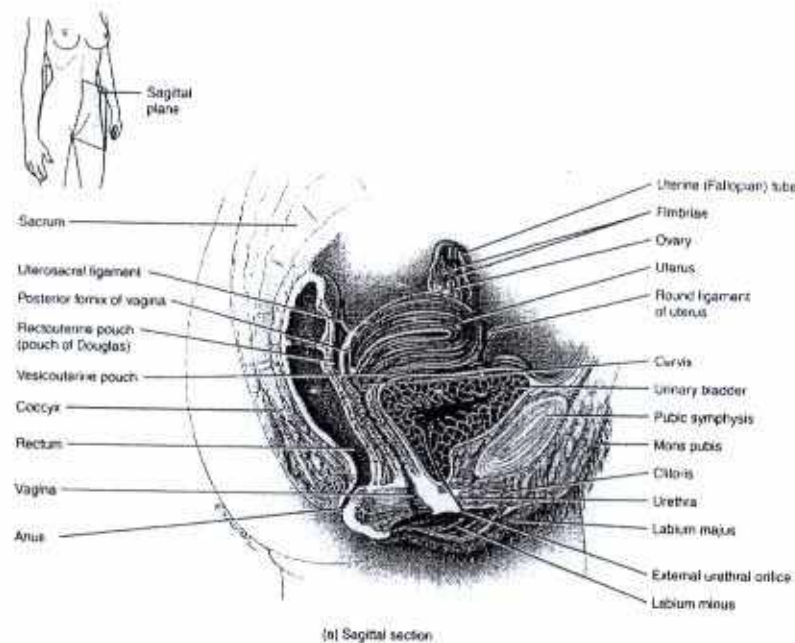
Gland penis dilapisi oleh preputium yang dapat dihilangkan saat operasi sunat (*circumcisi*). Secara internal, penis terdiri atas tiga massa jaringan silindris, masing-masing dikelilingi oleh lapisan tipis jaringan menyerabut yang disebut tunika albuginea. Tiga masa silin-

dris, yang berfungsi sebagai badan erektile adalah sebagai berikut

1. Dua corpora kavernosa (*corpora cavernosa*) mengisi sebagian besar volume penis. Bagian dasarnya disebut kru penis, menempel pada diafragma urogenitalia.
2. Korpus spongiosum (*corpora spongiosum*), merupakan badan tunggal melindungi uretra dan membesar di bagian ujung membentuk glans penis. Bagian bulat pada penis merupakan pembesaran korpus spongiosum, yang menempel pada diafragma urogenitalia.

Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita meliputi ovarium, sebagai organ primer. Saluran dan kelenjar berupa oviduk, uterus, vagina dan alat reproduksi genitalia luar (Gambar 5).



Gambar 5 Sistem Reproduksi Wanita pada Sagital Section
(Tortora and Derirckson, 2009)

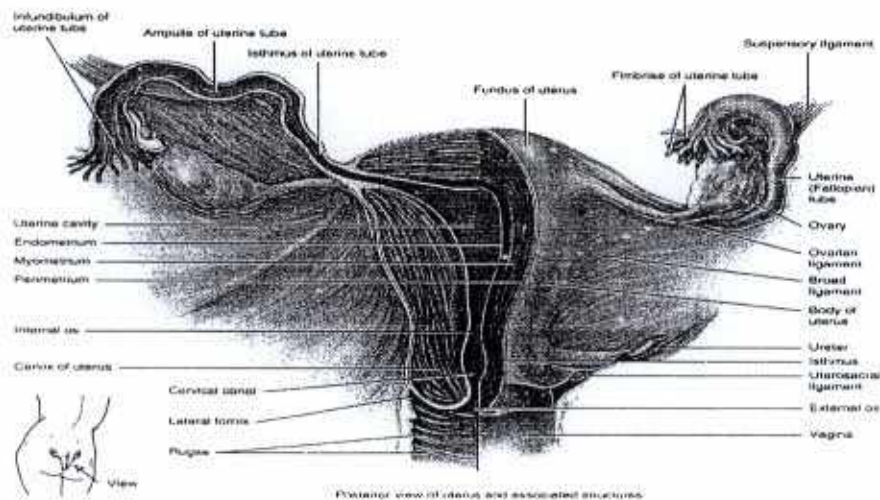
Ovarium

Ovarium merupakan organ berbentuk buah amandel, bergaris tengah 5 cm, dengan lebar

