

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Broiler

Ayam broiler adalah ayam jantan atau ayam betina yang umumnya dipanen pada umur 5 – 6 minggu dengan tujuan sebagai penghasil daging. Ayam broiler dipelihara mulai dari umur 1 hari atau *day old chick* (DOC) memiliki bobot badan mencapai 1,25 kg pada minggu ke-4, 1,8 – 2,0 kg pada minggu ke-5 dan 2,2 kg pada minggu ke-6 (Kartasudjana dan Suprijatna, 2006). Ayam broiler mulai masuk ke Indonesia sekitar tahun 1970-an, dan berkembang pesat sampai sekarang. Perkembangan tersebut disebabkan semakin banyak masyarakat Indonesia yang membutuhkan sumber protein hewani asal broiler sehingga permintaan menjadi tinggi. Selain itu, waktu pemeliharaan yang singkat menjadikan peternak semakin bergairah untuk mengembangkan usaha peternakan boiler disamping karena modal usaha cepat kembali (Santoso dan Sudaryani, 2009).

Ayam broiler merupakan hasil seleksi genetik yang sangat ketat yang memang dititik beratkan pada laju kecepatan pertumbuhan tinggi dengan efisiensi pakannya tinggi dan dapat dipasarkan dalam waktu singkat (Suci dan Hermana, 2012). Ayam mengkonsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhan energi. Sebelum kebutuhan energi terpenuhi, konsumsi ayam meningkat. Pemeliharaan selama 5 minggu membutuhkan energi metabolis 3.000 kkal/kg dan protein 22% dan

menghabiskan pakan sebanyak 2,5 kg/ekor dengan rata-rata bobot badan 1,2 – 1,3 kg/ekor (Kartasudjana dan Suprijatna, 2006).

