

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Darah

Darah dapat dipandang sebagai jaringan pengikat yang dibentuk oleh unsur sellular dan plasma (Bevelander dan Ramaley, 1988). Menurut Wagener (1980) darah terdiri dari beberapa bagian yaitu :

- a. plasma ialah matrik yang mengandung berbagai bahan antara lain albumin, globulin, faktor-faktor pembeku, transferin, ferritin, seruloplasmin, enzim, polipeptida, glukosa, asam amino, lipida, berbagai mineral dan metabolit, hormon dan vitamin-vitamin.
- b. Sel-sel darah terdiri dari eritrosit, leukosit dan trombosit.

Komponen-komponen di atas menurut Maynard (1984) sangat penting karena darah merupakan pembawa zat-zat makanan ke berbagai bagian tubuh dan hasil metabolisme.

### Eritrosit

Eritrosit mengandung hemoglobin (Hb) yang mempunyai fungsi penting dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke berbagai jaringan tubuh. Bahan padat dari eritrosit hampir seluruhnya terdiri dari hemoglobin yaitu protein yang mengandung Fe (Sturkie, 1976).

Eritrosit pada aves bentuknya oval dan tidak

seperti pada mamalia, maka eritrosit ini mempunyai nukleus dan ukurannya lebih besar. Diameter panjangnya  $12,2 \mu\text{m}$  dan diameter pendek  $7,4 \mu\text{m}$  serta ketebalan  $2,53 \mu\text{m}$  (Sturkie, 1976). Spesialisasi dari eritrosit adalah untuk pengangkutan oksigen. Warna dari eritrosit normal adalah merah bata dan bagian tengah beraspek cerah (Frandsen, 1993). Jumlah eritrosit dalam darah pada berbagai species berbeda-beda, untuk ayam berumur 32-47 hari adalah  $2,83 \text{ juta}/\text{mm}^3$  (Sturkie, 1976).

Proses pembentukan eritrosit terjadi didalam sumsum tulang merah dan dipengaruhi berbagai faktor (Sturkie, 1976).

### Eritrophoiesis

Eritrophoiesis adalah proses pembentukan eritrosit yang terjadi dalam berbagai tahap dan masing-masing tahap mempunyai ciri-ciri morfologis yang spesifik (Dallman and Brown, 1981). Pembentukan darah ini menurut Wägener (1980) mulai terjadi pada fase embrional. Pada fase post natal maka pembentukan darah terjadi dalam sumsum tulang merah dan jaringan limfatik.

Eritrosit berasal dari sel yang dikenal sebagai eritroblast. Eritroblast berasal dari hemositoblast yang secara kontinyu dibentuk dari sel primordial dari sumsum tulang (Guyton, 1996). Sebagai hasil differensiasi keturunan pembelahan hemositoblast terbentuklah proeritroblast yang merupakan sel berukuran besar.

Proeritroblast ini membelah beberapa kali dan menghasilkan eritroblast basofil yang mempunyai ukuran lebih kecil. Eritroblast ini mengalami satu kali pembelahan dan meneruskan pembentukan hemoglobin yang telah dimulai sejak proeritroblast. Hasil pembelahan eritroblast basofil adalah eritroblast polikromatofilik yang ukurannya menyusut dan mengandung cukup hemoglobin. Selanjutnya terjadi differensiasi eritroblast polikromatofilik menghasilkan normoblast yang sewaktu-waktu melepaskan intinya (Subowo, 1992), tetapi pada ayam nukleus ini tetap dipertahankan (Sturkie, 1976). Tahap berikutnya adalah terbentuknya retikulosit yang masih dapat mensintesis hemoglobin serta masih mengandung sejumlah kecil retikulum endoplasma dan dijumpai sebanyak 1% dalam darah. Retikulum endoplasma kemudian diresorpsi semuanya sehingga terbentuklah eritrosit matang (Guyton, 1996). Eritrosit ini selanjutnya masuk kedalam sirkulasi (Dallman and Brown, 1989).

Faktor-faktor yang menentukan jumlah eritrosit ini terdiri dari beberapa faktor species, umur, jenis kelamin hormon, hypoksia (Sturkie, 1976) serta makanan (Subowo, 1992).

### Hemoglobin

Hemoglobin adalah pigmen merah pembawa oksigen didalam eritrosit yang juga merupakan suatu protein dengan BM 64.450. Hemoglobin ini disusun oleh 4 sub unit.

Tiap sub unit mengandung suatu gugusan heme yang dikonjugasi ke suatu polipeptida. Heme merupakan turunan porfirin yang mengandung Fe. Polipeptida dinamakan secara bersama-sama sebagai bagian globin suatu hemoglobin (Ganong, 1995). Bila berkaitan dengan oksigen ( $O_2$ ) atau karbondioksida ( $CO_2$ ) maka masing-masing hemoglobin akan membentuk oksihemoglobin atau karbaminohemoglobin. Ikatan-ikatan ini tidak stabil, sedangkan ikatan hemoglobin dengan karbonmonooksida (CO) membentuk karboksihemoglobin yang stabil (Junquera dan Carneira, 1995).

