

Pengaruh Lingkungan Terhadap Produktivitas dan Fisiologi Ternak

Olehb Muhammad Zaki, S.Pt M.Si

Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Ternak

Genetik

Manajemen
Pemeliharaan

Lingkungan

Pakan

Respon Fisiologis



Pengaruh Cekaman Panas

Pengaruh yang timbul oleh cekaman panas :

- 1) menurunnya nafsu makan**
- 2) meningkatnya konsumsi minum**
- 3) perubahan tingkat metabolisme**
- 4) meningkatnya panas melalui penguapan**
- 5) meningkatnya tingkat respirasi**
- 6) perubahan konsentrasi hormon dalam darah**
- 7) meningkatnya temperatur tubuh**
- 8) meningkatnya denyut jantung**
- 9) perubahan tingkah laku.**

Pengaruh Terhadap Ternak



Cara Mengurangi Dampak Cekaman



Pengaturan Ransum (Pakan)



Pengaturan Kandang



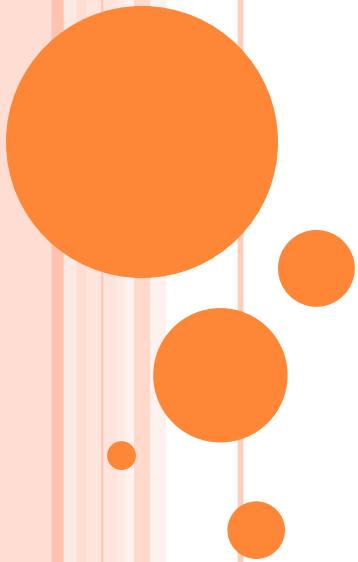
Perbaikan Mutu Genetic Ternak??



PENGARUH IKLIM BAGI TERNAK

Oleh:

Muhammad Zaki, S.Pt, M.Si



PENGARUH CUACA/IKLIM TERHADAP TERNAK

- ❑ Produktivitas ternak merupakan fungsi dari faktor genetik dan faktor lingkungan.
 - ❑ Faktor genetik menentukan kemampuan produksi, sedangkan lingkungan merupakan pendukung supaya ternak mampu memproduksi sesuai dengan kemampuannya.
 - ❑ Faktor lingkungan al :
 - ✓ Pakan,
 - ✓ Pengelolaan,
 - ✓ Perkandangan,
 - ✓ Penyakit dan
 - ✓ Faktor iklim baik mikro maupun makro.
 - ❑ Iklim makro dan mikro dapat berpengaruh langsung terhadap penampilan produktivitas ternak.
- 

PENGARUH LANGSUNG & TIDAK LANGSUNG

❑ Pengaruh tidak langsung

- ✓ Ketersediaan pakan,
- ✓ Tingginya serat kasar,
- ✓ Penyakit dll.

○ Pengaruh langsung:

- ✓ stres panas atau dingin → Yang berakibat terhadap penurunan produksi dan reproduksi ternak.

○ Ada 4 faktor iklim utama yang berinteraksi yaitu :

- ✓ suhu udara,
- ✓ kelembaban,
- ✓ radiasi matahari dan
- ✓ kecepatan angin.



LINGKUNGAN MIKRO

1. Suhu Udara

- Suhu lingkungan merupakan sebuah ukuran dari intensitas panas yang biasanya ditunjukkan dalam derajat Celcius.

2. Kelembaban Udara

- Adalah jumlah uap air yang ada di udara.
- Kelembaban relatif merupakan perbandingan uap air yang ada dengan uap air apabila udara jenuh dengan uap air.
- Kelembaban akan mempengaruhi jumlah panas yang dikeluarkan melalui jalur evaporasi dari permukaan kulit dan saluran pernapasan.



LINGKUNGAN MIKRO

3. Radiasi matahari

- Radiasi MH yang berperan dalam proses fisiologis ternak meliputi Ultraviolet (0,25-0,38 μm) , sinar tampak 0,38 – 0,78 μm) dan sinar infra merah (0,78 – 1,00 μm)
- Dua sumber : radiasi langsung dan pantulan radiasi bumi.

4. Angin

- Angin adalah gerakan masa udara disebabkan perbedaan tekanan. Masa yang bergerak menyebabkan energi yang ada didalamnya berkurang, akibatnya suhu lingkungan menjadi lebih rendah.
- Pergerakan udara atau angin penting dalam proses perpindahan panas antara ternak dan lingkungan melalui konveksi dan evaporasi



KESEIMBANGAN PANAS DAN ENERGI

Keseimbangan Panas

- Pengaturan keseimbangan panas merupakan upaya ternak untuk mempertahankan suhu tubuh agar relatif konstan terhadap perubahan lingkungan yang berlebihan .
- Upaya untuk mempertahankan suhu tubuh tersebut merupakan keseimbangan panas antara produksi panas dan pelepasan panas.



Keseimbangan Panas

- $HP = E_v \pm R_d \pm K_d \pm K_v$

HP = Panas yang diproduksi oleh tubuh

E_v = Pelepasan panas melalui evaporasi

R_d = Penambahan atau pengurangan panas akibat adanya radiasi

K_d = Penambahan atau pengurangan panas akibat adanya konduksi

K_v = Penambahan atau pengurangan panas akibat adanya konveksi.



- Pengaturan suhu tubuh merupakan penggabungan fungsi dari organ tubuh yang saling berhubungan. Pada mamalia terdapat 2 sensor, yaitu sensor panas dan sensor dingin yang berbeda tempat pada jaringan sekeliling (penerima di luar) dan jaringan inti (penerima di dalam) dari tubuh. Isyarat yang diterima dikirim ke sistem syaraf pusat, kemudian dikirim ke syaraf motorik yang mengatur pengeluaran panas dan produksi panas untuk dilanjutkan ke jantung, paru-paru dan seluruh tubuh. Setelah itu terjadi umpan balik isyarat diterima kembali oleh sensor panas dan sensor dingin melalui peredaran darah.
- Jika suhu lingkungan panas maka terjadi peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernafasan sehingga panas tubuh langsung diedarkan darah ke permukaan kulit untuk dikeluarkan secara radiasi, konveksi, konduksi, maupun evporasi. Sebaliknya jika suhu lingkungan dingin maka produksi panas akan digunakan untuk menjaga keseimbangan panas tubuh supaya suhu tubuh tidak turun.

- Makin kecil perbedaan suhu tubuh sapi dengan suhu lingkungan, makin kecil kecepatan radiasi, konveksi dan konduksi kalor dari tubuh sapi. Kalau tidak dikeluarkan lewat proses tersebut, maka akan dikeluarkan lewat proses evaporasi melalui keringat dan pertukaran panas pada saluran pernafasan. Akibatnya terjadi kenaikan frekuensi denyut jantung dan frekuensi pernafasan.
- Apabila perbedaan besar (suhu lingkungan dingin), kecepatan radiasi, konveksi dan konduksi kalor besar. Akibatnya proses metabolisme dalam tubuh sapi makin kuat untuk menahan radiasi, konveksi dan konduksi kalor yang berlebihan. Dalam kondisi ini evaporasi lewat keringat dan pernafasan sangat rendah.
- Jadi apabila perbedaan suhu tubuh dan lingkungan makin besar akan mengakibatkan peningkatan proses metabolisme dan akan menurunkan produksi susu ataupun penambahan bobot badan.

a. Produksi panas

- Panas yang dihasilkan dari dalam tubuh dikenal sebagai produksi panas, produksi panas ini merupakan hasil aktivitas metabolisme dari makanan dan kegiatan otot.
- Besarnya produksi panas ini dipengaruhi pula oleh tingkah laku, jumlah konsumsi pakan dan suhu lingkungan, laktasi, pertumbuhan dan kebuntingan.



b. Pelepasan Panas

- Untuk dapat mempertahankan suhu tubuhnya maka ternak harus membuang hasil produksi panas dari dalam tubuhnya. Secara umum proses pelepasan panas ini dapat melalui jalur evaporasi dan jalur sensibel.
- Jalur evaporasi dapat terjadi melalui :
 - 1) Penguapan dari permukaan kulit dengan keringat
 - 2) Pertukaran panas melalui saluran pernafasan.
- Jalur sensibel dapat terjadi secara radiasi, konduksi dan konveksi.
- Pada suhu udara yang tinggi jalur utama pelepasan panas akan terjadi melalui jalur evaporasi, sedangkan pada suhu rendah akan melalui radiasi , konduksi dan konveksi.

2. Keseimbangan Energi

- Penggunaan energi yang dikonsumsi (GE) oleh ternak ruminansia seperti sapi perah, sebagian besar hilang kedalam feses (FE), Urine (UE), gas (CH₄, H₂) dan panas fermentasi.
- Energi metabolis (ME) yang merupakan selisih antara GE dengan energi terbuang (FE + UE + Gas + panas fermentasi), merupakan energi yang sebenarnya digunakan oleh ternak ruminansia untuk hidup dan produksi.
- Distribusi dan penggunaan energi dalam tubuh sapi perah lebih kompleks dibanding sapi dara, sapi jantan atau anak sapi. Hal ini disebabkan pada sapi perah ME yang tersedia sebagian disimpan untuk pertumbuhan fetus dan energi dalam susu.
- Pada sapi dara keseimbangan energi dapat ditulis :
$$ER = ME - HP$$

Energi Retensi , Energi Metabolis, Produksi Panas



- Pengaruh yang timbul oleh cekaman panas :

- 1) menurunnya nafsu makan
- 2) meningkatnya konsumsi minum
- 3) perubahan tingkat metabolisme
- 4) meningkatnya panas melalui penguapan
- 5) meningkatnya tingkat respirasi
- 6) perubahan konsentrasi hormon dalam darah
- 7) meningkatnya temperatur tubuh
- 8) meningkatnya denyut jantung
- 9) perubahan tingkah laku.