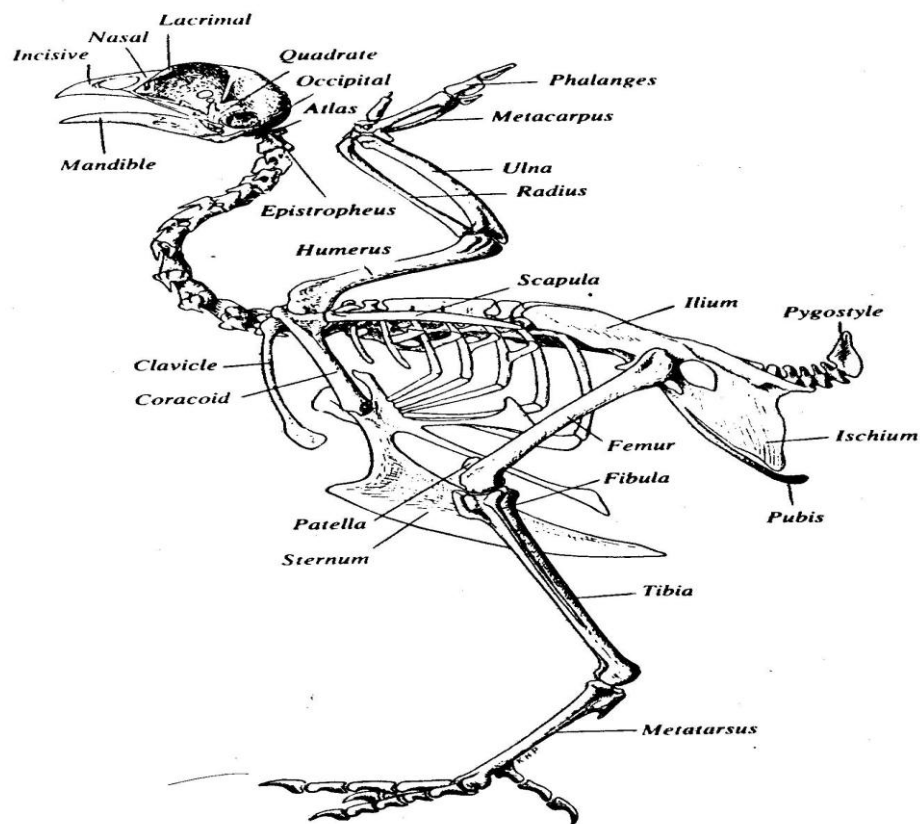
2.2. Pertumbuhan Tulang

Periode pertumbuhan biasanya diawali dengan pertumbuhan tulang yang sangat cepat. Laju pertumbuhan dan deposisi lemak meningkat setelah pubertas. Selama pertumbuhan, ukuran tumbuh secara kontinyu dengan laju pertumbuhan yang relatif lambat, sedangkan pertumbuhan otot relatif cepat, sehingga ratio otot dengan tulang meningkat selama pertumbuhan. Pertumbuhan otot menjadi sangat lambat bila memasuki periode penggemukan/*fattening* (Soeparno, 1994).

Proses perkembangan tulang diawali dengan pembentukan tulang yang merupakan peningkatan produksi jumlah substansi dasar sel, dalam waktu yang sama, ukuran sel meningkat, diperkirakan sebagai suatu bentuk polyhedral, selanjutnya melalui sejumlah proses, sel-sel tersebut diketahui sebagai *osteoblast*. *Osteoblast* menyusun permukaan lapisan tulang. Peningkatan ketebalan tulang terjadi melalui penambahan lapisan dari matrik yang dihasilkan oleh aktifitas *osteoblastic*. Selama proses ini, beberapa *osteoblast* terikat dalam matrik dan terjadi kalsifikasi yang menghasilkan suatu ruangan dalam matrik yang disebut *lacuna*. Sel tersebut merupakan sel tulang yang sebenarnya dan disebut osteosit (Bevelender, 1970 yang disitasi oleh Yuniarti dan Saraswati, 2002).

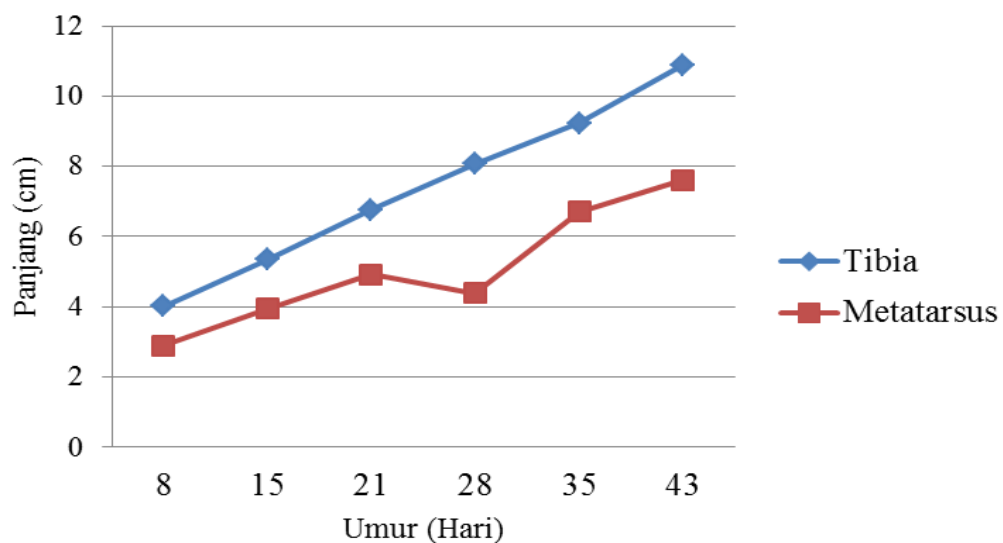
Pertumbuhan tulang ada 2 macam dimana keduanya tergantung pada sel-sel khusus pembentuk tulang. *Intramembranous ossification* adalah bila tulang langsung berkembang dari mesenkhim. *Endochondral ossification* adalah

pembentukan tulang melalui suatu pergantian dengan kartilago, selanjutnya terjadi proses pengapuran tulang rawan yang diserap dan digantikan oleh tulang (Dellman dan Brown, 1989 yang disitasi oleh Yuniarti dan Saraswati, 2002). Proses pembentukan tulang meliputi proses sekresi dan pemadatan untuk menyusun matrik tulang. Kekuatan tulang selain ditentukan oleh kandungan mineral massa tulang juga ditentukan oleh karakteristik struktural tulang yaitu ukuran, bentuk dan susunan arsitektur tulang. Penurunan massa tulang selain diidentifikasi dari kepadatan tulang, juga dapat diprediksi dari perubahan struktural tulang (Yuliati *et al.*, 2007). Kerangka tubuh ayam dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Kerangka Tubuh Ayam (Nesheim *et al.*, 1979)

