



www.esaunggul.ac.id

ANATOMI DAN FISILOGI HEWAN

Program studi Bioteknologi

By : Seprianto, S.Pi, M.Si

Pertemuan ke 11

THERMOREGULASI





Termoregulasi

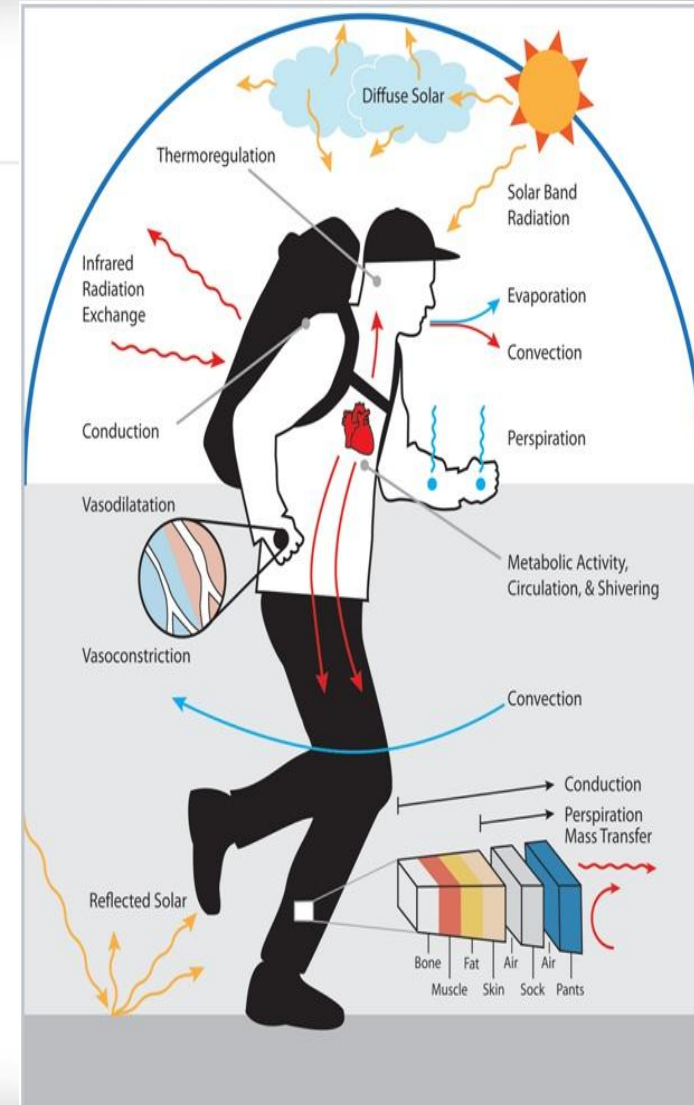
Mekanisme pengaturan suhu tubuh pada hewan

