

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Ayam Pedaging (Broiler)

Ayam pedaging adalah ayam jantan dan betina muda yang dijual dengan bobot tubuh tertentu pada umur di bawah 8 minggu. Ayam ini mempunyai pertumbuhan cepat, berdada lebar dan dapat menghasilkan daging yang baik dengan jumlah yang banyak. Broiler adalah istilah untuk menyebut strain ayam hasil budidaya teknologi yang memiliki nilai ekonomis, yaitu mempunyai pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging, konversi pakan irit, siap dipotong pada usia relatif muda, serta menghasilkan kualitas daging berserat lunak (Rasyaf, 2001).

Pertumbuhan ayam broiler yang cepat harus didukung dengan konsumsi ransum yang baik. Bila kualitas maupun kuantitas makanan yang diberikan baik, maka akan didapatkan hasil yang baik, begitu pula sebaliknya. Karena itu, setiap bibit ayam harus ditentukan konsumsi ransumnya pada batas tertentu yang disebut konsumsi standar atau baku, supaya kemampuan prima pada ayam bisa terekspresi (Rasyaf, 2001).

1.2 Mikromineral

Mikromineral merupakan mineral-mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan terdapatnya dalam tubuh tidak lebih dari 1/20000 % (Kamal, 1994).

Unsur-unsur ini meliputi krom, kobal, tembaga, mangan, molibdenum, nikel, selenium, silikon, timah, vanadium dan seng (Muchtadi dkk, 1993).

Peranan penting dari mikromineral antara lain untuk pemeliharaan kehidupan, pertumbuhan dan reproduksi (Muchtadi dkk, 1993). Umumnya unsur mikromineral berfungsi sebagai kofaktor dalam reaksi-reaksi enzim, komponen cairan tubuh (elektrolit), tempat untuk mengikat oksigen (transportasi), komponen struktural makromolekul non enzimatis, berperan dalam sintesis protein, konduksi saraf, kontraksi otot dan transport zat gizi (Linder, 1992 dan Muchtadi dkk, 1993).

Mikromineral merupakan unsur-unsur anorganik. Unsur-unsur anorganik esensial harus ada dalam pakan. Kebutuhan ayam untuk tiap unsur anorganik dalam pakan berdasarkan Wahyu (1997) terdapat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 01 : Jumlah Unsur-unsur Anorganik Essensial dalam pakan

Unsur	Kebutuhan anak ayam (mg/kg)		Kebutuhan ayam petelur (mg/kg)	
	Umur 0-8 minggu	Umur 8-20 minggu	Umur 20 minggu	Umur >40 minggu
Magnesium	500	500	500	500
Mangan	50	50	33	33
Zeng	40	30	40	60
Besi	80	45	45	55
Tembaga	5	5	5	5
Molibdenum	0.2	0.2	0.2	0.2
Selenium	0.15	0.1	0.1	0.1
Iodium	0.35	0.35	0.3	0.3