Pertumbuhan tulang terjadi pada saat ternak masih dalam masa pertumbuhan, yang meliputi proses pematangan dan penyusunan matriks tulang, bagian permukaan epifisis dan diafisis seiring perkembangannya akan mengalami kalsifikasi secara terus menerus sampai pertumbuhan memanjang dari kerangka terhenti, kalsifikasi tulang merupakan proses pengendapan mineral terutama kalsium dan fosfor ke dalam matriks tulang (Tillman *et al.*, 1991). Kalsium dan fosfor merupakan unsur yang penting dalam pembentukan tulang. Ransum sebagian besar digunakan untuk pembentukan tulang (Wahju, 1997). Grafik pertumbuhan panjang tulang *tibia* dan *metatarsus* dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

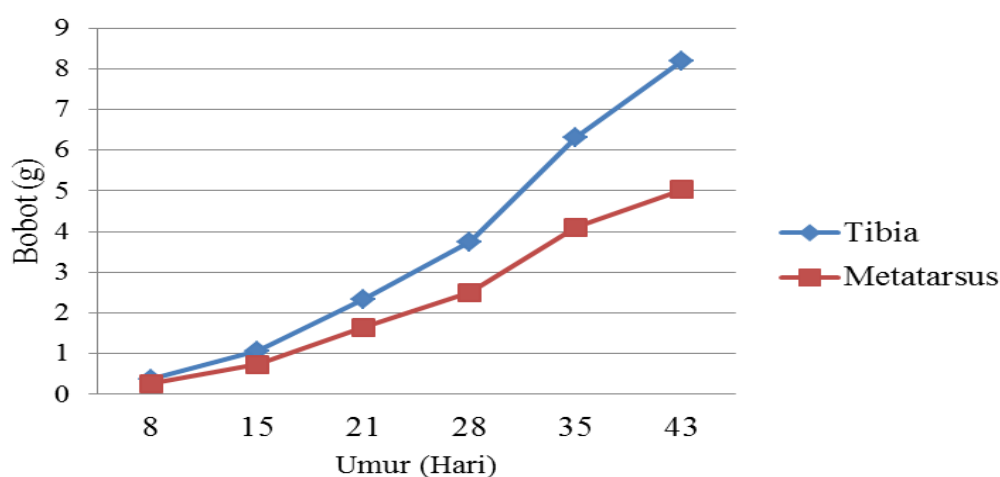


Ilustrasi 2. Pertumbuhan Panjang Tulang *Tibia* dan *Metatarsus* (Applegate dan Lilburn, 2002)

Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) berfungsi untuk pertumbuhan atau tulang dan pembentukan kerabang (Suci dan Hermana, 2012). Fungsi dari kalsium adalah untuk membentuk rangka yang kuat serta melindungi organ yang penting serta