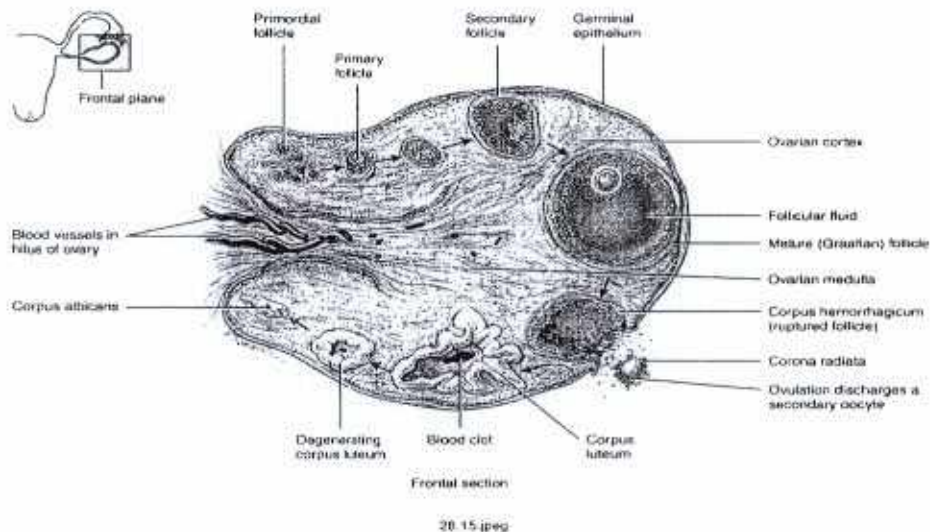
1,-3,0 cm dan tebal antara 0,6-1,5 cm. Terdiri atas bagian medula yang merupakan jaringan ikat vaskuler, serta bagian korteks yang banyak

mengandung folikel-folikel telur (Hernawati, 2008). Pack (2007:272) menjelaskan ovarium akan menghasilkan ovum atau telur yang terdapat di kiri dan kanan, yang ditahan oleh beberapa ligament berikut.

1. Mesovarium, lipatan peritoneum yang menahan ovarium pada tempatnya.
2. Ligamen suspensori, berfungsi sebagai kait pada bagian atas ovarium ke dinding panggul.
3. Ligamen lebar (*broad ligament*), bagian dari peritoneum yang menyelimuti ovarium dan uterus.
4. Ligamen ovarium, mengaitkan ujung bagian bawah ovarium ke uterus.



Gambar 6 Struktur Uterus pada Bagian Posterior (Tortora and Derirckson, 2009)



Gambar 7 Struktur Ovarium (Tortora and Derirckson, 2009)

Bagian luar ovarium dilapisi oleh epithelium germinal berupa epitel sederhana dan tunika albugenia, merupakan lapisan menyerat di dalam epitel germinal. Sedangkan di bagian dalam ovarium (stroma) dibedakan menjadi dua daerah yaitu korteks (bagian luar) dan medulla (bagian dalam). Folikel-folikel ini tertanam dalam stroma korteks. Ada tiga macam folikel telur yaitu (1) folikel primordial (primer); (2) folikel pertumbuhan (sekunder); dan (3) folikel Graaf. Folikel Graaf akan berovulasi dan sel-sel folikel yang tersisa akan menjadi korpus luteum (Gambar 7).

Oviduct

Oviduct merupakan saluran yang menghubungkan ovarium dengan uterus. Bersama dengan tuba fallopii, oviduct membawa oosit sekunder dari ovarium ke uterus. Oviduct juga merupakan tempat pertemuan sperma dengan oosit (fertilisasi). Struktur oviduct (Pack, 2007:274) adalah

1. Infundibulum, daerah terpanjang dan terlebar yang memiliki penonjolan seperti jari-jari yang disebut fimbria. Silia yang bergetar pada fimbria memancing oosit untuk berpindah ke oviduct.
2. Ampulla, daerah terpanjang dan terlebar dari oviduct. Fertilisasi terjadi di ampulla.
3. Isthmus, daerah sempit pada oviduct yang ujungnya memasuki uterus.

Uterus

Uterus (rahim) adalah organ berongga tempat berkembangnya janin. Uterus memiliki bagian berikut

1. Fundus, bagian atas uterus yang berhubungan dengan oviduct.
2. Corpus, bagian utama uterus.
3. Isthmus, bagian bawah pada uterus
4. Serviks, saluran sempit di bagian bawah uterus menuju vagina. Bagian dalam serviks saluran serviks terbuka menuju uterus di atasnya melewati ostium internal menuju vagina di bawahnya lewat ostium eksternal. Mukus serviks yang disekresi oleh lapisan mukosa pada saluran serviks ber-

fungsi untuk melindungi diri dari bakteri yang masuk ke uterus dari vagina.

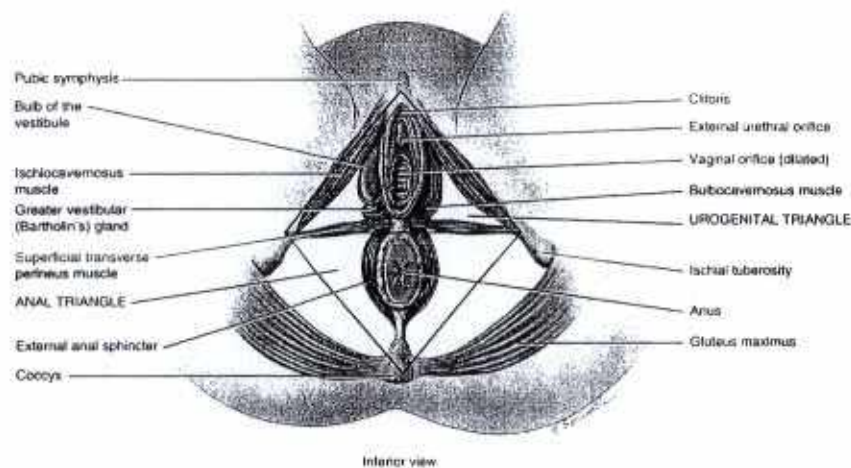
Uterus ditahan oleh empat ligamen, yaitu ligamen lebar, ligamen uterosakral, ligamen bulat dan ligamen kardinal (servik lateral). Dinding uterus (rahim) terdiri dari tiga lapisan yaitu perimetrium, miometrium dan endometrium (Gambar 2.6). Perimetrium adalah membran serum yang membatasi bagian luar rahim. Miometrium terdiri atas beberapa lapisan otot polos dan menjadi sebagian besar dinding rahim. Kontraksi otot-otot ini selama melahirkan, mendorong janin ke luar rahim. Endometrium adalah mukosa yang mempunyai banyak pembuluh darah yang membatasi bagian dalam rahim.

