BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pertumbuhan Ayam

Pertumbuhan mencakup pertambahan dalam bentuk dan berat jaringan-jaringan pembangun seperti otot, tulang dan jaringan tubuh lainnya, dari sudut kimiawi, pertumbuhan didefinisikan sebagai suatu penambahan jumlah protein dan zat-zat mineral yang tertimbun didalam tubuh (Anggorodi, 1994). Organisme yang sedang tumbuh mengalami perubahan-perubahan yang teratur pada ukuran berat, morfologi atau ukuran tubuhnya yang dinyatakan sebagai pertumbuhan fisik (Tillman *et al.*,1984)

Hewan dalam proses pertumbuhannya dapat dibagi dalam dua hal, yaitu : (1) bobot badannya meningkat sampai mencapai bobot badan dewasa, yang disebut pertumbuhan; dan (2) terjadinya perubahan konformasi dan bentuk tubuh serta berbagai fungsi yang disebut perkembangan. Kurva pertumbuhan sigmoid dimulai dari fase awal yang pendek yaitu fase lag, dan diikuti dengan fase log, pada fase ini bobot badan meningkat dengan meningkatnya umur sampai mencapai pertumbuhan yang maksimal, kemudian diakhiri fase stasioner yaitu suatu fase dengan tingkat pertumbuhan yang sangat rendah (Lawrie, 1995).

Kecepatan pertumbuhan antara tulang, otot, dan lemak adalah berbeda. Tulang tumbuh paling awal dan setelah tercapai pertumbuhan yang maksimal, pertumbuhan tulang akan disusul oleh pertumbuhan otot. Pertumbuhan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

otot mula-mula cepat dan setelah kedewasaan tubuh tercapai akan lambat, sedangkan penambahan lemak meningkat (Anggorodi, 1994).

Zat-zat makanan yang terkandung didalam makanan (nutrisi) sangat berpengaruh pada pertumbuhan. Hal ini terbukti bahwa apabila seekor hewan kekurangan nutrisi atau mengalami defisiensi suatu zat makanan maka laju pertumbuhan hewan tersebut akan terhambat. Mineral merupakan komponen nutrisi tambahan (Anggorodi, 1995), yang dianggap essensial karena ketiadaannya dalam pakan menimbulkan gejala defisiensi, sedangkan dengan penambahan mineral tersebut dapat mencegah terjadinya kelainan-kelainan akibat penyakit defisiensi yang dapat menyebabkan tubuh tidak dapat berfungsi dengan normal (Anggorodi, 1995). Kalsium termasuk dalam mineral essensial (Wahju, 1992) yang penting dalam mengatur sejumlah proses fisiologi dalam tubuh manusia dan hewan (Hadley, 1992). Unsur kalsium ini diperlukan untuk pembentukan tulang, pembekuan darah, dan berperan dalam kontraksi otot (Tillman *et al.*, 1991). Berkurangnya kalsium dalam tubuh dapat menimbulkan gejala-gejala defisiensi antara lain: pertumbuhan terhambat, penurunan konsumsi makanan, penurunan aktifitas serta osteoporosis dan riketsia (Wahju, 1992).

2.1.2 Pertumbuhan Tulang

Tulang adalah suatu jaringan hidup yang tersusun atas matriks kolagenosa yang mengandung garam mineral terutama garam fosfat dan kalsium (Ganong,1995). Kerangka ayam terdiri dari tulang yang bersifat *pneumatic* (berongga), 12 % struktur tulang pada ayam adalah tipe tulang medular yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

merupakan suatu jaringan yang mengikat struktur berongga (Blakely and Bade,1992).

Frandson (1996) menjelaskan bahwa tulang mempunyai banyak fungsi antara lain sebagai pelindung organ tubuh, memberi kekuatan dan bentuk pada tubuh, sebagai alat gerak, tempat cadangan mineral dan memberikan tempat untuk pembentukan sel darah.