DOMBA GARUT



DOMBA MERINO AUSTRALIA



MANIPULASI LINGKUNGAN UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

- Apabila hewan dilindungi dari lingkungan penyebab cekaman, maka laju pertumbuhan dan reproduksi akan meningkat
- **Pengaruh naungan pada ternak**
Salah satu cara mudah untuk manipulasi lingkungan adalah membuat naungan untuk ternak, karena saat intensitas radiasi maksimum aktivitas termoregulasi ternak mencapai maksimum.
- **Pengaruh penganginan pada ternak**
Angin dapat mengurangi panas secara evaporasi maupun sensibel
- **Pengaruh air untuk pendinginan**
Air merupakan media pendingin yang baik karena mempunyai kapasitas panas dan panas laten yang tinggi untuk penguapan.



SAPI PERAH PENGALENGAN



SAPI PERAH AUSTRALIA/IMPORT



Energi

Oleh Muhammad Zaki, S.Pt M.Si

Energi dan Kondisi Lingkungan

Energi

- adalah sesuatu yang dapat menimbulkan kerja.
- Di dalam ilmu fisika, energi adalah segala sesuatu yang bisa dikonversi menjadi kerja.

Energi

- kerja secara mekanis dari aktivitas muskular yang esensial;
- kerja secara kimiawi seperti pergerakan zat terlarut melawan gradien konsentrasi;
- (3) sintesis dari konstituen tubuh seperti enzim dan hormon.
- untuk mempertahankan fungsi-fungsi tubuh (respirasi, aliran darah dan fungsi sistem syaraf), untuk pertumbuhan dan pembentukan produk (susu, telur, wool, daging).

Sumber Energi Untuk Ternak

- 
- Sebagian besar energi yang ada di bumi berasal dari matahari,
 - Energi molekuler merupakan bentuk energi paling penting dan berguna untuk ternak

- 
- Terbentuknya energi kimia berupa karbohidrat, protein dan lemak dalam molekul pakan terjadi karena adanya proses fotosintesis dalam tanaman dengan bahan baku klorofil yang ada dalam daun, CO₂ yang diserap tanaman dari udara, air dan mineral yang diserap oleh akar dari tanah serta cahaya matahari

- 
- sumber energi untuk ternak adalah zat makanan karbohidrat, lemak dan protein. Karbohidrat terdiri atas 2(dua)fraksi, yaitu serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN/pati)
 - Sumber energi utama untuk ternak non-ruminansia (seperti unggas, babi) adalah BETN, sedangkan sumber energi utama untuk ternak ruminansia adalah serat kasar.

Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi

Bentuk Ransum

- Ransum berbentuk tepung ("mash") menyebabkan konsumsi energi lebih rendah daripada ransum bentuk "crumble" dan "pellet"

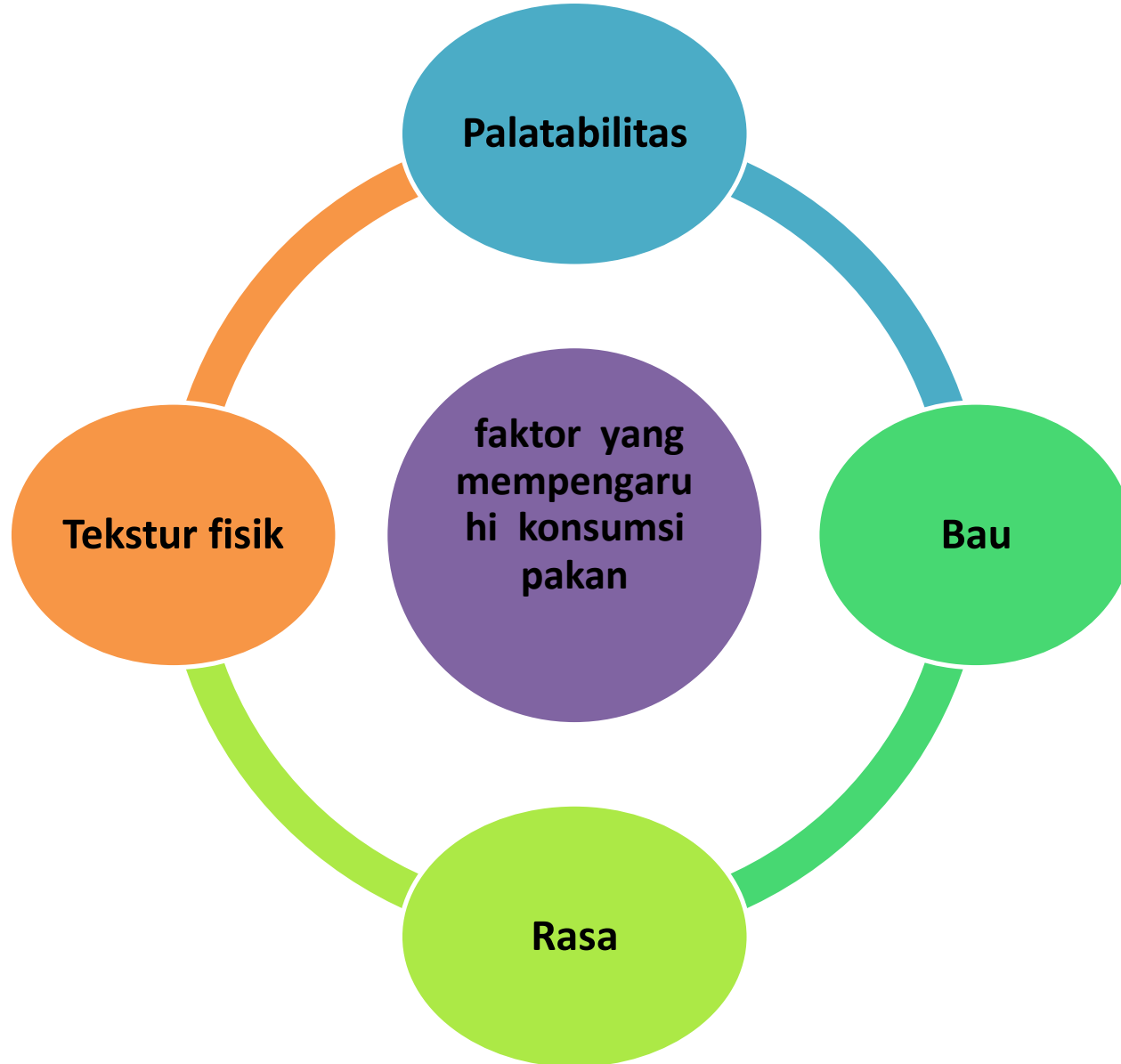
Palatabilitas Ransum

- Ransum dengan palatabilitas tinggi mempunyai acceptabilitas yang tinggi pula. Palatabilitas rendah biasanya disebabkan karena kandungan tanin seperti pada gamal yang menyebabkan rasa sepet

Kondisi Lingkungan & Tubuh

- Pada umumnya untuk memelihara suhu tubuhnya hewan sangat terpengaruh oleh lingkungan.
- Proses pengeluaran panas tubuh tergantung dari perbedaan suhu tubuh dengan suhu lingkungannya.

faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan



Bahan Agroklimatologi

Oleh:

Muhammad Zaki, S.Pt, M.Si

Energi dan Kondisi Lingkungan

Energi

- adalah sesuatu yang dapat menimbulkan kerja.
- Di dalam ilmu fisika, energi adalah segala sesuatu yang bisa dikonversi menjadi kerja.

Energi

- kerja secara mekanis dari aktivitas muskular yang esensial;
- kerja secara kimiawi seperti pergerakan zat terlarut melawan gradien konsentrasi;
- (3) sintesis dari konstituen tubuh seperti enzim dan hormon.
- untuk mempertahankan fungsi-fungsi tubuh (respirasi, aliran darah dan fungsi sistem syaraf), untuk pertumbuhan dan pembentukan produk (susu, telur, wool, daging).

Sumber Energi Untuk Ternak

- 
- Sebagian besar energi yang ada di bumi berasal dari matahari,
 - Energi molekuler merupakan bentuk energi paling penting dan berguna untuk ternak

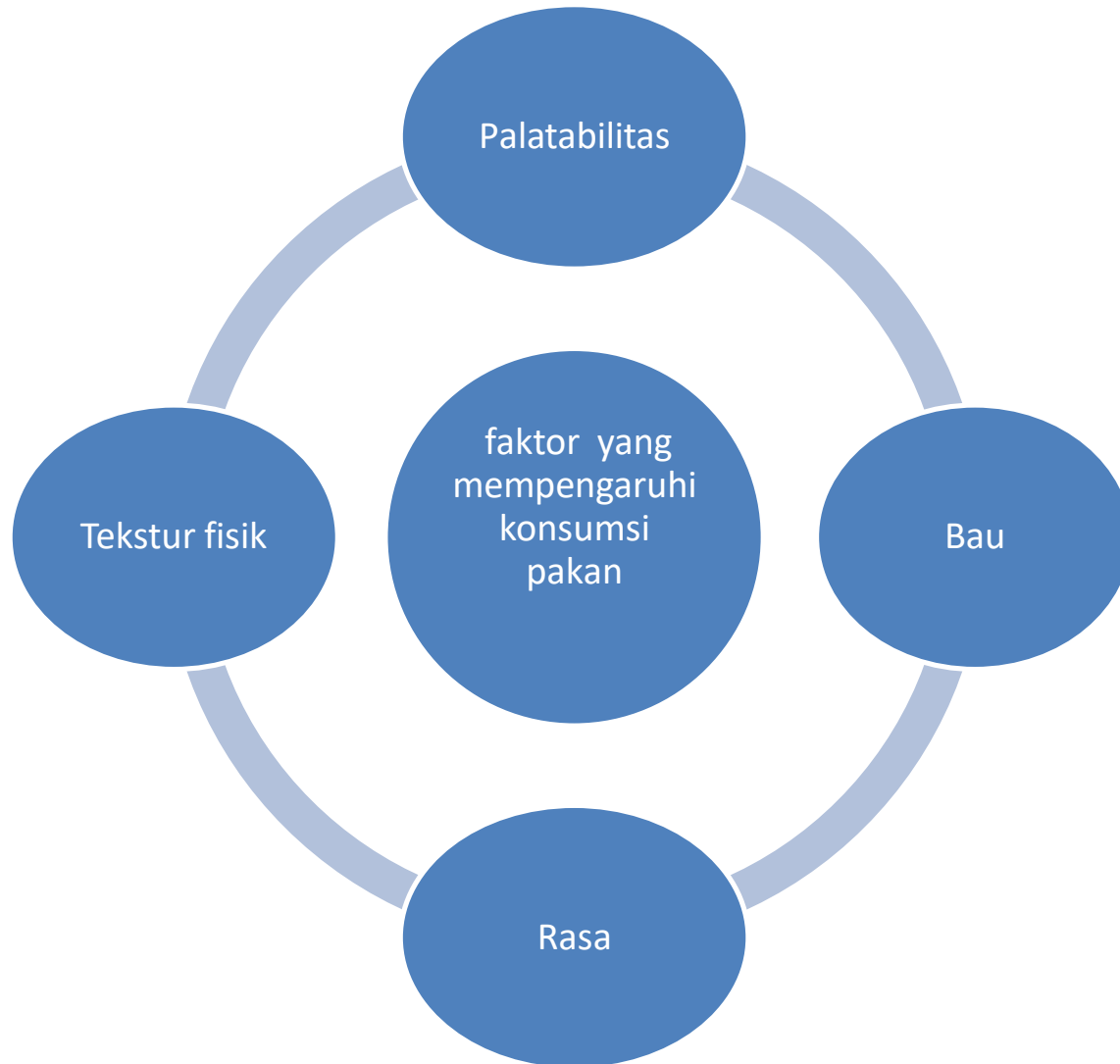
- 
- Terbentuknya energi kimia berupa karbohidrat, protein dan lemak dalam molekul pakan terjadi karena adanya proses fotosintesis dalam tanaman dengan bahan baku klorofil yang ada dalam daun, CO₂ yang diserap tanaman dari udara, air dan mineral yang diserap oleh akar dari tanah serta cahaya matahari