Defenisi Thermoregulasi

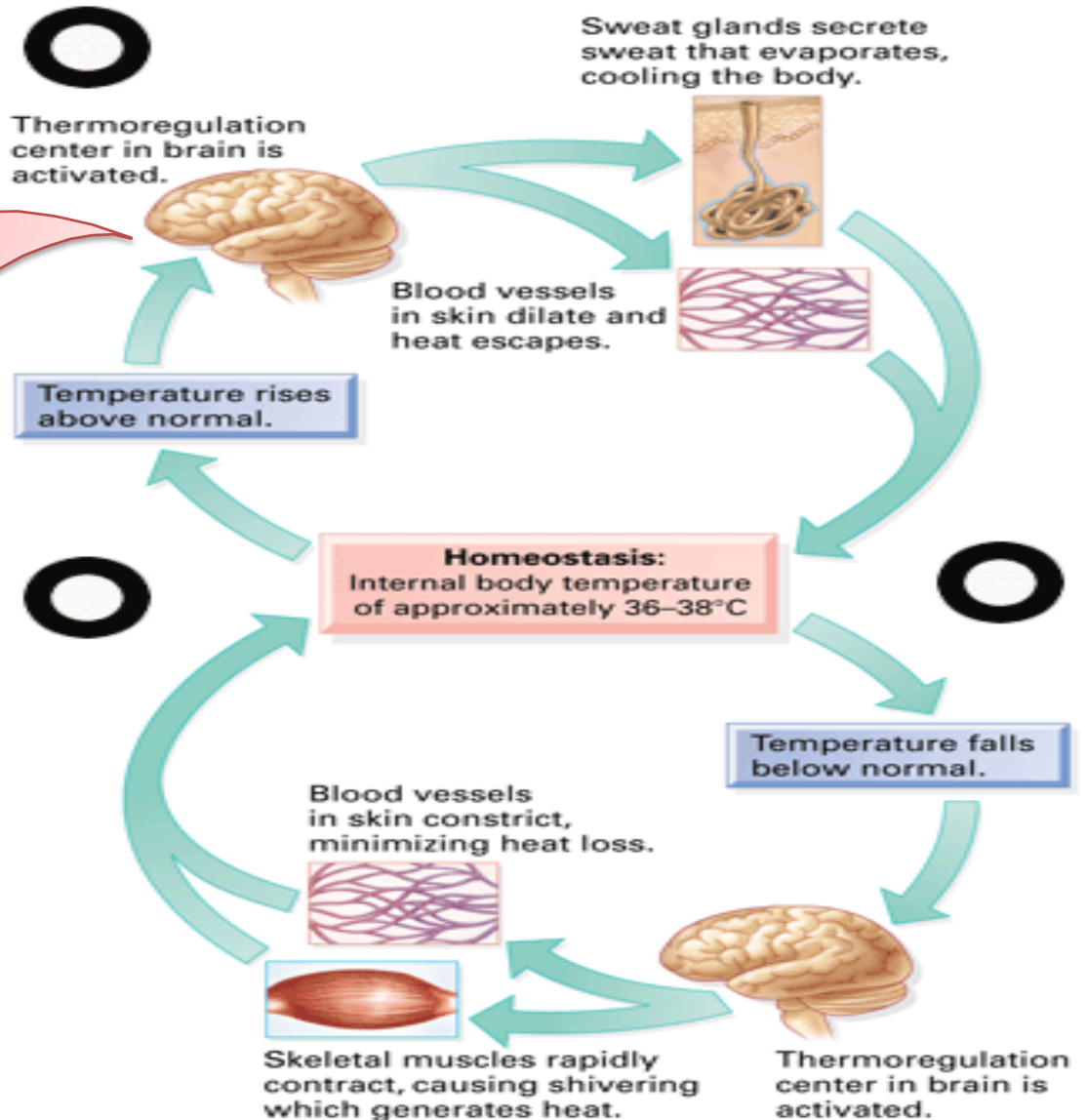
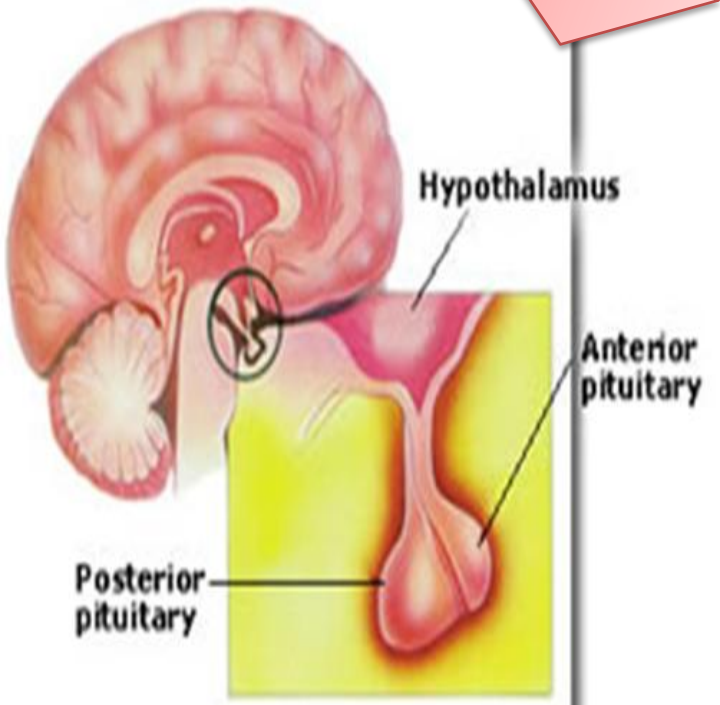
- **Termoregulasi** adalah suatu mekanisme makhluk hidup untuk mempertahankan suhu internal agar berada di dalam kisaran yang dapat ditolelir
- Mekanisme Termoregulasi terjadi dengan mengatur keseimbangan antara perolehan panas dengan pelepasan panas
- Mekanisme pengaturan suhu tubuh merupakan penggabungan fungsi dari organ-organ tubuh yang saling berhubungan. didalam pengaturan suhu tubuh mamalia terdapat dua jenis sensor pengatur suhu, yaitu sensor panas dan sensor dingin

Defenisi Termoregulasi

- Termoregulasi manusia berpusat pada hypothalamus anterior terdapat tiga komponen pengatur atau penyusun sistem pengaturan panas, yaitu termoreseptor, hypothalamus, dan saraf eferen serta termoregulasi dapat menjaga suhu tubuhnya, pada suhu-suhu tertentu yang konstan biasanya lebih tinggi dibandingkan lingkungan sekitarnya



Human Thermoregulation



Pembentukan Panas Tubuh

1. kontraksi otot kerangka
2. proses-proses pencernaan makanan/metabolisme
3. mekanisme endokrin (epineprin dan norepineprin) menyebabkan pembentukan panas yang cepat, tapi juga cepat hilang
4. hormon-hormon tiroid menyebabkan kenaikan yang lamban tetapi lama
5. faktor eksternal dari lingkungan luar yang diterima tubuh secara radiasi, konveksi, dan konduksi.