Komponen jaringan tulang terdiri dari substansi dasar dan komponen serat (Yatim,1990). Substansi yang berperan dalam pembentukan tulang adalah osteoblast dan osteosit sedangkan substansi yang berperan dalam resorpsi tulang adalah osteoklast. Osteoblast merupakan sel pembentuk tulang yang mensekresi kolagen. Sel-sel osteoblas yang dikelilingi oleh matrik berkalsifikasi disebut osteosit, sedangkan osteoklas adalah sel multi nuklear yang mengerosi dan meresorbsi tulang yang dibentuk (Guyton, 1997). Serat-serat tulang terdiri dari serabut kolagen yang akan membentuk rangkaian dengan hidroksiapatit, sehingga matriks tulang menjadi keras, padat dan kukuh (Bajpai, 1989).

Matriks tulang merupakan substansi interseluler yang terdiri atas 2 komponen yaitu matriks organik dan anorganik. Serabut kolagen, mukopolisakarida, dan protein merupakan komponen dari matrik organik, sedangkan kristal hidroksiapatit ($3Ca_3 (PO_4)_2 Ca (OH)_2$), sejumlah garam-garam tulang dari ion-ion Cl (klor), F (flor), Mg (magnesium), phospat karbonat dan sitrat merupakan matrik anorganik (Maynard,1985). Kekerasan tulang tergantung dari bahan anorganiknya, sedangkan kekuatannya tergantung dari bahan organiknya khususnya dari serabut kolagen (Bajpai,1989).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

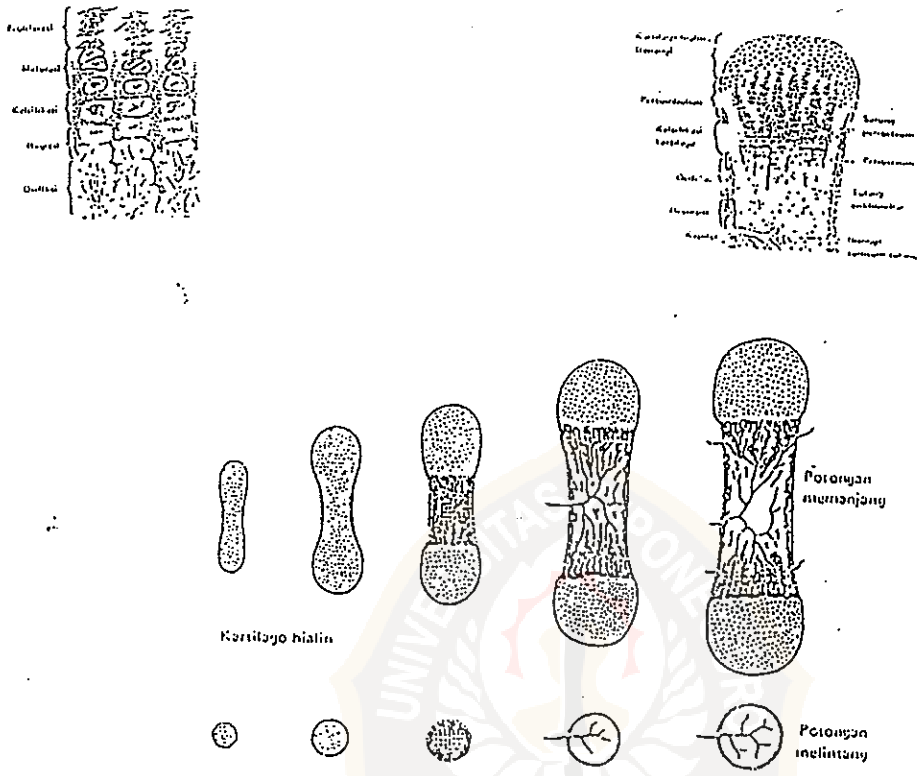
Proses penting pada pertumbuhan tulang adalah pengendapan garam-garam mineral atau mineralisasi yang dapat terjadi disekeliling rantai kolagen atau proteoglikan didalam matrik. Selain pengendapan, selama pertumbuhan tulang juga terjadi mobilisasi mineral kalsium (Bevelander & Ramaley, 1988), sehingga dikatakan bahwa tulang merupakan unit yang tidak tetap, ia mengalami remodeling terus menerus dan dalam keadaan stabil terdapat keseimbangan antara pembentukan tulang baru dengan pengikisan tulang (Martin *et al.*,1978). Mekanisme pangaturan pengendapan dan mobilisasi kalsium didalam tulang dilakukan dengan perantara darah (Tillman *et al.*, 1991).

