

# HORMON DAN SISTEM KOORDINASI

Gina Dania Pratami, M.Si.



## Pengertian

Hormon ► getah yang dihasilkan oleh suatu kelenjar dan langsung diedarkan oleh darah.

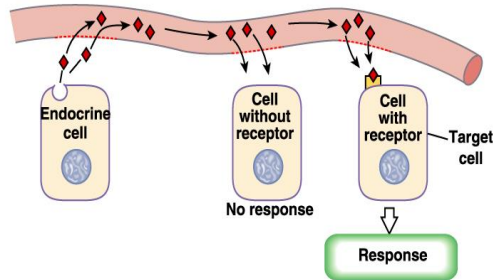
- zat kimiawi organik yg dihasilkan oleh **sel endokrin**, bertindak sebagai **pembawa pesan** kimiawi dan dialirkan langsung kedalam darah.

Hormon mengatur, mengintegrasikan dan mengendalikan fungsi fisiologik

Kelenjar yang dimaksud, tidak mempunyai saluran khusus, sehingga sering disebut sebagai kelenjar buntu/endokrin.



Hormone



## Sel Endokrin

- Endokrin- endo = "didalam"
- Merupakan sistem yang mengendalikan tubuh melalui fungsi hormon.
- Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjar
- Kelenjar merupakan jaringan khusus yang menghasilkan hormon atau sekret lainnya



## Definisi

Apakah **reseptor hormon** ?

- Reseptor hormon pengikat hormon di sel target (apakah di permukaan sel atau didalam sitoplasma atau nukleus sel target )
- Reseptor hanya mengikat hormon yang diperuntukan baginya (pasangannya)
- Tanpa ikatan reseptor dan hormon, hormon tidak dapat bekerja atas sel



## Definisi

Apa yang dimaksud dengan **kelenjar endokrin**?

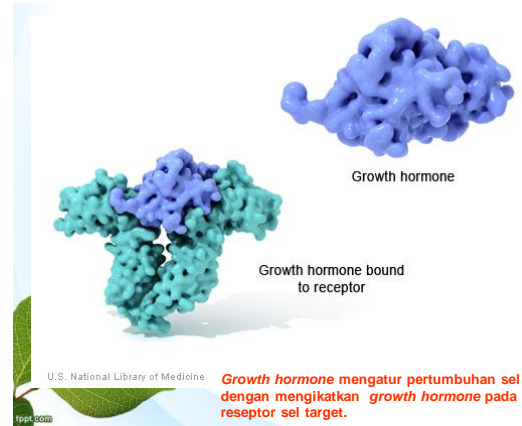
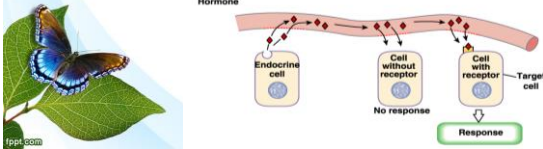
- kelenjar tanpa saluran yang terdiri dari beberapa sel kelenjar .
- Karena tak punya saluran → produknya tdk dibuang ke luar tubuh tapi dialirkan kedalam aliran darah.
- Misal, kelenjar keringat **BUKAN** kelenjar endokrin (disebut kelenjar eksokrin) karena mengeluarkan produknya keluar tubuh melalui kulit .



## Definisi

### Apakah sel target ?

- ▶ Sel yang berisi reseptor khusus bagi hormon khusus (pasangannya).
- ▶ Tugas sel target adalah mengikat hormon melalui reseptornya  
Sekali hormon terikat pada reseptor sel target, aktivitasnya akan terjadi didalam sel.



### Hormon Steroid

- merupakan derivat kolesterol.
- Misal: testosteron, estrogen, progesteron, mineralokortikoids, glukokortikoid.
- Steroid dapat melintasi membran plasma



## Tipe Hormon

### Hormon Protein

- dibuat dari asam amino.
- Misal: Insulin, *hypothalamus-signaling hormones*.
- hormon protein tidak dapat melintasi membran plasma

## Struktur Kimiawi Hormon

- Dua kelas umum hormon berdasarkan daya larutnya: larut dalam air dan larut dalam lemak .
- Larut dalam air (polar): derivat protein, glikoprotein, polipeptida, asam amino.
- Larut dalam lemak (nonpolar): derivat steroid, bebapa derivat asam amino, asam lemak.
- Kelas yang berbeda , maka mekanisme aksinya juga berbeda, berbeda transpornya dalam tubuh dan stabilitasnya dalam sirkulasi



