

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pertumbuhan

#### 1. Definisi Pertumbuhan.

Pertumbuhan merupakan proses yang tidak dapat didefinisikan secara sederhana. Hal itu melibatkan lebih dari hanya sekedar peningkatan ukuran. Schloss (1911) dalam Maynard dan Loosli (1969) mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan massa tubuh dalam interval waktu pada suatu spesies tertentu. Pernyataan tersebut sangat baik karena mempunyai pengertian yang luas, yaitu adanya variabilitas diantara individu, dimana masing-masing spesies mempunyai kecepatan pertumbuhan, ukuran dewasa dan perkembangan yang berbeda-beda.

Dari sudut kimiawi, pertumbuhan adalah suatu penambahan dalam jumlah protein dan mineral yang terakumulasi dalam tubuh (Campbell dan Lasley, 1977). Sedang dari sudut nutrisi, Maynard dan Loosli (1969) menyatakan bahwa pertumbuhan melibatkan produk energi dari intake nutrisi yang bertambah dan supply berbagai vitamin dan mineral untuk mendukung proses pertumbuhan.

Pertumbuhan menurut Hafez dan Dyer (1969), mempunyai beberapa aspek penting dalam tinjauannya secara biologis, yaitu :

a. Pertumbuhan sebagai sintesis substansi.

Pertumbuhan ditandai dengan adanya sintesis suatu molekul organik kompleks dalam jumlah besar, terutama protein. Hal itu tidak berarti bahwa protein hanya disintesis, tetapi protein diproduksi oleh tiap sel dalam jaringan tubuh suatu spesies.

b. Pertumbuhan sebagai proses reproduksi

Komponen sel menunjukkan kemampuan untuk melakukan reproduksi sendiri. Hal itu disebut dengan istilah 'Elementary Biological Unit'. Gen merupakan bagian penting dari unit tersebut. Sistem itu menunjukkan kekhususan proses langsung suatu sel, dan sejauh ini gen berperan dalam sintesis protein.

c. Pertumbuhan sebagai suatu proses selluler

Pertumbuhan organisme terjadi sebagai suatu proses selluler dengan multiplikasi sel (mitosis), penambahan ukuran sel dan substansi intra selluler. Meskipun sel mempunyai kemampuan sintesis terus-menerus, tetapi bagaimanapun juga sel tidak dapat melebihi ukuran normalnya. Setelah ukuran tersebut tercapai, maka pertumbuhan sel berhenti atau terjadi pembelahan sel.

d. Pertumbuhan organisme sebagai satu kesatuan

Pertumbuhan hewan menunjukkan perubahan

bentuk dan ukuran yang pasti. Pada masa awal pertumbuhan, perubahan morphogenetik terjadi dengan proses segregasi dan differensi. Pada masa akhir pertumbuhan, sebagian besar disebabkan karena adanya pertumbuhan yang relatif, dimana perbedaan kecepatan pertumbuhan menunjukkan adanya variasi komponen dalam tubuh.

## 2. Fisiologi Pertumbuhan.

Sel merupakan satuan pertumbuhan. Pertumbuhan dapat terjadi dengan adanya peningkatan ukuran dan jumlah sel-sel tubuh. Peningkatan jumlah sel-sel tubuh disebut hiperplasia, sedang peningkatan ukuran sel disebut hipertrophy. Bila suatu sel mengalami hipertrophy, maka yang mengalami peningkatan ukuran adalah sitoplasmanya. (Campbell dan Lasley, 1977)

Kadaan sel pada hewan dewasa umumnya hampir tetap, sebab jumlah sel yang dibentuk dan sel yang rusak hampir sama (Hammond et al. (1958) dalam Suharsono, 1976). Pada hewan terdapat tiga macam sel, yaitu :

- a. Sel Permanen, yang terdapat pada syaraf. Sel tersebut pertumbuhannya telah berhenti pada masa prenatalis.
- b. Sel stabil, yang terus-menerus membelah dan bertambah jumlahnya selama masa pertumbuhan,

tetapi pembelahan berhenti jika individu menjadi dewasa.

- c. Sel labil, yang terdiri dari jaringan-jaringan epitel dan epidermis yang terus membelah dan bertambah sepanjang kehidupan. Pada individu dewasa prosesnya hanya sekedar penggantian sel-sel yang telah mati (Anggorodi, 1980).

Setiap hewan kehidupannya dimulai dari sebuah sel yang tunggal yaitu ovum yang fertil. Kemudian dengan adanya fusi antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina, membentuk zigot (Patten, 1978).

Periode prenatal ini berlangsung antara ovum dibuahi dan individu baru lahir. Telur ayam hanya memerlukan waktu 21 hari untuk menjadi anak ayam yang sempurna (Campbell dan Lasley, 1977).