Pertumbuhan pada tulang agak sedikit berbeda dengan jaringan lain karena pertumbuhan tulang hanya berupa peningkatan ukuran tanpa disertai perubahan bentuk (Davies, 1982), tulang berkembang dari jaringan yang telah ada sebelumnya. Perkembangan tulang dari mesenkim yang kemudian termineralisasi disebut dengan ossifikasi intramembranosa, sedangkan pembentukan tulang yang diawali dengan model tulang rawan terlebih dahulu disebut dengan ossifikasi endokondral. Tulang rawan tersebut akan menjadi tulang keras melalui proses mineralisasi (Dellman & Brown, 1992).

Proses ossifikasi endokondral diawali dengan terbentuknya bentuk baru yang berasal dari kartilago hialin. Kartilago hialin akan dipindahkan dan terdeposit dalam suatu tempat. Proses ini agak berbeda dengan proses yang terjadi pada intermembranosa, karena pada saat kartilago hialin cukup, sel-sel akan mensekresi matrik dan dimulailah proses hipertropi. Setelah terjadi hipertropi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

maka kalsium yang terdapat disekitar sel yang berasal dari pembuluh darah akan masuk ke matrik dan terjadi kalsifikasi (Sperber, 1991).



Gambar 0.1 Proses ossifikasi endokondral pada ekstremitas posterior
(Sumber : Bevelander & Ramaley, 1988)

Perkembangan tulang panjang pada mulanya berupa tulang rawan yang terdiri dari kartilago yang kemudian diubah menjadi tulang keras, ossifikasinya dimulai dari korpus yang letaknya diujung tulang (tulang endokondral), osteoblas akan membentuk jaringan serabut kolagen. Ujung tiap tulang dipisahkan dari

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

korpus tulang dengan lempengan kartilago yang aktif berproliferasi yang disebut dengan epifisis (Weicert,1958).