Faktor-faktor yang menentukan kadar hemoglobin sama dengan faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit yaitu species, umur, jenis kelamin, hormon, hypoksia (Sturkie, 1976) serta makanan (Guyton, 1996). Unsur-unsur makanan yang mempengaruhi antara lain adalah mikromineral diantaranya Fe dan Cu. Kadar hemoglobin untuk ayam umur 46 hari adalah 9,8 gr/100ml (Sturkie, 1976).

## Peranan Fe dan Cu dalam Eritrophoisis

### a. Ferrum

Ferrum merupakan unsur mikro yang penting. Konsentrasi Fe yang tinggi terdapat dalam eritrosit yaitu sebagai bagian dari molekul hemoglobin yang mengangkut oksigen dari paru-paru, selain itu Fe merupakan bagian dari sistem enzim (sitokrom oksidase, suksinat dehidrogenase, katalase dan peroksidase) serta mioglobin (Muchtadi, Palupi, dan Astawar, 1993)

Fe yang terdapat dalam hemoglobin eritrosit dan mioglobin dalam otot sebanyak 60% - 70% sedangkan 20% disimpan di hepar dan jaringan lain. Sekitar 10% - 20% dalam jaringan sebagai komponen miosin otot dan aktomiosin serta sebagai konstituen enzim dan bergabung dengan metaloenzim. Enzim-enzim sitokrom berperan dalam transfer elektron (Church and Pond, 1982).

Frekuensi absorpsi Fe terbanyak terdapat pada bagian duodenum dan jejunum (Dowell, 1992). Fe diabsorpsi dari makanan atau senyawa organik. Asam askorbat dan sistein dalam makanan akan membantu reduksi Fe dari bentuk Fe<sup>+++</sup> ke Fe<sup>++</sup> dan meningkatkan absorpsi Fe (Dowell, 1992). Untuk ekskresi Fe dapat melalui feses, urine atau keringat (Church and Pond, 1982).

Ferrum setelah diserap dalam duodenum kemudian bergabung dengan transferin atau ditransfer dan dibawa ke sumsum tulang untuk eritropoiesis. Dalam eritrosit Fe berada sebagai bagian hemoglobin (Church and Pond, 1982). Ferrum yang berasal dari transferin masuk ke dalam mitokondria dan bergabung dengan protoporfirin membentuk heme yang masing-masing molekulnya bergabung dengan rantai globin membentuk molekul hemoglobin (Hoffbrand and Pettit, 1996). Hemoglobin ini mulai mengisi sitoplasma pada tahap proeritroblast sehingga mengandung banyak hemoglobin (Bevelander and Ramaley, 1988).

Kebutuhan anak ayam akan Fe pada umur 0-8 minggu adalah 80 ppm. Kekurangan Fe dapat menyebabkan anemia,

penurunan berat badan, lesu, berkurang nafsu makan, sesak napas setelah beraktivitas dan penurunan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Dowell, 1992). Anemia karena kekurangan Fe sering merupakan masalah serius bagi hewan (Church and Pond, 1982).

#### b. Cuprum

Hepar, ren, bagian mata yang berwarna dan rambut atau wool mempunyai konsentrasi Cu tertinggi pada sebagian besar species. Pada pankreas, kulit dan tulang konsentrasi Cu hanya sedikit. Untuk thyroïd dan pituitari konsentrasi Cu paling rendah (Church and Pond, 1982). Selain pada organ diatas Cu juga merupakan bagian dari beberapa sistem enzim yaitu Sitokrom oksidase, tyrosinase (Muchtadi, 1993).

Tempat absorpsi Cu adalah duodenun. Adanya Ca mengurangi absorpsi Cu. Elemen-elemen lain juga ikut mempengaruhi absorpsi misalnya ferrous sulfide. Cuprum disimpan dan dilepaskan ke plasma sebagai seruloplasmin atau dipakai untuk sejumlah besar sintesis enzim atau protein yang mengandung Cu. Ekskresi Cu lewat urine lebih kecil sedang yang melalui keringat sangat kecil hampir dapat diabaikan (Church and Pond, 1982).

Cuprum adalah komponen essensial yang mendorong eritrophoiesis dan untuk keseimbangan integritas eritrosit dalam sirkulasi. Cuprum terlihat tidak terlibat dalam jalur biosintetik heme tetapi essensial untuk absorpsi Fe

dari mucosa intestinum, mobilisasi Fe dari jaringan dan pemakaiannya dalam sintesis hemoglobin. Fungsi-fungsi ini disempurnakan oleh ferroksidase. Enzim ini diperlukan untuk pembentukan  $Fe^{+++}$  transferin yang merupakan alat transport untuk Fe. Ferrum dalam senyawa ini dibawa langsung ke retikulosit dalam sumsum tulang. Pengaruh penting Cu dalam ferroksidase adalah dalam mobilisasi Fe untuk pembentukan  $Fe^{+++}$  transferin yang merupakan alat transport untuk Fe (Underwood, 1981).

Kebutuhan Cu untuk anak ayam adalah 4 ppm. Kekurangan Cu pada anak ayam dapat menyebabkan anemia. Anak ayam seringkali mati karena pendarahan internal yang diakibatkan kelainan pembuluh darah. Defisiensi Cu juga mengakibatkan berkurangnya masa hidup eritrosit (Dowell, 1992).