2.2.1 Besi (Fe)

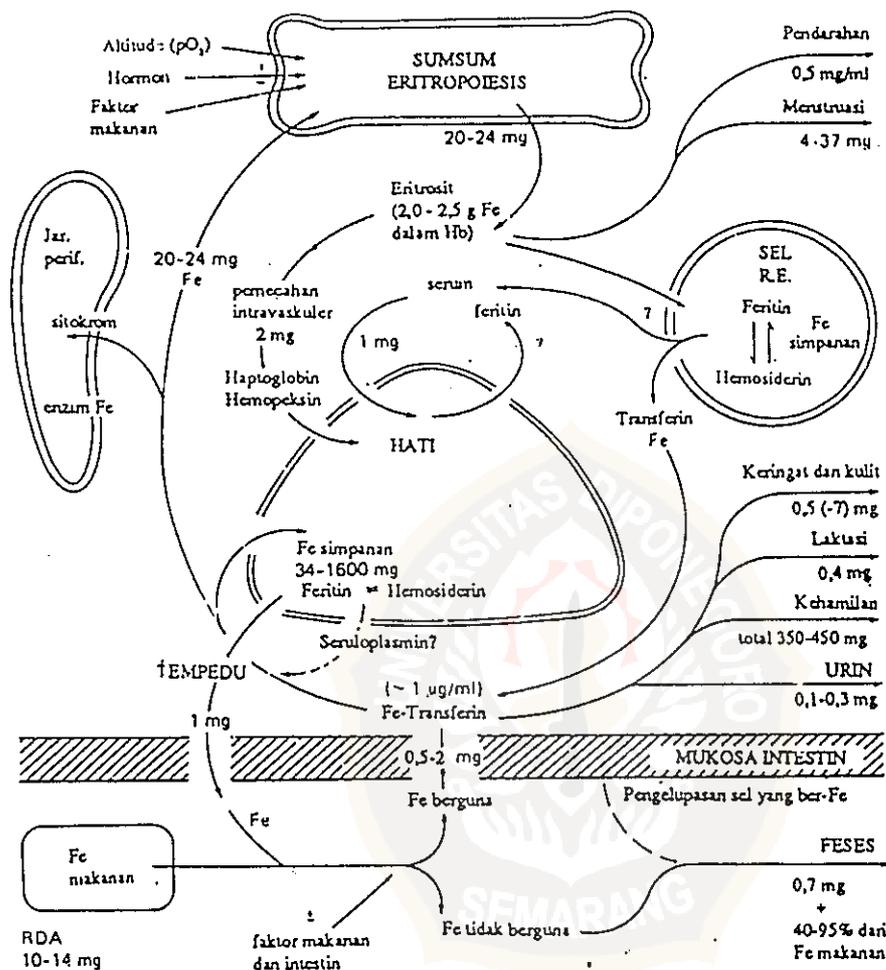
Zat Besi merupakan mikromineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh hewan dan manusia. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, zat ini mempunyai peranan yang sangat penting. Fungsinya antara lain sebagai komponen hemoglobin, mioglobin dan beberapa enzim, berperan dalam transfer elektron dan oksidasi fosforilasi dalam sel, serta terdapat dalam bentuk feritin dan hemosiderin sebagai prot.in penyimpan Fe (Campbell, 1977 dan Linder, 1992).

Distribusi Fe terbesar dalam tubuh terdapat dalam sel darah merah, sebesar 60 % dalam bentuk hemoglobin yang berfungsi untuk mengangkut gas-gas dari luar tubuh (Campbell, 1977). Hemoglobin akan mengangkut oksigen ke sel-sel yang membutuhkan untuk metabolisme glukosa, lemak dan protein menjadi energi (ATP) (Muchtadi dkk, 1993).

Mioglobin merupakan pigmen dari otot yang juga disusun oleh zat besi. Pigmen ini berperan dalam transportasi oksigen ke otot. Mioglobin akan berikatan dengan oksigen dan mengangkutnya melalui darah menuju sel-sel otot. Mioglobin yang berikatan dengan oksigen inilah yang menyebabkan otot berwarna merah (Muchtadi dkk, 1993).

Zat besi juga merupakan komponen enzim oksidase pemindah energi, yaitu : sitokrom oksidase, xanthine oksidase, suksinat dehidrogenase, katalase dan peroksidase. Enzim-enzim tersebut menyediakan energi (ATP) untuk mendukung proses metabolisme (Muchtadi dkk, 1993).

Zat besi mengalami proses metabolisme yang bersifat kompleks di dalam tubuh. Diagram metabolisme Fe secara lengkap terdapat dalam skema sebagai berikut:



Gb. 01. Skema metabolisme Fe (dikutip dari Linder, 1992).

Penyerapan zat besi yang berasal dari makanan atau senyawa organik sangat tergantung kepada bentuk ionik besinya, sebagai ferro atau ferri. Ferosulfat dan berbagai garam ferro lain (Fe II) sangat mudah diserap, sedangkan garam ferri (Fe III) relatif lebih lambat diserap (Muchtadi dkk, 1993). Bagian intestinum yang paling banyak menyerap zat besi adalah duodenum dan jejunum.

Asam askorbat dan sistein dalam makanan akan membantu reduksi Fe dari bentuk ferri menjadi ferro serta meningkatkan absorpsi Fe (Dówell, 1992).

Winarno (1991) menyatakan bahwa proses penyerapan besi berlangsung melalui mekanisme *mukosal block*, yaitu besi yang akan diserap bergabung dahulu dengan protein (apoprotein) yang terdapat dalam dinding usus, sehingga terbentuklah feritin kemudian masuk dalam plasma darah.

