

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)**

##### **2.1.1 Klasifikasi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)**

Bayam merah atau *Amaranthus gangeticus* berasal dari negara Amerika beriklim tropis. Bermula dari suku asli Meksiko, Aztec yang telah membudidayakan bayam berjuta tahun yang lalu. Masuknya tanaman bayam ke Indonesia diperkirakan bersamaan dengan lalu lintas luar negeri yang memasarkan barang dagangannya pada abad ke – 19 atau sekitar tahun 1900 (Rizki, 2013).

Bayam budidaya dibedakan atas *Amaranthus tricolor L.* dan *Amaranthus hybridus L.* *Amaranthus tricolor L* memiliki ciri-ciri batang berwarna merah atau hijau keputihan. Bayam yang memiliki batang berwarna merah disebut bayam merah (*Amaranthus gangeticus*), sedangkan bayam yang batangnya berwarna putih disebut bayam putih. *Amaranthus hybridus L.* yang memiliki ciri-ciri daun lebar, malai bunga yang besar dan tersusun secara teratur pada ujung dan ketiak daun (Rukmana, 2006).

Taksonomi tumbuhan bayam merah diklasifikasikan sebagai berikut (Plantamor Dunia Tumbuhan 2008) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Amaranthaceae
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Spesies	: <i>Amaranthus gangeticus</i> L.

### 2.1.2 Morfologi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)

Tanaman bayam sangat mudah dikenali, yaitu berupa perdu yang tumbuh tegak, batangnya tebal berserat dan sukulen pada beberapa jenis mempunyai duri. Daunnya bisa tebal atau tipis, besar atau kecil. Bunganya berbentuk pecut, muncul di pucuk tanaman atau pada ketiak daunnya. Bijinya berukuran sangat kecil berwarna hitam atau coklat, dan mengkilap (Bandini, 2001). Tinggi tanaman bayam dapat mencapai 1,5 – 2 m, berumur semusim atau lebih. Sistem perakaran lebih menyebar, dangkal, pada kedalaman antara 20 – 40 cm, dan akar tunggang. Bayam merah termasuk dalam bayam cabut. Bayam banyak ditaman di dataran rendah hingga menengah, terutama pada ketinggian antara 5-2000 meter dari atas permukaan laut.

Kebutuhan sinar matahari untuk tanaman bayam sangat tinggi. Pertumbuhan optimum dengan suhu rata-rata 20-30<sup>0</sup> C, curah hujan antara 1000-2000 mm, dan kelembaban di atas 60 %. Bayam tumbuh baik bila ditanam di lahan terbuka dengan sinar matahari penuh atau berawan dan tidak tergenang air (Yusni B, Nurudin Azis, 2001). Pada tempat yang terlindungi, pertumbuhan bayam akan menjadi kurus dan

meninggi akibat kurang mendapat sinar matahari yang memadai. Bayam tahan terhadap air hujan, tetapi tidak tahan terhadap genangan air sehingga mudah sekali mengakibatkan pembusukkan akar. Tanaman bayam peka terhadap pH tanah.



**Gambar 2.1 : Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)**  
Sumber : [www.iptek.net.id](http://www.iptek.net.id)

### **2.1.3 Kandungan Kimia Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)**

Dalam 100 gr bayam merah mengandung 51 kcal energi, 4,6 gr protein, 0,6 gr lemak, 10,0 gr karbohidrat, 368 mg kalsium, 111 mg fosfor, 2,64 mg zat besi, 5.800 mg vitamin A, 0,08 mg vitamin B1, 80 mg vitamin C dan 86,0 gr air (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan 2010). Tanaman bayam merah (*Amaranthus gangeticus*) memiliki kadar zat besi yang lebih tinggi dari tanaman bayam duri (*Amaranthus spinous*) yaitu sekitar 2,64 mg Fe/100gr, sedangkan untuk bayam duri kadar zat besinya sekitar 1,6 mg Fe/ 100gr.

Kandungan vitamin C pada bayam merah sangat tinggi yaitu 80,0 mg/100 g. Vitamin C membantu reduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh. Vitamin C ini juga membantu penyerapan zat besi 3 – 6 kali.

#### **2.1.4 Pengaruh Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*) Terhadap Hemoglobin**

Bayam merah memiliki kandungan Fe yang tinggi yaitu 2,64 mg Fe/100 g. Zat besi mempunyai fungsi yaitu untuk pembentukan Hemoglobin, mineral dan pembentukan enzim. Hemoglobin bertindak sebagai unit pembawa oksigen darah yang membawa oksigen dari paru-paru ke sel-sel, serta membawa CO<sub>2</sub> kembali ke paru-paru. Defisiensi besi dapat mengakibatkan cadangan zat besi dalam hati menurun, sehingga pembentukan sel darah merah terganggu akan mengakibatkan pembentukan kadar hemoglobin rendah atau kadar Hemoglobin darah di bawah normal (Silitonga, 2002).