Vagina

Vagina (saluran kelahiran) berfungsi sebagai jalan yang dilewati oleh bayi ketika dilahirkan dan tempat penyimpanan semen saat kopulasi. Bagian atas vagina mengelilingi serviks yang menonjol, menciptakan rongga yang disebut forniks. Bagian bawah vagina terbuka ke luar pada mulut vagina. Membran tipis yang disebut selaput dapat menutup mulut vagina.

Vulva

Vulva adalah bagian yang menjadi alat genitalia eksternal. Vulva memiliki struktur mons pubis, labia mayor, labia minor, vestibula dan klitoris. Mons pubis adalah daerah jaringan adipose di atas vagina. Labia mayor adalah dua lipatan jaringan adipose yang membatasi tiap sisi vagina. Terdapat juga rambut, kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Dalam perkembangannya, labia mayor dianalogikan dengan skrotum pada pria. Labia minor adalah lipatan kulit yang kecil, terdapat di dalam labia mayor. Vestibula adalah rongga yang dibentuk oleh labia mayor. Vestibula menutupi mulut vagina, lubang uretra dan duktus dari kelenjar vestibula mayor yang sekresi mukusnya melumasi vestibula. Klitoris adalah jaringan saraf erektile kecil yang terdapat di atas vestibula. Perpanjangan labia minor bergabung membentuk preputium pada klitoris, tudung lipatan kulit yang melapisi klitoris. Genitalia luar pada wanita ditampilkan di Gambar 8.



28.23.jpg
Gambar 8 Struktur Genitalia Luar Wanita
(Tortora and Derirckson, 2009)

SISTEM ENDOKRIN

Pengertian dan Terminologi

Hormon adalah zat kimia yang dihasilkan oleh organ yang spesifik yang yang dilepaskan ke pembuluh darah untuk mempengaruhi organ yang lain baik dekat maupun jauh (Griffin dan Ojeda, 1988). Model sekresi bisa berbentuk:

1. *Endokrin* yaitu langsung ke pembuluh darah (hemokrin)
2. *Limfokrin* yaitu ke pembuluh limfe
3. *Neurokrin* yaitu melalui axon dan dendrite dari sel syaraf (neurotransmitter)
4. *Parakrin* yaitu ke interstitial sel dan berpengaruh pada sel-sel disekitarnya
5. *Autocrine* yaitu sekret yang dikeluarkan akan mempengaruhi diri sendiri.

Dua sistem yang terkait dengan fungsi ini adalah sistem endokrin dan sistem syaraf pusat yang saling berintegrasi dan mengontrol proses-proses biologis.

Pada sistem endokrin ditemukan beberapa terminologi. Beberapa terminologi tersebut adalah:

1. *Chemical messenger* adalah substansi yang diproduksi oleh sel secara eksogen atau endogen yang berperan dalam proses fisiologis terutama dalam kontrol aktifitas sel lain.
2. *Neurohormon* adalah hormon yang diproduksi oleh sel syaraf.

3. *Neuropeptida* adalah neurohormon yang mengandung peptida.
4. *Neurotransmitter* adalah neurohormon yang berfungsi sebagai transsinaptis.
5. *Neuromodulator* adalah hormon yang mengatur respon neuron ke neurotransmitter atau ke hormon lain.
6. *Pheromon* adalah *chemical messenger* yang dilepaskan oleh organ luar hewan untuk mestimulasi respon hewan lain dalam spesies yang sama.
7. *Lumone* adalah *chemical messenger* yang dilepaskan ke lumen saluran gastrointestinal.
8. *Chlaon* adalah inhibitor mitosis.
9. *Growth factor* adalah substansi mitogenic yang bisa pada saat tertentu akan menjadi hormon.

Kelenjar Endokrin dan Hormon-Hormonnya

Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjer yang terletak di beberapa bagian tubuh. Organ-organ tersebut memproduksi hormon yang berbeda dan dengan fungsi yang berbeda pula. Morfologi umum dari kelenjer endokrin adalah berupa ductus. Ductus-ductus ini akan melepaskan sekretnya secara langsung ataupun tidak secara langsung system atau duktus lain (Griffin dan Ojeda, 1988). Hormon berdasarkan

struktur kimianya dapat dibedakan pada jenis (Tabel 1 dan 2), yaitu:

1. Hormon-hormon derivat asam amino tunggal seperti *epineprin*, *norepineprin* dan *dopamine*. Yang semuanya merupakan derivate dari asam amino tyrosin dan hormon tyroid 3,5,3 triiodothyronin (T3) dan 3,5,3'5' tetra iodotyronine (Thyroxin T4).
2. Hormon-hormon yang berasal dari peptida dan protein. Dikategorikan sebagai hormon kecil dan besar. Hormon

yang kecil seperti erythropin releasing hormon karena sedikit mengandung asam amino (3 asam amino). Hormon yang besar seperti GH dan FSH dengan 200 asam amino dan BM 25.000-30.000 Da.