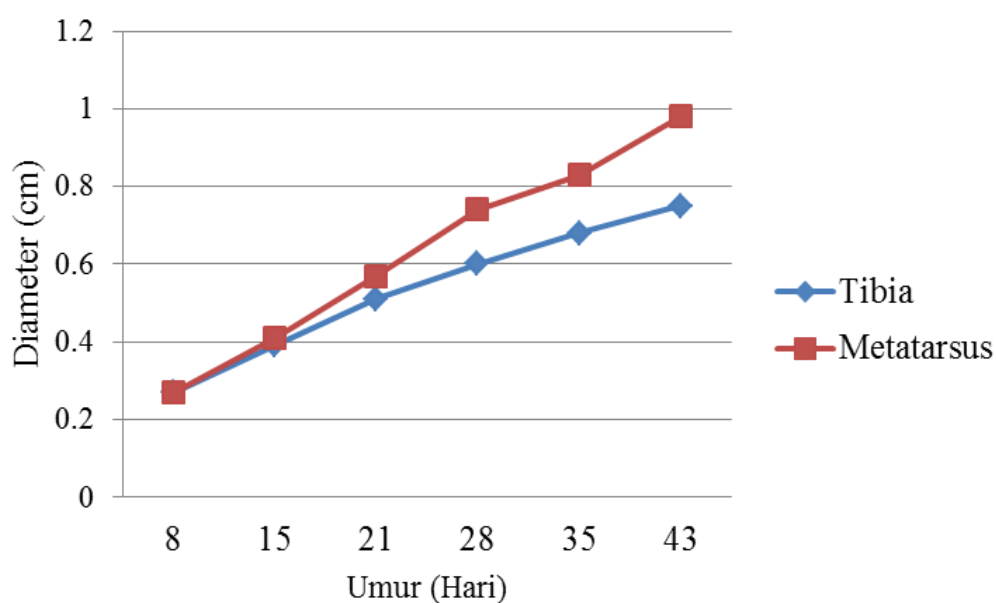
membantu pergerakan dan pertumbuhan (Bangun *et al.*, 2013). Kekurangan kalsium dan fosfor yang dikonsumsi dapat menyebabkan terjadinya mobilisasi kalsium dan fosfor dari tulang sehingga bobot tulang akan berkurang dan keropos (Suprpto *et al.*, 2012).

Imbangan optimum dari kalsium dan fosfor pada ransum unggas adalah antara 1 : 1 dan 2 : 1, kecuali pada unggas yang sedang bertelur kebutuhan kalsium tinggi, lebih kurang 5 kali untuk mencukupi kebutuhan kerabang telurnya (Tillman *et al.*, 1991). Penggunaan kalsium dosis tinggi tanpa diikuti dengan fosfor dalam takaran yang seimbang dikhawatirkan dapat mengganggu keseimbangan kalsium–fosfor di dalam tubuh (Yuniarti *et al.*, 2008). Fosfor dalam ransum kurang tersedia, maka fosfor dalam tulang dirombak melalui proses mobilisasi fosfor dari tulang-tulang panjang seperti tulang *tibia*, yang berakibat gangguan pertumbuhan tulang (Djulardi *et al.*, 2006). Grafik pertumbuhan bobot tulang *tibia* dan *metatarsus* dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Pertumbuhan Bobot Tulang *Tibia* dan *Metatarsus* (Applegate dan Lilburn, 2002)

Penurunan pertumbuhan tulang ini terkait dengan penurunan konsumsi pakan dan meningkatnya konsumsi air minum dan penurunan metabolisme mineral khususnya kalsium dan fosfor, sehingga akan semakin berkurang proses pembentukan tulang dan pengerasan tulang yang berakibat pada pertumbuhan tulang yang tidak optimal (Hastuti *et al.*, 2013). Deposisi kalsium dalam tulang menurun akibat meningkatnya kadar serat kasar dalam ransum yang menghambat absorpsi kalsium untuk proses kalsifikasi tulang dalam pertumbuhan (Siahaan *et al.*, 2014). Kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan densitas tulang yang normal (Rizkuna *et al.*, 2014). Grafik pertumbuhan diameter tulang *tibia* dan *metatarsus* dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Pertumbuhan Diameter Tulang *Tibia* dan *Metatarsus* (Van Wyhe *et al.*, 2012)

Metabolisme kalsium memerlukan protein melalui mekanisme *Calcium Binding Protein* (CaBP) (Kismiati *et al.*, 2012). Apabila pencernaan protein

meningkat akan menyebabkan asupan kalsium lebih tinggi, karena kalsium diserap bersama dengan protein yang disebut juga dengan CaBP (Syafitri *et al.*, 2015). Protein yang diserap dalam usus juga dimanfaatkan dalam transportasi kalsium, yaitu untuk mengikat kalsium pada mukosa usus yang dikenal sebagai CaBP (Apriliyana *et al.*, 2015). Kekurangan protein menyebabkan hambatan kalsifikasi tulang sehingga pembentukan matriks organik akan terhambat. Ini akan menyebabkan berkurangnya deposisi mineral terutama kalsium dan fosfor dalam matriks tulang (Pudyani, 2005).