Bayam merah juga mengandung vitamin C yang cukup tinggi. Vitamin C memiliki peran penting dalam penyerapan zat besi sehingga zat besi yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal. Pemberian vitamin C yang berlebih juga dapat menjadikan defisiensi vitamin B<sub>12</sub> Karena vitamin C dapat mengubah sebagian vitamin B<sub>12</sub> menjadi analognya, salah satu analognya adalah antivitamin B<sub>12</sub>, padahal vitamin B<sub>12</sub> ini diperlukan dalam meningkatkan kadar hemoglobin (Purwani & Hadi, 2002). Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih tidak disimpan dalam tubuh melainkan dikeluarkan melalui urine. Oleh sebab itu vitamin yang larut dalam air perlu disuplai melalui pakan setiap hari dalam jumlah yang diperlukan (Purwani & Hadi, 2002).

### **2.1.5 Manfaat Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*)**

#### **1. Dapat menjaga kesehatan kulit**

Bayam merah mengandung vitamin A yang dapat berfungsi dalam pembentukan sel kulit sehingga selalu tampak segar dan cerah. Vitamin A juga berperan dalam kesehatan saluran pencernaan selaput kulit (Lingga, 2010).

#### **2. Menjaga Kesehatan Tubuh**

Vitamin A dalam bayam merah bermanfaat untuk menjaga ketahanan tubuh terhadap berbagai penyakit. Kecukupan vitamin A akan menurunkan resiko infeksi dan mencegah terjadinya penyakit degeneratif akibat radikal bebas.

#### **3. Menjaga Kestabilan Tekanan Darah**

Bayam hanya sedikit mengandung natrium, tetapi kaya kalium dan magnesium. Dengan kadar darah yang rendah, tekanan darah penderita tekanan darah tinggi tidak akan naik. Bayam merah tidak boleh dikonsumsi secara berlebihan (Lingga, 2010).

#### **4. Mengatasi anemia**

Secara empiris, penderita anemia dianjurkan mengonsumsi bayam. Banyak makan bayam akan meningkatkan kadar haemoglobin dalam darah. Peningkatan ini dipengaruhi oleh zat besi yang sangat besar jumlahnya pada bayam.

#### **5. Memiliki pigmen antosianin**

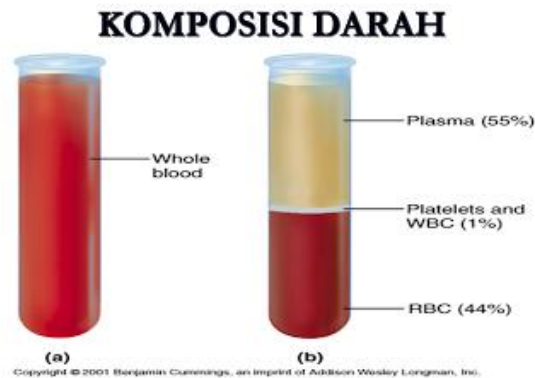
Antosianin adalah pigmen merah keunguan yang menandai warna merah pada bayam merah. Antosianin berperan utama sebagai antioksidan. Antioksidan

sangat diperlukan tubuh untuk mencegah terjadinya oksidasi radikal bebas yang menyebabkan berbagai macam penyakit (Lingga, 2010).

## **2.2 Tinjauan Tentang Darah**

Darah merupakan cairan tubuh yang berperan dalam berbagai fungsi fisiologis tubuh. Soewolo (2000) membagi cairan tubuh atas dua kompartemen utama, yaitu cairan intraseluler (cairan dalam sel tubuh dan sel darah), dan cairan ekstraseluler (cairan diluar sel-sel tubuh dan sel darah). Istilah darah digunakan untuk cairan yang secara keseluruhan atau sebagian yang berada dalam sistem pembuluh atau sistem vaskuler (tidak termasuk cairan limfa dalam pembuluh limfa). Menurut Catherine dalam Price (2006), darah adalah suatu suspensi partikel dalam suatu larutan koloid cair yang mengandung elektrolit, sedangkan menurut Arief (2007) menyatakan bahwa darah termasuk jaringan pengikat yang terdiri atas elemen-elemen berbentuk sel-sel darah, plasma darah, dan trombosit.

Jumlah darah yang ada pada tubuh kita yaitu sekitar 1/3 berat tubuh orang dewasa atau sekitar 4 atau 5 liter. Darah merupakan suatu cairan yang sangat penting bagi manusia karena berfungsi sebagai alat transportasi serta memiliki banyak kegunaan lainnya untuk menunjang kehidupan. Tanpa darah yang cukup seseorang dapat mengalami gangguan kesehatan dan bahkan dapat mengakibatkan kematian. Sel-sel darah meliputi sel darah merah (eritrosit), dan sel darah putih (leukosit).