- 
- sumber energi untuk ternak adalah zat makanan karbohidrat, lemak dan protein. Karbohidrat terdiri atas 2(dua)fraksi, yaitu serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN/pati)
 - Sumber energi utama untuk ternak non-ruminansia (seperti unggas, babi) adalah BETN, sedangkan sumber energi utama untuk ternak ruminansia adalah serat kasar.

Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi

Ransum

- Ransum berbentuk tepung ("mash") menyebabkan konsumsi energi lebih rendah daripada ransum bentuk "crumble" dan "pellet"
- Ransum dengan palatabilitas tinggi mempunyai acceptabilitas yang tinggi pula. Palatabilitas rendah biasanya disebabkan karena kandungan tanin seperti pada gamal yang menyebabkan rasa sepat
- Pada umumnya untuk memelihara suhu tubuhnya hewan sangat terpengaruh oleh lingkungan.
- Proses pengeluaran panas tubuh tergantung dari perbedaan suhu tubuh dengan suhu lingkungannya.



Adaptasi Fisiologi dan Stress Pada Ternak

Oleh M.Zaki, S.Pt M.Si

Adaptasi Fisiologi

- **ADAPTASI FISILOGIS** adalah kemampuan dan proses penyesuaian dari ternak terhadap perubahan dalam dirinya, perubahan lingkungan dan makhluk hidup lainnya
- **Semakin besar kemampuan penyesuaian dirinya, semakin besar daya tahan hidupnya**
- **Konsep adaptasi fisiologis :**
 - learning
 - Aklimatisasi
 - Aklimasi
 - habituasi
 - Addiksi

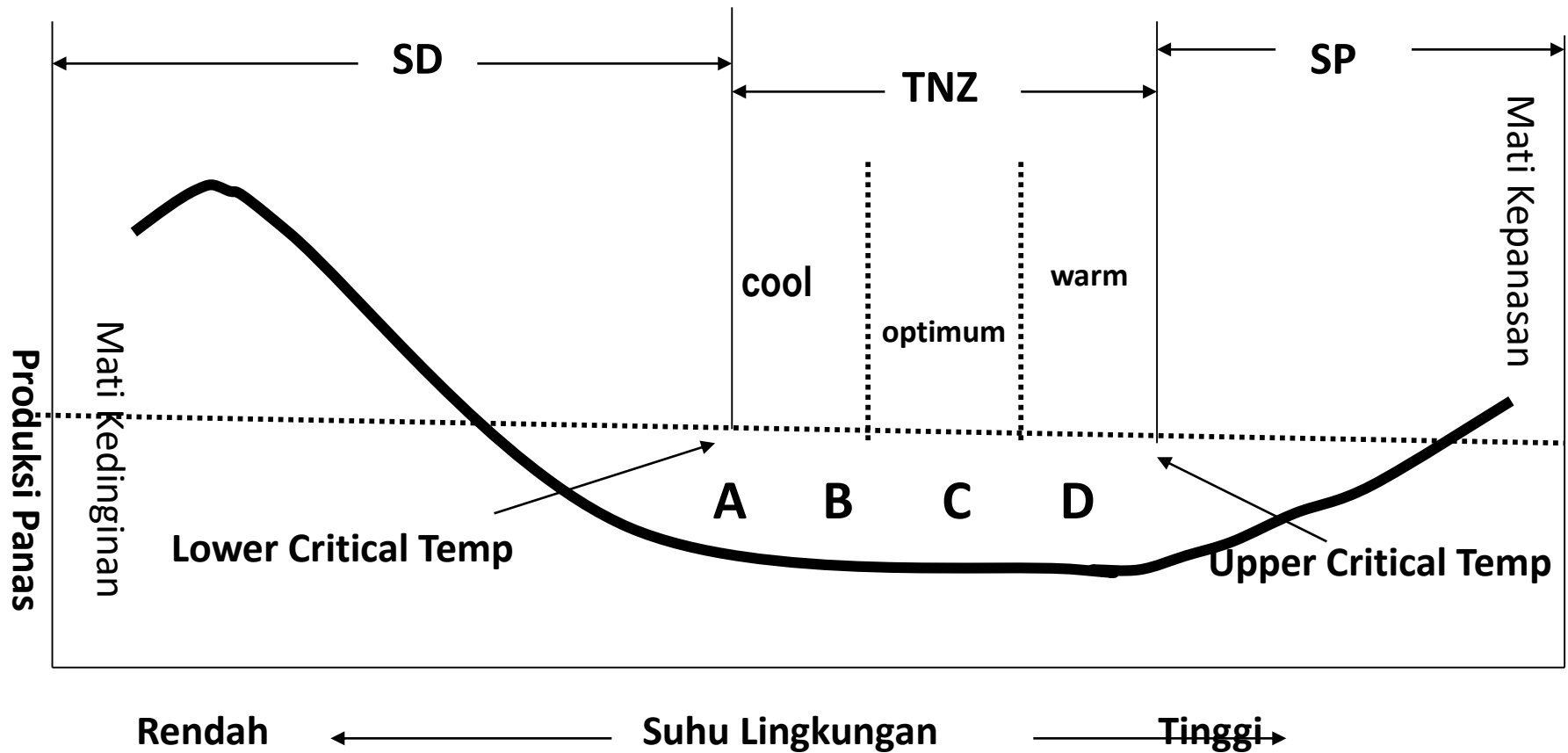
Zona temperatur

- Comfort zone : temperatur dan kelembaban dimana kehilangan energi yang diperlukan untuk menjaga suhu tubuh yang stabil adalah minimal dan ternak tidak membutuhkan reaksi tubuh untuk melawan panas atau dingin
- Thermoneutral zone : suatu keadaan suhu lingkungan dimana terjadi pertahanan secara fisiologis untuk melawan panas atau dingin namun tidak membutuhkan energi yang banyak untuk mempertahankan suhu tubuh tetap normal.
- Suhu kritis : suhu dibawah suhu tubuh terendah; berbeda antar spesies , tergantung pada ;
 - Umur, tingkat perlemakan ketebalan bulu, berat, kualitas dan kuantitas makanan, dan faktor yang mempengaruhi kehilangan atau bertambahnya suhu tubuh

- Temperatur untuk hidup normal & produksi optimal
→ **zone termoneutral (*thermonetral zone/ tnz*)**.
Diluar zone → stres panas atau dingin.
- Zona stres panas (batas temperatur tinggi/ ***upper critical temperature /uct***) :
temperatur ↑ → ↑ kerja jantung dan
pernapasan → ↑ pernapasan dan sirkulasi darah
↑ penggunaan energi → ↑ metabolisme basal

Thermonetral Zone (TNZ)

TNZ dikenal sebagai comfort zone



- ZONA TERMOMETRAL PADA BERBAGAI TERNAK

Jenis Ternak	Zona Termonetral (°C)
SAPI	
ANAK	13 -25
INDUK	0 - 16
SHORTHORN	-1,11 - 15,6
BRAHMAN	10 - 26,7
SANTA GERTUDIS	ANTARA BRAHMAN & SANTA GERTUDIS
DOMBA	
ANAK BARU LAHIR	29 - 30
DEWASA	-2 - 20
BABI	
ANAK	32 - 33
INDUK	0 - 15
KAMBING	
DEWASA, PADANG PASIR	20 - 30
DEWASA, DELTA NIL	10 - 25
KELEDAI	26 - 32
UMUR 3 - 6 BL	20 - 36
DEWASA	22 - 35

SUHU KRITIS :

- **2 - 20°C** pengaturan keseimbangan panas ditujukan untuk merubah produksi panas melalui proses kimia.
- **20 – 34°C** pengaturan keseimbangan panas tergantung proses penguapan (evaporasi)
- **> 34°C** yg diikuti kelembaban tinggi kesulitan buang panas fatal

☯ Pembuangan panas daerah tropis tdk efektif

☯ Hanya 50% total panas yg harus dibuang

Temperatur dan Humiditas

- Temperatur sekitar 38°C dan humiditas 20% merupakan awal terjadinya kondisi stres. Langkah untuk mengurangi kondisi stres harus mulai dilakukan.
- Temperatur 38°C dan humiditas 50%, sapi memasuki ancaman yang membahayakan. Bila kondisi tersebut bertahan dapat menyebabkan kematian
- Temperatur 38 °C dan humiditas 80% merupakan batas letal untuk sapi perah.