Peran dari protein dan lisin adalah membentuk jaringan tulang dan membantu dalam transportasi kalsium yang nantinya dideposisikan di tulang serta kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan densitas tulang yang normal (Rizkuna *et al.*, 2014). Tikus yang diberi pakan rendah kandungan lisin akan mengakibatkan gangguan pada proses mineralisasi tulang sehingga kandungan mineral tulang yaitu fosfor dan kalsium sedikit (Odutuga dan Amballi, 2007). Lisin juga berperan dalam pembentukan jaringan kolagen tulang (Mayes *et al.*, 1987).

Asupan protein yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan tulang apabila disertai dengan konsumsi kalsium yang memadai (Hughes, 2003). Kalsium yang tinggi dimanfaatkan oleh tubuh yang digunakan untuk deposisi kalsium sebagai pembentukan tulang (Clarke, 2008). Semakin tinggi kualitas dan konsumsi pakan menghasilkan efisiensi pakan yang semakin tinggi pula berkaitan dengan kalsium, sehingga berdampak positif pada pertumbuhan tulang (Moreki *et al.*, 2011).

Tulang *tarsometatarsus* merupakan tulang kering dimana merupakan tempat deposisi mineral kalsium dan fosfor paling banyak yang digunakan untuk pembentukan kerangka tulang dibandingkan dengan tulang panjang lainnya (Bangun *et al.*, 2013). Tulang *metatarsus* memiliki pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan pertumbuhan tulang kaki lainnya seperti seperti tulang *tibia* dan *femur* (Candrawati, 2007). Tulang *tibia* memiliki kecepatan mineralisasi lebih baik (Magorzata dan Mieczan, 2009). Genetik dan pakan sangat penting dalam mempengaruhi laju pertumbuhan dan perkembangan pada tulang, apabila kandungan zat makanan yang terkandung dalam pakan sudah mencukupi kebutuhan terutama kebutuhan kalsium dan fosfor, laju pertumbuhan tulang pada ayam broiler dapat berkembang dengan baik (Kurniawan, 2012).

2.3. Ransum

Ransum merupakan campuran bahan pakan yang mengandung nutrisi bagi ternak dan diberikan kepada ternak untuk kebutuhan selama 24 jam. Pakan merupakan campuran berbagai macam bahan, baik organik maupun anorganik yang diberikan pada ternak guna memenuhi kebutuhan zat-zat makanan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan serta reproduksinya (Suprijatna *et al.*, 2008). Fungsi ransum yang diberikan kepada ayam pada prinsipnya untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan membentuk sel jaringan tubuh. Selain itu, ransum dapat menggantikan bagian-bagian zat nutrisi yang menjadi kebutuhan ayam seperti karbohidrat, lemak dan protein yang selanjutnya menghasilkan energi selama proses penguraiannya (Santoso dan Sudaryani, 2009). Ransum

mempunyai campuran lebih dari satu bahan pakan yang dibutuhkan oleh ternak. Berdasarkan bentuknya, ransum dibagi menjadi tiga jenis yaitu *mash*, pelet, dan *crumble* (Alamsyah, 2005).

Konsumsi ransum setiap minggu bertambah sesuai dengan penambahan bobot badan. Setiap minggunya ayam mengonsumsi ransum lebih banyak dibandingkan dengan minggu sebelumnya (Fadilah, 2004). Konsumsi ransum ayam pedaging tergantung pada strain, umur, aktivitas serta temperatur lingkungan (Wahju, 1997).