**Gambar 2.2 : Komponen darah**  
Sumber : Anonim 2014

### 2.2.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah merupakan bagian utama dari sel-sel darah. Setiap mm kubiknya darah pada seorang laki-laki dewasa mengandung kira-kira 5 juta sel darah merah dan pada seorang perempuan dewasa kira-kira 4 juta sel darah merah. Tiap-tiap sel darah merah mengandung 200 juta molekul hemoglobin. Eritrosit berjumlah paling banyak dibandingkan sel-sel darah lainnya, itu sebabnya darah berwarna merah. Parameter untuk mengukur keadaan eritrosit biasanya dilakukan dengan mengukur kadar hemoglobin di dalam darah dengan satuan gram per desiliter (g/dl) (Kiswari, 2014).

Fungsi utama dari sel-sel darah merah, adalah mengangkut hemoglobin, dan seterusnya mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan. Selain mengangkut hemoglobin, sel-sel darah merah juga mempunyai fungsi lain. Sel darah merah mengandung banyak sekali karbonik anhidrase, yang mengkatalisis reaksi antara

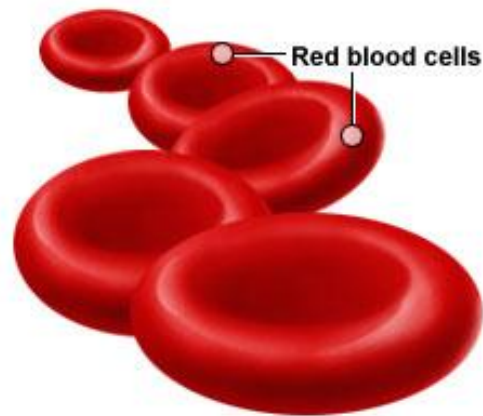
karbon dioksida dan air, sehingga meningkatkan kecepatan reaksi bolak-balik ini beberapa ribu kali lipat

Sel darah merah mempunyai bentuk bikonkaf, seperti cakram dengan garis tengah 7,5  $\mu\text{M}$  dan tidak berinti. Warna eritrosit kekuning-kuningan dan dapat berwarna merah karena dalam sitoplasmanya terdapat pigmen warna merah berupa hemoglobin. Sel darah merah dibentuk dalam sumsum merah tulang pipih, misalnya di tulang dada, tulang selangka, dan di dalam ruas-ruas tulang belakang. Pembentukannya terjadi selama tujuh hari.

Pada awalnya eritrosit mempunyai inti, kemudian inti lenyap dan hemoglobin terbentuk. Setelah hemoglobin terbentuk, eritrosit dilepas dari tempat pembentukannya dan masuk ke dalam sirkulasi darah. Eritrosit dalam tubuh dapat berkurang karena luka sehingga mengeluarkan banyak darah atau karena penyakit, seperti malaria dan demam berdarah. Keadaan seperti ini dapat mengganggu pembentukan eritrosit.

Masa hidup Eritrosit hanya sekitar 120 hari atau 4 bulan, kemudian dirombak di dalam hati dan limpa. Sebagian hemoglobin diubah menjadi bilirubin dan biliverdin, yaitu pigmen biru yang memberi warna empedu. Zat besi hasil penguraian hemoglobin dikirim ke hati dan limpa, selanjutnya digunakan untuk membentuk eritrosit baru. Kira-kira setiap hari ada 200.000 eritrosit yang dibentuk dan dirombak. Jumlah ini kurang dari 1% dari jumlah eritrosit secara keseluruhan .





**Gambar 2.3: Sel darah merah**  
Sumber: webkesehatan.com

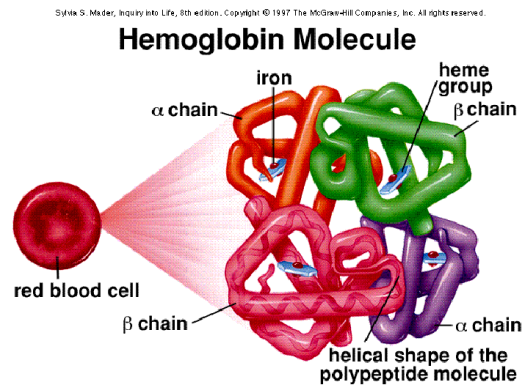
## 2.3 Tinjauan Tentang Hemoglobin

### 2.3.1 Definisi Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oxihemoglobin di dalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan (Pearce, 2009).

Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah. Hemoglobin adalah kompleks protein-pigmen yang mengandung zat besi. Kompleks tersebut berwarna merah dan terdapat didalam eritrosit. Sebuah molekul hemoglobin memiliki empat gugus haeme yang mengandung besi fero dan empat rantai globin (Brooker, 2001). Hemoglobin adalah suatu senyawa protein dengan Fe yang dinamakan conjugated

protein. Sebagai intinya Fe dan dengan rangka protoperphyrin dan globin (tetra phirin) menyebabkan warna darah merah karena Fe ini.