Besi dalam darah diangkut oleh protein transferin ke sumsum tulang untuk proses pembentukan molekul-molekul hemoglobin baru. Transferin juga mengangkut besi ke bagian jaringan tubuh yang lain serta ke tempat penyimpanan besi. Pada umumnya sebagian besar besi disimpan dalam hati, limpa dan sumsum tulang (Winarno, 1991).

Berhubungan dengan proses metabolisme sel darah merah dan proses pengeluaran besi keluar tubuh, maka diperlukan pemasukan Fe dari eksternal untuk menjaga homeostasis dalam tubuh (Campbell, 1977). Kebutuhan Fe untuk ayam adalah 80 mg/kg ransum pada umur 0-8 minggu, sedang untuk ayam umur 8-20 minggu sebesar 40 mg/kg (Anggorodi, 1985).

Kurangnya masukan Fe ke dalam tubuh akan menimbulkan ketidaknormalan proses metabolisme. Gejala defisiensi zat besi yang paling jelas adalah anemia normositik hipokromik, artinya ukuran sel masih normal namun nilai hemoglobinnya rendah. Indikator awal defisiensi Fe dapat dilihat dari kandungan Fe dalam sumsum tulang (Linder, 1992).

2.2.2 Tembaga (Cu)

Mikromineral tembaga erat hubungannya dengan Fe, karena Cu diperlukan untuk pembentukan hemoglobin. Mikromineral tersebut terdapat dalam plasma darah (Anggorodi, 1985).

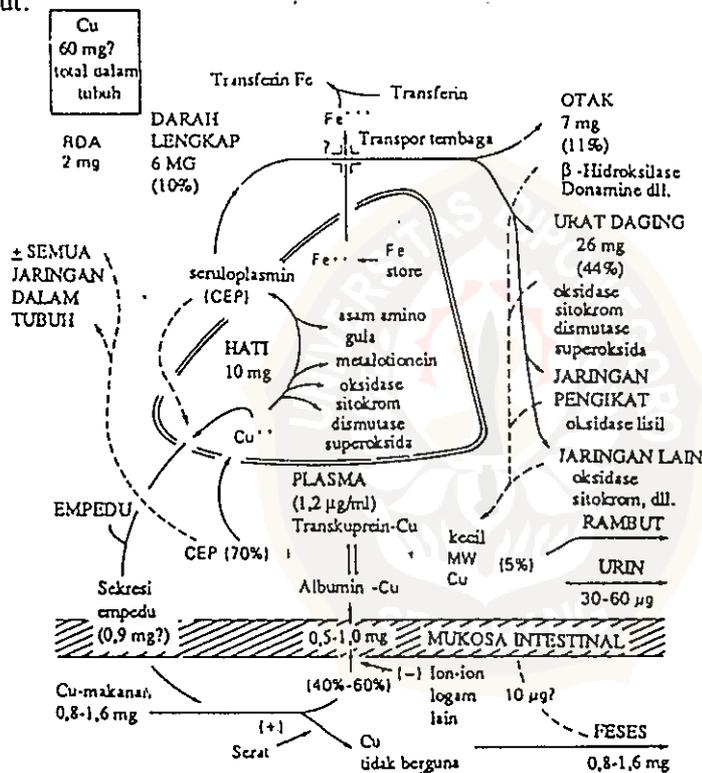
Fungsi Cu antara lain berperan dalam metabolisme energi serta perkembangan tulang, jaringan penyambung dan sistem saraf pusat. Unsur Cu juga terikat pada ceruloplasmin, yaitu suatu enzim yang dapat memobilisasi besi dari simpanannya dan mengkatalisis perubahannya menjadi bentuk ferri, sehingga dapat digunakan dalam sintesis hemoglobin (Muchtadi dkk, 1993).

Unsur tembaga di dalam tubuh merupakan bagian dari beberapa enzim, yaitu sitokrom oksidase, monoamin oksidase, tirosinase, superoksidase dismutase, plastosianin dan haemosianin (Muchtadi dkk, 1993 dan Rasyaf, 1994). Enzim sitokrom oksidase mengandung unsur tembaga dan besi yang berfungsi sebagai sistem transpor dalam metabolisme energi. Peran tembaga dalam enzim sitokrom oksidase ditunjukkan melalui partisipasinya dalam membawa elektron ke oksigen dengan cara mengalami perubahan valensi siklik dari Cu II menjadi Cu I (Lehninger, 1982). Enzim tirosinase berperan dalam pembentukan pigmen dalam tubuh (Anggorodi, 1985).