3. Hormon steroid. Derivat dari kolesterol dan dibedakan lagi atas dua bentuk yaitu *intac* di nukleus seperti steroid-steroid pada gonad dan adrenal dan *bancur* di nukleus seperti vitamin D dan metabolit-metabolitnya.

Tabel 1 Kelenjer Endokrin Klasik dan Hormon-Hormonnya

Kelenjer	Bagian	Hormon
Hipofise	Anterior	Luteinizing hormon (LH), folikel stimulating hormon (FSH), prolaktin (PRL), growth hormon (GH), adrenocorticotropin (ACTH), β -lipotropin, β -endorphin, thyroid stimulating hormon (TSH)
	Intermediet	Melanocyt stimulating hormon (MSH), β -endorphin
	Posterior	Vasopressin (AVP) atau antidiuretic hormon (ADH), oksitosin
Thyroid		Thyroxin (T4), 3,5,3'-triiodothyronin (T3), calcitonin
Parathyroid		Paratiroid hormon
Adrenal	Korteks	Kortisol, aldosteron, dehydroepiandrosteron, androsteron
	Medulla	Epinephrine, norepineprin
Gonad	Testes	Testosterone, estradiol, androsteron, inhibin, mullerian inhibiting substance
	Ovary	Estradiol, progesterone, testosterone, androsteron, inhibin, fesh releasing peptida, relaxin
Placenta		Human chorionic gonadotropin (hCG), human placental lactogen (hPL), progesterone, estrogen
Pankreas		Insulin, glucagon, somatostatin, pancreas polipeptida, gastrin, vasoaktif intestinal peptide (VIP)

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Tabel 2 Kelenjer Endokrin Nonklasik dan Hormon-Hormonnya

Organ	Hormon
Otak (terutama hipotalamus)	Corticotropin releasing hormon (CRH), thyrotropin releasing hormon (TRH), luteinizing hormon releasing hormon (LHRH), Growth hormon releasing hormon (GHRH), somatostatin, fibroblast growth factor dll
Hati	Atrial natriuretic peptide
Ginjal	Erythropoietin, rennin, 1,25-dihydroxyvitamin D
Hati, fibroblast dan organ lain	Insulin like growth factor (IGF-I)
Saluran pencernaan	Cholecystokinin (CCK), gastrin, secretin, vasoaktif intestinal peptide (VIP), enteroglucagon
Platelets	Platelet derived growth factor (PDGF), transforming growth factor- β (TGF- β)
Lymphocyt	Interleukins
Bagian lain	Epidermal growth factor (EGF), transforming growth factor- α (TGF- α)

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Fungsi Hormon

Hormon dilepaskan dalam jumlah sedikit. Reseptor-reseptor merekapun ada yang di membran ada yang di inti. Karakteristik seperti ini mempengaruhi kerja dan fungsinya masing-masing. Secara umum fungsi hormon:

1. Satu fungsi di atur oleh satu atau beberapa hormon. Seperti pengaturan lipolisis katekolamin, glucagon, sekretin, prolaktin dan betha lipoprotein.
2. Multi fungsi diatur oleh hormon yang berbeda. Seperti perkembangan kelenjar mammae diatur secara langsung oleh prolaktin, estradiol dan progesterone. Dan oleh glucocortikoid dan insulin secara tidak langsung. Efek hormon-hormon ini nanti akan menyebabkan fungsi yang lebih kompleks lagi.

Diantaranya fungsi-fungsi hormon yang berhubungan dengan fisiologis (1) Reproduksi; (2) Pertumbuhan dan perkembangan; (3) Pengaturan lingkungan internal tubuh dan (4) Pengaturan energi.

Sintesis dan Pelepasan Hormon

Hormon-hormon peptida dan protein disintesis *rough endoplasmic reticulum* dalam bentuk preprohormon. Sebagai sebuah protein, asam amino spesifik tersebut akan dibedakan oleh mRNA yang disintesis di dalam nucleus. Dengan melintasi membran endoplasmic reticulum inilah yang akan membentuk prohormon dan disimpan di dalam apparatus golgi. Disini akan dijadikan dalam bentuk aktif dan disimpan dalam bentuk granula sebelum dilepaskan secara eksositosis. Eksositosis terjadi karena adanya peranan mikrotubul dan mobilisasi kalsium pada membran.

Pelepasan hormon-hormon ini tergantung pada jenis hormonnya. Hormon-hormon protein yang bersifat hidrofilik akan dibawa dalam plasma darah dalam bentuk terlarut. Sedangkan steroid hormon dan hormon-hormon tiroid yang bersifat lipofilik akan dibawa dalam plasma darah dan akan berikatan dengan protein-protein pengikat baik yang spesifik maupun tidak kemudian akan disimpan. Jumlah yang tidak aktif atau tidak berikatan relatif lebih sedikit.