**Gambar 2.4: Struktur hemoglobin**

Sumber: [www.sciencebiotech.net](http://www.sciencebiotech.net)

### 2.3.2 Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Mioglobin berperan sebagai reservoir oksigen : menerima, menyimpan dan melepas oksigen di dalam sel-sel otot. Sebanyak kurang lebih 80% besi tubuh berada di dalam hemoglobin (Sunita, 2001).

Menurut Depkes RI adapun guna hemoglobin antara lain :

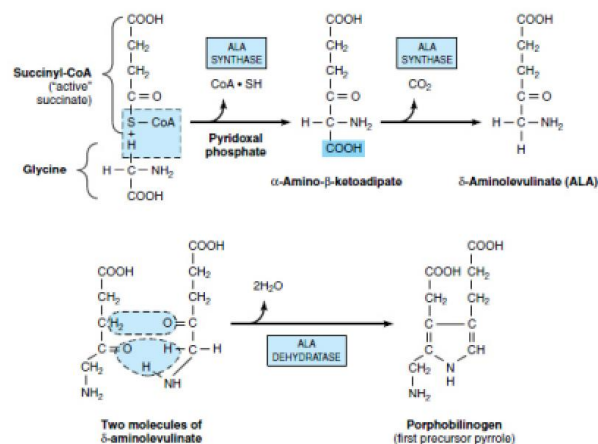
1. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
2. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
3. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk di buang, untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan

darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia (Widayanti, 2008).

### 2.3.3 Struktur Hemoglobin

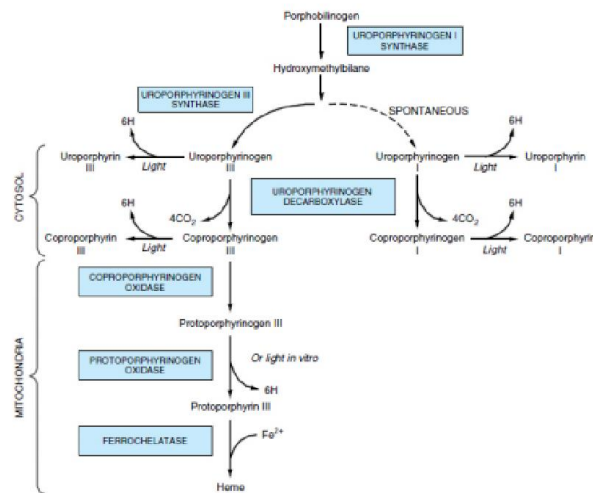
#### 2.3.3.1 Sintesis Hem

Pembentukan heme relatif lebih kompleks, bahan dasar heme adalah asam amino glisin dan suksinil- KoA, hasil dari siklus asam sitrat. Pada awalnya proses ini terjadi di dalam mitokondria, kemudian setelah terbentuk  $\delta$ -aminolevulinat (ALA) reaksi terjadi di sitoplasma sampai terbentuk coproporphyrinogen III, kemudian substrat akan masuk kembali kedalam mitokondria untuk menyelesaikan serangkaian reaksi pembentukan heme yaitu penambahan besi ferro ke cincin protoporphyrin.



**Gambar 2.5: Pembentukan heme dari Glisin + Suksinil-KoA sampai porphobilinogen**

Sumber : Harper 2003



**Gambar 2.6 : Reaksi dari ALA sampai coproporphyrinogen III terjadi di sitoplasma, reaksi berlanjut sampai didapati protoporfirin yang mengalami penambahan Fe<sup>2+</sup> dan menjadi heme.**

Sumber : Harper, 2003

Sintesis heme terjadi hampir pada semua sel mamalia dengan pengecualian eritrosit matur yang tidak memiliki mitokondria, namun hampir 85% heme dihasilkan oleh sel prekursor eritroid pada sumsum tulang dan hepatosit. Regulasi sintesis heme terjadi melalui mekanisme umpan balik oleh enzim  $\delta$ -aminolevulinat sintase (ALAS), ALAS tipe 1 ditemukan pada hati sedangkan ALAS tipe 2 ditemukan pada sel eritroid. Heme tampaknya bekerja melalui molekul aporepresor bekerja sebagai regulator negatif terhadap sintesis ALAS1, pada percobaan tampak bahwa sintesis ALAS1 tinggi saat kadar heme rendah dan hampir tidak terjadi saat kadar heme tinggi. Selain sintesis hemoglobin, heme juga dibutuhkan enzim hati sitokrom P450 untuk memetabolisme zat lain, keadaan ini dapat meningkatkan kerja ALAS1 (Harper, 2003).