- Heat increment (HI) hasil pencernaan makanan dan metabolisme $\longrightarrow$ mengganggu metabolisme aktif
 $\downarrow$ konsumsi pakan $\longrightarrow$ defisiensi pakan
- $\uparrow$ Konsumsi pakan ternak di lingkungan panas dilakukan dg cara : $\downarrow$ heat increment dari makanan
- Hi (specific dynamic effect) dari lemak paling rendah $\uparrow$ EM dalam ransum $\longrightarrow$ lemak tdk $\downarrow$ konsumsi pakan
- $\downarrow$ produksi ayam petelur daerah tropis : $\downarrow$ konsumsi protein & mineral. Asam amino (met, lys, tryp) dan kalsium
- Kebutuhan thiamin daerah tropis : 3x lipat daerah subtropis

Upaya ↓ cekaman panas :

- Mengatur kondisi kandang dan iklim mikro yg nyaman
- Mengatur susunan ransum yg menjamin kebutuhan gizi tanpa menimbulkan kelebihan panas yg berarti.

Adaptasi dan Aklimatisasi

Carpenter (1998) :

1. Bahwa ternak yang menderita stres kronis atau selama beberapa generasi akan mengalami adaptasi, yaitu perubahan untuk menyesuaikan diri pada lingkungan yang baru atau lingkungan khusus.
2. Hal ini ditandai dengan perubahan perilaku individual atau kelompok.
3. Sebaliknya ternak yang hanya mengalami perubahan atau penyesuaian fisiologik terhadap iklim, khususnya terhadap perubahan temperatur, disebut mengalami aklimatisasi.

Penyesuaian terhadap stress lingkungan secara fisiologis

- Terjadi bila sudah dibiasakan dalam jangka periode waktu tertentu
- Melibatkan perubahan hormonal dan fisiologi
 - Kelenjar yang terlibat:
 - Kelenjar adrenal  hormon corticoid
 - Kelenjar thyroid  hormon thyroxine
- Pada kondisi dingin  sekresi hormon meningkat
- Pada kondisi panas  sekresi hormon sedikit
- Adaptasi setelah beberapa generasi  perubahan dan seleksi genetik

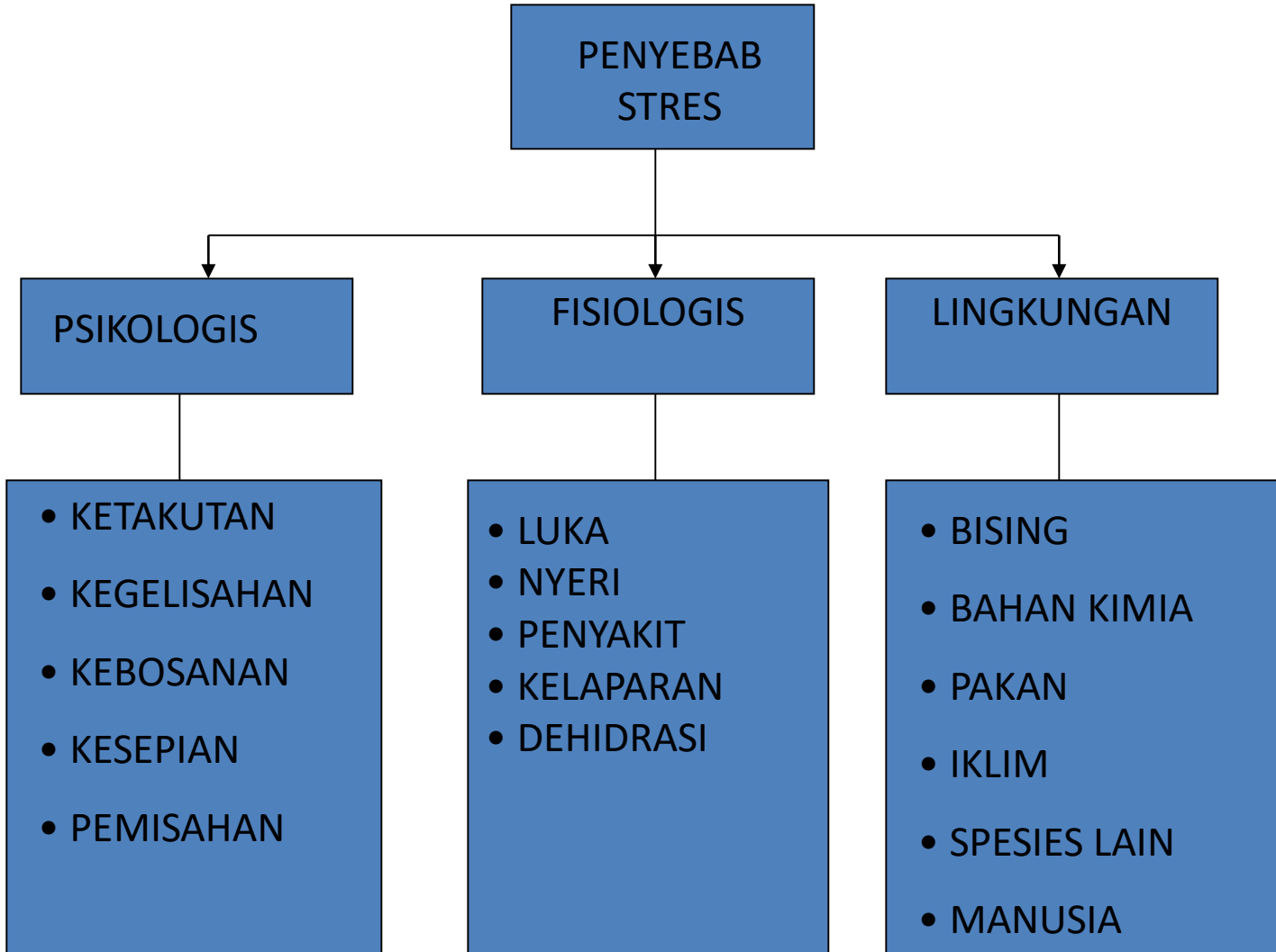


Menghasilkan spesies
yang telah beradaptasi

Tahapan Stres

- Pernyataan Selye :
 - 3 (tiga) tahapan stres, yaitu :
 - aktivasi (*activation*),
 - adaptasi (*resistance*) dan
 - kelelahan (*exhaustion*) yang dikenal sebagai *general adaptation syndrome* (GAS).
 - Lebih jauh ditegaskan bahwa GAS adalah respon non-spesifik terhadap nonxious stimuli atau stresor (Putra, 2004).

PENYEBAB STRES



3 PARAMETER UTAMA MENGUKUR STRES

```
graph TD; A[3 PARAMETER UTAMA MENGUKUR STRES] --> B[BIOKIMIA :]; A --> C[FISIOLOGI :]; A --> D[TINGKAH LAKU TERNAK :];
```

BIOKIMIA :

- ↑ KORTIKOSTEROID
- ↓ TIROKSIN
- ↑ SEL SOMATIK
DALAM AIR SUSU
- ASAM LAKTAT DI
OTOT

FISIOLOGI :

- ↑ DENYUT
JANTUNG
- ↑ PERNAPASAN
- ↑ SUHU

TINGKAH LAKU TERNAK :

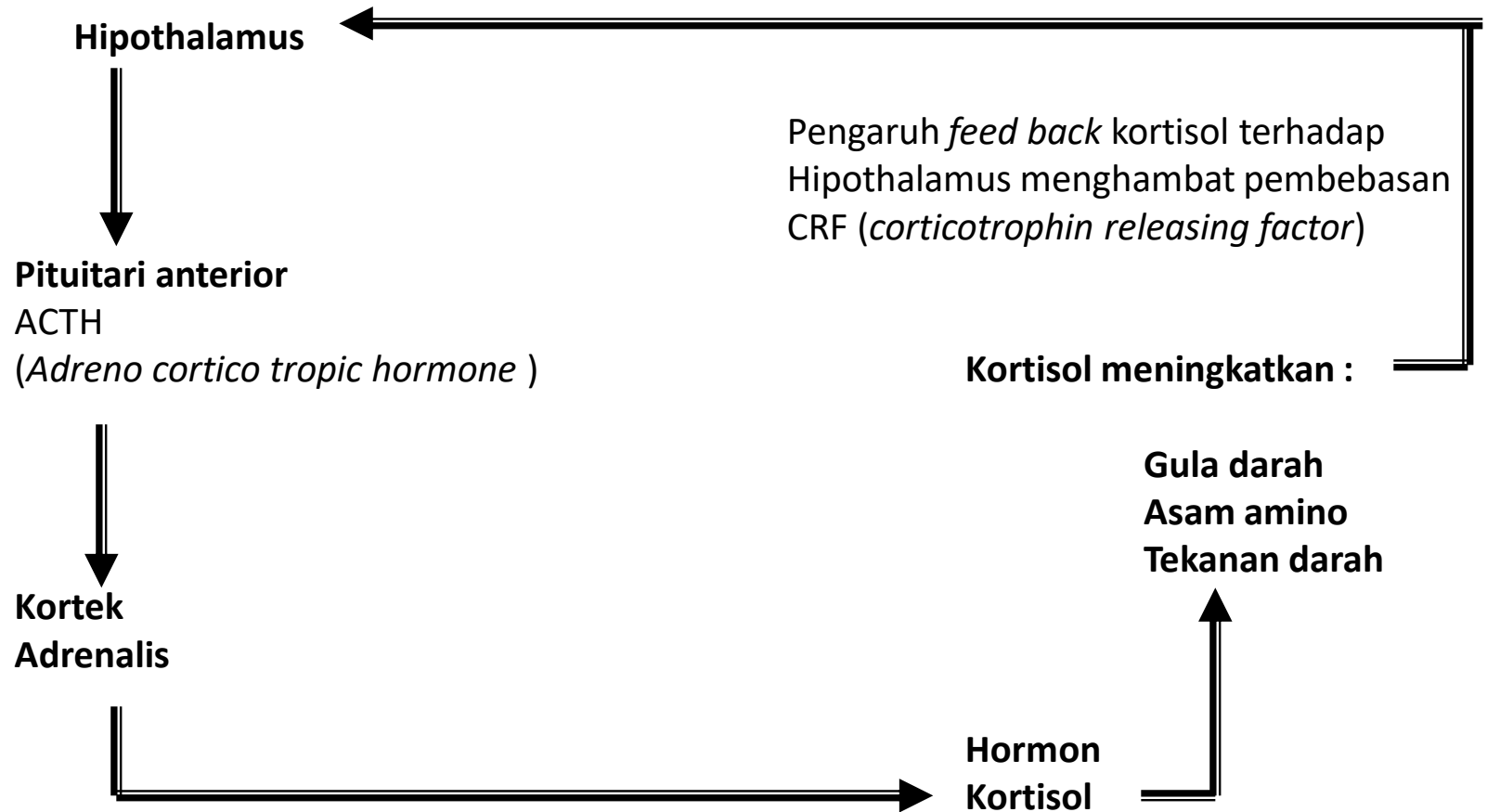
- BERGEROMBOL PADA
ANAK AYAM
- PANTING
- BANYAK MINUM
- TIDAK MAU MAKAN
- MAKAN BENDA ASING
- MENCABUT BULU
- MENAIKI TEMAN