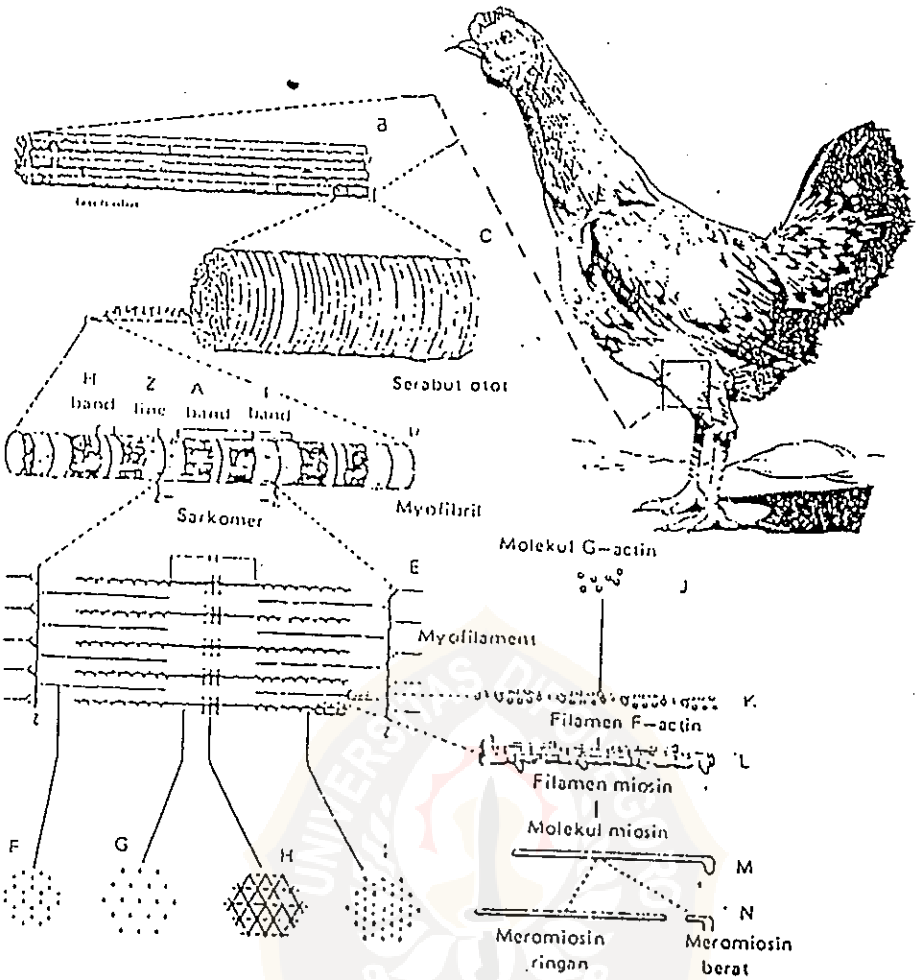
Tulang panjang selain memanjang juga mengalami pertambahan diameter dengan cara menambah jaringan tulang melalui penulangan oleh perioesteum, yang disertai dengan pengikisan jaringan tulang dari permukaan dalamnya, jadi diameter tulang akan bertambah, namun ketebalan tulang sendiri tetap dipertahankan (Subowo, 1992).

2.1.3 Pertumbuhan Otot

Otot tersusun atas seberkas otot yang disebut dengan fascikulus. Tiap berkas terdiri dari banyak serat otot, satu serat otot terdiri atas puluhan hingga ratusan miofibril. Setiap miofibril tersusun atas puluhan miofilamen. Miofilamen otot adalah aktin dan miosin yang tersusun secara tumpang tindih (Soeparno,1992). Serabut otot melekat dengan perantaraan tendo yang relatif sangat pendek, sehingga dapat dikatakan otot melekat pada periosteum tulang atau sedikit menembus permukaan tulang (Frandson, 1996).

Kimball (1992) menyatakan bahwa pertumbuhan jaringan otot tidak disebabkan oleh banyaknya jumlah serabut tetapi karena meningkatnya ukuran otot. Banyaknya serabut otot dalam suatu berkas adalah tertentu dan konstan. Peningkatan ukuran otot disebabkan oleh meningkatnya ketebalan atau diameter serabut otot dan bertambahnya jumlah jaringan seperti pembuluh darah atau jaringan ikat di sekitar otot yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan otot.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 0.2 Struktur otot rangka pada tingkat pembesaran
(Sumber : Ganong, 1995)

2.1.4 Kalsitriol

Kalsitriol endogen merupakan hormon yang mengatur kendali atas homoestasis kalsium tubuh yang diangkut dalam aliran darah dari tempat produksinya (Ganong, 1995). Peranan biologis utama kalsitriol adalah merangsang absorbsi kalsium dan fosfor dalam intestinum (Mc Gilvery & Goldstein, 1996).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Hormon kalsitriol diproduksi oleh serangkaian reaksi enzimatis dari vitamin D_3, kebanyakan vitamin D_3 yang diperlukan untuk sintesis kalsitriol diproduksi dalam lapisan kulit (malphigi epidermis) dari 7-dehidrokolesterol melalui reaksi non enzimatis melalui perantara sinar ultra violet (Mc Gilvery & Goldstein, 1996; Martin *et al.*, 1978).