### 2.3.3.2 Sintesis Globin

Struktur dan produksi globin tergantung kepada kontrol genetik. Sekuens spesifik asam amino dimulai oleh tiga kode dari basis DNA yang diwariskan secara genetik. Sekurang-kurangnya terdapat lima loki yang mengarahkan sintesa globin. Kromosom 11 (rantai non-alfa) dan kromosom 16 (rantai alfa) menempatkan loki untuk sintesa globin. Rantai polipeptida bagi globin diproduksi di ribosom seperti yang terjadi pada protein tubuh yang lain. Rantai polipeptida alfa bersatu dengan salah satu daripada tiga rantai lain untuk membentuk dimer dan tetramer.

Pada dewasa normal, rantai ini terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai beta. Sintesa globin sangat berkoordinasi dengan sintesa porfirin. Apabila sintesa globulin terganggu, proses sintesa porfirin akan menjadi berkurang dan sebaliknya. Walaupun begitu, tiada kaitan antara jumlah pengambilan zat besi dengan gangguan pada protoporfirin atau sintesa Universitas Sumatera Utara globin. Sekiranya penghasilan globin berkurang, ferum akan berakumulasi di dalam sitoplasma sel sebagai ferritin yang beragregasi (Turgeon, 2005).

Pada orang normal ada 7 sintesis rantai globin yang berbeda yaitu : 4 pada masa embrio seperti Hb Gower 1 ( $\zeta_2\varepsilon_2$ ), Hb Gower 2 ( $\alpha_2\varepsilon_2$ ), Hb Portland 1 ( $\zeta_2\varepsilon_2$ ), dan Hb Portland 2 ( $\zeta_2\gamma_2$ ). Hb F ( $\alpha_2\gamma_2$ ) adalah Hb yang predominant pada saat kehidupan janin dan menjadi hemoglobin yang utama setelah lahir. Hb A ( $\alpha_2\beta_2$ ) adalah hemoglobin mayor yang ditemukan pada dewasa dan anak-anak. Hb A<sub>2</sub> ( $\alpha_2\delta_2$ ) dan Hb F ditemukan dalam jumlah kecil pada dewasa ( kira-kira 1,5 - 3,5% dan 0,2 – 1,0 % ).

Perbandingan komposisi Hb A, A2 dan F menetap sampai dewasa setelah umur 6 – 12 bulan. Pada orang dewasa , HbA2 kira-kira 1,5% -3,5% hemoglobin total, Persentasenya jauh lebih rendah dari pada waktu dilahirkan, kira-kira 0,2% - 0,3% meningkat pada saat dewasa pada 2 tahun pertama. Kenaikan yang tajam terjadi pada 1 tahun pertama dan naik dengan perlahan pada 3 tahun kelahiran ( <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada 04 April 2014 ).

#### **2.3.4 Reaksi reaksi Hemoglobin**

Suatu atom besi aktif, ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), yang terkonjugasi dalam gugus heme dapat berubah menjadi atom besi inaktif atau feri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Hal tersebut dapat terjadi apabila darah terkontaminasi oleh obat-obatan maupun faktor-faktor pengoksidasi lainnya.

Agar dapat berikatan dengan oksigen, atom besi yang terkandung dalam molekul hemoglobin harus berada dalam bentuk aktif, ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sehingga terbentuk katan Hb ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Dalam darah, daya ikat antara hemoglobin dan  $\text{O}_2$  dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain Ph, temperatur, dan konsentrasi dari 2,3-bisphosphoglycerate (2,3-BPG) pada sel darah merah (Sadikin, Mohammad, 2001)

Total molekul oksigen yang dapat diikat oleh masing-masing molekul hemoglobin adalah empat molekul oksigen (terdiri atas delapan atom oksigen). Hal tersebut terjadi karena masing-masing molekul hemoglobin memiliki empat rantai globin, sehingga dengan empat rantai globin yang terdapat dalam sebuah molekul hemoglobin. Dengan demikian, setiap molekul dapat mentransportasikan empat molekul oksigen sekaligus (Guyton, 2006)

## **2.4 Tinjauan Tentang Zat Besi**

### **2.4.1 Definisi Zat Besi**

Zat besi adalah mikromineral yang terdapat lebih banyak di dalam tubuh manusia dan hewan dibandingkan mikromineral lainnya. Orang dewasa mengandung 2,5-4 g Fe. Sekitar 2,0-2,5 g Fe terdapat di dalam sirkulasi, yakni di dalam sel darah merah sebagai komponen hemoglobin (Linder, 2006). Winarno (2004) menyatakan bahwa zat besi yang ada di dalam tubuh berasal dari tiga sumber, yaitu besi yang diperoleh dari hasil hemolisis, besi simpanan, dan besi yang diserap dari saluran pencernaan. Pada manusia normal, sekitar 20-25 mg zat besi per hari berasal dari besi hemolisis dan hanya sekitar 1 mg berasal dari makanan.

#### **2.4.1.1 Hemoglobin**

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oxihemoglobin di dalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan (Pearce, 2009).

