

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kalsitriol

Kalsitriol merupakan metabolit aktif dari vitamin D. Kalsitriol diangkut dalam aliran darah ke tempat yang jauh dari tempat produksinya untuk mempengaruhi transport kalsium, sehingga kalsitriol dapat disebut sebagai hormon (Ganong, 1995). Fungsi utama kalsitriol pada pemeliharaan homeostasis kalsium yaitu sebagai regulator utama yang menstimulasi secara langsung transport kalsium di intestinum (Gill dan Christakos dalam Berdanier dan Hargrove, 1993).

Vitamin D adalah istilah umum terhadap derivat sterol yang larut dalam lemak dan aktif dalam pencegahan riketsia pada hewan-hewan (Wahyu, 1992). Vitamin D sering disebut juga dengan vitamin anti rakitis (Frandsen, 1993).

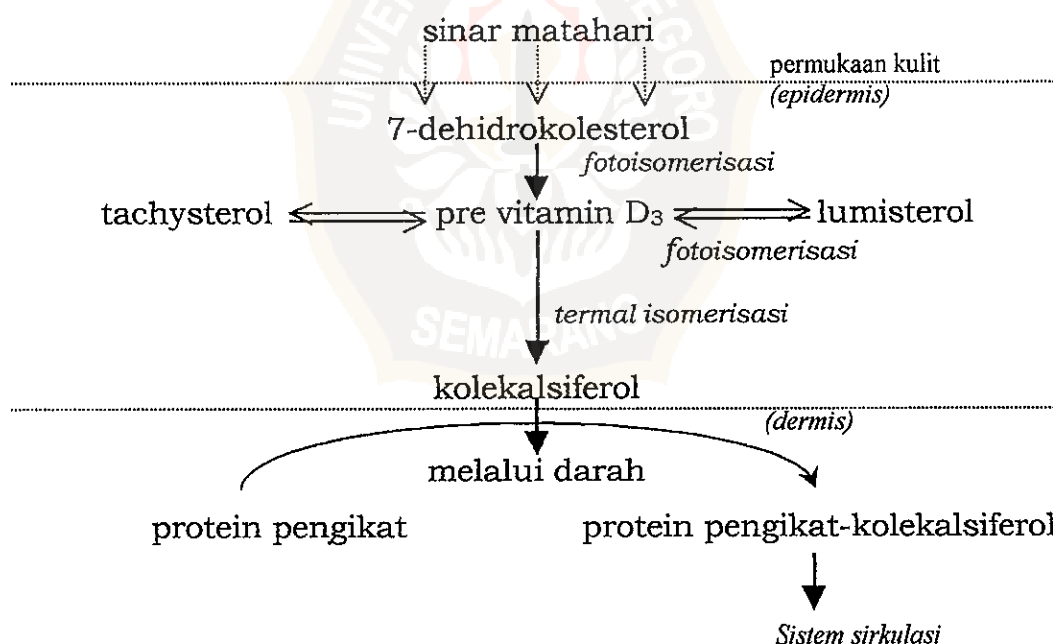
Di alam, vitamin D hanya terdapat dalam jumlah yang kecil. Dalam jaringan tanaman terdapat sedikit vitamin D, karena pada tanaman tersebut mengandung pre vitamin D yang jika terkena radiasi sinar ultra violet dari matahari dapat membentuk vitamin D. Sebagian besar produk-produk hewani mengandung vitamin D walaupun dalam jumlah yang sedikit. Hepar merupakan sumber vitamin D terbanyak, yang tergantung pada spesies, umur, kondisi lingkungan tempat hidup, suplai makanan dan musim. Hepar ikan mengandung 100 - 50.000 IU vitamin D per gram. Sumber vitamin D yang lainnya adalah telur, mentega, margarin, susu cair dan bubuk yang ditambah

vitamin D. Sebagian besar sumber-sumber vitamin di atas berupa vitamin D<sub>3</sub> (Andarwulan dan Koswara, 1992).

Dalam keadaan murni, semua vitamin D merupakan kristal putih, tidak berbau, larut dalam lemak (minyak) dan pelarut organik seperti eter, heksana, kloroform, aseton, alkohol serta tidak larut dalam air (Andarwulan dan Koswara, 1992).