Pertumbuhan postnatal biasanya dimulai perlahan-lahan kemudian berlangsung cepat, dan kemudian perlahan-lahan lagi atau sama sekali berhenti. Total pertumbuhan selama periode postnatal tergantung pada sifat pertumbuhan individu. Setelah organisme lahir, bagian tulang biasanya tumbuh lebih cepat dari jaringan lain. Peningkatan berat badan diikuti dengan peningkatan deposisi lemak (Campbell dan Lasley, 1977).

Beberapa faktor pembatas dalam mencapai ukuran maksimum suatu individu multiseluler yaitu faktor

genetik, persediaan makanan, pengaruh suatu penyakit, dan hormon yang selalu dihubungkan dengan faktor genetik suatu individu (Campbell dan Lasley, 1977).

### 3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan.

Kecepatan pertumbuhan pada hewan ternak tergantung pada beberapa faktor, antara lain spesies, jenis kelamin, umur dan makanan. Perbedaan spesies menyebabkan terjadinya perbedaan kecepatan pertumbuhan. Seperti misalnya pertumbuhan seekor itik lebih cepat dibanding pertumbuhan ayam. Kecepatan pertumbuhan akan meningkat dengan bertambahnya umur suatu spesies dalam waktu tertentu, dan kemudian akan menurun kembali. Banyaknya makanan yang dikonsumsi oleh hewan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan, dimana hal tersebut juga tergantung pada efisiensi pemanfaatan makanan yang dikonsumsi. Efisiensi pemanfaatan makanan untuk pertumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya makanan, tapi juga dipengaruhi oleh tipe makanan, macam hewan ternak dan temperatur lingkungan (Schaible, 1976).

### 4. Pengukuran Pertumbuhan.

Kecepatan pertumbuhan (growth rate) pada unggas biasanya diukur melalui pertambahan berat

badan. Seperti misalnya pada ayam pengukuran dilakukan dengan menimbang ayam yang diteliti berdasarkan satuan waktu tertentu. Untuk ayam, cara ini sangat praktis. Sebaliknya pada mamalia, kombinasi cara pengukuran berat badan dengan pengukuran panjang dan tinggi badan lebih dianjurkan, terutama pada hewan besar (Soeharsono, 1976).

## B. Ayam Broiler

Definisi istilah broiler sampai sekarang sering menjadi pertanyaan terutama untuk mencari sebutan yang lebih pantas. Di Indonesia istilah broiler terbatas untuk menyebut atau memberi istilah ayam potong ras ataupun ayam pedaging (Murtidjo, 1991). Wahyu dan Sugandi (1976) mendefinisikan broiler sebagai ayam jantan dan betina yang berumur kurang dari 16 minggu (6-10 minggu) dan mempunyai daging yang empuk, dengan timbunan daging yang baik, dada yang relatif lebar serta kulit yang licin dan lunak.

Broiler merupakan ternak ayam yang cepat pertumbuhannya, ekonomis dalam pengolahannya sehingga bisa memberikan kepuasan konsumen (Murtidjo, 1991). Di Indonesia broiler dijual sekitar 6 - 7 minggu dengan berat kurang dari 1,7 kg, bahkan ada yang lebih ringan lagi (Rasyaf, 1989).

Menurut fase hidup ayam, maka ayam broiler dapat digolongkan menjadi dua fase hidup, yaitu :

1. Fase starter yang disebut juga brooder yaitu antara umur 1 sampai dengan 5 minggu.
2. Fase Finisher, berumur 6 - 8 minggu (Wiharto, 1986)  
Pertumbuhan yang relatif cepat pada broiler terjadi pada umur 1 - 6 minggu (Lubis, 1963).

### C. Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam putih perak dan cukup lunak jika dipotong dengan pisau. Berat atomnya 112,41, titik bekunya  $320,90^{\circ}\text{C}$  dan titik didihnya  $767^{\circ}\text{C}$  (Adiwisastra, 1987).

Di alam kadmium tidak terdapat dalam bentuk bebas, tetapi selalu terbentuk dalam senyawa, yang bersenyawa dengan sulfat, karbonat dan klorit (Soine dan Wilson, 1957). Kadmium merupakan zat toksik yang punya kisaran luas pada kehidupan organisme (Church dan Pond, 1982), yang lebih banyak terkandung pada biji-bijian dan sayuran, yang dapat masuk dalam tubuh melalui proses ingesti (Linder, 1992).

Masukan kadmium secara normal sehari-hari pada manusia adalah 2 sampai 200  $\mu\text{g}$ , tetapi hanya 5 sampai 10% yang diabsorpsi. Sedang konsumsi maksimum kadmium pada manusia yang dianjurkan WHO/ FAO adalah 51 sampai 71  $\mu\text{g}$  (Linder, 1992). Pada beberapa binatang ternak seperti domba, lembu, kelinci dan unggas, batas toleransi maksimum konsumsi kadmium telah diteliti sebesar 0,5 ppm (Church dan Pond, 1982).