#### **2.4.1.2 Myoglobin**

Mioglobin adalah protein yang berukuran kecil (sekitar 17.200 dalton) yang terdapat di otot jantung dan otot rangka, berfungsi menyimpan dan memindahkan oksigen dari hemoglobin dalam sirkulasi ke enzim-enzim respirasi di dalam sel kontraktile. Ketika terjadi kerusakan pada otot, mioglobin dilepas ke dalam sirkulasi darah.

### **2.4.1.3 Transferrin**

Transferrin adalah glikoprotein yang termasuk golongan serum globulin- $\beta$  yang berfungsi sebagai pengusung ion zat besi di dalam sirkulasi tubuh menuju hati, limpa dan sumsum tulang. Transferrin diproduksi oleh hati dan kelebihan zat ini akan dibuang melalui ginjal bersama dengan urin. Banyak kondisi dapat menyebabkan penurunan kadar transferrin dalam darah, antara lain infeksi maupun malignansi. Kadar transferrin yang rendah dapat menurunkan produksi hemoglobin, menyebabkan anemia dan hemosiderosis.

### **2.4.1.4 Hemosiderin**

Adalah konjugat protein dengan ferri dan merupakan bentuk storage zat besi. Hemosiderin bersifat lebih inert dibandingkan dengan ferritin. Untuk di mobilisasikan, Fe dari hemosiderin diberikan lebih dahulu kepada transferrin.

### **2.4.2 Zat Besi dalam Tubuh**

Zat besi dalam tubuh terdiri dari dua bagian, yaitu fungsional dan simpanan (reserve). Zat besi fungsional sebagian besar dalam bentuk hemoglobin, sebagian kecil dalam bentuk mioglobin, dan jumlah yang sangat kecil tetapi vital adalah heme enzim dan non-heme enzim. Dalam keadaan normal, jumlah zat besi dalam bentuk cadangan ini adalah kurang lebih seperempat dari total zat besi yang ada di dalam tubuh. Pada keadaan tubuh memerlukan zat besi dalam jumlah banyak, maka jumlah simpanan biasanya rendah (Rukman a, 2014).



### **2.4.3 Zat Besi dalam Makanan**

Ada dua jenis zat besi dalam makanan, yaitu zat besi yang berasal dari hem dan bukan hem. Walaupun kandungan zat besi hem dalam makanan hanya antara 5 – 10% tetapi penyerapannya hanya 5%. Makanan hewani seperti daging, ikan dan ayam merupakan sumber utama zat besi hem. Zat besi yang berasal dari hem merupakan Hb. Zat besi non hem terdapat dalam pangan nabati, seperti sayur-sayuran, biji-bijian, kacang-kacangan dan buah-buahan (Rukman, 2014)

Asupan zat besi selain dari makanan adalah melalui suplemen tablet zat besi. Suplemen ini biasanya diberikan pada golongan rawan kurang zat besi yaitu balita, anak sekolah, wanita usia subur dan ibu hamil. Pemberian suplemen tablet zat besi pada golongan tersebut dilakukan karena kebutuhan akan zat besi yang sangat besar, sedangkan asupan dari makan saja tidak dapat mencukupi kebutuhan tersebut. Makanan yang banyak mengandung zat besi antara lain daging, terutama hati dan jeroan, apricot, prem kering, telur, polong kering, kacang tanah dan sayuran berdaun hijau (Pusdiknakes, 2003).

### **2.4.4 Metabolisme Zat Besi**

Besi merupakan trace element yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Besi berperan sebagai pembawa oksigen dan elektron serta sebagai katalisator untuk oksigenisasi, hidroksilasi dan proses metabolik lainnya. Tubuh telah mengatur zat besi yang beredar mulai dari fase penyerapan, transportasi, penyimpanan dan utilisasi besi tubuh melalui proses metabolisme besi yang berimbang. Meskipun demikian,

kemungkinan gangguan metabolisme besi tubuh seperti kekurangan maupun kelebihan zat besi tetap ada.

Besi dalam tubuh manusia terbagi dalam 3 bagian yaitu senyawa besi fungsional, besi cadangan dan besi transport. Besi fungsional yaitu besi yang membentuk senyawa yang berfungsi dalam tubuh terdiri dari hemoglobin, mioglobin dan berbagai jenis enzim. Bagian kedua adalah besi transportasi yaitu transferin, besi yang berikatan dengan protein tertentu untuk mengangkut besi dari satu bagian ke bagian lainnya. Bagian ketiga adalah besi cadangan yaitu feritin dan hemosiderin, senyawa besi ini dipersiapkan bila masukan besi diet berkurang. Untuk dapat berfungsi bagi tubuh manusia, besi membutuhkan protein transferin, reseptor transferin dan feritin yang berperan sebagai penyedia dan penyimpan besi dalam tubuh dan iron regulatory proteins (IRPs) untuk mengatur suplai besi (Rukmana, 2014).