Pola Ekresi Hormon

Konsentrasi hormon dalam sirkulasi darah dikontrol oleh mekanisme *feed back* sehingga akan menimbulkan efek biologis.

Penghambatan sekresi hormon secara episodic oleh hormon lain. Sekresi secara episodic akan menimbulkan siklus berulang dengan adanya pulsa amplitudo dan frekuensi.

Sekresi secara episodic tersebut terjadi dalam periode yang berbeda. Misalnya frekuensi sekresi hormon secara episodic dalam waktu satu jam. Model ini disebut dengan *circchoral*. Sekresi secara *circchoral* bisa berbentuk:

- a. *Ultradian* yaitu apabila episode sekresinya dalam interval lebih panjang dari satu jam tetapi lebih sedikit dari 24 jam.
- b. *Circadian* yaitu apabila peroidesitas sekresinya dalam satu hari
- c. *Quotidian* yaitu episode sekresinya setiap hari. Dan disebut dengan diurnal jika sekresinya terjadi siang hari. Seperti ACTH yang disekresikan pada pagi hari sekali.
- d. *Circatrigintan* yaitu jika sekresi hormon dalam frekuensi yang kecil dan dalam waktu yang relatif lama. Misalnya sekresi gonadotropin pada saat preovulasi dalam rentang waktu 30 hari.

Metabolisme dan Transpor Hormon

Saat hormon dilepaskan ke dalam aliran darah mungkin beredar dengan bebas, dan dikategorikan dalam bentuk bisa larut dalam air, atau terikat dengan protein pengangkut. Dalam keadaan normal amino, peptides dan protein beredar sedangkan steroids dan hormon tyroid harus mengangkut protein.

Beberapa protein plasma seperti zat putih telur dan pre-albumin mempunyai kapasitas untuk mengangkut *non selectively* berbagai *low molecular-weight hormone*. Sebaliknya, protein pengangkutan spesifik adalah globulins mempunyai *saturable* dengan afinitas yang tinggi untuk mengikat lokasi untuk hormon yang mereka membawa. Protein ini meliputi tyroid hormon binding globulin (TBG), Testosteron binding globulin (TeBG) dan cortisol binding globulin (CBG). Laju metabolik (MCR) hormon didefinisikan secara kuantitatif dengan perpindahannya dari plasma.

Mekanisme Umpan Balik (*Feedback Mechanism*)

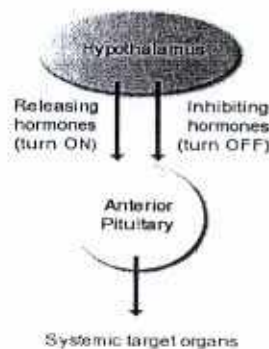
Sekresi hormon diatur oleh sistem "*closed loop*" yang dikenal dengan mekanisme

umpan balik (Gambar 9). Mekanisme umpan balik ada dua macam, yaitu:

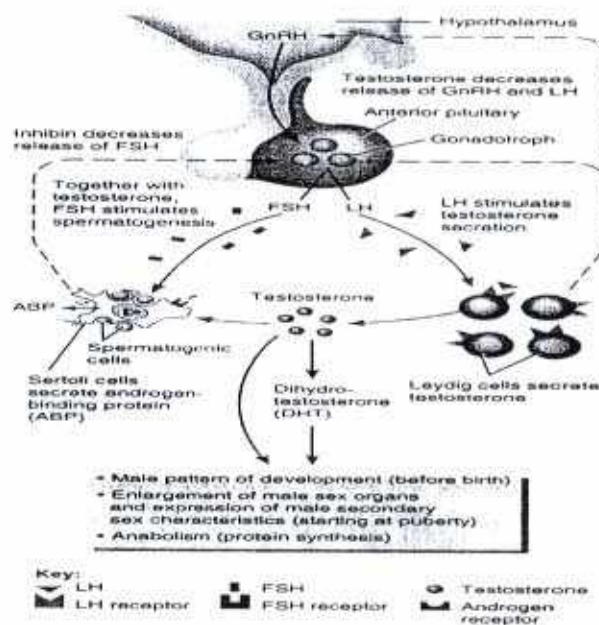
1. Umpan balik negatif. Mekanisme ini akan menghambat sekresi release atau hormon dari suatu kelenjer endokrin. Misalnya suatu organ target mengeluarkan suatu secret atau hormon B untuk menghambat pembentukan hormon A di sel-sel endokrin. Misalnya

cortisol menghambat hipotalamus-hipofisis untuk menghambat pembentukan ACTH.

2. Umpan balik positif. Mekanisme ini merupakan kebalikan dari negative, dimana sekresi hormon akan dipicu. Misalnya sekresi estradiol akan meningkatkan pelepasan LH di hipotalamus-hipofisis.