Pengukuran stres yang lebih mudah dan murah adalah berdasarkan tingkah laku ternak

CARA MENGUKUR STRES

- Pengukuran laju pertumbuhan
- Konversi pakan/efisiensi pakan
- Efisiensi reproduksi : S/C, angka kebuntingan, calving interval/jarak beranak, litter size, days open
- Suhu tubuh
- Denyut jantung
- Laju pernapasan
- Mortalitas
- Morbiditas /kematian yang aneh

Mekanisme stres



Gambar 2.3. Pengaruh stresor terhadap pembebasan kortisol melalui axis H-P-K Sumber : (Quakenbush, 1999., Byran, 1999)

Hasil adaptasi setelah beberapa generasi

- Contoh pada sapi ;
 - Sapi brahman → warna terang, kulit lebar, bulu tipis, sehingga lebih tahan terhadap lingkungan panas
 - Sapi hereford → warna lebih gelap, bulu tebal, luas permukaan tubuh lebih kecil, sehingga cocok untuk daerah dingin.



- Sapi Eropah tahan terhadap dingin karena :
 - a. Perbandingan luas permukaan tubuh terhadap berat badan lebih kecil dibandingkan sapi tropis.
 - b. Bulu lebih panjang dan tebal (pd sapi) (300 g/m^2) dan wool (pd domba)
 - c. Kebanyakan berwarna gelap (memantulkan panas $0,10 \text{ kal/cm}^2$ permenit)
- Sapi tropis toleran terhadap panas karena :
 - a. Perbandingan luas permukaan tubuh terhadap berat badan lebih besar
 - b. Bulu lebih pendek dan jarang (10 g/m^2),
 - c. warna terang (memantulkan sinar/panas $0,40 \text{ kal/cm}^2$ permenit)

Adaptasi ternak terhadap Lingkungan secara alami

Hukum – hukum :

1.Hk. Bregmann (1847) :

- Ternak kecil dan ringan → permukaan tubuh persatuan berat lebih luas dibandingkan ternak besar dan berat
- Ternak kecil dan ringan kehilangan panas lebih cepat drpd ternak besar & berat
- Seorang tinggi & kurus, dengan bobot yg sama dg seorang yg pendek & gemuk → yg tinggi & kurus, permukaan tubuhnya lebih luas.

- Daerah yg lebih dingin → bangsa ternak besar
- Daerah yg lebih panas → bangsa ternak kecil
- Sapi besar (fh), beradaptasi di daerah dingin bagian utara amerika serikat
- Sapi kecil (jersey), adaptasi lebih baik di bagian selatan amerika serikat yg panas
- Sapi FH bisa diadaptasikan di daerah panas

Perlakuan untuk meng↓angi disipasi panas :

- Naungan
- Pengipasan (*fanning*) ↑ koefisien reproduksi dan produksi



BERLAWANAN HK DI ATAS :

- Sapi Brahman (besar) → iklim panas ?
- Shorthorn (kecil) → iklim dingin ?

ALASAN :

- Sapi Brahman memiliki suatu sistim disipasi panas (pelepasan panas) yg ekstensif per satuan bobot : telinga, gelambir, kulup pusar, vulva lebih luas dan lebih berkeriput, shg tolerans terhadap panas.
- Sapi Shorthorn, badan lebih kompak, luas permukaan tubuh lebih kecil dibanding bobot tubuh → kehilangan panas lebih sedikit.
- HK. BREGMANN SESUAI DG **HK. PENYEJUKAN NEWTON** : Pada permukaan tubuh yg lebih luas, laju pemindahan panas akan lebih besar

2. HK. ALLEN

- Spesies ternak berdarah panas, di daerah dingin cenderung berkaki lebih pendek daripada daerah iklim panas.

3. HK. WILSON

Insulasi pelindung terhadap iklim

- Bangsa ternak iklim dingin → penutup tubuh yg luas, padat, lebat dan tebal (300 gram pd Shorthorn) mengurangi gerakan udara pd kulit dan menahan lap. uap air yg menyelaputi permukaan tubuh ternak shg ↓ efisiensi disipasi evaporatif panas.
- Bangsa ternak iklim panas → bulu jarang (10 gram pd Zebu), pendek, mengkilat (glassy), kaku dan tipis.
- Tebal lemak di bawah kulit pada sapi-sapi Eropa lebih tebal daripada sapi India.

4. HK. GLOGER

Warna → iklim

- Pigmen melindungi tubuh terhadap radiasi sinar Ultra Violet
- Bulu ternak di daerah tropis → warna lebih cerah/pucat → memantulkan cahaya (radiasi surya) dan sebagai pelindung terhadap panas yg sangat.
- Proses pigmentasi tjd scr bertahap
- Kulit sapi akan semakin gelap dg semakin meningkatnya temperatur dan kelembaban.
- musim panas → bulu cerah,
- musim dingin → bulu gelap.
- Sekresi sebum/keringat ↑ → dengan semakin ↑ temperatur

5. HK CLAUDE BERNARD (1876)

Terdapat hubungan sebab akibat antara perubahan iklim dengan perubahan internal tubuh

- Aliran darah pada telinga kelinci semakin besar selama cuaca panas → mekanisme tubuh untuk penyejukan.
- Temperatur lingkungan berhubungan dg sekresi hormon dalam tubuh ternak.



Cuaca dingin : sekresi hormon tiroksin ↑ pada ayam (2x lipat) daripada musim panas. Hal ini tjd pula pada sapi perah.

Adaptasi Lingkungan

Oleh;

Muhammad Zaki, S.Pt M.Si

Adaptasi Fisiologi

Adaptasi Fisiologis

- Adalah kemampuan dan proses penyesuaian dari ternak terhadap perubahan dalam dirinya, perubahan lingkungan dan makhluk hidup lainnya

- Semakin besar kemampuan penyesuaian dirinya, semakin besar daya tahan hidupnya

Konsep Adaptasi Fisiologis

- learning
- Aklimatisasi
- Aklimasi
- habituasi
- Addiksi

Comfort Zone

temperatur dan kelembaban dimana kehilangan energi yang diperlukan untuk menjaga suhu tubuh yang stabil adalah minimal dan ternak tidak membutuhkan reaksi tubuh untuk melawan panas atau dingin

Thermoneutral zone

suatu keadaan suhu lingkungan dimana terjadi pertahanan secara fisiologis untuk melawan panas atau dingin namun tidak membutuhkan energi yang banyak untuk mempertahankan suhu tubuh tetap normal.