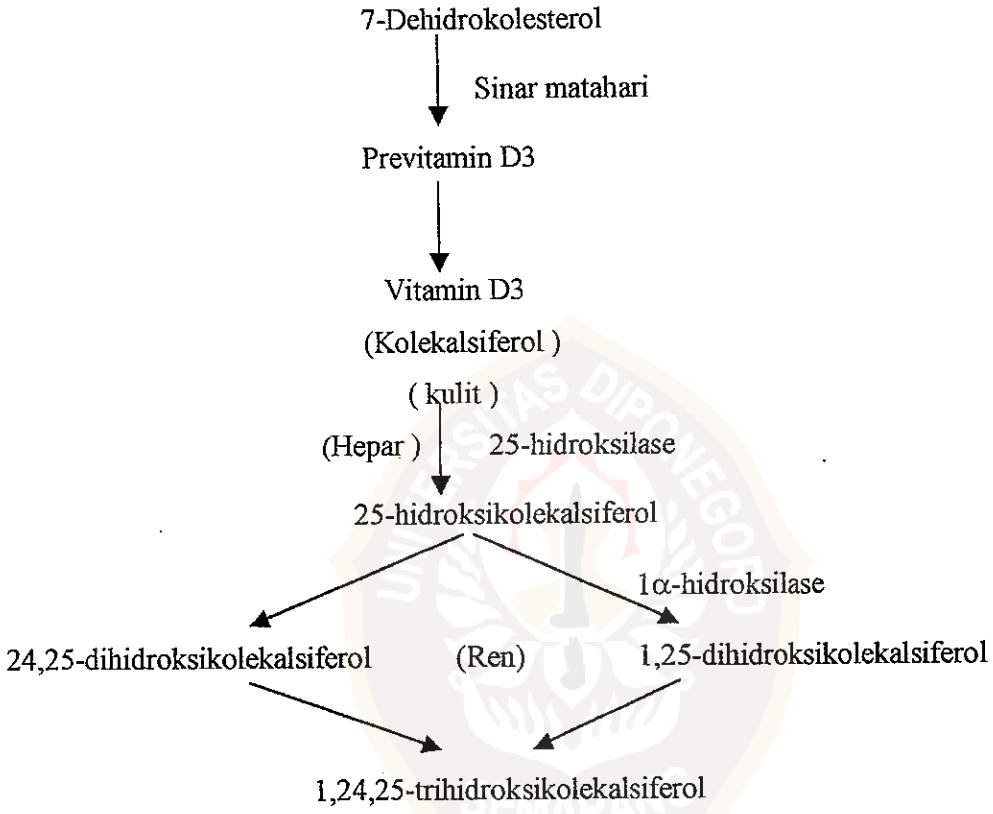
Vitamin D dalam keadaan murni merupakan kristal putih, tidak berbau, larut dalam lemak (minyak) dan pelarut organik seperti eter, heksosa, kloroform, aseton, alkohol serta tidak larut dalam air (Andarwulan dan Koswara, 1992). Transpor aktif kalsium dan fosfat dari usus ditingkatkan oleh metabolit vitamin D. Istilah vitamin D digunakan untuk menunjukkan gugusan yang berhubungan erat dengan sterol yang di hasilkan oleh kerja sinar ultraviolet pada provitamin tertentu (gambar 03). Kolekalsiferol yang juga dinamai vitamin D_3 dihasilkan didalam kulit dari 7-dehidrokolesterol oleh kerja sinar matahari. Reaksi ini melibatkan pembentukan cepat previtamin D_3. Hadley (1992) menyatakan bahwa dari kulit, kolekalsiferol ditransport oleh transkalsiferin ("*vitamin D Binding Protein*"/DBP= protein pengikat vitamin D) menuju sistem sirkulasi. Di bawah pengaruh penyinaran sinar matahari secara terus menerus pre vitamin D_3 juga mengalami fotoisomerisasi menjadi bentuk yang tidak aktif. Transkalsiferin tidak mempunyai afinitas yang kuat untuk produk-produk ini, maka senyawa ini tidak ditranslokasikan dalam sirkulasi tetapi tetap berada dikulit sebagai sisa (Ganong, 1995).