Penyusunan formulasi pakan secara praktis, perhitungan kebutuhan nutrisi hanya didasarkan pada kebutuhan energi metabolis (EM) dan protein kasar (PK), sedangkan kebutuhan nutrisi yang lain menyesuaikan. Apabila ternak menunjukkan gejala defisiensi maka perlu ditambahkan suplemen tertentu vitamin dan mineral. Tingkat kandungan energi pakan harus disesuaikan dengan kandungan proteinnya, karena protein sangat penting untuk pembentukan jaringan tubuh dan produksi. Apabila energi terpenuhi namun proteinnya kurang maka laju pertumbuhan dan produksi akan terganggu. Oleh karena itu, perlu diperhitungkan keseimbangan antara tingkat energi dan protein sehingga penggunaan menjadi efisien (Suprijatna *et al.*, 2008). Kebutuhan ayam broiler pada fase *starter* (3.153 kkal/kg EM dan 12,2% PK), fase *grower* (3.195 kkal/kg EM dan 20,2% PK) dan fase *finisher* (3.250 kkal/kg EM dan 17,70% PK) (Shariatmadari, 2009).

Protein sangat berperan penting dalam meningkatkan stabilitas deposisi mineral dalam tulang. Hal ini dapat dicukupi dengan pemberian pakan yang

mengandung kadar protein yang mencukupi sehingga pertumbuhan tulang menjadi optimal. Dijelaskan lebih lanjut, sel-sel tulang (*osteoblast*) membentuk kolagen yaitu suatu protein yang mengikat kalsium yang berfungsi sebagai pembawa kalsium untuk dideposisikan dalam tulang (Jull, 1972 yang disitasi oleh Kurniawan, 2012). Kandungan protein dalam ransum untuk ayam broiler umur 1 – 14 hari adalah 21 – 24% dan untuk umur 14 – 39 hari adalah 19 – 21% (Fadilah, 2004).

Kebutuhan nutrisi untuk ayam broiler adalah protein, energi, vitamin dan mineral kalsium. Protein merupakan sumber berbagai asam amino penting bagi tubuh. Pakan broiler sebaiknya mengandung protein 21 – 22% dan setelah itu protein diturunkan secara bertahap (Mulyantini, 2010). Kandungan asam amino dalam ransum yang dikonsumsi harus sesuai kebutuhan tergantung pada genetik, jenis kelamin, umur, aktivitas dan kondisi lingkungan (Wieke dan Liebert, 2013). Asam amino essensial merupakan asam amino yang harus disediakan dalam pakan karena ternak tidak mampu mensintesisnya, sedangkan asam amino non essensial merupakan asam amino yang dapat disintesis dalam tubuh sehingga tidak harus tersedia dalam pakan (Abun, 2006).

Energi merupakan penggerak semua aktivitas kehidupan unggas. Menurut definisi, energi merupakan hasil dari oksidasi dari nutrisi (karbohidrat, lemak, dan protein) yang terjadi selama proses metabolisme (Rizal, 2006). Pakan untuk ayam broiler fase *starter* mengandung energi sebesar 2.800 – 2.900 kkal/kg dan *finisher* sebesar 3.000 – 3.200 kkal/kg (Yuwanta, 2004). Tinggi rendahnya energi dalam

pakan berpengaruh terhadap konsumsi pakan yang dapat mempengaruhi jumlah protein dalam tubuh (Huyghebaert, 2005).

Vitamin merupakan senyawa organik yang terdapat dalam bahan makanan dalam jumlah yang sangat kecil yang sangat penting digunakan sebagai kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, perkembangbiakan dan kesehatan. Ternak unggas memerlukan 13 vitamin yang terdapat dalam pakan, kecuali vitamin C karena tidak dapat disintesis oleh tubuh. Vitamin digolongkan menjadi 2 yaitu vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E dan K) dan vitamin yang larut dalam air (tiamin, ribovlafin, asam nikotenat, folasin, biotin, asam pentotenat, pyridoxine, vitamin B12 dan kolin) (Suprijatna *et al.*, 2008). Vitamin yang larut dalam lemak akan diabsorpsi bersama lemak yang terdapat dalam ransum seperti mekanisme absorpsi lemak. Vitamin yang larut dalam air tidak berpengaruh terhadap peningkatan absorpsi lemak, tetapi akan disimpan dalam tubuh dan tidak dikeluarkan melalui urin (Wahju, 1997).