**Tabel 2.1 : Angka-angka normal untuk metabolisme zat besi**

Angka-angka normal metabolisme zat besi

<b>Metabolisme Besi</b>	<b>Angka Normal</b>
Besi serum (Fe)	50-150 µg/dL
Kapasitas mengikat besi total	240-360 µg/dL
Persen saturasi	20-45%
Feritin serum	12-300 µg/L
Protoporfirin eritrosit bebas	15-18 µg/L

Sumber : Ronald dan Richard, 2014

#### **2.4.5 Penyerapan Zat Besi**

Besi diserap (absorpsi) terutama dalam duodenum dalam bentuk fero dan dalam suasana asam. Penyerapan zat besi non hem sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor

penghambat maupun pendorong, sedangkan zat besi hem tidak. Asam askorbat (vitamin C) dan daging adalah faktor utama yang mendorong penyerapan zat besi dikenal sebagai Meat, Fish, Poultry factory(MFP).

Tingkat keasaman dalam lambung ikut mempengaruhi kelarutan dan penyerapan zat besi di dalam tubuh. Suplemen zat besi lebih baik dikonsumsi pada saat perut kosong atau sebelum makan, karena zat besi akan lebih efektif diserap apabila lambung dalam keadaan asam (pH rendah). Disamping faktor yang mendorong penyerapan zat besi non hem, terdapat pula faktor yang menghambat penyerapan yaitu teh, kopi dan senyawa Ethylene Diamine Tetraacetit Acid(EDTA) yang biasa digunakan sebagai pengawet makanan yang menyebabkan penurunan absorpsi zat besi non hem sebesar 50% (Rukmana Kiswari, 2014)

#### **2.4.6 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Zat Besi**

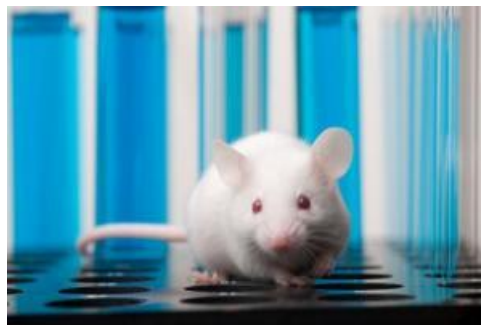
Penyerapan zat besi dipengaruhi oleh banyak faktor. Ada beberapa faktor, yaitu :

1. Kebutuhan tubuh oleh besi, tubuh akan menyerap sebanyak yang dibutuhkan. Bila besi simpanan berkurang, maka penyerapan zat besi akan meningkat.
2. Rendahnya asam klorida pada lambung (kondisi basa) dapat menurunkan penyerapan asam klorida akan mereduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  yang lebih mudah diserap oleh mukosa usus.
3. Protein hewani dapat meningkatkan penyerapan Fe (Rukmana, 2014).

## 2.5 Tinjauan Tentang Mencit (*Mus musculus*)

Taksonomi tentang hewan coba mencit dapat diklasifikasikan sebagai berikut ;

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Rodentia
Famili	: Muridae
Suku	: Murinae
Genus	: <i>Mus</i>
Spesies	: <i>Mus musculus</i>



**Gambar 2.7: Mencit (*Mus musculus*)**

Sumber: [www.umm.ac.id](http://www.umm.ac.id)

Hewan coba adalah hewan yang dapat digunakan untuk tujuan suatu penelitian. Pemilihan hewan cobayang dipakai dalam suatu penelitian perlu disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pengetahuan dasar tentang biologi spesies hewan coba sangatlah penting untuk diketahui oleh peneliti. Informasi yang mencakup beberapa parameter dasar mengenai data biologis mencit disajikan dalam tabel 2.2.

**Tabel 2.2: Data Biologis Mencit**

## Data Biologis Mencit

Kriteria	Nilai
Lama hidup	1,5-3 tahun
Lama produksi ekonomis	9 bulan
Lama bunting	18-22 hari
Kawin sesudah beranak	1 – 24 jam
Umur disapih	21 hari
Umur dewasa	24-36 hari
Umur dikawinkan	8 minggu (jantan dan betina)
Berat dewasa	30 – 40 gr jantan, 18 – 35 dewasa
Berat lahir	0,5 – 1,5 gr
Jumlah anak	Rata – rata 6 – 15
Suhu	36,5-38 °C
Pernafasan	140-180/menit
Denyut jantung	600-650/menit
Tekanan darah	130-160 sistol, 102-110diastol
Volume darah	76 – 80 ml/kg BB
Sel darah merah	7,7 – 12,5 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>
Sel darah putih	6,0 – 12,6 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>
Trombosit	150 – 400 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>
Hematokrit	39 – 49 %
Hb	10,2 – 16,6 mg/dl
Konsumsi pakan	4-8 gram per hari
Siklus estrus	4-5 hari