Masuknya kadmium kedalam tubuh kemudian berakumulasi terutama dalam ginjal, juga dalam hati, dan sedikit dalam hampir semua jaringan lain termasuk tulang dan gigi, dapat menimbulkan keracunan yang bersifat kronik. Keracunan tersebut dapat mengakibatkan kerusakan ginjal, gangguan pertumbuhan (Linder, 1992), Anemia, osteomalasia (Horrison's, 1988) dan mengganggu sintesis kolesterol (Schaible, 1976), juga dapat mengakibatkan batuk dan dyspnea jika masuknya melalui saluran pernafasan (Dreisbach, 1990). Sedangkan keracunan kadmium secara akut dapat menimbulkan gejala-gejala seperti muntah-muntah, diare berat, dan jika masuknya melalui saluran pernafasan maka dapat menyebabkan sesak nafas (Horrison's, 1988).

Setelah masuk dalam tubuh, kadmium akan diabsorpsi dalam traktus digestivus (Luckey, 1975) dimana absorpsi dapat meningkat dengan terjadinya defisiensi besi (Fe) (Horrison's, 1988). Absorpsi kadmium dipengaruhi oleh adanya ligand seperti sulfidril, oksigen, dan sitrat (Craig, *et al.*, 1980).

Kadmium yang diabsorpsi kira-kira 50% ditimbun dalam hati dan ginjal. Dalam tubuh kadmium ditemukan dalam bentuk metallothionin (Horrison's, 1988).

Ikatan kadmium pada metallothionin dalam sel ren, dapat dipandang sebagai mekanisme akumulasi kadmium dalam ren yang pada akhirnya menunjukkan pengaruh



toksiknya. Dalam ren terjadi akumulasi selektif kadmium, karena hanya kadmium yang terikat dalam metallothionin yang direabsorpsi oleh tubuli ren dan mampu tinggal dalam sel ren (Hernowo, 1992). Secara umum kadmium dapat dikatakan berakumulasi sejalan dengan bertambahnya umur, terutama dalam ren yang dapat mengakibatkan kerusakan (Linder, 1992).

Mekanisme ekskresi kadmium belum jelas diketahui. Beberapa pendapat menyatakan bahwa jalan utama untuk ekskresi kadmium adalah melalui urin (Linder, 1992). Pendapat lain mengatakan bahwa rendahnya ekskresi urin yang disebabkan terakumulasinya kadmium pada ren, tidak sebanding dalam hubungannya dengan mekanisme homeostasis, dimana terjadi retensi kadmium dalam waktu yang lama dengan mengabaikan bertambahnya pemasukan kadmium dalam tubuh (Luckey *et al.*, 1975). Sedangkan pendapat lain mengatakan bahwa tidak ada mekanisme ekskresi bagi kadmium, karena setelah masuk dalam tubuh, kadmium sukar untuk dikeluarkan (Linder, 1992).

#### D. Seng (Zn)

Seng mempunyai berat atom 65,38, dengan titik didih 907°C dan titik beku sebesar 419,4°C, berwarna putih kebiruan, berkilauan serta stabil dalam udara kering (Soine dan Wilson, 1957).

Seng merupakan mikromineral yang terdapat pada semua jaringan tubuh, tetapi sebagian besar terdapat

pada tulang. Jumlah yang besar juga terdapat pada rambut, kulit dan bulu hewan (Tillman, 1983).

Pada tahun 1934, seng pertama kali ditemukan dan diketahui sebagai unsur esensial nutrisi oleh Bertrand dan Bhattacharjee. Tahun 1940, Keilin dan Mann mengisolasi dan memurnikan enzim Karbonik Anhidrase dan menemukan bahwa metalloenzim tersebut mengandung 0,33% seng sebagai bagian dari molekul. Valee, akhir-akhir ini telah menunjukkan bahwa seng berada dalam jumlah besar pada enzim yang berfungsi dalam metabolisme protein dan karbohidrat (Scott, Nesheim dan Young, 1982).

Seng berfungsi dalam metabolisme sebagai komponen dari enzim, dimana terkandung dalam lebih dari 70 enzim, antara lain karbonat anhidrase, timidin kinase, karbopeptidase, alkali fosfatase (Harper, Rodwel, dan Mayes, 1985).

Kandungan seng yang besar terdapat pada biji-bijian, sayuran dan bekatul. Ragi dan makanan dari hewan juga kaya akan seng (Tillman, 1983). Kebutuhan ternak akan mineral ini bervariasi. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa batas toleransi maksimum seng dalam diet pada lembu dan kuda sebesar 500 ppm, pada domba sebesar 300 ppm, sedangkan pada unggas sebesar 1000 ppm (Church dan Pond, 1982).