Anggorodi (1995) menyatakan bahwa proses absorpsi tembaga dilakukan melalui transpor aktif, khususnya pada lambung dan bagian atas usus halus. Sel mukosa usus mengandung protein yang dapat mengikat tembaga. Protein yang pertama ditemukan adalah metalotionin karena kaya dengan gugus sulfhidril.

Faktor yang mempengaruhi absorpsi tembaga, diantaranya adalah keasaman lambung, kandungan nutrisi ransum dan sekresi asam di usus. Absorpsi tembaga sangat bervariasi dan akan menurun dengan adanya asam amino, protein, asam askorbat dan unsur mikromineral lain yang bersaing untuk berikatan dengan sisi absorpsi atau bekerja secara antagonis. Unsur-unsur mikromineral tersebut adalah Ca, Cd, Hg, Ag, Zn dan Mo (Rasyaf, 1994).

Diagram metabolisme Cu secara lengkap terdapat dalam skema sebagai berikut:



Gb. 02 Skema metabolisme Cu (dikutip dari Linder, 1992).

Ayam broiler pada masa awal dan akhir pemeliharaan membutuhkan tembaga sebesar 10,0 mg per kg ransum. Jumlah ini disesuaikan dengan kebutuhan metabolisme tubuh (Rasyaf, 1994).

Pemberian Cu yang kurang dari yang dibutuhkan oleh tubuh dapat menimbulkan anemia. Kondisi defisiensi Cu menyebabkan Fe lebih banyak terdeposit dalam hati dan tidak dapat berperan dalam proses pembentukan hemoglobin (Anggorodi, 1985). Kekurangan unsur Cu juga menyebabkan akhromotrikhia atau pemutihan rambut, kehilangan kalsium dan fosfor dari tulang tubuh dengan akibat tulang rapuh, degenerasi sistem saraf dan penurunan reproduksi (Anggorodi, 1995 dan Muchtadi dkk, 1993). Tetapi jika Cu terdapat berlebih akan menyebabkan keracunan meskipun Cu bisa dikeluarkan tubuh (Anggorodi, 1995).

2.2.3 Seng (Zn)

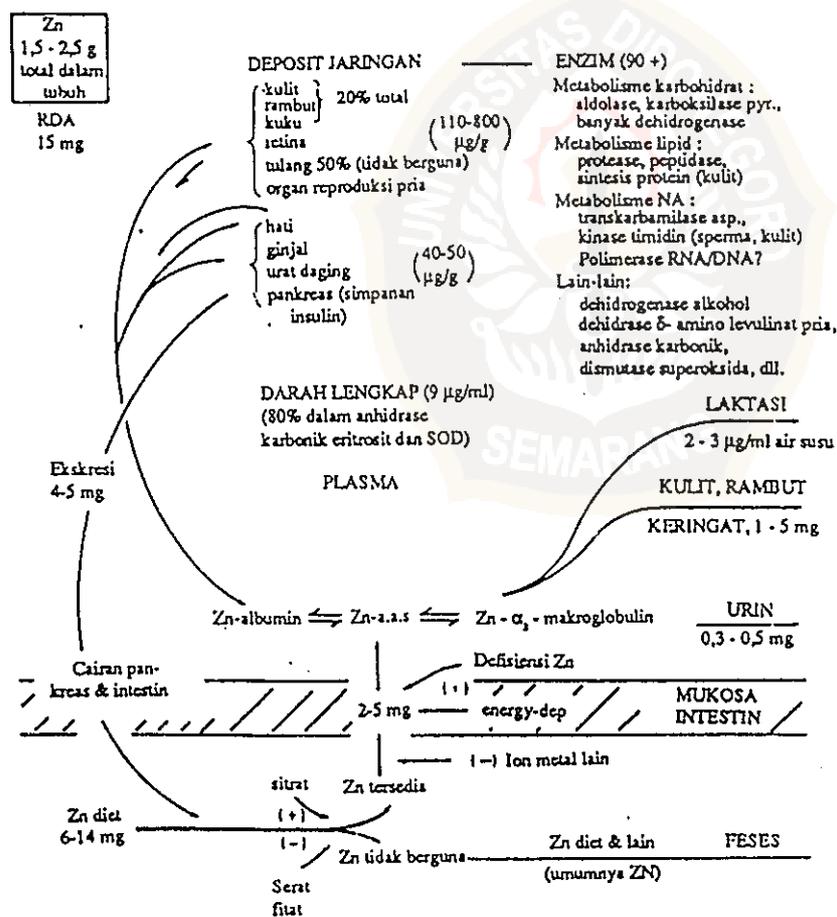
Mikromineral Zn mempunyai fungsi metabolik vital dalam tubuh, karena Zn berfungsi sebagai kofaktor lebih dari 30 macam enzim, diantaranya adalah pankreatik peptidase, karbonik anhidrase, karbonik peptidase, alkohol dehidrogenase dan dehidrogenase lainnya. Enzim-enzim tersebut berperan dalam proses-proses metabolisme (Anggorodi, 1995). Fungsi penting Zn lainnya adalah sebagai katalisator dalam memulai aksi suatu enzim, seperti DNA polimerase, RNA polimerase dan timidin kinase, yang berperan dalam sintesis protein dan asam nukleat. Selain itu, seng juga sangat dibutuhkan untuk mobilisasi vitamin A dari hati (Muchtadi dkk, 1993).