### Contoh Hormon Larut Dalam Air

- Protein: growth hormone, prolactin, insulin
- Glikoprotein: *follicle-stimulating hormone (FSH)*, *luteinizing hormone (LH)*, *thyroid-stimulating hormone (TSH)*
- Polipeptida: arginine vasopressin, oxytocin, somatostatin
- Derivat asam amino: epinephrine, melatonin



### Kelas Hormon

#### • **Hormon Steroid vs. Peptida**

- Sesuai struktur molekul dan sintesanya, maka hormon dikategorikan dalam 2 kelas umum
- hormon **steroid** disusun dari precursor (precursor = langkah awal dalam perjalanan biosintesa) **kolesterol**.



## Hormon Steroid

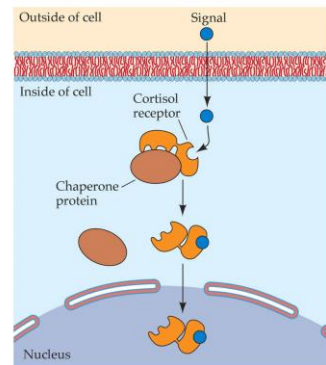
- hormon steroid dihasilkan oleh **gonad** dan **korteks adrenal**.
- hormon tiroid bukan steroid, namun untuk menyederhanakannya dikategorikan sebagai steroid.
- hormon steroid dibuat dari kolesterol dalam **retikulum endoplasmik halus** dan **mitokondria** sel endokrin.

## Contoh yang larut dalam Lemak

- Steroid: estrogen, progesteron, testosteron, glukokortikoid, mineralokortikoid
- Derivat asam amino : hormon tiroid (T3, T4)
- Asam lemak: prostaglandin, thromboxan

## Hormon Steroid

- Hormon Steroid **tidak dapat disimpan dalam vesikula** dalam sel endokrin yang menghasilkannya . Begitu hormon steroid dihasilkan, langsung disebarkan keluar sel endokrin dan masuk aliran darah .
- Hormon Steroid **larut dalam lipid** dan reseptornya berlokasi didalam sel targetnya



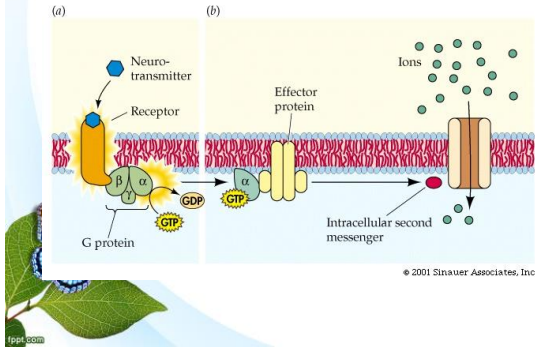
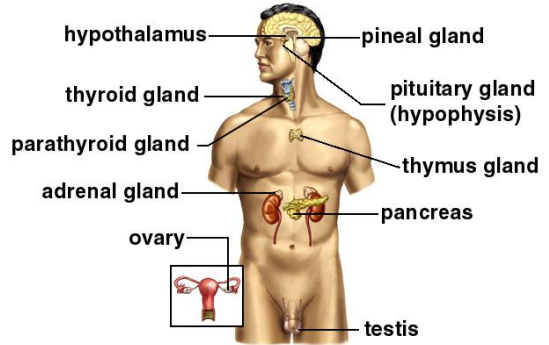
## Hormon Peptida

- Hormon Peptida mempunyai rantai asam amino.
- Seperti kebanyakan protein, hormon peptida disintesa pada **ribosomes** dari retikulum endoplasma sel endokrin .
- Hormon Peptida dapat **disimpan dalam vesikula** sel endokrin sampai saat mereka dibutuhkan kemudian

## Hormon Peptida

- Hormon Peptida tidak dapat melintasi membran sel (**lipid bilayers**) dan mereka disebut **water soluble**.
- Reseptor Hormon Peptida berada diatas **permukaan sel** target