Pengaruh Suhu Pada Lingkungan

1. Poikiloterm.

Poikiloterm suhu tubuhnya dipengaruhi oleh lingkungan. Suhu tubuh bagian dalam lebih tinggi dibandingkan dengan suhu tubuh luar. Ex. Ikan, amfibi, reptil

2. Homoiterm.

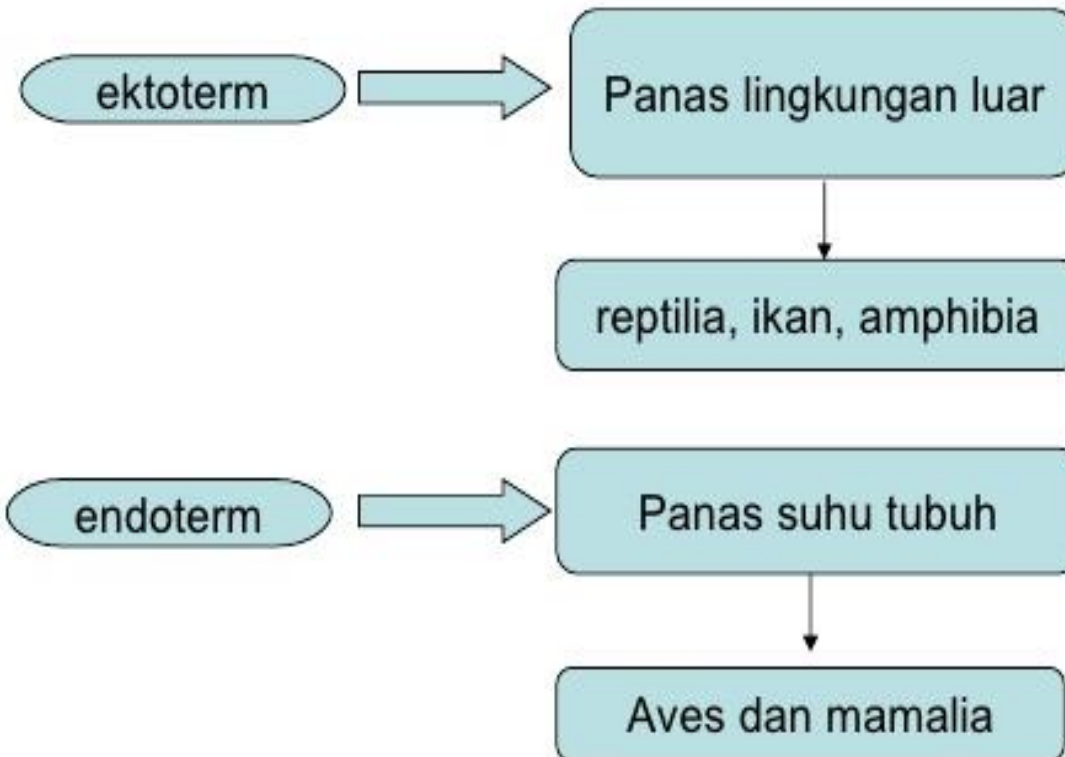
Homoiterm sering disebut hewan berdarah panas karena mampu menjaga panas suhu tubuhnya. Pada hewan homoiterm suhunya lebih stabil, hal ini dikarenakan adanya reseptor dalam otaknya sehingga dapat mengatur suhu tubuh, ex burung

3. Heterotermik

Yaitu kelompok hewan yang pada saat tertentu memiliki sifat poikilotermik dan pada saat lain bersifat homeotermik, dan kelompok hewan yang mengatur suhu tubuh secara parsial

Pengaruh Suhu Pada Lingkungan

Berdasarkan kemampuan mempertahankan suhu tubuh:



Pengatur Suhu Tubuh

- Hewan yang menjaga suhu tubuhnya tetap stabil hewan regulator dan dikelompokkan sebagai hewan hemeoterm
- Contohnya: mamalia dan burung.
- Hewan yang suhu tubuhnya dibiarkan mengikuti perubahan suhu lingkungan eksternalnya = hewan konformer yang dikelompokkan sebagai hewan poikiloterm.
- Contohnya: ikan, ampibi, reptile dan semua invertebrata.

hemeoterm



poikiloterm



Hewan heteroterm

1. Heteroterm adalah hewan yang dapat memiliki suhu tubuh tinggi dan dapat diatur, namun pada saat lain lebih mendekati keadaan hewan berdarah dingin.
 - Hewan kelompok ini dapat memproduksi panas, tetapi tidak dapat mempertahankan suhu tubuhnya yang kisaran suhu yang sempit. Ex:mamalia kecil, burung dan serangga terbang.