Mineral merupakan benda padat berbentuk kristal yang tidak dapat diuraikan. Mineral yang dibutuhkan oleh unggas dapat dibagi atas 2 golongan yaitu mineral makro (Ca, P, Mg, Na, K dan Cl) dan mineral mikro (Mn, Zn, Fe, Cu, I, Mo dan Se) (Rizal, 2006). Kebutuhan kalsium (Ca) untuk ayam broiler adalah 0,9 – 1,0% dan kebutuhan fosfor (P) adalah 0,35 – 0,40% (Mulyantini, 2010). Kalsium dan fosfor merupakan mineral yang esensial bagi tubuh yang memiliki hubungan erat satu sama lain dalam proses metabolisme termasuk pembentukan tulang (Tillman *et al.*, 1991). Kelebihan konsumsi kalsium tanpa diimbangi peningkatan kandungan fosfor dalam ransum dapat menyebabkan

penurunan laju pertumbuhan dan efisiensi penggunaan ransum serta terjadinya gangguan pembentukan tulang kaki atau *bone malformation* (Shafey, 1993).

2.4. Limbah Penetasan

Limbah penetasan merupakan salah satu pakan nonkonvensional yang dapat dijadikan sebagai pakan sumber protein pada ternak unggas. Limbah penetasan telur berbentuk padat terdiri dari kerabang telur, telur infertil, embrio mati, telur yang terlambat menetas dan *day old chick* (DOC) mati, serta cairan kental dan jaringan yang membusuk (Dhaliwal *et al.*, 1997; Glatz *et al.*, 2011; Mahmud *et al.*, 2015). Mehdipour *et al.* (2009) melaporkan bahwa pengolahan bahan mentah limbah penetasan yaitu dikeringkan pada suhu 100 °C selama 5 – 8 jam. Proses ini tidak ditambahkan air kemudian digiling menjadi tepung. Produksi limbah penetasan yang dihasilkan dari penetasan ayam broiler diperkirakan sebanyak 23 kg dengan berat segar 55 – 60% dari 1.000 butir telur yang ditetaskan (Abiola *et al.*, 2012).

Pengolahan tepung limbah penetasan dilakukan dengan cara merebus pada air mendidih 100 °C selama 20 menit, kemudian didinginkan antara 2 sampai 3 jam, setelah itu dimasukkan dalam oven dengan suhu 70 °C selama 1 jam sampai kering (Abiola *et al.*, 2012). Selain itu dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti dengan cara memasak pada dengan air mendidih (100 °C selama 3 jam), kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 60 °C sampai kering (Mahmud *et al.*, 2015) atau menggunakan *autoclave* pada suhu 100 °C dengan tekanan sebesar

2,2 kg cm⁻² selama 15 menit, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam (Shahriar *et al.*, 2008).

Kandungan beberapa asam amino esensial penting seperti lisin dan methionin cukup tersedia dalam tepung limbah penetasan (Khan dan Bhatti, 2001). Berdasarkan penelitian sebelumnya fakta diperoleh bahwa tepung limbah penetasan memiliki kandungan nutrisi yang bagus dan seimbang termasuk asam amino, asam lemak dan ketersediaan Ca dan ketersediaan P yang tinggi (Sathiskumar dan Prabakaran, 2008; Shahriar *et al.*, 2008).