## The Endocrine System



Tabel 1. Kelenjar-kelenjar Endokrin dan Hormone yang Dihasilkan

Nama Kelenjar	Hormon	Bahan Kimia	Fungsi Utama
Hipotalamus	1. Corticotropin Relusing Factor (CRF)	Peptida	Menstimulasi pengeluaran hormon adrenokortikotropik
	2. Thyotropin Relusing Factor (TRF)	Peptida	Menstimulasi pengeluaran hormon tirotropik
	3. Follicle Stimulating Hormone Releasing Factor (FSHRF)	Peptida	Menstimulasi pengeluaran FSH (Follicle Stimulating Hormone)
	4. Prolactin Inhibitin Factor (PIF)	Peptida	Menghambat pengeluaran prolactin
	5. Luteinizeing Hormone Releasing Factor (LHRF)	Peptida	Menstimulasi pengeluaran LH (Luteinizeing Hormone)
	6. Growth Hormone Releasing Factor (GHRF)	Peptida	Menstimulasi pengeluaran hormone tubuh (Growth Hormone atau STH = Somatotrophic Hormone)

Nama Kelenjar	Hormon	Bahan Kimia	Fungsi Utama
Hipofisis (bagian anterior)	1. Hormon adrenokortikotropik	Polipeptida	Mengatur sintesis dan sekresi hormone dari kelenjar adrenal bagian korteks
	2. Hormon Tirotropik	Glikoprotein	Mengatur sintesis dan sekresi hormone tiroid (tiroksin)
	3. Follicle Stimulating Hormon (FSH)	Protein	Betina: mengatur perkembangan ovarium, berpengaruh terhadap pemasakan folikel. Jantan: mengatur perkembangan testes dan spermatogenesis
	4. Luteinizing Hormone (LH)	Glikoprotein	Betina: menyebabkan terjadinya ovulasi dan membentuk korpus luteum dari folikel Jantan: mengatur ekskresi testosterone dan endosteron
	5. Prolaktin	Protein	Mempengaruhi pertumbuhan kelenjar air susu dan laktasi. Pada mamalia memelihara korpus luteum dan sekresinya (Progesterone)
	6. Hormon Somatotropin (hormon tubuh)	Protein	Merangsang pertumbuhan (sintesis protein) terutama untuk pembentukan tulang anggota dan kepala; meninggikan gula darah.

Nama Kelenjar	Hormon	Bahan Kimia	Fungsi Utama
Hipofisis (bagian tengah)	Melanocyt Stimulating Hormone (MSH) atau intermedin	Polipeptida	Pengembangan (dispersi) melanofoor; sintesis melanin; penggelapan kulit pada vertebrata.
Hipofisis (bagian belakang)	1. Vasopressin atau ADH (Anti Diuretic Hormone = hormon anti diuretik)	Oktapeptida	Anti diuretik
	2. Oksitosin	Okta peptida	Mempengaruhi pengeluaran air susu; menstimulasi kontraksi uterus; membantu transpor sperma. Mempengaruhi pengeluaran hormone dari hipofisis bagian muka.
Tiroid	1. Tiroksin	Asam amino dan I <sub>2</sub>	Mempengaruhi pada: metamorfosis pada amfibi; mengelupasan diferensiasi (maturation), metabolisme
	2. Triiodotironine		Mempengaruhi perkembangan dan metabolisme
	3. Calsiconin	Polipeptida	Menurunkan kadar kalsium darah

Nama Kelenjar	Hormon	Bahan Kimia	Fungsi Utama
Paratiroid	1. Parat hormon	Polipeptida	Meninggikan kadar kalsium darah; menurunkan kadar fosfat
	2. Adrenalin	Koteholamin	Menambah output jantung (cardia output); menaikkan tekanan darah; mempercepat perubahan glikogen menjadi glukosa pada hati; menaikkan gula darah; mengubah glikogen menjadi asam laktat pada otot; menambah konsumsi O <sub>2</sub> ; menaikkan suhu tubuh dan kecepatan metabolisme basal; merangsang kerja sistem saraf pusat.
	2. Noradrenalin	Ketohelamin	Menyempitkan pembuluh arteriol, vesokontriksi, menaikkan sistol dan diastol, menaikkan tekanan darah.