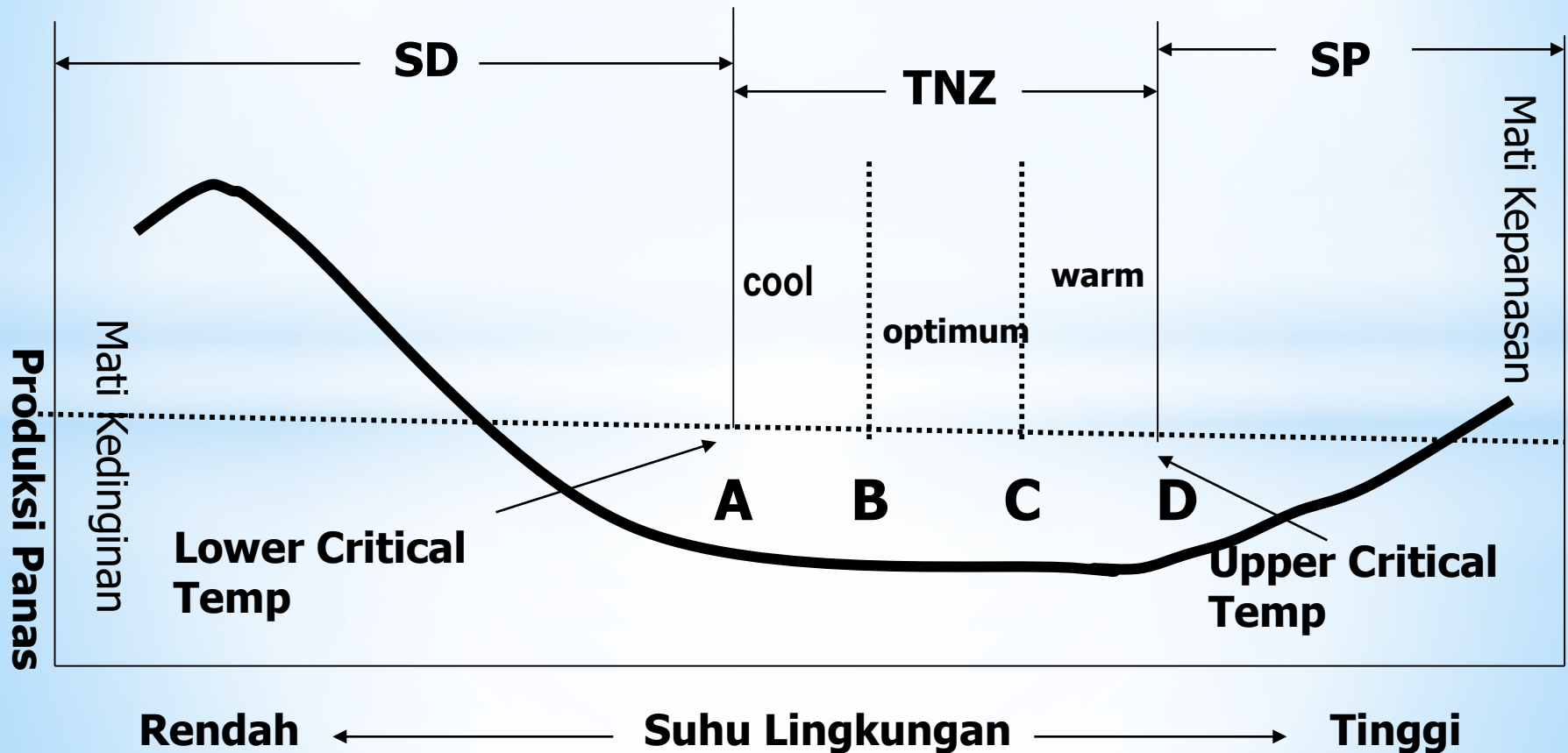
Suhu Kritis

Merupakan suhu dibawah suhu tubuh terendah; berbeda antar spesies , tergantung pada ;

→ Umur, tingkat perlemakan ketebalan bulu, berat, kualitas dan kuantitas makanan, dan faktor yang mempengaruhi kehilangan atau bertambahnya suhu tubuh

Thermonetral Zone (TNZ)

TNZ dikenal sebagai comfort zone



ZONA TERMONETRAL PADA BERBAGAI TERNAK

Jenis Ternak	Zona Termonetral (°C)
SAPI	
ANAK	13 - 25
INDUK	0 - 16
SHORTHORN	-1,11 - 15,6
BRAHMAN	10 - 26,7
SANTA GERTUDIS	ANTARA BRAHMAN & SANTA GERTUDIS
DOMBA	
ANAK BARU LAHIR	29 - 30
DEWASA	-2 - 20
BABI	
ANAK	32 - 33
INDUK	0 - 15
KAMBING	
DEWASA, PADANG PASIR	20 - 30
DEWASA, DELTA NIL	10 - 25
KELEDAI	26 - 32
UMUR 3 - 6 BL	20 - 36
DEWASA	22 - 35

SUHU KRITIS :

- * **2 - 20°C** pengaturan keseimbangan panas ditujukan untuk merubah produksi panas melalui proses kimia.
- * **20 - 34°C** pengaturan keseimbangan panas tergantung proses penguapan (evaporasi)
- * **> 34°C** yg diikuti kelembaban tinggi kesulitan buang panas fatal

 Pembuangan panas daerah tropis tdk efektif

 Hanya 50% total panas yg harus dibuang

Temperatur dan Humiditas

Temperatur sekitar 38°C dan humiditas 20% merupakan awal terjadinya kondisi stres. Langkah untuk mengurangi kondisi stres harus mulai dilakukan.

Temperatur 38°C dan humiditas 50%, sapi memasuki ancaman yang membahayakan. Bila kondisi tersebut bertahan dapat menyebabkan kematian

Temperatur 38 °C dan humiditas 80% merupakan batas letal untuk sapi perah

Carpenter (1998) :

1. Bahwa ternak yang menderita stres kronis atau selama beberapa generasi akan mengalami adaptasi, yaitu perubahan untuk menyesuaikan diri pada lingkungan yang baru atau lingkungan khusus.
2. Hal ini ditandai dengan perubahan perilaku individual atau kelompok.
3. Sebaliknya ternak yang hanya mengalami perubahan atau penyesuaian fisiologik terhadap iklim, khususnya terhadap perubahan temperatur, disebut mengalami aklimatisasi.

* Penyesuaian terhadap stress lingkungan secara fisiologis

* Terjadi bila sudah dibiasakan dalam jangka periode waktu tertentu

* Melibatkan perubahan hormonal dan fisiologi

Kelenjar yang terlibat:

* Kelenjar adrenal  hormon corticoid

* Kelenjar thyroid  hormon thyroxine

* Pada kondisi dingin  sekresi hormon meningkat

* Pada kondisi panas  sekresi hormon sedikit

* Adaptasi setelah beberapa generasi  perubahan dan seleksi genetik



Menghasilkan spesies
yang telah beradaptasi

* Tahapan Stres

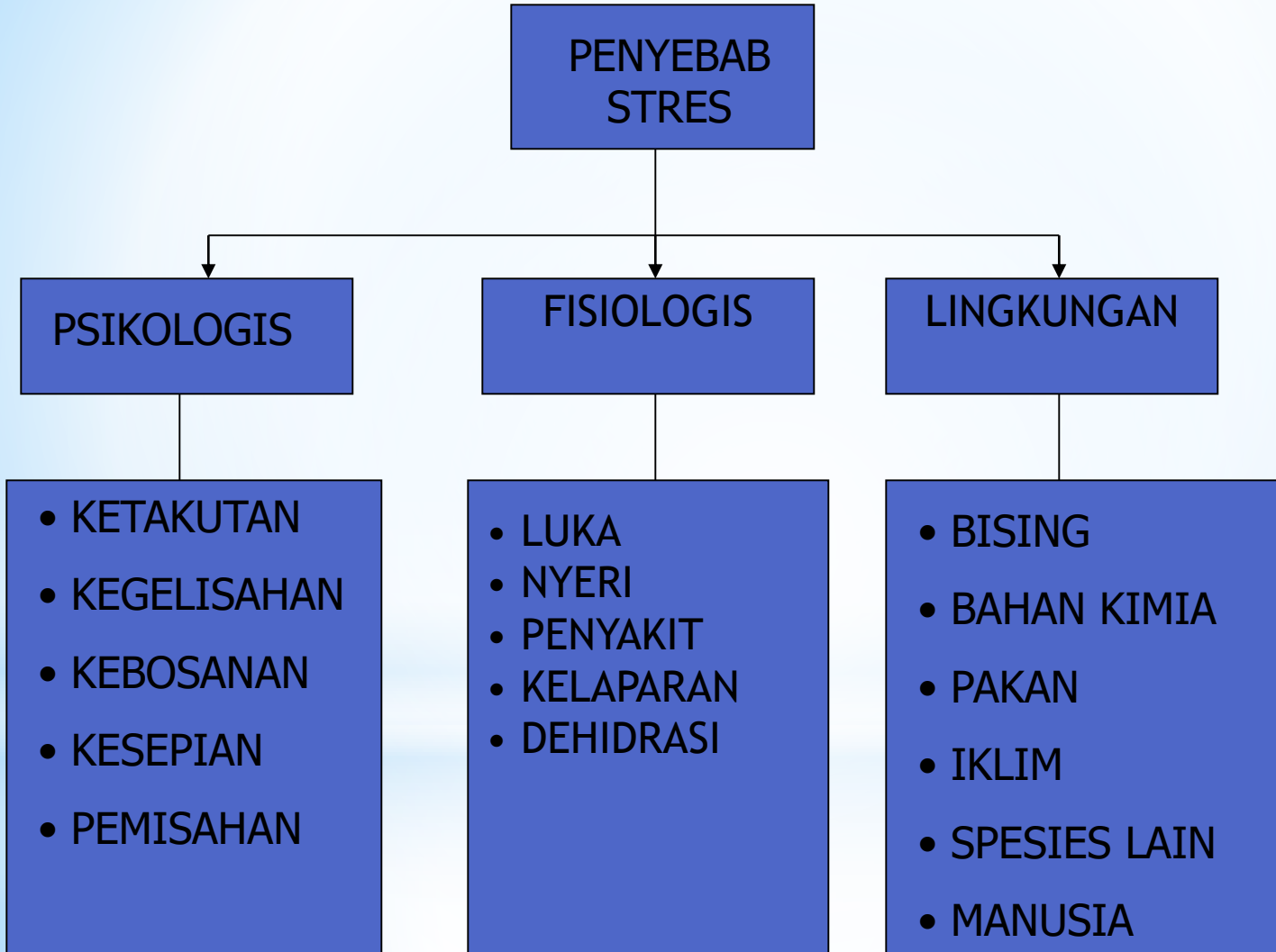
Pernyataan Selye :

3 (tiga) tahapan stres, yaitu :

- ☐ aktivasi (*activation*),
- ☐ adaptasi (*resistance*) dan
- ☐ kelelahan (*exhaustion*) yang dikenal sebagai *general adaptation syndrome* (GAS).

❖ GAS adalah respon non-spesifik terhadap nonxious stimuli atau stresor (Putra, 2004).

PENYEBAB STRES



3 PARAMETER UTAMA MENGUKUR STRES

```
graph TD; A[3 PARAMETER UTAMA MENGUKUR STRES] --> B[BIOKIMIA :]; A --> C[FISIOLOGI :]; A --> D[TINGKAH LAKU TERNAK :];
```

BIOKIMIA :

- ↑ KORTIKOSTEROID
- ↓ TIROKSIN
- ↑ SEL SOMATIK
DALAM AIR SUSU
- ASAM LAKTAT DI
OTOT

FISIOLOGI :

- ↑ DENYUT
JANTUNG
- ↑ PERNAPASAN
- ↑ SUHU

TINGKAH LAKU TERNAK :

- BERGEROMBOL PADA
ANAK AYAM
- PANTING
- BANYAK MINUM
- TIDAK MAU MAKAN
- MAKAN BENDA ASING
- MENCABUT BULU
- MENAIKI TEMAN

CARA MENGUKUR STRES

- ☐ Pengukuran laju pertumbuhan
- ☐ Konversi pakan/efisiensi pakan
- ☐ Efisiensi reproduksi : S/C, angka kebuntingan, calving interval/jarak beranak, litter size, days open
- ☐ Suhu tubuh
- ☐ Denyut jantung
- ☐ Laju pernapasan
- ☐ Mortalitas
- ☐ Morbiditas /kematian yang aneh

* Hasil adaptasi setelah beberapa generasi

* Contoh pada sapi ;

* Sapi brahman → warna terang, kulit lebar, bulu tipis, sehingga lebih tahan terhadap lingkungan panas

* Sapi hereford → warna lebih gelap, bulu tebal, luas permukaan tubuh lebih kecil, sehingga cocok untuk daerah dingin.