Enzim karbonik anhidrase berperan pada pemeliharaan keseimbangan asam basa dalam tubuh dan pelepasan karbon dioksida dalam mukosa lambung.

Reaksi tersebut diperlukan untuk menetralkan keadaan alkalis dari sekresi ion-ion hidrogen dalam memproduksi asam hidroklorida lambung (Wahju, 1997).

Enzim yang sangat peka terhadap kekurangan seng adalah thimidin kinase yang diperlukan dalam proses fosforilasi deoksi-thimidin untuk penggabungan dalam asam deoksiribonukleat (DNA). Enzim tersebut diperlukan untuk sintesis DNA dan oleh karena itu diperlukan pula untuk proses perbanyakan sel atau pertumbuhan (Anggorodi, 1995).

Proses metabolisme Zn secara lengkap terdapat dalam skema sebagai berikut:



Gambar 03. Skema metabolisme Zn (dikutip dari Linder, 1992).

Anggorodi (1995) menyebutkan bahwa gejala defisiensi Zn pada ternak unggas antara lain adalah pertumbuhan lambat, pemendekan dan penebalan tulang-tulang panjang, pertumbuhan bulu keriting, pemapasan abnormal dan keratosis kulit, yaitu suatu kondisi kulit bercirikan kerusakan membran sel luar, kemudian diikuti perubahan-perubahan di dalam nukleus atau membran bagian dalam. Muchtadi dkk (1993) menyatakan bahwa kekurangan Zn menyebabkan menurunnya perkembangan organ seksual, tidak berkembangnya indra perasa dan indra penciuman, penyembuhan luka yang lambat dan anoreksia.

Suplementasi Zn dapat dilakukan dalam bentuk seng sulfat (Muchtadi dkk, 1993). Kebutuhan mineral Zn untuk ayam broiler masa awal dan akhir pemeliharaan adalah sebesar 40 mg tiap kg ransum. Umumnya dipenuhi dari dedak padi dan dedak gandum (Rasyaf, 1994).

2.3 Eritrosit

Eritrosit adalah komponen padat dari darah yang merupakan 45% dari komponen penyusun darah. Unggas mempunyai eritrosit berbentuk oval dengan inti berada di tengah sel. Ukuran selnya lebih besar daripada eritrosit mammalia dengan diameter panjang sekitar 10,7-7,2 μm dan ketebalan 2,53 μm (Sturkie, 1976).

Status darah tergantung berbagai faktor seperti genetis, umur, jenis kelamin, status pakan dan habitat. Bobot tubuh Aves menentukan kondisi darah Aves, karena volume darah berkisar antara 7-8% bobot tubuh (Praseno dan Enny, 2000).