Dua bentuk vitamin D alami yang penting dalam pakan ternak adalah ergokalsiferol (vitamin D<sub>2</sub>) dan kolekalsiferol (vitamin D<sub>3</sub>). Masing-masing berasal dari ergosterol tanaman dan dari 7-dehidrokolesterol dalam kulit hewan, setelah mendapatkan penyinaran ultra violet dari matahari (Tillman *et.al*, 1991).

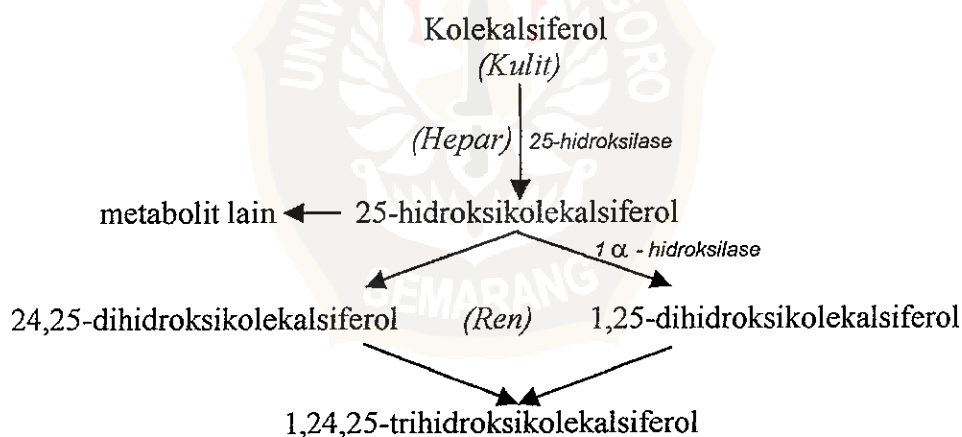
Pembentukan kolekalsiferol alami, secara skematis digambarkan sebagai berikut:



Gambar 01. Fotostimulasi pada formasi kolekalsiferol di kulit, dan kemudian ditransfer ke sirkulasi umum oleh protein pengikat kolekalsiferol. (Sumber: Hadley, 1992)

Dari skema tersebut, Hadley (1992) menunjukkan bahwa dari kulit, kolekalsiferol ditransport oleh transkalsiferin (“Vitamin D Binding Protein” = protein pengikat vitamin D) menuju sistem sirkulasi utama. Di bawah pengaruh penyinaran sinar matahari terus menerus pre vitamin D<sub>3</sub> juga mengalami fotoisomerisasi menjadi bentuk lumisterol dan tachysterol, yang secara biologi tidak aktif. Oleh karena transkalsiferin tidak mempunyai afinitas yang kuat untuk produk-produk ini, maka senyawa ini tidak ditranslokasikan dalam sirkulasi tapi tetap berada di kulit sebagai sisa. Keadaan fotoisomer ini seolah-olah tetap dan selanjutnya dipakai sebagai bahan awal untuk memenuhi fotokonversi pre vitamin D<sub>3</sub> saat senyawa pre vitamin D<sub>3</sub> diubah menjadi kolekalsiferol.

Kolekalsiferol, selanjutnya mengalami proses hidroksilasi yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 02. Skema Proses Hidroksilasi Kolekalsiferol  
(Sumber: Ganong,1995)

Ganong (1995) menjelaskan bahwa di dalam hepar, kolekalsiferol diubah menjadi kalsidiol (25-hidroksikolekalsiferol). Kalsidiol dalam tubulus proksimalis ren diubah menjadi metabolit yang lebih aktif, yaitu 1,25-

dihidroksikolekalsiferol yang disebut juga dengan kalsitriol. Enzim yang terlibat adalah  $1\alpha$ -hidroksilase. Oleh karena itu kolekalsiferol disebut sebagai pre hormon dari kalsitriol (Hardjasmita, 1991).

Kedua bentuk vitamin D yaitu ergokalsiferol (vitamin D<sub>2</sub>) dan kolekalsiferol (vitamin D<sub>3</sub>) mempunyai nilai sama bagi tikus, anjing, babi, anak sapi dan manusia, akan tetapi bagi kalkun, ayam dan primata kolekalsiferol lebih efektif (Anggorodi, 1995). Ayam lebih membutuhkan vitamin D dalam bentuk kolekalsiferol daripada ergokalsiferol yang aktifitasnya lebih rendah (Anonim, 1994). Sebab potensi ergokalsiferol dalam tubuh unggas hanya 1/10 dari kolekalsiferol (Tillman *et.al*, 1991).