Gambar 9 Skema Mekanisme Umpan Balik Negatif dan Positif (Bowen, 2001)



Gambar 10 Hubungan Hipotalamus-Hipofisis-Gonad dalam Kontrol Sistem Endokrin (Tortora and Derirckson, 2009)

Contoh skema mekanisme umpan balik positif dan negatif dilihat pada regulasi spermatogenesis yang ditampilkan pada hubungan Hipotalamus-Hipofisis-Gonad dalam Kontrol Sistem Endokrin (Gambar 10).

Mekanisme Penentuan Kesalahan pada Sistem Endokrin

Kesalahan pada sistem endokrin bisa menghasilkan defisiensi hormon, kelebihan hormon atau resistensi hormon. Defisiensi hormon selalu menyebabkan kerusakan pada proses di kelenjer dimana hormon diproduksi. Seperti karena infeksi virus, penekanan fisik oleh pertumbuhan tumor atau penyerangan sistem kekebalan tubuh. Kelebihan hormon selalu menyebabkan penyakit. Kekurangan hormon juga akan menyebabkan terganggunya keseimbangan proses fisiologis tubuh.

Metode penentuan kekurangan hormon bisa dilakukan dengan pendektasian pengaruh stimulasi anti reseptor antibodi. Resistensi hormonal merupakan suatu mekanisme penyebab penyakit yang terjadi pada semua hormon. Salah satu bentuk kelainan dalam hal ini adalah adanya struktur abnormal hormon peptida. Resistensi hormon bisa terjadi

pengaruh reseptor primer dan postreseptor dalam mekanisme kerja hormon.

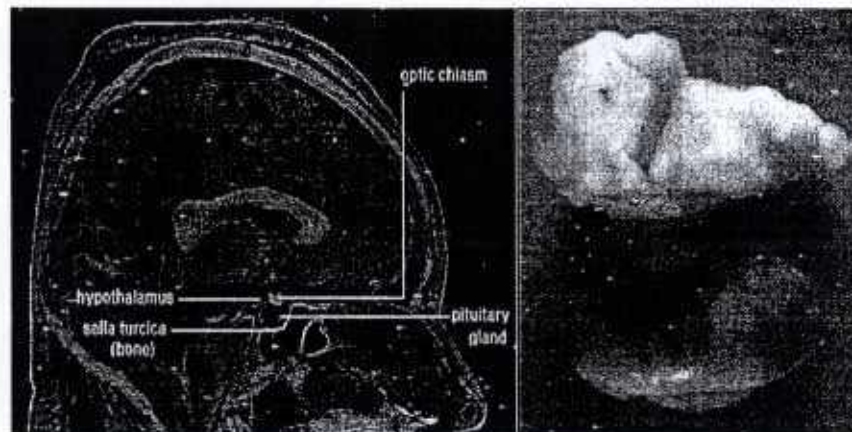
HIPOTALAMUS-HIPOFISIS

Anatomi dan Histologi Kelenjer Hipotalamus-Hipofisis

Hipotalamus adalah suatu daerah otak yang mengendalikan fungsi tubuh. Terletak pada pertengahan dasar otak dan encapsula dan ventral ketiga. Sedangkan kelenjer pituitari, juga dikenal sebagai hipofisis adalah suatu organ yang terletak dibawah hypotalamus. Berbentuk kasar seperti kacang (Gambar 11).

Kelenjer hipofisis dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Hipofise anterior (adenohypofisis) adalah suatu kelenjer endokrin klasik yang sebagian besar merupakan sel yang mengeluarkan hormon protein
2. Hipofise (neurohypophysis) adalah tidaklah benar-benar suatu organ, dan merupakan badan atau hanyalah perluasan hypotalamus. Terdiri sebagian besar axons hypotalamic neurons yang meluas mengarah ke bawah sebagian bundel besar yang disebut tangkai pituitary.



Gambar 11 Kelenjer Hipotalamus dan Hipofisis Domba (Kanan), Hubungan pada Manusia (Kiri) (Bowen, 2001)

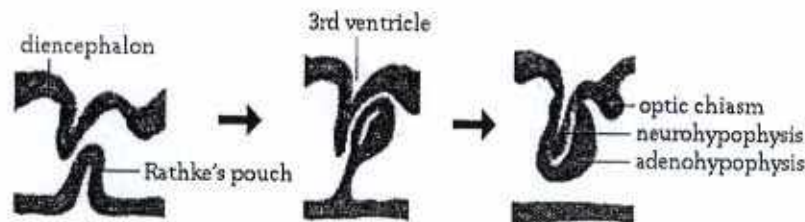
Perkembangan dan Anatomi Kelenjer Hipofisis

Hipofisis adalah gabungan dua jaringan. Pada awal kehamilan suatu juluran ektoderm

tumbuh dan berpindah naik dari atap mulut. Penonjolan ini disebut Kantong Rathke's dan akan berkembang menjadi hipofisis anterior (adenohypophysis). Pada saat Kantong Rathke's

berkembang, saat itu juluran ectodermal jaringan yang lain evaginasi secara ventral dari diencephalon otak. Perluasan otak ini secara ventral akan menjadi hipofisis posterior (neuro-

hypophysis). Akhirnya, dua jaringan menjadi satu, dan menjadi rapat tetapi struktur yang berbeda, yang mencerminkan embryologi asal masing-masing (Gambar 12).