Nama Kelenjar	Hormon	Bahan Kimia	Fungsi Utama
Adrenal (korteks)	1. Glukokortikoid (kortisol, kortikosteron)	Steroid	Berperan dalam metabolisme hidrat arang, lemak dan protein. Anti inflammatory, anti alergi, dan anti stress.
	2. Mineral kortikoid (aldosteron)	Steroid	Regulasi Na <sup>+</sup> dan K <sup>+</sup> dan metabolisme hidrat arang, menahan Na <sup>+</sup> dan Cl <sup>-</sup> dalam tubuh, regulasi air.
Pankreas	1. Insulin	Polipeptida	Membantu mengubah gula menjadi glikogen pada hati dan otot lurik, mendorong pemakaian glukosa oleh jaringan perifer
	2. Glukogen	Polipeptida	Menaikkan kadar gula darah dengan mengubah glikogen menjadi glukosa.
Ovarium	1. Estrogen	Steroid	Merangsang pertumbuhan ciri-ciri kelamin betina sekunder dan tingkah laku seksual
	2. Progesteron	Steroid	Memelihara kehamilan, perkembangan dan pertumbuhan kelenjar air susu
	3. Relaksin	Polipeptida	Mencegah kontraksi uterus
Testes	Testosterone	Steroid	Merangsang ciri-ciri kelamin jantan sekunder dan tingkah laku seksual.



## 1. Kelenjar Hipofisis (pituitari)

Disebut juga *master of gland*.

Terletak pada lekukan selatursika dibagian tengah tulang baji. Ukurannya ± seperti biji kacang ercis.

Kelenjar hipofisis terdiri atas 3 lobus, yaitu lobus anterior, lobus intermediet dan lobus posterior.

Lobus Intermediet terdapat pada kelenjar hipofisis bayi, sedangkan pada orang dewasa hanya merupakan sisa saja.



## A. Kelenjar Hipofisis Anterior

Kelenjar hipofisis anterior menghasilkan hormon-hormon sebagai berikut :

### A. Hormon somatotrof (growth Hormone/GH) :

Fungsinya adalah untuk menstimulasi pertumbuhan.

Kelebihan hormon ini dapat mengakibatkan pertumbuhan raksasa (*Gigantisme*). Apabila kelebihan hormon ini terjadi pada usia dewasa, akan terjadi *Akromegali*. Jika kekurangan hormon ini, akan mengakibatkan kekerdilan (*Dwarfisme*).



### B. Hormon tiroid (thyroid stimulating hormone/TSH)

Fungsinya adalah untuk menstimulasi kelenjar tiroid agar menghasilkan tiroksin yang fungsinya untuk meningkatkan metabolisme tubuh.

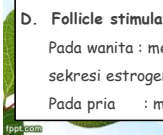
### C. Hormon adrenokortikotropik (adrenocorticotrophic hormone/ACTH)

Fungsi ACTH adalah untuk merangsang sekresi beberapa hormon oleh korteks adrenal.

### D. Follicle stimulating hormone (FSH)

Pada wanita : merangsang perkembangan folikel pada ovarium dan sekresi estrogen.

Pada pria : merangsang testis untuk menghasilkan sperma.



### e. Luteinizing hormone (LH)

Pada wanita : merangsang ovulasi dan pembentukann progesteron oleh korpus luteum pada ovarium.

Pada pria : merangsang sel-sel ledyg pada testis untuk berkembang dan menghasilkan testosteron.

### f. Prolaktin (prolactin/PRL)

Prolaktin berfungsi untuk merangsang pembentukan susu dan sekresinya dari kelenjar mameae.



## b. Kelenjar Hipofisis Intermediet (Tengah)

Fungsinya untuk menghasilkan melanosit stimulating hormon (MSH).

Ini berfungsi untuk merangsang pembentukan pigmen melanin yang mempengaruhi warna kulit seseorang.

No.	Hormon	Prinsip kerja
1	Melanocyte stimulating hormon (MSH)	Mempengaruhi warna kulit individu



## c. Kelenjar hipofisis posterior

Hormon yang dihasilkan :

1. Oksitosin : membantu kelahiran & sekresi susu.
2. Vasopresin (ADH): menurunkan volume urin dan meningkatkan tekanan darah dengan cara menyempitkan pembuluh darah.

No.	Hormon	Prinsip kerja
1	Oksitosin	Mensimulasi kontraksi otot polos pada rahim wanita selama proses melahirkan
2	Hormon ADH	Menurunkan volume urine dan meningkatkan tekanan darah dengan cara menyempitkan pembuluh darah



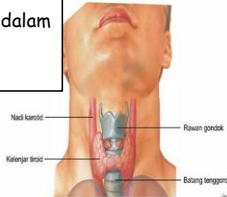
## D. Kelenjar Tiroid

Kelenjar yang terletak dileher bagian depan sebelah bawah jakun dan terdiri dari 2 lobus .

Hormon yang dihasilkan adalah :

- Tiroksin & Triiodotironin : yang mengatur metabolisme, pertumbuhan, perkembangan dan kerja saraf.
- Kalsitonin : Menurunkan kalsium dalam darah dengan cara mempercepat absorpsi kalsium oleh tulang.