Sumber : Suryanto Imam 2013

Mencit termasuk dalam genus *Mus*, subfamily *Murinae*, family *Muridae*, order *Rodentia*. Mencit yang sudah dipelihara di laboratorium masih satu family dengan mencit liar. *Mus musculus* adalah mencit yang paling sering dipakai untuk penelitian biomedis. Berbeda dengan hewan-hewan lainnya, mencit tidak memiliki kelenjar keringat. Pada umur empat minggu berat badannya mencapai 18-20 gram. Jantung mencit terdiri dari empat ruang dengan dinding atrium yang tipis dan dinding ventrikel yang lebih tebal. Peningkatan temperatur tubuh tidak mempengaruhi tekanan darah, sedangkan frekuensi jantung, cardiac output berkaitan dengan ukuran

tubuhnya. Mencit memiliki karakter yang lebih aktif pada malam hari daripada siang hari (Kusumawati, 2004).

Mencit digunakan sebagai hewan coba karena memiliki keunggulan-keunggulan seperti siklus hidup relatif pendek, jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya tinggi, sifat anatomis dan fisiologisnya terkarakterisasi dengan baik. Mencit jantan lebih banyak digunakan karena siklus hormonnya lebih homogen dibandingkan hewan yang betina dan waktu tidur hewan betina empat kali lebih lama dari hewan jantan bila diberi obat. Mencit jantan tidak mengalami siklus estrus (Malole dan Pramono 1989).

Kualitas makanan berpengaruh pada kondisi mencit, di antaranya mata, hidung, gerak dan rambut yang dapat mempengaruhi kemampuan mencit mencapai potensi genetik untuk tumbuh, berbiak, umur, atau reaksi terhadap pengobatan dan lain-lain. Oleh karena itu status makanan hewan yang diberikan dalam percobaan biomedis mempunyai pengaruh nyata pada kualitas hasil percobaan. Persiapan dalam menyediakan makan mencit yang lengkap termasuk memperhatikan kira-kira 50 komponen penting. Persiapan ini meliputi membuat resep dan membuat makanan sehingga mengandung komponen-komponen dengan kadar yang diperlukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mempunyai pengaruh terhadap kualitas makanan termasuk apakah bahan makanan mudah dicerna, lezat dan mencit berselera untuk makan, cara menyiapkan dan menyimpan makanan serta konsentrasi zat kimia atau bahkan bahan pencemar (Sugoro, 2007).

Jumlah eritrosit pada mencit betina umur 3 minggu lebih besar dari pada mencit jantan, tetapi pada umur 8 minggu jumlah eritrosit mencit betina lebih kecil dari pada mencit jantan. Hal ini karena adanya hormon testosteron yang merangsang eritroblast. Jumlah eritrosit mencit jantan umur 3 minggu adalah  $6.490 \pm 0,339$  juta/mL dan pada mencit betina  $6.690 \pm 0,192$  juta/mL. Sedangkan pada umur 8 minggu, jumlah eritrosit mencit jantan  $7.072 \pm 0,348$  juta/mL dan pada mencit betina  $6.864 \pm 0,478$  juta/mL. Jumlah leukosit mencit jantan umur 3 minggu adalah  $6.800 \pm 1.800$  ribu/mL dan mencit betina adalah  $7.200 \pm 1.700$  ribu/mL. Sedangkan pada umur 8 minggu, jumlah leukosit mencit jantan  $5.500 \pm 1200$  ribu/mL dan pada mencit betina  $5.900 \pm 1500$  ribu/ml (Farid , 2005).

## **2.6 Metode Pemeriksaan Hemoglobin**

### **2.6.1 Metode dan Prinsip**

Metode yang digunakan untuk pemeriksaan hemoglobin adalah *QUIK-CHECK Hb Hemoglobin testing system*. Metode atau cara pengujian *QUIK-CHECK Hb* ditunjukkan untuk menentukan nilai kuantitatif dari hemoglobin. Cara mudah untuk melakukannya dengan menggunakan portable meter yang menggunakan intensitas dan warna cahaya yang terpantul pada reagen yang ada pada tes strip.

### **2.6.2 Cara Kerja**

1. Lakukan desinfeksi dengan kapas alkohol pada ekor mencit yang akan di potong dan biarkan sampai mengering.
2. Potong ujung ekor mencit menggunakan gunting

3. Darah di teteskan pada obyek glass.
4. Memipet darah sebanyak 10  $\mu$ L menggunakan mikropipet
5. Teteskan darah pada tengah – tengah area strip tes
6. Hasil akan tertera pada layar dalam waktu 15 detik

## **2.7 Hipotesis**

Ada perbedaan kadar hemoglobin antara mencit yang diberi sari daun bayam merah dengan mencit yang tidak diberi sari daun bayam merah.