Gambar 12 Embriologi Asal Kelenjer Hipofisis (Bowen, 2001)

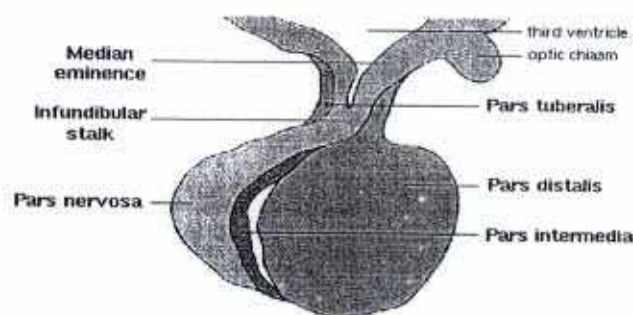
Adenohypophysis dan neurohypophysis dapat dibagi lagi berdasarkan pada bentuk dan corak histologik (Gambar 13). Terminologi yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Adenohypophysis, dengan bagian:

- Pars distalis: bagian yang paling besar
- Pars tuberalis: bagian yang mengelilingi tangki infundibular
- Pars intermedia: bagian yang terpisah dari pars distalis dan membelah hypophyseal

2. Neurohypophysis, dengan bagian:

- Pars nervosa: bagian mulut dari hipofisis posterior
- Median eminence: bagian atas neurohypophysis terletak di atas pars tuberalis
- Tangkai infundibular: batang yang menghubungkan pars nervosa dengan dasar otak



Gambar 13 Histologi Kelenjer Hipofisis (Bowen, 2001)

Adenohypophysis (Hipofisis Anterior)

Struktur Adenohypophysis (Hipofisis Anterior)

Struktur Hipofisis Anterior (Adenohypophysis) ditampilkan di Gambar 14. Bagian de-

pan adenohypophysis adalah pars distalis. Jaringan ini terdiri atas sel epitel yang melilit dan diapit oleh vaskuler sinusoids. Dengan pe-

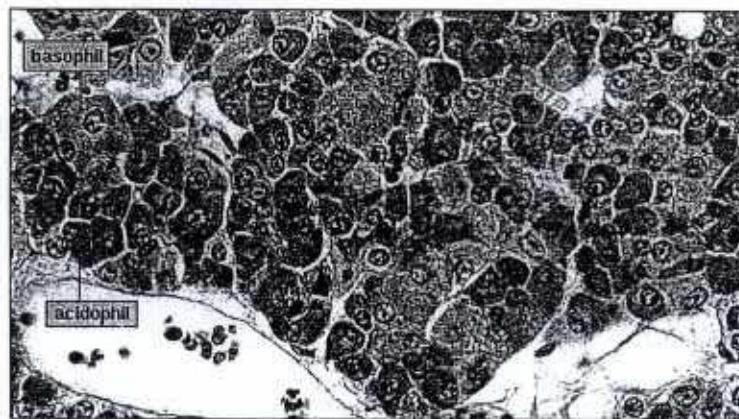
warnaan Hematoksilin Eosin (HE) terdapat tiga jenis sel yaitu:

1. Acidophylis mempunyai cytoplasma yang merah atau merah jambu
2. Basophylis mempunyai cytoplasma dengan warna kebiru-biruan

3. Chromophobes mempunyai cytoplasma dengan warna agak gelap

Hormon Adenohipise (Hipofisis Anterior)

Hormon-hormon adenohipofise dihasilkan oleh beberapa jenis sel yang terdapat disana. Pada Tabel 3 dan Tabel 4 dituliskan jenis-jenis hormon tersebut.



Gambar 14 Histologi Pars Distalis dari Kucing (Pewarnaan HE) (Bowen, 2001)

Tabel 3 Jenis Hormon yang Dihasilkan oleh Sel Epitel Adenohipofise

Jenis Sel	Struktur
Acidophylis	Cells yang mengandung hormon-hormon glycoprotein
	Somatotrop yang memproduksi growth hormone
	Lactotropes yang memproduksi prolactin
Basophylis	Cells yang mengandung hormon-hormon glycoprotein
	Thyrotropes yang memproduksi thyroid stimulating hormone
	Gonadotropes yang memproduksi luteinizing hormone atau follicle-stimulating hormone
Chromophobes	Corticotropes yang memproduksi adrenocorticotrophic hormone
	Sel-sel yang tidak atau mempunyai sedikit hormon. Beberapa chromophobes bisa berbentuk acidophils atau basophils.
	Chromophobes bisa dalam bentuk stem cells yang tidak berdiferensiasi menjadi sel yang memproduksi dan membentuk.

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Struktur Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Neurohypophysis dikenal juga dengan pars nervosa. Dibedakan atas tiga area median eminence, infundibular stalk, and infundibular process. Hipofisis posterior merupakan perluasan jaringan hipotalamus ke arah ventral dan merupakan derivat dari neuroektoderm yang

membentuk dasar cerebroventrikel ketiga. Beratnya lebih kurang 0,10-0,15 gram yang ada sejak 5 bulan dikandung, juga mengandung elemen glial yang disebut pituisit. Hipofisis posterior disusun oleh serabut saraf yang tak bermielin dan terminal axon syaraf mempunyai badan sel yang terletak pada supraoptik dan paraventrikel inti hipotalamus.