Umur eritrosit Aves 28-35 hari, setelah mencapai umur tersebut harus digantikan yang baru. Jumlah eritrosit pada ayam berkisar antara 2,5-3,5 juta dan batas toleransi antara 1,89-5,00 juta / mm³. Ayam jantan umur 32-46 hari mempunyai jumlah eritrosit rata-rata 2,83 juta/mm². Jumlah eritrosit akan selalu meningkat sejalan dengan peningkatan umur sampai mencapai kedewasaan, setelah dewasa jumlah eritrosit cenderung konstan (Sturkie, 1976). Jumlah eritrosit dari berbagai spesies disebutkan oleh Campbell (1977) dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 02 : Perkiraan jumlah eritrosit dari berbagai spesies

No.	Spesies	Eritrosit per millimeter kubik darah (dalam juta)
1.	Sapi	6-10
2.	Ayam	2-3
3.	Anjing	5-8
4.	Kuda	6-10
5.	Domba	9-11
6.	Babi	6-7

Pembentukan eritrosit(eritropoesis) dirangsang oleh hormon glikoprotein yaitu eritropoetin. Awal eritropoesis adalah terbentuknya globulin prekursor olasma darah oleh hepar yang kemudian bergabung dengan REF (renal

eritropoetin faktor/eritrogenin) dari ginjal untuk membentuk eritropoetin. Eritropoetin dalam plasma akan bekerja pada sumsum tulang dan menyebabkan eritropoesis (Frandsen, 1996). Pembentukan hormon ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan oksigen atmosfer, berkurangnya kadar oksigen darah arteri dan berkurangnya kadar hemoglobin. Eritropoetin merangsang sel induk untuk memulai proliferasi dan pematangan eritrosit. Pematangan eritrosit tergantung pada jumlah dan penggunaan pakan yang cukup (Price dan Wilson, 1984).

Eritropoesis pada hewan dewasa secara normal terjadi di dalam sumsum tulang (Campbell, 1977). Eritrosit dibentuk dari sel *pluripoten hemopoietik stem* yang dapat membentuk berbagai jenis sel darah (Bevelander dan Judith, 1988).

Bevelander dan Judith (1988) serta Frandsen (1996) menyatakan bahwa proses pembentukan sel darah merah dibagi dalam lima tahap yaitu:

1. Proeritroblas.

Proeritroblas merupakan tahap awal dari perkembangan sel darah merah. Pada tahap ini sel-sel mempunyai nukleus yang lebih kromatis, hemoglobin mulai berkembang di dalam sitoplasma, sitoplasma bersifat basa, warna sedikit keungu-unguan atau keabu-abuan.

2. Eritroblas.

Eritroblas terbentuk melalui serangkaian proses perkembangan sewaktu selnya membelah diri, yang meliputi peningkatan jumlah hemoglobin dalam sitoplasma, adanya penurunan dalam ukuran sel dan nukleus, serta warna menjadi merah jambu.

3. Normoblas.

Normoblas ukurannya sedikit lebih besar daripada eritrosit dan mempunyai nukleus. Normoblas ini mengalami beberapa pembelahan, selama pembelahan itu nukleus menjadi lebih kecil dan lebih gelap. Tahapan pembelahan selama fase normoblas yaitu basofilik normoblas, polikromatik normoblas, dan ortokromatik normoblas. Sel melepaskan nukleus pada fase normoblas, tapi nukleus tetap dipertahankan pada ayam.

4. Retikulosit.

Hemoglobin terakhir dibentuk pada tahap ini. Retikulosit selanjutnya akan menjadi eritrosit matang.

5. Eritrosit.

Ketika eritrosit dilepas ke pembuluh darah, nukleus menghilang pada bangsa mamalia sedang pada bangsa burung intinya masih berada pada sel hidup. Satu sel proeritroblas bisa menjadi 16 sel eritrosit matang.

Kondisi berkurangnya jumlah sel darah merah atau hemoglobin dari kondisi normal disebut anemia (Campbell, 1977). Penyebab terjadinya anemia yaitu pembentukan darah yang kurang memadai karena gizi yang tidak baik misalnya defisiensi zat besi, Cu, vitamin dan asam amino. Faktor lain yang menyebabkan anemia adalah pendarahan, parasit, sel-sel darah merah mengalami hemolisis yang lebih cepat dibandingkan dengan pembentukan yang baru atau apabila sel-sel darah merah tidak berhasil menjadi masak secara normal (Frandsen, 1996).