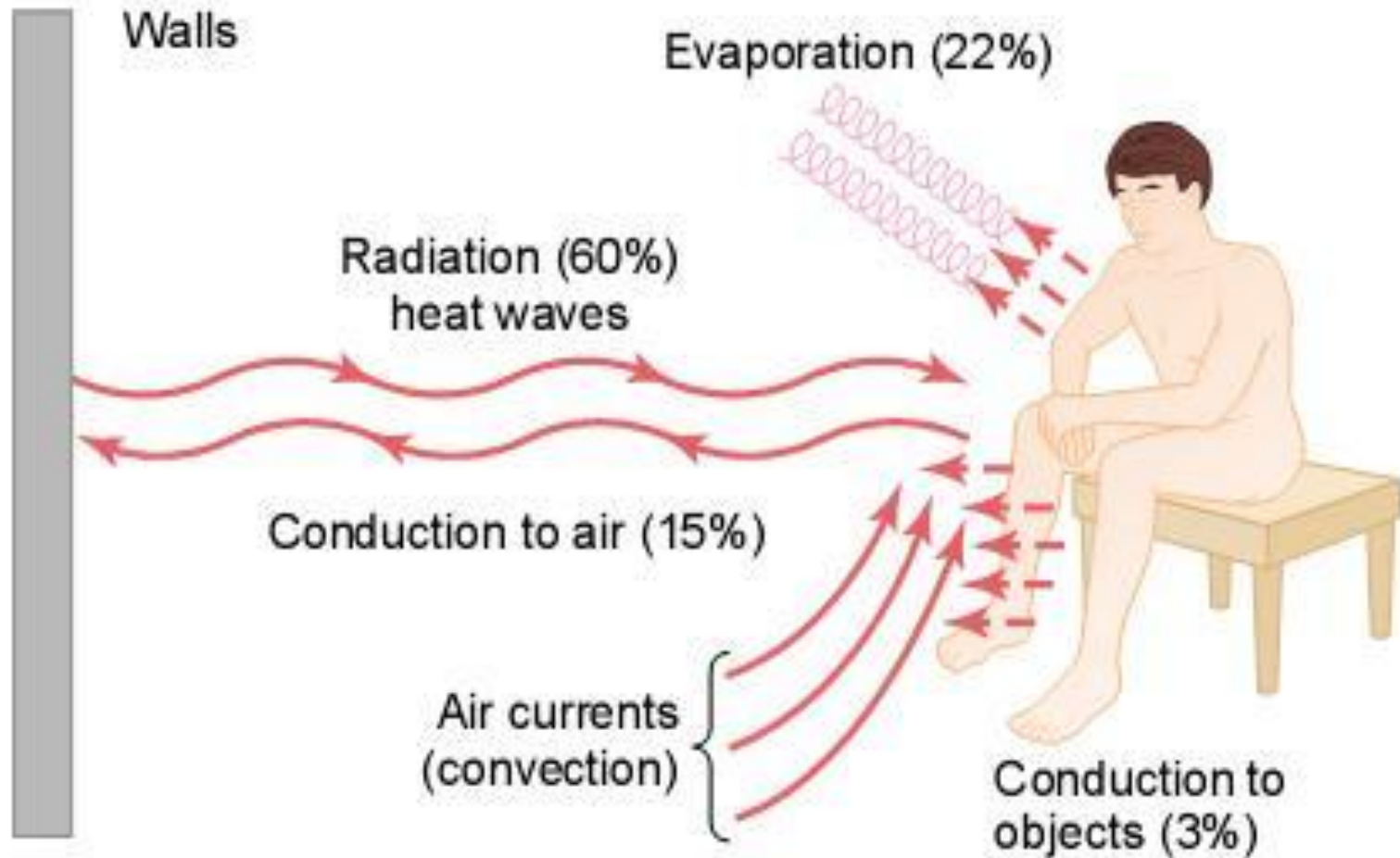
BERDASARKAN ATAS CARA HEWAN MENGENDALIKAN SUHU TUBUH

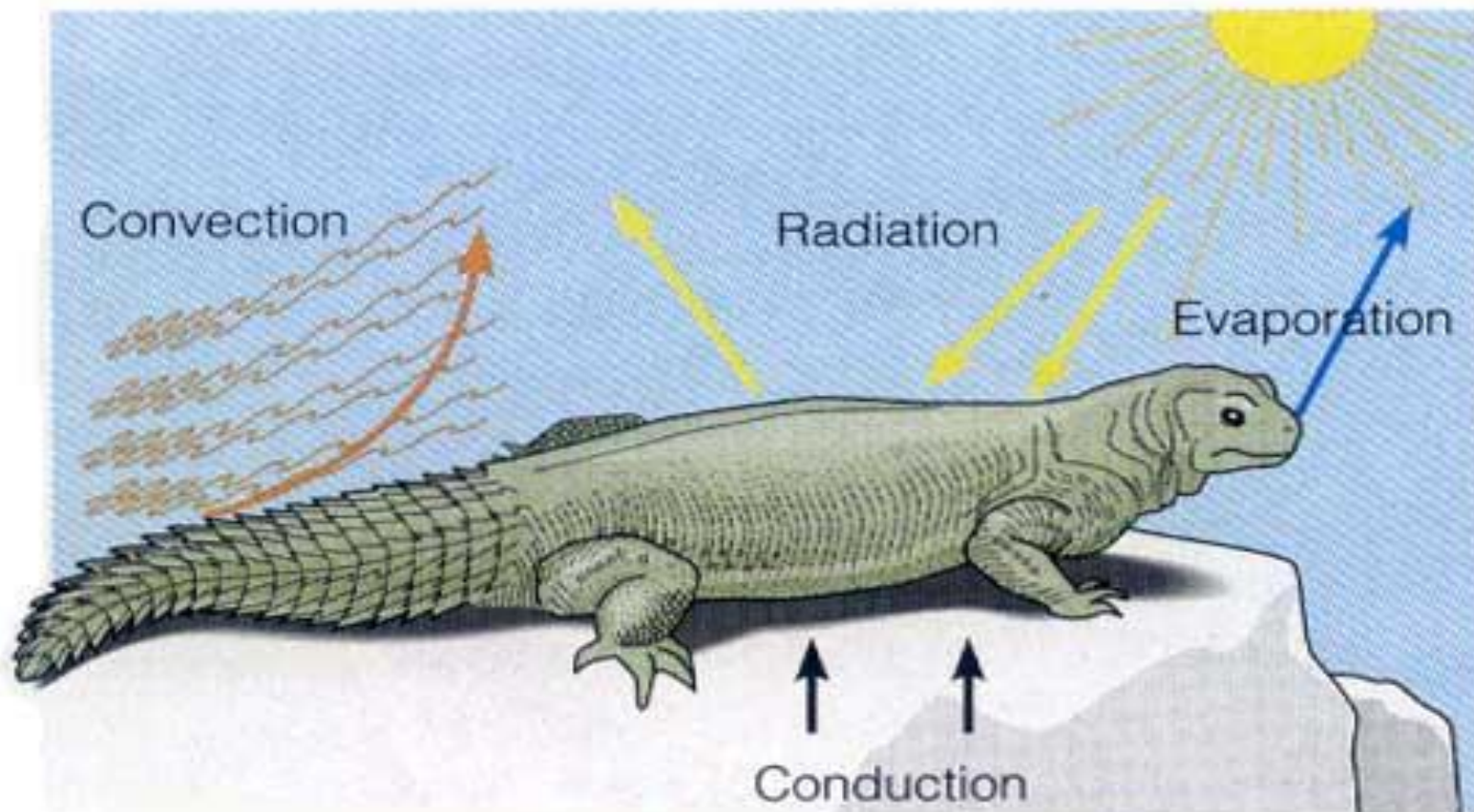
- **TERMOKONFORMER**
 - Menyesuaikan suhu tubuh dengan suhu lingkungan
 - Mengambil panas dari lingkungan luar
- **TERMOREGULATOR**
 - Pengatur suhu
 - Hewan yang mampu mengatur suhu tubuhnya hingga berbeda dengan suhu di lingkungan luar. Ex: mamalia dan burung



Mekanisme perubahan panas tubuh hewan

- a. **Konduksi** adalah perubahan panas tubuh hewan karena kontak dengan suatu benda.
- b. **Konveksi** adalah transfer panas akibat adanya gerakan udara atau cairan melalui permukaan tubuh.
- c. **Radiasi** adalah emisi dari energi elektromagnet. Radiasi dapat mentransfer panas antar obyek yang tidak kontak langsung. Sebagai contoh, radiasi sinar matahari.
- d. **Evaporasi** proses kehilangan panas dari permukaan cairan yang ditransformasikan dalam bentuk gas