STAK KELENJAR TIROID (tampak depan)



## E. Kelenjar paratiroid

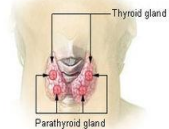
Adalah sebuah kelenjar endokrin di leher yang memproduksi hormon paratiroid. Manusia biasanya mempunyai empat kelenjar paratiroid, yang biasanya terdapat di bagian belakang daripada kelenjar tiroid.

Kelenjar ini menghasilkan hormon yang dinamakan parathormon, yang berperan dalam metabolisme kalsium & fosfat.

Thyroid and Parathyroid Glands



Kelenjar anak gondok (kelenjar paratiroid)  
Terletak di dekat kelenjar gondok. Hormon yg dihasilkan yaitu parathormon dengan fungsi memelihara kadar kalsium dan fosfor di darah.

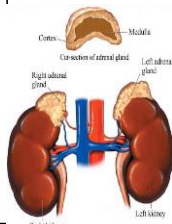


## F. Kelenjar anak ginjal (kelenjar adrenal)

Kelenjar ini terdiri dari 2 bagian, yaitu : korteks adrenal & medulla adrenal .

Medulla menghasilkan hormon *adrenalin* yang berpengaruh terhadap penyempitan pembuluh darah, sehingga mengakibatkan meningkatnya tekanan darah dan denyut jantung. Bersama hormon insulin, adrenalin mengatur kadar gula dalam darah.

Korteks menghasilkan hormon *mineralokortikoid* yang mengontrol metabolisme ion anorganik dan hormon *glukokortikoid* yang mengontrol metabolisme glukosa.



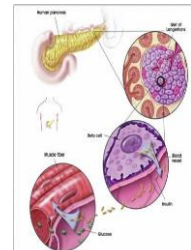
## G. Kelenjar Pankreas (langerhans)



Kelenjar pankreas merupakan sekelompok sel yang terletak pada pankreas, sehingga dikenal dengan pulau - pulau Langerhans

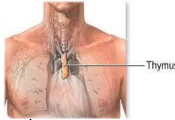
Menghasilkan hormon insulin dan glukagon.

- Insulin berfungsi mengubah glukosa menjadi glikogen dihati, sehingga mengurangi kadar gula dalam darah. Kekurangan hormon ini mengakibatkan diabetes mellitus akibat kenaikan kadar gula dalam darah.
- Glukagon berfungsi mengubah glikogen menjadi glukosa.



## H. Kelenjar timus

- ▶ Kelenjar ini merupakan kelenjar penimbunan hormon pertumbuhan dan setelah dewasa tidak berfungsi lagi.
- ▶ Terdiri atas sejumlah besar jaringan limfatik dan mempunyai sejumlah kecil jaringan epitel yang dikenal sebagai Korpuskel Hassal's.
- ▶ Kelenjar ini mengeluarkan hormon Thymosin yang mempercepat produksi dan perkembangan dan differensiasi sel Limfosit T di timus.



## I. Kelenjar kelamin



Pada wanita :

ovarium, yang menghasilkan : hormon estrogen & progesteron yang mengatur pertumbuhan sekunder wanita & menstruasi.

Pada pria :

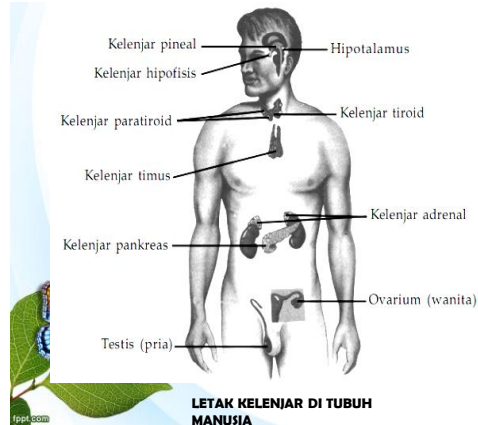
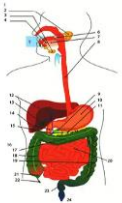
testis, yang mengandung sel ledy, yang menghasilkan: hormon testosteron yang mengatur pertumbuhan sekunder pria dan proses spermatogenesis.



## J. Kelenjar pencernaan

Kelenjar pada lambung menghasilkan hormon *gastrin* yang berfungsi merangsang sekresi getah lambung.