2.4 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan suatu senyawa organik kompleks terdiri dari empat pigmen porpirin merah (heme), masing-masing mengandung atom besi ditambah globin. Globin merupakan protein globuler yang terdiri dari empat rantai asam-asam amino (Frandsen, 1996). Warna merah pada darah disebabkan karena adanya hemoglobin (Price dan Wilson, 1984).

Fungsi hemoglobin adalah sebagai alat transportasi oksigen dan karbon dioksida. Oksigen diserap oleh hemoglobin di paru-paru, membentuk oksihemoglobin. Proses ini memerlukan besi dalam bentuk ferro di dalam molekul hemoglobin. Oksigen yang terikat jumlahnya proporsional terhadap jumlah besinya, dengan dua atom oksigen bergabung dengan tiap atom besi. Tiap gram hemoglobin akan mengangkut sekitar 1,34 ml oksigen. Ketika darah mencapai jaringan yang sedang kekurangan oksigen, oksigen yang terikat longgar dalam oksihemoglobin itu akan dilepas. Adanya hemoglobin pada eritrosit, darah dapat mengangkut sekitar 60 kali oksigen lebih banyak dibanding dengan air dalam jumlah dan kondisi yang sama (Frandsen, 1996).

Kemampuan hemoglobin untuk berikatan dengan oksigen atau karbon dioksida sangat tinggi, sehingga terbentuk senyawa oksihemoglobin atau karbominohemoglobin. Ikatan ini bersifat tidak stabil, sebab dalam keadaan lingkungan tertentu oksihemoglobin mudah terurai kembali. Akan tetapi, ikatan hemoglobin dengan karbonmonoksida membentuk karboksihemoglobin yang stabil (Hoffbrand, 1996). Hemoglobin banyak mengandung enzim karbonik

anhidrase yang akan mengkatalisis reaksi antara karbon dioksida dan air dan mengangkutnya dari jaringan ke paru-paru (Geneser, 1986 dan Guyton, 1993).

Hemoglobin disintesis dari protein dan Fe (William, 1990). Proses pembentukan hemoglobin dimulai pada saat fase pronormoblas dan berakhir pada fase retikulosit pada proses eritropoesis. Proses ini membutuhkan banyak energi (Maynard dan Loosli, 1962).

Berat molekul hemoglobin adalah 64.450. Jumlah normalnya kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah, atau berkisar antara 8,0-13,0 gr/100 ml (Pearce, 1989). Nilai tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: umur, spesies, pakan, jenis kelamin, serta lingkungan (Coles, 1974 dan Sturkie, 1976). Kadar hemoglobin pada ayam berkisar antara 6-10 gram/100 ml (Dukes, 1955).

3. Hipotesis

Tembaga (Cu) diperlukan sebagai katalisator untuk penggunaan unsur besi dalam pembentukan hemoglobin. Jika Cu terlalu banyak akan beracun, meskipun mudah diekskresi (Anggorodi, 1995). Secara definitif telah dibuktikan oleh para ahli, bahwa penambahan garam besi ke dalam ransum yang kekurangan besi akan terus menstimuli pembentukan hemoglobin, tetapi hal ini terjadi kalau tembaga cukup tersedia. Tanpa adanya tembaga, pembentukan hemoglobin tidaklah sempurna (Siregar dan Sabrani, 1981).

Seng dibutuhkan dalam jumlah yang kecil untuk pertumbuhan yang baik, pembentukan tulang-tulang yang normal dan pertumbuhan bulu yang baik (Siregar dan Sabrani, 1981). Seng merupakan kofaktor lebih dari 30 macam

enzim. Enzim-enzim tersebut berperan pada proses-proses metabolisme (Anggorodi, 1995). Seng sangat essential bagi unggas. Defisiensi unsur ini mengakibatkan munculnya gejala anoreksia, abnormalitas skeleton, reduksi bulu dan hambatan pertumbuhan (Praseno dan Enny, 2000).

Berdasarkan hal tersebut diperoleh suatu hipotesis bahwa pemberian kombinasi mikromineral Fe, Cu, Zn dapat meningkatkan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada ayam (*Gallus sp*).