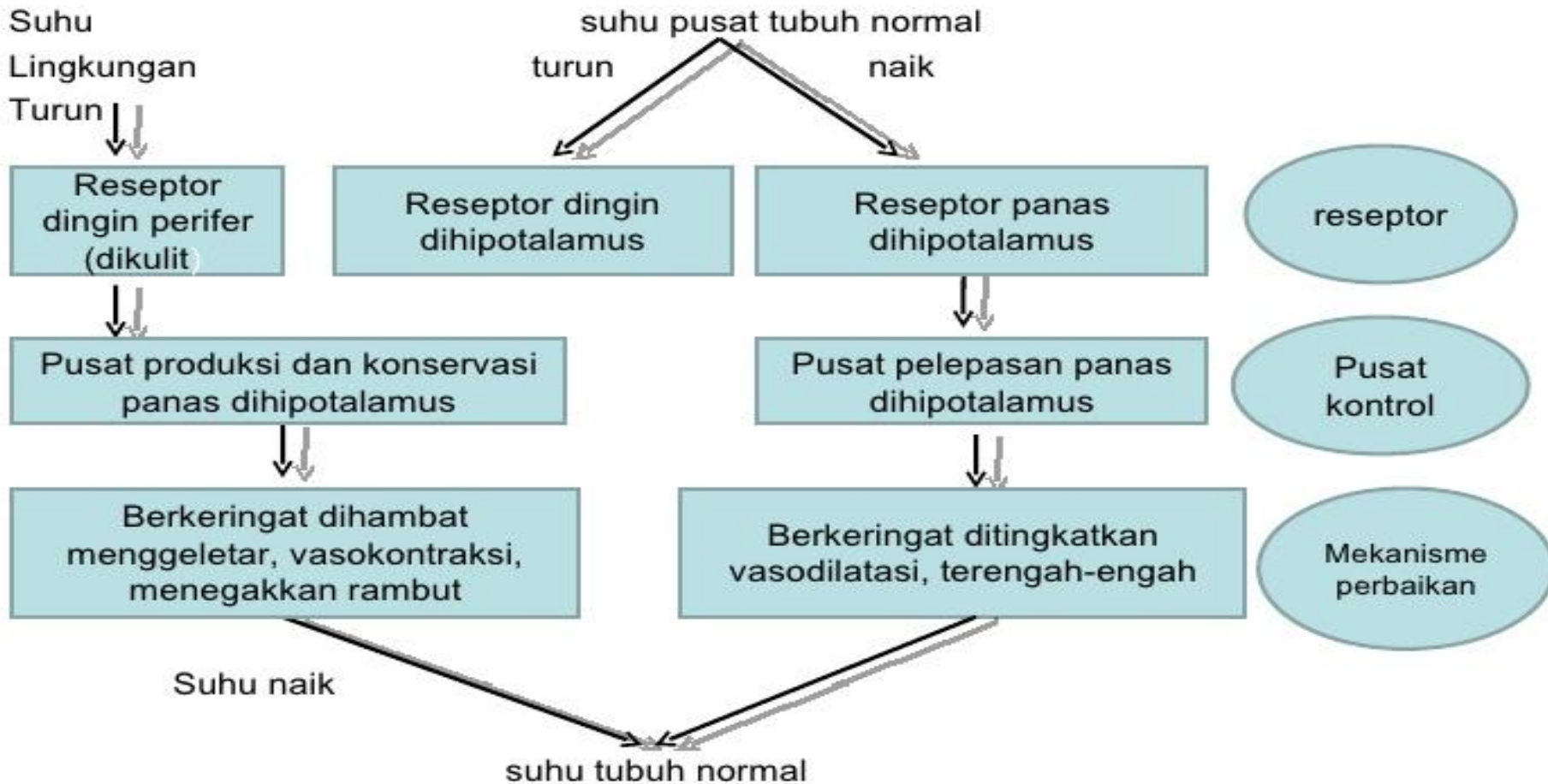




Gambar: kehilangan panas pada hewan (Campbell et al. 1999).

- **PERTUKARAN PANAS ANTARA TUBUH DAN LINGKUNGAN**
 - Pada hewan poikiloterm, jaringan permukaan tubuh merupakan daerah konduksi panas yang tinggi → suhu tubuh sama dengan suhu lingkungan.
 - Pada hewan homeoterm umumnya konduksi panas diperkecil karena terdapat lapisan lemak atau bulu/rambut pada permukaan tubuh yang berperan sebagai isolator
- 6. PRODUKSI PANAS TUBUH**
- **MEKANISME GERAKAN**, misalnya melakukan pemanasan pada beberapa serangga berjemur untuk melakukan pemanasan sebelum terbang.
 - **MEKANISME OTONOM**, misalnya melakukan percepatan dalam metabolisme energi cadangan misal mengaktifkan termogenesis “lemak coklat” yang tersimpan pada leher dan bahu hewan mamalia.

PROSES PENGENDALIAN SUHU TUBUH HEWAN MAMALIA



TERMOGULASI HEWAN HOMEOTERM

- Hewan homeoterm memiliki suhu tubuh yang konstan walau suhu lingkungan berubah-ubah.
- Suhu tubuh dipertahankan 37-40C (mamalia) dan 41-42,5C (burung)
- Untuk menjaga suhu tubuh stabil (steady state) hewan homeoterm melakukan regulasi secara fisik dengan gemetar dan evaporasi dengan mengeluarkan keringat.
- Bila suhu lingkungan meningkat ekstrim, maka aktifitas regulasi akan meningkat sejalan dengan perubahan ekstrim tersebut.