Brahman



Hereford

- Sapi Eropa tahan terhadap dingin karena :
 - a. Perbandingan luas permukaan tubuh terhadap berat badan lebih kecil dibandingkan sapi tropis.
 - b. Bulu lebih panjang dan tebal (pd sapi) (300 g/m^2) dan wool (pd domba)
 - c. Kebanyakan berwarna gelap (memantulkan panas $0,10 \text{ kal/cm}^2$ permenit)
- Sapi tropis toleran terhadap panas karena :
 - a. Perbandingan luas permukaan tubuh terhadap berat badan lebih besar
 - b. Bulu lebih pendek dan jarang (10 g/m^2),
 - c. warna terang (memantulkan sinar/panas $0,40 \text{ kal/cm}^2$ permenit)

Adaptasi ternak terhadap Lingkungan secara alami

Hukum – hukum :

1.Hk. Bregmann (1847) :

- * Ternak kecil dan ringan → permukaan tubuh persatuan berat lebih luas dibandingkan ternak besar dan berat
- * Ternak kecil dan ringan kehilangan panas lebih cepat drpd ternak besar & berat
- * Seorang tinggi & kurus, dengan bobot yg sama dg seorang yg pendek & gemuk yg tinggi & kurus, permukaan tubuhnya lebih luas.

BERLAWANAN HK DI ATAS :

- Sapi Brahman (besar) → iklim panas ?
- Shorthorn (kecil) → iklim dingin ?

ALASAN :

- Sapi Brahman memiliki suatu sistim disipasi panas (pelepasan panas) yg ekstensif per satuan bobot : telinga, gelambir, kulup pusar, vulva lebih luas dan lebih berkeriput, shg tolerans terhadap panas.
- Sapi Shorthorn, badan lebih kompak, luas permukaan tubuh lebih kecil dibanding bobot tubuh → kehilangan panas lebih sedikit.
- HK. BREGMANN SESUAI DG **HK. PENYEJUKAN NEWTON** : Pada permukaan tubuh yg lebih luas, laju pemindahan panas akan lebih besar

2. HK. ALLEN

- Spesies ternak berdarah panas, di daerah dingin cenderung berkaki lebih pendek daripada daerah iklim panas.

3. HK. WILSON

Insulasi pelindung terhadap iklim

- Bangsa ternak iklim dingin → penutup tubuh yg luas, padat, lebat dan tebal (300 gram pd Shorthorn) mengurangi gerakan udara pd kulit dan menahan lap. uap air yg menyelaputi permukaan tubuh ternak shg ↓ efisiensi disipasi evaporatif panas.
- Bangsa ternak iklim panas → bulu jarang (10 gram pd Zebu), pendek, mengkilat (glassy), kaku dan tipis.
- Tebal lemak di bawah kulit pada sapi-sapi Eropa lebih tebal daripada sapi India.

4. HK. GLOGER

Warna → iklim

- Pigmen melindungi tubuh terhadap radiasi sinar Ultra Violet
- Bulu ternak di daerah tropis → warna lebih cerah/pucat
→ memantulkan cahaya (radiasi surya) dan sebagai pelindung terhadap panas yg sangat.
- Proses pigmentasi tjd scr bertahap
- Kulit sapi akan semakin gelap dg semakin meningkatnya temperatur dan kelembaban.
- musim panas → bulu cerah,
- musim dingin → bulu gelap.
- Sekresi sebum/keringat ↑ → dengan semakin ↑ temperatur

5. HK CLAUDE BERNARD (1876)

Terdapat hubungan sebab akibat antara perubahan iklim dengan perubahan internal tubuh

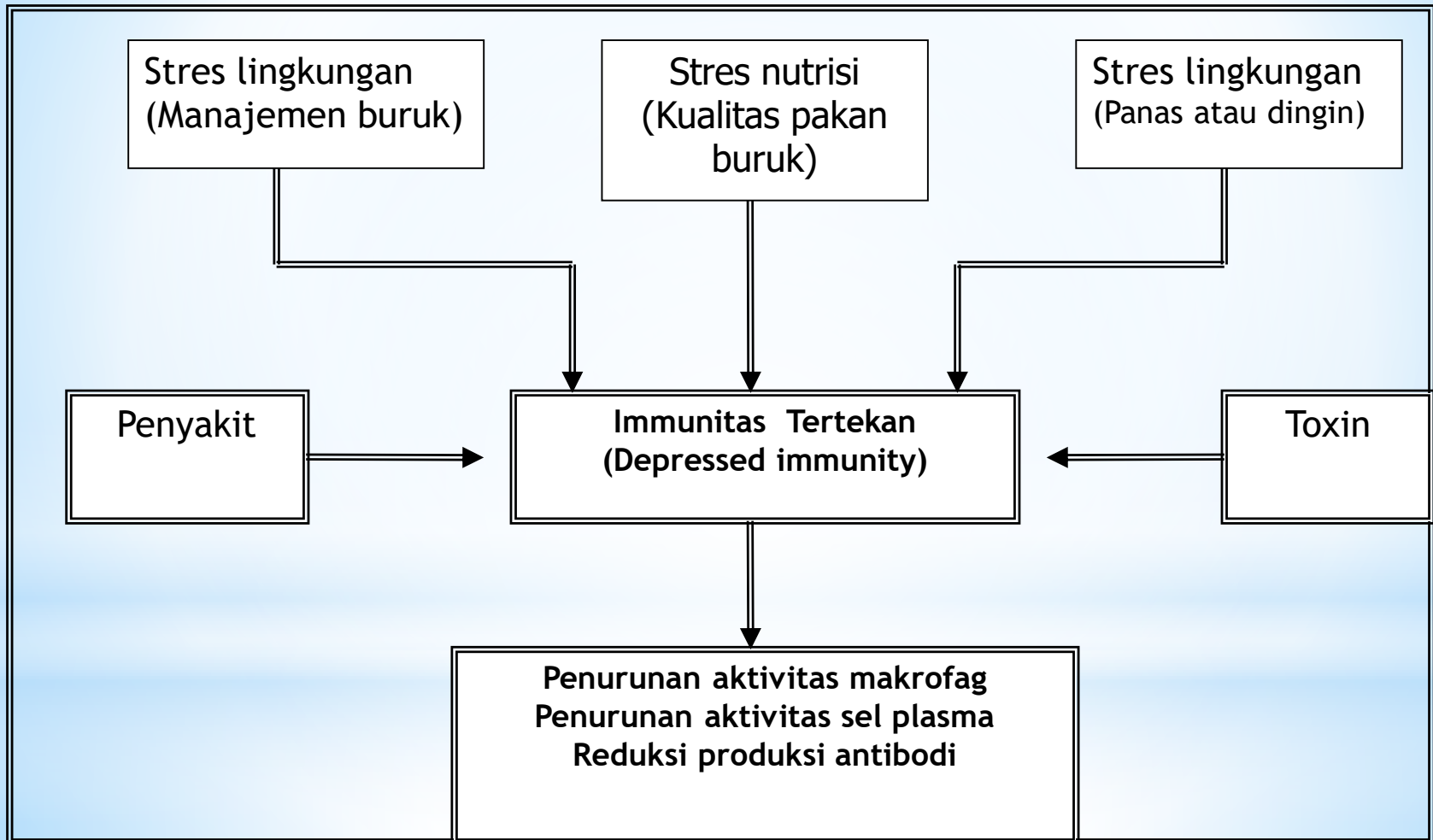
- Aliran darah pada telinga kelinci semakin besar selama cuaca panas → mekanisme tubuh untuk penyejukan.
- Temperatur lingkungan berhubungan dg sekresi hormon dalam tubuh ternak.



Cuaca dingin : sekresi hormon tiroksin ↑ pada ayam (2x lipat) daripada musim panas. Hal ini tjd pula pada sapi perah.

* Keseimbangan Panas Tubuh

Semua ternak (livestock) bersifat homeotherm



Pengaruh iklim terhadap perilaku merumput

- Iklim + faktor lain (bangsa, tipe, dan kualitas dan kuantitas hijauan) mempengaruhi lama waktu merumput pada siang hari oleh seekor ternak.
- Ex.; sapi Bos taurus apabila digembalakan di daerah tropis akan berkurang waktu merumput pada siang hari dan waktu merumput pada malam hari juga akan berubah
- Untuk meningkatkan waktu merumput maka perlu penggembalaan pada malam hari terutama pada saat kekurangan hijauan (musim kemarau), tetapi terdapat kendala keamanan dan serangga.
- Jadi iklim akan sangat berpengaruh terhadap lama waktu merumput sehingga mempengaruhi jumlah intake hijauan oleh ternak.

- Waktu yang disenangi untuk merumput di daerah tropis adalah pada pagi hari dan sore hari dan penggembalaan dimalam hari sangat kurang
- Waktu merumput pada malam hari hanya sekitar 7 - 10 % dari total waktu merumput sehari, dimana 1-2 % pada tengah malam

* Pengaruh iklim terhadap feed intake

- * Feed intake menurun dengan meningkatnya suhu lingkungan
- * Ex.; intake sapi Bos taurus turun pada suhu yang lebih rendah dibandingkan sapi Bos indicus.
- * Intake dan ruminasi pada sapi Bos taurus akan berhenti apabila suhu meningkat diatas 40°C .
- * Feed intake juga turun pada suhu lingkungan diatas $23,9^{\circ}\text{C}$ bila kelembaban meningkat.
- * Pengaruh stress radiasi matahari terhadap feed intake hanya terjadi pada sapi Bos taurus, sedangkan pada sapi Bos indicus tidak.
- * Ex.; pada sapi Bos taurus kembar identik, dimana satu ditempatkan di daerah subtropis dan yang lainnya ditempatkan di daerah tropis. Ternyata pada sapi yang ditempatkan di daerah tropis terjadi penurunan feed intake.