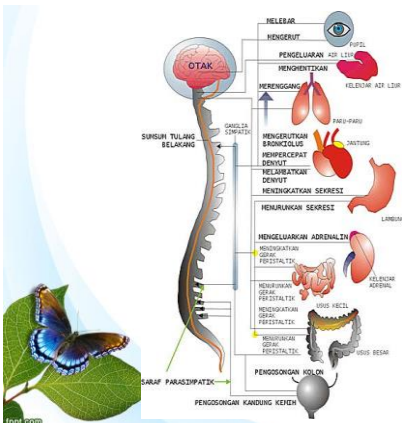
Kelenjar pada usus menghasilkan hormon *sekrelin* yang merangsang sekresi getah pankreas dan hormon *kolesistokinin* yang merangsang getah empedu.



LETAK KELENJAR DI TUBUH MANUSIA

## Sistem Endokrin dan Sistem Syaraf

Sistem Endokrin	Sistem Syaraf
Komunikasi: pembawa pesan kimiawi atau hormon	Komunikasi: melalui impuls syaraf
Transmisi: melalui aliran darah	Transmisi: melalui serabut syaraf
Target organ menerima pesan	Efektor menerima pesan
Transmisi: relatif lambat	Transmisi: sangat cepat
Efek: tersebar luas	Efek: stempat
Respon: lambat	Respon: cepat
Respon berjangka panjang	Respon berjangka pendek
Efek: permanen & irreversible	Efek: temporer dan reversible



## Fungsi Sistem Endokrin

- Berkontribusi dan berinteraksi dengan fungsi kendali dan integrasi dari sistem syaraf
- Penting guna memertahankan homeostasis (*set points*), biasanya melalui umpan balik negatif
- Biasanya ikut serta dalam proses kendali gerak menjauh dari *set point* (umpan balik positif)

## Mengapa kendali memerlukan KEDUA SISTEM ?

- Sistem syaraf merespon merubahan lingkungan dengan cepat, sementara sistem hormon merespon secara bertahap.
- Dampak aksi sistem syaraf berdurasi pendek, sementara efek endokrin lebih panjang.
- Sinyal syaraf (*neurotransmitter*) rapi terlokalisasi (dalam sinaps), sinyal endokrin (sekresi hormon) bersifat sistemik.
- Besaran efek sistem syaraf tergantung pada frekuensi potensial aksi (modulasi frekuensi); besaran efek endokrin tergantung jumlah hormon yang dilepaskan (modulasi amplitudo).

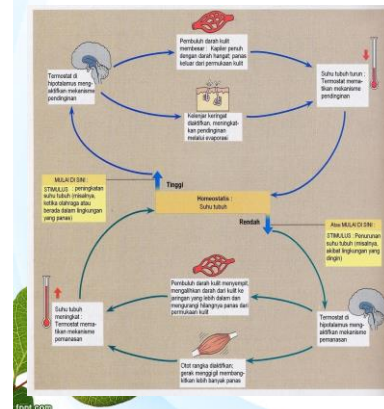
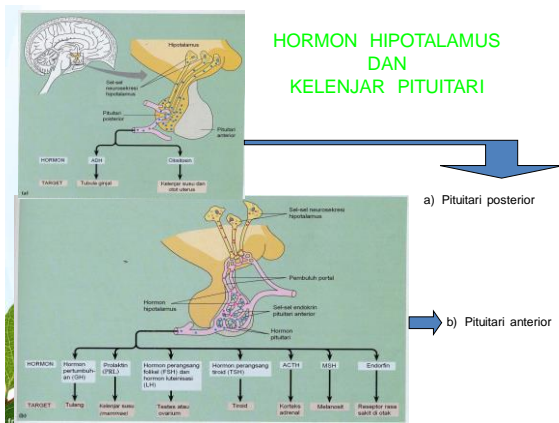
## Kerja kelenjar hormon & hormon

- Negative feedback
- Positive feedback dengan cara:
  - Menghambat/memperbesar ikatan antar hormon dengan reseptor
  - Menghambat/merangsang sintesis reseptor
  - Reseptor agonis vs antagonis

## Hormon mengalir dalam aliran darah menuju sel target

- Sistem endokrin** menyebarkan pesan hormonal penting kepada semua sel ketika ia ikut aliran darah dan masuk cairan ekstraseluler. Seperti radio, ia memerlukan alat penerima pesan - dalam pesan endokrin, sel harus mempunyai penerima pesan *reseptor* sehingga dapat merespon pesan dari hormon