Adaptasi terhadap perubahan suhu lingkungan

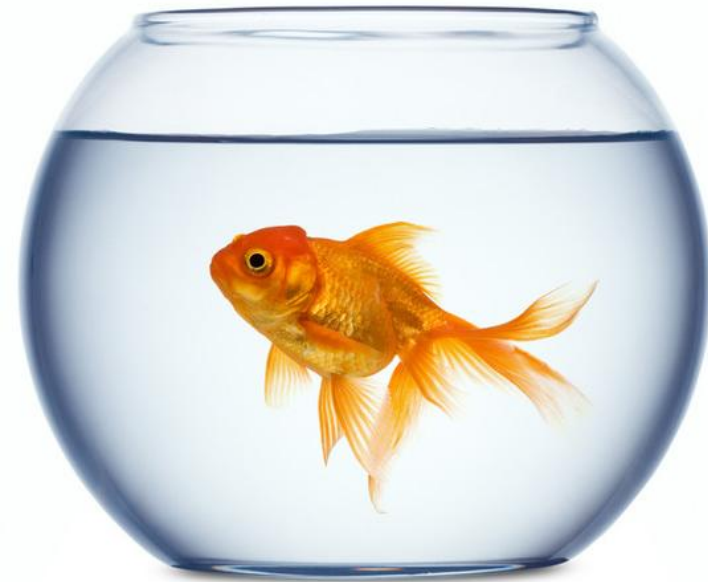
1. Adaptasi terhadap perubahan suhu lingkungan. Sebagai contoh, pada suhu dingin, mamalia dan burung akan meningkatkan laju metabolisme dengan perubahan hormon-hormon yang terlibat di dalamnya, sehingga meningkatkan produksi panas.
2. Pada ektoterm (misal pada lebah madu), adaptasi terhadap suhu dingin dengan cara berkelompok dalam sarangnya. Hasil metabolisme lebah secara kelompok mampu menghasilkan panas di dalam sarangnya.
3. Beberapa adaptasi hewan untuk mengurangi kehilangan panas, misalnya adanya bulu dan rambut pada burung dan mamalia, otot, dan modifikasi sistim sirkulasi di bagian kulit.

Perilaku dalam termoregulasi

1. Kontraksi pembuluh darah di bagian kulit dan *countercurrent heat exchange* adalah salah satu cara untuk mengurangi kehilangan panas tubuh.
2. Hewan bermigrasi, relokasi, dan sembunyi ditemukan pada beberapa hewan untuk menurunkan atau menaikkan suhu tubuh. Gajah di daerah tropis untuk menurunkan suhu tubuh dengan cara mandi atau mengipaskan daun telinga ke tubuh. Manusia menggunakan pakaian adalah salah satu perilaku unik dalam termoregulasi.

Hewan ektoterm akuatik

1. Air adalah penyerap radiasi sinar infra merah yang efektif, berarti suhu tubuh hewan ektoterm akuatik sama dengan suhu air dimana dia hidup.
2. Air juga penyerap panas yang efektif.
3. Pada ikan kehilangan panas hasil metabolisme adalah melalui insang.
4. Ikan mampu menjaga perbedaan suhu karena memiliki daerah untuk pertukaran panas yang terletak antara jaringan



Hewan ektoterm terestrial

1. Hewan ektoterm terestrial memperoleh panas dengan menyerap radiasi sinar matahari. Penyerapan radiasi panas dpt diperbesar dengan mengubah warna dari permukaan penyerap dan arah sinar matahari terhdp hewan tersebut.
2. Pada hewan invertebrata ektoterm terestrial mengubah warna permukaan tubuh dengan warna yang menghasilkan penyerapan yang tinggi. Semakin gelap warna semakin besar daya serapnya. Seperti pada beberapa spesies kumbang atau belalang.



Hewan ektoterm terestrial

3. Pada hewan vertebrata ektoterm terestrial seperti pada kadal akan berjemur dibawah sinar matahari untuk menyerap radiasinya. Kemampuan merubah melanin pada kulitnya untuk memaksimalkan penyerapan panas, dengan membuat kulit menjadi warna gelap, sehingga penyerapan panas meningkat



Agama agama

Hewan ektoterm beradaptasi dengan suhu ekstrim

a. Suhu sangat dingin :

- Dengan menambah molekul2 bahan terlarut pada cairan tubuhnya, seperti gula misal fruktosa atau gliserol.
- Gliserol berfungsi menjaga membran dan enzim agar tidak mengalami denaturasi akibat suhu sangat rendah. Atau penambahan protein anti beku pada cairan tubuh seperti glikoprotein.

Hewan ektoterm beradaptasi dengan suhu ekstrim

b. Suhu sangat panas :

- Dengan meningkatkan laju pendinginan tubuh dengan evaporasi (berkeringat).
- Hewan ektoterm dilapisi kulit lembab. Meningkatkan kehilangan air dengan kulitnya,
- Permasalahan pada hewan reptilia dan serangga, air keluar tubuh dengan sistem respiratori



Hewan Endoterm

1. Suhu tubuh relatif tetap, tidak terpengaruh perubahan suhu dari lingkungan luar.
2. Platypus mempunyai suhu tubuh sekitar 30 °C, burung pelatuk (woodpeckers) suhu tubuh sekitar 42 °C.
3. Suhu tubuh dijaga pada ketinggian yang diinginkan dengan melaksanakan keseimbangan antara produksi panas dan kehilangan panas.
4. Meningkatkan produksi panas dengan meningkatkan metabolisme produksi panas pada otot skeletal. Panas dikeluarkan dari hasil samping metabolisme sel-sel otot

Hewan Endoterm

5. Menggigil adalah peningkatan aktivitas secara tidak sengaja. Atau suatu kontraksi otot yang tidak sejalan dengan aktivitas lain.