Di dalam intestinum penyerapan kalsitriol dibantu dengan adanya lemak dan garam empedu melalui pembentukan misel (Wahyu, 1992). Proses penyerapannya yang berlangsung dalam jejunum dan atau ileum, mula-mula terjadi dengan masuknya vitamin tersebut ke dalam mukosa intestinum, dan selanjutnya diangkut ke dalam hepar melalui sistem "chylomicron-lymph" seperti yang terjadi pada senyawa trigliserida dan kolesterol (Linder, 1992).

## **B. Kalsium**

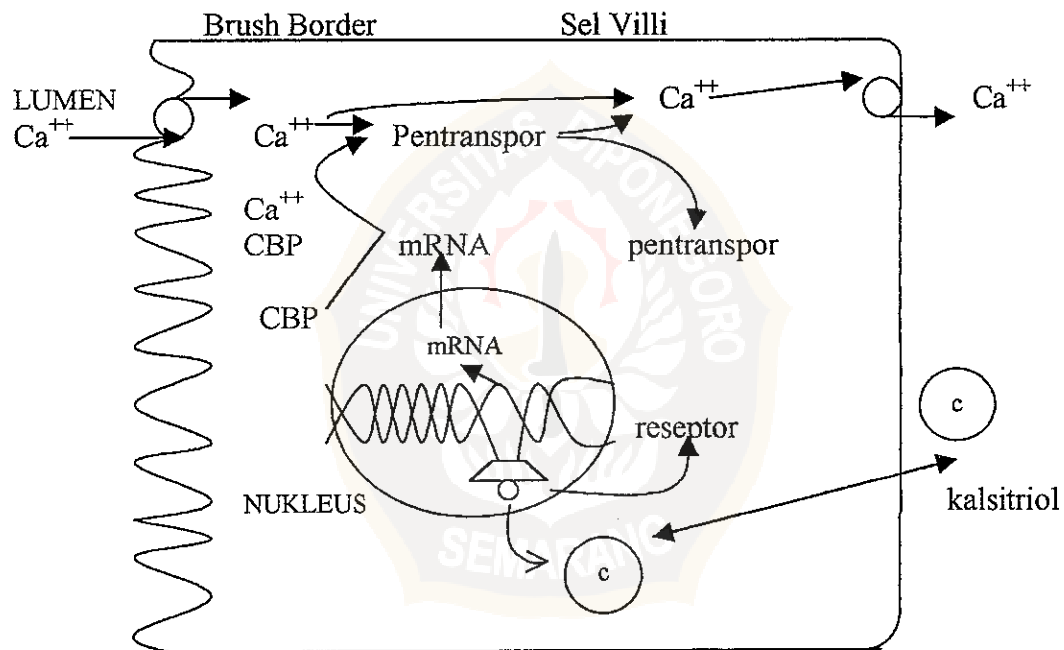
Mineral merupakan komponen nutrisi tambahan dalam jumlah lebih sedikit dari protein, lemak dan karbohidrat (Anggorodi, 1995). Mineral dapat diketahui dengan membakar suatu bahan sampai terbentuk abu yang tidak mengandung karbon, dan semua mineral dianggap ada di dalam tubuh hewan (Frandsen, 1993).

Mineral dianggap esensial apabila ketiadaannya dalam pakan menimbulkan gejala defisiensi, sedangkan dengan penambahan mineral tersebut dapat mencegah terjadinya kelainan-kelainan akibat penyakit defisiensi, sehingga tubuh dapat berfungsi dengan normal (Anggorodi, 1995). Mineral esensial dibagi menjadi dua, yaitu mineral makro yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif lebih banyak, dan mineral mikro yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (Frandsen, 1993). Pembagian mineral ke dalam dua golongan tersebut berdasarkan konsentrasi yang terdapat dalam tubuh hewan. Konsentrasi mineral mikro dinyatakan dalam istilah “parts per million” (ppm), sedangkan konsentrasi mineral makro dinyatakan dalam istilah persentase (Anggorodi, 1995).