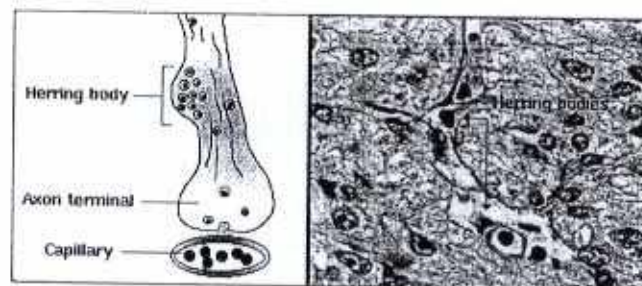
Tabel 4 Adenohipofiseal Manusia

Jenis hormon	Asam amino	Karbohidrat	BM
Corticotropin-berhubungan dengan hormon peptida (peptida) peptida kecil tunggal turunan dan prekursor			
Melanocyte stimulating hormone	13AA		1,823
Corticotropin (ACTH)	39 AA		4,507
Lipoprotein (α -LPH)	91 AA		9,500
Enddhorpin, α -LPH 61-91	31 AA		3,100
Hormon Glycoprotein			
FSH	89 AA, 115 AA	18%CHO, 5%SA	32,000
LH	89 AA, 115 AA	16%CHO, 5%SA	32,000
TSH	89 AA, 112 AA	16%CHO, 1%SA	32,000
Hormon Somatotropin			
Prolaktin	198 AA		23,510
Growth hormon (GH) atau Somatotropin	191 AA		22,650

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Neurohypophysis berisi kapiler yang lebih banyak dibandingkan dengan adenohipofise, terutama adanya bagian Herring bodies. Banyak dari kapiler ini adalah fenestrated (berisi lubang), memudahkan penyerapan hormon ke dalam darah. Bagian ini

merupakan dilatasi dari daerah terminal axon yang mengandung granula neurosekretori. Granul-granul ini berisi oksitosin dan hormon anti diuretik. Di bawah ini adalah gambar-struktur dan histologi dari neurohipofise (Gambar 15).



Gambar 15 Struktur Neurohipofise (Bowen, 2001)
Hormon Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Serabut hipotalamus-neurohipofisis mengantarkan dua hormon hipofisis posterior utama yaitu oksitosin (OT) dan arginin vasopressin (AVP) yang berikatan dengan neurophysin sebagai protein pembawa menuju neural lobe. OT dan AVP diproduksi secara tidak bersamaan. Sel yang mengandung OT dan AVP juga memproduksi kortikotropin releasing faktor dan neurotransmitter. OT dan AVP dilepas ke darah dan merupakan modulator dari fungsi hipofisis anterior.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Bowen RA. 2001. *Pathophysiology of Endocrine System*. Colorado State University. In <http://arbl.cumbs.colostate.edu/hbooks/pathophys/endocrine/index.html>. (Download 25 April 2004).
- Garner DL and Hafez ESE. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In: Hafez B, Hafez ESE, editor. *Reproduction in Farm Animals*, 7th Ed. South Caroline: Lipincot Williem and Wilson: 96-109.

- Griffin JE and Ojeda SR. 1988. Textbook of endocrine Physiology. Oxford University Press. Oxford.
- Hammerstedt RH and Parks JE. 1987. Changes in sperm surface associated with epididymal transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34: 133-149.
- Haviz M. 2007. Kajian aglutinasi spermatozoa: sebaran antiaglutinin dan karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *Jurnal Akademika* 11 (1): 100-107.
- Hernawati. 2008. *Bahan Kuliah Struktur Hewan*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: 1-16.
- Hunnicut G, Ann C and Dennis K. 2004. Reproductive biology and immunology sperm maturation. University of Connecticut health center United States. *Population Briefs* Vol 5, No 2.
- Hunnicut G, Koppel DE and Myles DG. 1997. Analysis of the process of localization of fertilin to the sperm posterior head plasma membrane domain during sperm maturation in the epididymis. *Dev Biol* 191: 146-159.
- Hunter RHF, Holtz W and Hermann H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Scie* 1: 161-166.
- Jhonson MH and Everit BT. 1995. *Essential Reproduction*, 4th Ed. Oxford: Blackwell Scientific Ltd: 50-74.
- Kohane AI, Pinicoro L and Blaqueir JA. 1987. Androgen controlled synthesis of specific protein in the rat epididymis. *Endocrinology* 112: 1590-1596.
- Pack PE. 2007. *Anatomi dan Fisiologi (Terjemahan oleh Theodorus Dharma Wibisono)*. Bandung: Pakar Raya: 265-282.
- Setchell BP, Maddocks S and Brooks DE. 1994. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: *Knobil E, Neill JD (eds.), The Physiology of Reproduction*, 2nd ed. New York: Raven Press Ltd; 1063-1175.
- Tortora GJ and Derirckson. 2009. *Principles of Anatomy and Physiology*. Newyork: John Wiley & Sons, Inc.
- Visconti PE *et al.* 1995. Capacitation of mouse spermatozoa, correlation between the capacitation state and protein tyrosine phosphorylation. *Dev Bio* 121: 1129-1150.