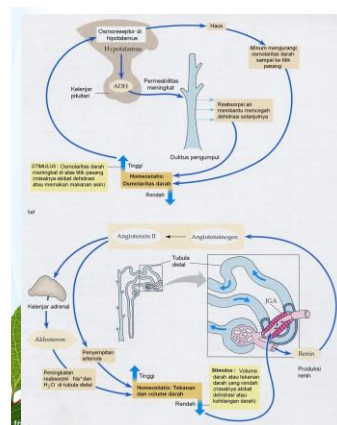
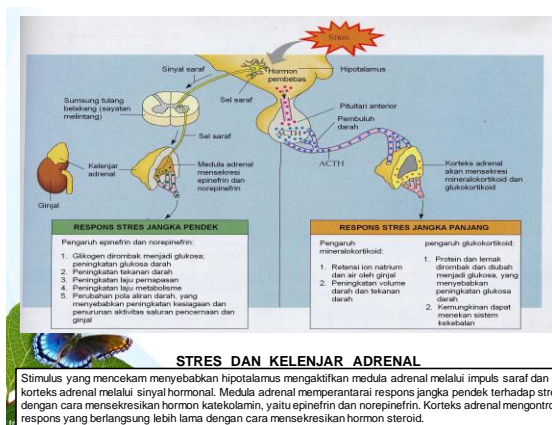
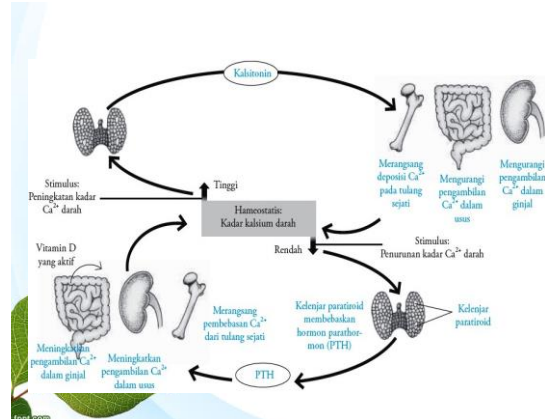
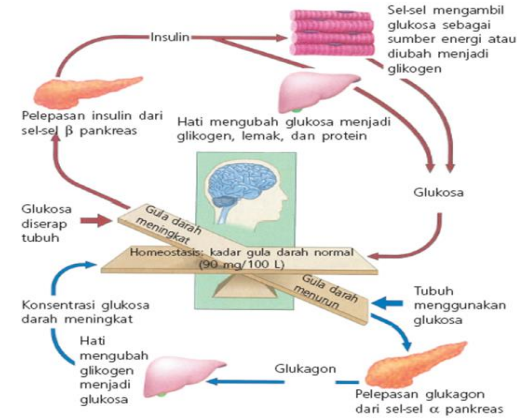
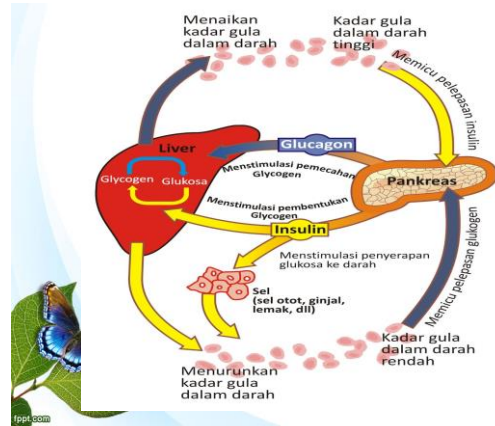
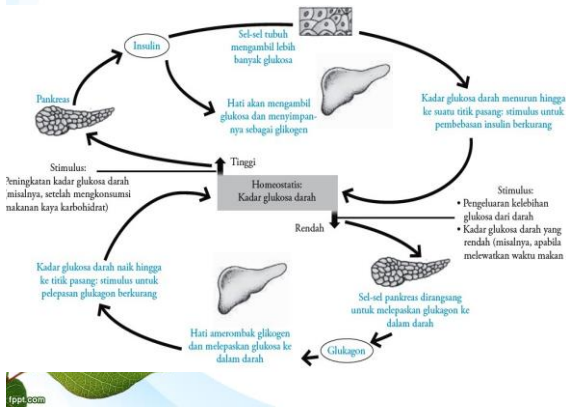
## HORMON HIPOTALAMUS DAN KLENJAR PITUITARI