PENGARUH LINGKUNGAN TERHADAP METABOLISME ENERGI

- * Suhu lingkungan sangat berpengaruh terhadap metabolisme energi pada unggas.
- * Hewan pada umumnya memiliki confort atau thermo neutral zone.
- * Confort zone ini pada unggas berubah sesuai umur, yaitu menurun jika umur bertambah karena terjadinya penurunan body surface area per unit berat badan.
- * Batas atas dari confort zone ini disebut upper critical temperature (UCT), dan batas bawah disebut lower critical temperature (LCT).
- * Keseimbangan energi dan performa optimal unggas terjadi pada confort zone.

- * Pada suhu di bawah LCT atau di atas UCT kebutuhan energi untuk hidup pokok meningkat, yang digunakan untuk meningkatkan maupun menurunkan suhu tubuh.
- * Ayam petelur menyesuaikan kebutuhannya dengan suhu lingkungan pada suhu antara 10 - 30°C. Kebutuhan energi turun 3.5 kkal/°C peningkatan suhu. Hal ini setara dengan 1% perubahan intake makanan untuk setiap perubahan suhu 1°C.

BIOKIMIAWI

* AIR DIPERLUKAN :

FISIOLOGIS

* MAMALIA : TEMP  MINUM 
EVAPORASI CEPAT, KARENA MEMILIKI KEL. KERINGAT.

* UNGGAS : TDK PUNYA KEL. KERINGAT
EVAPORASI LAMBAT:  NAPAS CEPAT (PANTING) DAN
EKSKRESI

* **TEMPERATUR LINGKUNGAN DAN
METABOLISME AIR**

* Pengaruh iklim terhadap konsumsi air

* Peran air :

- * Sbg sumber keperluan makanan yang penting
- * Sbg media untuk melepaskan panas tubuh secara konduksi dan evaporasi

* Penentuan pengaruh iklim terhadap konsumsi air sangat sulit karena banyak sekali faktor lain yang juga mempengaruhinya.

* Konsumsi air meningkat dengan meningkatnya suhu lingkungan

* Pada sapi sedang laktasi terjadi peningkatan konsumsi air pada suhu 29,4 °C, tapi akan menurun pada suhu yang lebih tinggi karena menurunnya konsumsi pakan sehingga terjadi penurunan produksi susu.

* Konsumsi air juga dipengaruhi oleh kelembaban.

* Meningkatnya radiasi akan meningkatkan konsumsi air.

- *Jumlah konsumsi air: 2 -4 liter per kg bahan kering yang dimakan
- *Sumber air : air minum, air dalam bahan makanan dan dari proses metabolisme makanannya
- *Kebutuhan air untuk ternak bunting ditambah 50 persen pada akhir masa kebuntingan
- *Pada induk yang sedang menyusui juga ditambah 50 persen.
- *Kambing lebih tahan terhadap kekurangan air dibandingkan domba

* Pengaruh iklim terhadap pertumbuhan

- * Pertumbuhan merupakan peningkatan jumlah dan ukuran dari sel-sel tubuh.
 - * Hyperplasia : meningkatnya jumlah sel
 - * Hypertrophy : meningkatnya ukuran sel
- * Pertumbuhan terjadi pada 2 periode
 1. Periode prenatal (sebelum lahir)
 2. Periode postnatal (setelah lahir)
- * Iklim mempengaruhi produktifitas ternak spt pertumbuhan dan produksi karena stress iklim menekan nafsu makan, menurunkan feed intake, lama merumput dll.

- * Pengaruh jelek dari iklim terhadap pertumbuhan masih perlu dipertanyakan karena hasil studi terhadap pertumbuhan anak sapi Bos taurus kembar dimana yang satu ditempatkan di tropis (Fiji) dan yang lainnya di subtropis (New Zealand) menunjukkan bahwa pertumbuhan kedua anak sapi tersebut hampir sama, kecuali apabila suhu di Fiji sangat tinggi.
- * Jadi pengaruh iklim terhadap pertumbuhan adalah tidak langsung melalui pengaruhnya terhadap konsumsi pakan.

* Pengaruh iklim terhadap produksi susu

- * Faktor lingkungan yang paling nyata pengaruhnya terhadap sapi perah, terutama pada masa laktasi (produksi susu) adalah temperatur, yang selalu berkaitan erat dengan kelembaban.
- * Suhu lingkungan tinggi akan menurunkan produksi susu, lemak susu, dan bahan kering susu tanpa lemak
- * produksi susu sapi di daerah dingin 44% lebih tinggi daripada di daerah tropis
- * Produksi lemak susu di daerah dingin 56% lebih tinggi daripada di daerah tropis
- * Supaya dapat memproduksi baik, sapi perah harus dipelihara pada kondisi lingkungan yang nyaman (comfort zone), dengan batas maximum dan minimum temperatur dan kelembaban lingkungan berada pada thermo neutral zone. Di luar kondisi ini sapi perah akan mengalami stres. Stres yang banyak terjadi adalah stres panas

- * Penurunan produksi susu pada sapi perah yang menderita stres panas terjadi karena adanya pengurangan pertumbuhan kelenjar mammae, yang pada awalnya mengurangi pertumbuhan fetus dan plasenta (Anderson, et al. 1985).
- * Di Indonesia, temperatur lingkungan yang mencapai 29 °C menurunkan produksi susu menjadi 10,1 kg/ekor/hari dari produksi susu 11,2 kg/ekor/hari jika temperatur lingkungan hanya berkisar 18 - 20 °C (Talib, et al. 2002).
- * Suhu optimal untuk produksi susu:
 - * Sapi temperate : 10 °C , dengan suhu kritis yang menyebabkan penurunan produksi susu adalah :
 - * 21 - 27 °C (sapi Yersey dan FH)
 - * 29 - 32 °C (sapi Brown swiss)
 - * > 32 °C (sapi tropis)



STRATEGI PENGURANGAN STRES PANAS

- * Perbaiki sumber pakan/ransum, dalam hal ini keseimbangan energi, protein, mineral dan vitamin
- * Perbaiki genetika untuk mendapatkan breed yang tahan panas
- * Perbaiki konstruksi kandang, pemberian naungan pohon dan mengkontinyukan suplai air □
- * Penggunaan naungan, penyemprotan air dan penggunaan kipas angin serta kombinasinya

* Pengaruh iklim terhadap Reproduksi

* Faktor iklim yang utama :

- * Suhu

- * Kelembaban + makanan + musim

- * Panjang hari

* Stres iklim pada :

- * Sapi betina ;

- * Umur pubertas

- * Siklus birahi

- * Lama birahi

- * Munculnya ovum abnormal

- * Kematian foetus

- * Lama bunting tdk normal

- * Berat dan besar anak yang lahir tdk normal

- * Pada sapi jantan:

- * Umur pubertas

- * Libido

- * Gangguan regulasi panas pada scrotum

- * Mengganggu spermatogenesis dan sifat-sifat semen

- * suhu  + kelembaban   performan reproduksi 

- * Panjang hari mempengaruhi fertilitas musiman

- * Panjang hari lebih lama meningkatkan fertilitas (musim semi)

- * Suhu lingkungan tinggi mengakibatkan:

- * kematian embrio, foetus kerdil, karena peningkatan suhu rektal 1,1 -1,7 °C secara terus menerus (pada domba).

- *  Suhu lingkungan tinggi  suhu tubuh meningkat mempengaruhi ovum dan semen dalam saluran reproduksi betina.

* Pada unggas:

- * Kecepatan bertelur menurun
- * Jumlah telur kurang
- * Berat telur menurun
- * Kulit telur tipis
- * Daya tetas rendah
- * Fertilitas rendah

* Pada ternak jantan, suhu lingkungan yang tinggi mempengaruhi fungsi reproduksi dengan 2 cara:

1. Mempengaruhi spermatogenesis sehingga kualitas semen dan fertilitasnya menurun
2. Menurunkan libido

* Bagaimana Pengaruh Suara ?

- (1) Sapi dan domba lebih sensitif terhadap suara (frekuensi tinggi) banding manusia
Sapi : mempunyai sensitivitas auditori 8000 hz dan domba 7000 hs
Suara yang tidak diinginkan dan asing → stressful
(peningkatan hormon thyroid dan cortisol)
- (2) Adaptasi terjadi bila :
 - (a) Suara yang kontinu tetapi tidak bising (reasonable) : musik, instrumen, white noise, suara miscellaneous
 - (b) Suara kontinu dengan >100dB → menurunkan PBB (domba),
 - (c) Suara miscellaneous dengan 75 dB meningkatkan PBB (faster than controls)

* Bagaimana Pengaruh Suara ?

(3) Babi : di ekspose dengan suara dari radio (musik dll)
→ menurunkan reaksi terhadap suara yang tiba-tiba (sudden or unexpected noises), yang dapat menurunkan BB

(4) Sapi : yang mempunyai tempramen tinggi (flightly temperament) → cenderung akan meloncat bila ada sudden movement atau suara teriakan (nada tinggi yang intermittent)

Contoh : pada stand pelelangan (auction ring)

Jelling or whistling → meningkatkan detak jantung (palpitasi)

Hindari visual dan auditory stimuli (sudden intermittent sound and sudden jerky movement) yang membuat takut

* Bagaimana Pengaruh Suara ?

(5) Kuda zebra dan sapi :

Dapat mengarahkan telinganya kepada sesuatu yang dia curigai (Ear radar : daun telinga digerakkan ke arah yang berbeda)

(6) Jauhkan halangan yang menyebabkan pemogokan pada kandang atau fasilitas penanganan ternak (handling facility)

Ternak yang jinak dapat menunjuk adanya halangan (distraction) dengan menggerakkan mata dan daun telinganya ke arah halangan tsb

Hal ini penting bagi handlers (drh) ?