Menggigil dpt meningkatkan produksi panas hingga 5 kali lipat dibanding proses produksi panas tubuh waktu istirahat. Dilakukan pada hewan menyusui dan burung serta serangga seperti lebah tujuannya agar otot terbangnya tetap hangat.



Mekanisme kehilangan panas

- Panas yang keluar dari tubuh akan tersebar ke lingkungan. Cara mencapai itu dengan meningkatkan aliran darah ke permukaan tubuh hewan dengan vasodilatasi (perbesaran) pembuluh darah periferi.
- Manusia terlihat kemerah2an ketika kepanasan, akibat vasodilatasi pembuluh darah di kulit, vasodilatasi Padaan vasokonstriksi dibawah kendali sistem saraf otonom.

Mekanisme kehilangan panas

- Melalui evaporasi air, pada mammalia kehilangan panas akibat evaporasi keringat di kulit.
- Anjing dan burung tidak punya kelenjar keringat sehingga air hilang dari sistem respiratori dengan bernapas pendek-pendek (megap-megap).
- Kangguru dengan menjilati bulunya dan evaporasi pada air liurnya mengakibatkan efek pendinginan

Pengaturan suhu tubuh pada Endoterm

1. Mengatur suhu adalah contoh homeostatis. Komponen sistem homeostatis adalah reseptor pembanding efektor dan jaringan saraf.
2. Reseptor pengamat suhu disebut reseptor panas (thermoreseptor).
3. Ada 2 tipe reseptor panas :
 - a. Reseptor yang menimbulkan potensial aksi sbg respons terhadap peningkatan suhu.
 - b. Reseptor yang menimbulkan potensial aksi sbg respons terhadap turunnya suhu.

Reseptor panas dan dingin

1. Masing-masing mewakili reseptor suhu panas dan dingin. Reseptor panas ditemukan di dua lokasi sensor disekeliling kulit dan di pusat reseptor yaitu hipotalamus di otak.
2. Hipotalamus bekerja sebagai termostat (pengendali suhu) yang mampu merangsang beberapa efektor untuk melaksanakan fungsinya menjaga suhu tubuh yang stabil.
3. Bila bagian ini rusak maka makhluk mengalami kesulitan mengatur suhu tubuhnya , kehilangan kemampuan memproduksi panas bila berada di udara dingin; atau kesulitan untuk mempertahankan panas yang normal.

Macam-Macam Adaptasi pada termoregulasi berbagai hewan

1. Adaptasi Morfologi
penyesuaian pada organ tubuh yang disesuaikan dengan kebutuhan organisme hidup
2. Adaptasi Fisiologi
penyesuaian yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar yang menyebabkan adanya penyesuaian pada alat-alat tubuh untuk mempertahankan hidup dengan baik
3. Adaptasi Tingkah Laku
penyesuaian makhluk hidup pada tingkah laku / perilaku terhadap lingkungannya seperti pada binatang bunglon yang dapat berubah warna kulit sesuai dengan warna yang ada di lingkungan sekitarnya dengan tujuan untuk menyembunyikan diri

Macam-Macam Adaptasi pada termoregulasi berbagai hewan

Ikan (Pisces)

Jika lingkungan panas adaptasi yang dilakukan ikan adalah dengan berenang ke perairan yang lebih dasar atau menuju ke tempat yang intensitas sinar matahari lebih sedikit seperti dibawah pepohonan.



Macam-Macam Adaptasi pada termoregulasi berbagai hewan

Katak (Amphibi)

Pada lingkungan yang panas hewan ini beradaptasi secara morfologi dengan cara menguapkan panas dari dalam tubuhnya. Sedangkan secara tingkah laku yang dilakukan katak adalah bersembunyi pada bongkahan tanah yang dianggap lebih rendah suhunya. Namun jika suhu lingkungan ekstrim panas katak menggunakannya untuk memaksimalkan reproduksinya



Macam-Macam Adaptasi pada termoregulasi berbagai hewan

Belalang (Insecta)

Pada lingkungan panas belalang beradaptasi secara morfologi dengan cara mengubah warna tubuhnya. Secara tingkah laku yang dilakukan belalang adalah bersembunyi dibalik daun



Macam-Macam Adaptasi pada termoregulasi berbagai hewan

Buaya (Reptile)

Buaya memiliki kulit yang tebal sehingga untuk beradaptasi pada lingkungan panas dia mengurangi penguapan dengan kulitnya yang tebal tersebut. Secara tingkah laku yang dilakukan buaya adalah dengan membuka mulut untuk menguapkan panas tubuhnya (Evaporasi).