Ganong (1995) menjelaskan bahwa didalam hepar, kolekalsiferol diubah menjadi kalsidiol (25-hidroksikolekalsiferol). Kalsidiol dalam tubulus proksimal

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

ren diubah menjadi metabolit yang lebih aktif, yaitu 1,25-dihidroksikalsiferol yang disebut juga dengan kalsitriol. Enzim yang terlibat adalah 1α-hidroksilase. Metabolit yang kurang aktif 24,25-dihidroksikolekalsiferol juga dibentuk didalam ginjal (Ganong,1995).

Proses hidroksilasi kolekalsiferol digambarkan sebagai berikut :



Gambar 03. Skema proses hidroksilasikolekalsiferol
(Sumber : Ganong, 1995)

Pembentukan kalsitriol juga diregulasi oleh kadar kalsium dan fosfor plasma. Bila kadar kalsium dan fosfor dalam plasma rendah, maka sekresi hormon paratiroid akan meningkat sehingga merangsang pembentukan 1α-hidroksilase, demikian pula sebaliknya (Ganong, 1995; Linder, 1992). Hal ini

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

menjamin konsentrasi kalsium dan fosfor yang sesuai untuk penyimpanan dalam bentuk hidroksiapatit dalam serabut kolagen tulang (Martil *et al.*, 1978).

2.1.5 Pengaruh Kalsitriol Terhadap Peningkatan Berat Tulang dan Berat Otot

Kalsitriol merupakan metabolit aktif dari vitamin D yang berperan penting pada pertumbuhan tulang, terutama dengan menjamin ketersediaan mineral kalsium dan fosfat di dalam darah (Martin *et al.*, 1978) dan menjaga agar perbandingan antara mineral tersebut sesuai untuk mineralisasi tulang (Tuttle & schotellius, 1961). Kalsium selain berfungsi dalam pembentukan tulang juga berperan dalam kontraksi otot. Otot yang selalu berkontraksi akan menyebabkan terjadinya peningkatan ukuran otot. Peningkatan ukuran otot disebabkan oleh meningkatnya ketebalan atau diameter serabut otot dan bertambahnya jumlah jaringan seperti pembuluh darah dan jaringan ikat di sekitar otot yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan otot (Kimball, 1992).

Martin, *et al* (1978) menjelaskan bahwa selain meningkatkan CBP ("*Calsium Binding Protein*"= Protein pengikat Kalsium) di dalam intestinum, kalsitriol juga merangsang sintesis hidroksiapatit di dalam tulang yang merupakan bentuk utama kalsium dalam tulang. Defisiensi vitamin D (defisiensi kalsitriol) menyebabkan absorbsi kalsium dan fosfat terganggu, sehingga terjadi hipokalsemia atau hipofosfatemia akibat pembentukan tulang akan melambat atau protein tulang gagal dimineralisasi (Ganong, 1995; Linder, 1992). Defisiensi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

vitamin D ini dapat diatasi dengan kalsitriol sintetik sebagai suatu terapi pengganti (Anonim, 1992).

2.2 Hipotesis

Kalsitriol merupakan metabolit aktif vitamin D yang berfungsi untuk mengatur homoestatis kalsium dalam tubuh. Hewan yang kekurangan vitamin D tidak dapat membentuk kalsitriol, sehingga kalsium tidak dapat diabsorbsi dengan baik. Hal ini akan menyebabkan adanya gangguan pembentukan tulang, oleh karena pertumbuhan otot sejalan dengan pertumbuhan tulang maka apabila pembentukan tulang terganggu maka pertumbuhan otot juga terganggu.

Berdasarkan hal tersebut dapat diambil hipotesis bahwa pemberian hormon kalsitriol pada dosis tertentu dapat meningkatkan kalsifikasi tulang dan pertumbuhan otot sehingga meningkatkan rasio otot-tulang ekstremitas posterior pada *Gallus* sp.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)