Hasil pengamatan kandungan nutrisi dalam tepung limbah penetasan menurut berbagai sumber ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Tepung Limbah Penetasan dari Berbagai Sumber Penelitian

Sumber	EM	PK	LK	SK	Abu	Ca	P
	kkal/kg	------(%)-----					
¹⁾ Shahriar <i>et al.</i> (2008)	3.520	32,11	27,61	2,35	0,56	21,45	28,55
²⁾ Mehdipour <i>et al.</i> (2009)	-	24,31	12,15	-	37,05	25,62	1,47
³⁾ Al-Harthi <i>et al.</i> (2010)	2.850	36,50	28,50	1,20	27,00	18,00	0,75
⁴⁾ Abiola <i>et al.</i> (2012)	-	42,26	23,94	1,00	6,79	10,97	0,66
⁵⁾ Mahmud <i>et al.</i> (2015)	-	43,67	27,14	1,62	25,81	19,02	1,99

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kualitas tepung limbah penetasan sangat beragam tergantung dari teknik pengolahan, komposisi masing-masing limbah dan lama waktu pengolahan. Kandungan protein kasar dari tepung limbah penetasan berkisar antara 32,11 – 46,50% menunjukkan bahwa tepung limbah penetasan dapat dijadikan bahan pakan sumber protein karena protein mempunyai persentase paling tinggi dari nutrisi lainnya. Pengolahan limbah penetasan menjadi tepung limbah penetasan yang dilakukan dengan berbagai metode seperti

direbus, dimasak, *autoclave* dan dengan cara ekstrusi tidak menyebabkan tepung limbah penetasan mengalami kehilangan banyak kualitas protein (Mahmud *et al.*, 2015). Tepung limbah penetasan dengan kualitas tinggi dapat diproduksi ketika proses produksi dioptimalkan (Chiu dan Wei, 2011). Penggunaan antioksidan dapat dilakukan pada tepung limbah penetasan yang mengandung lemak kasar tinggi untuk mencegah oksidasi yang menyebabkan ketengikan dan memperpanjang umur simpan (Mahmud *et al.*, 2014).

Asam amino esensial yang dibutuhkan dalam ransum broiler antara lain lisin dan methionin (Wahju, 1997). Kandungan asam amino esensial yang terkandung dalam bahan pakan sumber protein hewani dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Asam Amino Bahan Pakan Sumber Protein Hewani

Asam Amino	Tepung Ikan ¹⁾	Tepung Limbah Penetasan ²⁾	<i>Poultry Meat Meal</i> ³⁾
	------(%)-----		
Protein kasar	60,00	33,13	56,48
Lisin	4,51	1,47	3,93
Methionin	1,63	0,67	1,63

Keterangan : ¹⁾ NRC (1994), ²⁾ Desmukh dan Patterson (1997), ³⁾ Muktiani dan Prastiwi (2014)

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kandungan lisin dan methionin dalam tepung limbah penetasan masih lebih rendah dari bahan pakan sumber protein lainnya, namun kandungan asam amino ini bisa saling melengkapi. Pemberian pakan sumber protein yang berbeda akan meningkatkan performa unggas yang disebabkan sifat saling melengkapi (Irish dan Balnave, 1993; Al-Harhi *et al.*, 2010). Jenis protein sederhana dalam ransum dapat defisien akan satu atau tersedia cukup asam amino, kedua macam protein tersebut satu dengan

lainnya dapat menutupi kekurangan itu, sifat demikian disebut “pengaruh suplementer protein” (Anggorodi, 1995). Rasool *et al.* (1999) menyimpulkan bahwa perpaduan antara tepung ikan dengan tepung limbah penetasan dapat menyebabkan keseimbangan asam amino yang lebih baik dalam ransum. Dilihat dari performa juga menunjukkan hasil pertumbuhan dan efisiensi pakan yang baik pada ransum yang mengandung 12% tepung limbah penetasan yang mempunyai kandungan nutrisi yang mirip dengan tepung ikan.

Hasil penelitian yang menggunakan tepung limbah penetasan sangat beragam. Penggunaan tepung limbah penetasan dengan komposisi 3% dari ransum dapat meningkatkan kekuatan tulang *tibia* tanpa mempengaruhi performa broiler (Mehdipour *et al.*, 2009). Penggunaan 10% tepung ikan dapat digantikan dengan penggunaan 10% tepung limbah penetasan yang tidak memberikan pengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produksi karkas, bahan pakan ini dapat menyediakan protein dan mineral serta meminimalisir masalah lingkungan (Abiola *et al.*, 2012).