Kalsium termasuk dalam mineral esensial. Kurangnya kalsium dalam tubuh dapat menimbulkan gejala-gejala defisiensi, antara lain: pertumbuhan terhambat, penurunan konsumsi makanan, penurunan aktifitas dan kepekaan serta osteoporosis atau riketsia (Wahyu, 1992). Kalsium merupakan mineral penting yang mengatur sejumlah proses fisiologi dalam tubuh manusia dan hewan (Hadley, 1992). Unsur-unsur ini diperlukan untuk pembentukan tulang dan gigi, komponen penyusun dari beberapa membran, pembekuan darah, mengaktifkan enzim dan berperan dalam kontraksi otot (Tillman *et al.*, 1991).

Mineral kalsium terutama diperoleh dari diet. Susu dan daun-daun tumbuhan Leguminosa merupakan sumber kalsium yang baik (Tillman *et.al*, 1991), termasuk pula produk-produk olahan dari susu (Guyton, 1992). Sumber kalsium lain yang dapat dipakai adalah tepung tulang, tepung kerang, tepung ikan dan limbah udang (Rasyaf, 1992).

Kalsium sukar diabsorpsi, karena sering terdapat dalam bentuk senyawa kompleks yang relatif kurang larut dalam saluran cerna (Guyton, 1992). Untuk dapat diabsorpsi, kalsium harus dalam bentuk ion bebas saat menempel pada villi intestinum (Tillman *et.al*, 1991).



Gambar 03. Mekanisme Pembentukan “Calcium Binding Protein”  
(Sumber: Martin *et.al*, 1978).

Proses penyerapan kalsium pada intestinum melalui mekanisme pembentukan CBP (“Calcium Binding Protein” = protein pengikat kalsium), ditunjukkan Gambar 03. Gambar tersebut menjelaskan bahwa respon

intestinum terhadap kalsitriol pada proses transport kalsium membutuhkan sintesis RNA dan protein. Pengikatan reseptor kalsitriol dengan kromatin nukleus mengesankan bahwa kalsitriol merangsang transkripsi gen dan pembentukan mRNA spesifik. Adanya induksi mRNA akan memberi kode pada CBP untuk mengikat ion  $\text{Ca}^{++}$  (Martin *et.al*, 1978).

### **C. Peranan Kalsitriol terhadap Distribusi Kalsium pada Otot dan Tulang**

#### **Femur Ayam Broiler**

Kalsitriol melalui mekanisme pembentukan CBP, merangsang absorpsi kalsium di intestinum (Martin *et.al*, 1978). Kalsium yang telah diabsorpsi akan didistribusikan oleh darah ke jaringan-jaringan tubuh yang membutuhkan (Church dan Pond, 1982). Sembilan puluh sembilan persen kalsium berada dalam tulang, sedangkan sisa kalsium tubuh sebanyak 1% berada dalam intra dan ekstraseluler (Linder, 1992).

Kalsium dalam tulang, terutama berupa kristal garam kalsium hidroksiapatit  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ , yang mengendap pada matriks organik tulang (Guyton, 1992). Pada proses pembentukan tulang, kartilago yang terletak di antara diafisis dan epifisis tulang, berubah menjadi osein dan kemudian mengalami kalsifikasi. Kalsifikasi yang terjadi pada kartilago tersebut, menyebabkan pertumbuhan memanjang tulang. Di bawah periosteum juga berlangsung pembentukan tulang, yang menyebabkan terjadinya pertumbuhan diameter tulang (Maynard *et.al*, 1985).

Kalsium dalam nutrisi selain berfungsi sebagai pembentuk tulang, juga berfungsi dalam proses kontraksi otot (Patrick dan Schaible, 1989). Proses kontraksi otot terjadi karena keluarnya ion  $\text{Ca}^{++}$  dari tempat

penyimpanannya dalam sel, dengan adanya stimulasi kimia dari ujung syaraf ke jaringan otot. Keluarnya ion  $\text{Ca}^{++}$  tersebut, menstimulasi enzim ATP ase dalam miosin. Enzim ini berfungsi memecah ATP untuk menghasilkan energi dan membentuk ikatan silang antara miosin dan aktin, sehingga terjadilah kontraksi otot. Masuknya kembali ion  $\text{Ca}^{++}$  ke dalam tempat penyimpanannya dalam sel menyebabkan terjadinya pengendoran otot (Winarno, 1991).