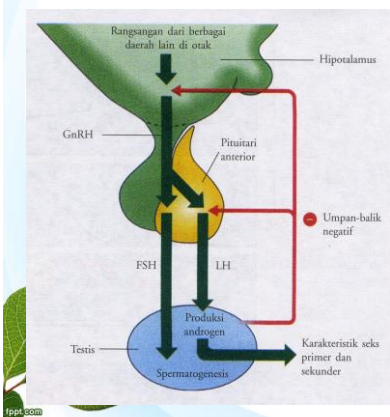


## FUNGSI TERMOSTAT HIPOTALAMUS DAN MEKANISME UMPAN-BALIK PADA TERMOREGULASI MANUSIA

Hipotalamus memiliki termostat yang merespons terhadap perubahan suhu tubuh di atas dan di bawah titik pasang dengan cara mengaktifkan mekanisme yang memperbanyak hilangnya panas atau perolehan panas.



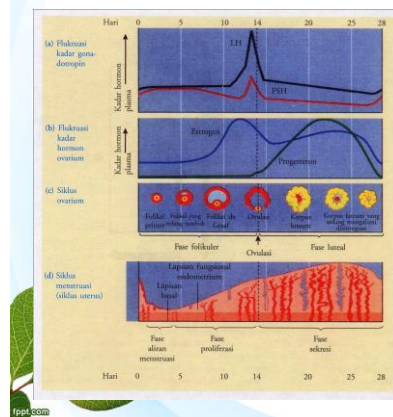




### KONTROL HORMONAL PADA TESTES

Androgen yang dihasilkan oleh testes menyebabkan perkembangan karakteristik seks primer dan sekunder pada jantan.

Sekresi androgen dan produksi sperma dikontrol oleh hormon-hormon hipotalamus dan pituitari.

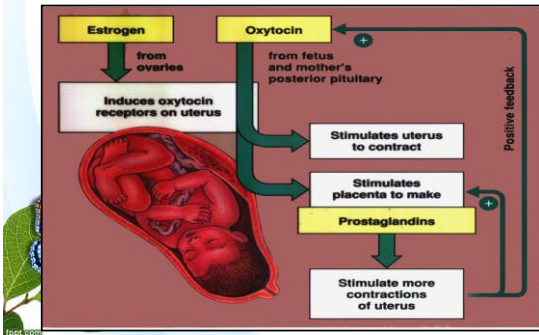


### SIKLUS REPRODUKSI PEREMPUAN

Hormon mengkoordinasikan siklus menstruasi dan ovarium sedemikian rupa sehingga pertumbuhan folikel dan ovulasi disinkronisasikan dengan persiapan dinding uterus untuk kemungkinan implantasi embrio.

Ada lima hormon yang berpartisipasi yaitu gonadotropin (GnRH), FSH, LH, estrogen, dan progesteron.

### Hormon pada saat parturisi (melahirkan)



### Hormon yang berperan dalam pengaturan kadar garam (Na) dalam tubuh

- Antidiuretik (ADH)
- Renin - Angiotensin II (AII)
- Atrial natriuretik peptida (ANP)

• ANP kerjanya saling berlawanan dengan ADH dan AII



### Hormon yang berperan dalam termoregulasi

- TSH
- T3/T4 (hormon tiroid)
- Glukagon
- PRL, somatostatin,
- (hormon metabolisme)

↓  
Peningkatan metabolisme dalam tubuh



### Soal pendalaman Kuliah Hormon dan Sistem Koordinasi

- Hormon dihasilkan oleh sel/kelenjar ....., bertindak sebagai ....., sehingga Hormon adalah .....
- Hormon yang dikeluarkan oleh sel endokrin akan ditangkap oleh sel ....., kemudian hormon diikat melalui reseptornya yang disebut sel ....., dan akan menghasilkan .....
- 2 Tipe Hormon ..... dan .....
- Berdasarkan daya larutnya 1) ....., contohnya 2) ....., contohnya
- Sistem Endokrin, apa saja kelejar penghasil hormon.... sebutkan macam-macam hormonya dan fungsi utamanya?
- Bagaimana kerja homeostasis glukagon?
- Bagaimana kerja homeostasis Kalsium!
- Kerja hormon dalam stress dan kel. Adrenal!
- Kerja hormon yang mengatur cairan tubuh
- Bagaimana kontrol hormon pada reproduksi pria!
- Bagaimana kontrol hormon pada reproduksi Wanita!