Dalam kisaran konsumsi seng, adaptasi homeostatik terjadi untuk mengatur konsumsi seng yang diserap. Pe-

nyerapan seng terjadi dalam usus halus. Sebagian seng yang diserap secara cepat akan diangkut melalui sel-sel mukosa dan sebagian lagi akan ditahan pada mukosa dan dilepaskan secara perlahan-lahan selama beberapa jam. Setelah absorpsi pada usus, seng pertama-tama akan terkumpul dalam hati dan kemudian didistribusikan ke jaringan-jaringan lain. Dalam tubuh, seng disimpan dalam bentuk metallothionin (Nasution dan Karyadi, 1988)

Seng mudah dikeluarkan dari dalam tubuh. Ekskresi seng selain melalui saluran gastrointestinal, juga dapat melalui urin dan keringat. Pada daerah tropis, cukup banyak seng hilang melalui keringat. Oleh karena itu, seng relatif kurang berbahaya (Nasution dan Karyadi, 1988).

#### E. Pengaruh Kadmium dan Seng Terhadap Pertumbuhan

Pemasukan kadmium pada level yang tinggi (120 mg/minggu) dalam diet mencit dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan dan menurunnya digesti dan absorpsi lemak (Luckey *et al.*, 1975).

Jaringan tulang juga dapat dipengaruhi oleh kadmium, tetapi mekanismenya belum jelas diketahui. Pemasukan kadmium secara oral, diduga berkaitan dengan semakin rendahnya masukan kalsium dan vitamin D, dimana kadmium dapat menyebabkan penghambatan dalam absorpsi kalsium pada usus. Hal ini dapat menyebabkan degenerasi tulang keras. Pendapat lain juga menunjuk-

kan bahwa jaringan tulang pada tikus telah kehilangan kalsium terus-menerus selama pemasukan kadmium secara oral berlangsung (Scheuhammer, 1987). Demikian pula Horrison's (1988) menyatakan bahwa keracunan kadmium kronik secara oral melalui makanan atau minuman menyebabkan penyakit itai-itai, yang diikuti dengan kerusakan ginjal dan osteomalasia. Penyakit itai-itai tersebut nampaknya mempengaruhi keberadaan vitamin D. Beberapa pendapat juga menyatakan bahwa terganggunya metabolisme kalsium yang disebabkan pemasukan kadmium secara kronik, terjadi pada keadaan disfungsi ginjal yang mengalami kerusakan (Scheuhammer, 1987). Sedangkan keracunan dari konsumsi seng yang berasal dari makanan yang biasa terjadi belum banyak dilaporkan. Tetapi penelitian toksisitas seng pada tikus ternyata dapat menyebabkan anemia, pertumbuhan yang terhambat, dan meningkatkan kematian pada pemasukan sebesar 5000-10000 ppm (Sutardi, 1992).

Kadmium dan seng termasuk dalam golongan yang mempunyai afinitas terhadap sulfidril dan fosfat. Oleh karena itu kadmium berkompetisi dengan seng dalam berikatan dengan protein dan enzim, dimana terjadi ikatan yang irreversibel pada sisi aktif. Kadmium menghambat enzim yang mengandung seng dengan jalan berkompetisi dengan seng dan menggantikan kedudukannya dalam metalloenzim (Luckey *et al.*, 1975).

Daya racun kadmium dapat dikurangi dengan pemberian seng, dimana interaksi tersebut terlihat pada tingkatan pemberian seng yang dapat melawan daya racun kadmium (Church dan Pond, 1982).

Penghambatan penyerapan seng dapat dipengaruhi oleh konsentrasi kadmium dalam tubuh (Nasution dan Karyadi, 1988). Kandungan seng yang rendah dalam diet dapat meningkatkan penyerapan kadmium pada usus, yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya toksis kadmium (Scheuhammer, 1987). Menurut Linder (1982), penyerapan antara kadmium dan seng tersebut pada dasarnya bersaing.

Pemasukan kadmium secara oral dapat menyebabkan penggantian seng secara kompetitif bila seng tersebut diinjeksikan pada jaringan intestinal. Meningkatnya kadar seng dalam diet dari 290 ppm sampai 450 ppm dapat menurunkan akumulasi kadmium pada usus kecil tikus. Hal itu Siewicki *et al.* (1984) memberi kesan bahwa mungkin seng bersaing dengan kadmium yang terikat selama absorpsi.

Parrakasi (1990) menunjukkan hubungan antara kadmium dan seng pada pertumbuhan, dimana penambahan 154 ppm kadmium dalam ransum yang mengandung 22 ppm seng, dapat menurunkan berat badan pada babi.