

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn)**

Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn) adalah jenis polong-polongan yang dapat dimakan. Buah, biji dan buahnya dimanfaatkan sebagai sayuran. Kacang buncis tumbuh melilit, mempunyai akar tunggang dan sisi yang panjang. Tanaman ini memerlukan tiang untuk memanjat. Sayur buncis ini penting sebagai makanan manusia sebab selain mengandung karbohidrat dan lemak, tanaman ini juga banyak mengandung bahan protein terutama pada bijinya. Jika dikombinasikan dengan jenis makanan pokok yang mengandung hidrat arang jenis pangan dari kacang-kacangan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah kekurangan gizi di Indonesia (Saeful, 2012).

##### **2.1.1 Sejarah**

Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn) adalah jenis sayuran polong semusim yang termasuk ke dalam famili Leguminoceae (kacang-kacangan) yang sudah populer diseluruh dunia. Penyebar luasan tanaman buncis dari Amerika ke Eropa dilakukan sejak abad 16. Pusat penyebaran dimulai di Inggris (1594), menyebar ke negara-negara Eropa, Afrika sampai ke Indonesia (Saparinto, 2012)

##### **2.1.2 Klasifikasi Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn)**

Klasifikasi tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn) adalah :

Kingdom : Plantae

Subkingdom : Tracheobionta  
SuperDivisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
SubKelas : Rosidae  
Ordo : Fabales  
Famili : Fabaceae  
Genus : Phaseolus  
Spesies : *Phaseolus vulgaris L.* (Saparinto, 2012)



Gamabar 2.1 Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*)

### 2.1.3 Morfologi Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*)

Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*) termasuk sayuran polong semusim dan merupakan tanaman budidaya penting untuk pangan. Tanaman ini bukan tanaman asli Indonesia melainkan tempat asal primernya adalah Meksiko Selatan dan Amerika Tengah, sedangkan daerah sekunder adalah Peru, Equador, dan Bolivia

dan menyebar ke negara-negara Eropa sampai ke Indonesia dan sering disebut snap beans atau french beans. Buncis (*Phaseolus vulgaris Linn*) bentuknya semak atau perdu terdiri dua tipe pertumbuhan yaitu tipe merambat (*indeterminate*) mencapai tinggi tanaman  $\pm$  2 m bahkan dapat mencapai 2.4 m dan lebih dari 25 buku pembungaan sehingga memerlukan turus untuk pertumbuhannya dan tipe tegak atau pendek (*determinate*) tinggi tanaman antara 30-50 cm dengan jumlah sedikit dan pembungaannya terbentuk di ujung batang utama.

Buncis merupakan jenis polong-polongan yang dapat dimakan. Buah dan bijinya dimanfaatkan sebagai sayuran. Sayuran ini kaya dengan kandungan protein. Daunnya berbentuk bulat telur, duduk daun berseling. Perbungaan terletak di aksilar atau terminal dengan beberapa bunga berwarna putih, merah muda, dan ungu. Polong dengan panjang hingga 20cm, lurus atau pada umumnya agak melengkung, berdaging ketika muda, berwarna hijau atau kuning, kadang-kadang berbintik atau bergaris ungu atau kemerahan hingga keunguan. Bentuk ukuran dan warna biji sangat beragam. Biji berbentuk membulat telur, agak bulat atau mengginjal, berwarna hitam, coklat, kuning, merah, dan putih (Cahyono, 2007).

#### **2.1.4 Kandungan Kimia Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris Linn*)**

Buncis mempunyai kandungan gizi yang sangat banyak. Setiap 100 gram buncis cukup untuk memenuhi harian 20% vitamin c, 18% vitamin k dan 13% vitamin A. Selain itu, ada banyak serat dan jumlah vitamin B1, B2, B3, B6 dan B11. Buncis juga mengandung mineral seperti mangan, molibdenum, magnesium, potasium, zat besi, fosfor kalsium dan tembaga. Kandungan fitonutrien dalam

buncis termasuk berbagai karotenoid dan flavonoid yang memiliki efek antioksidan kuat. Penelitian baru telah menginformasikan adanya lutein, beta-karoten, violaxanthin dan neoxanthin dalam buncis. Flavonoid dalam buncis mencakup quercetin, kaemferol, catechin, procyanidin dan epicatechin. Selain itu, buncis juga mempunyai beberapa senyawa berikut : saponin, triterpenoida, steroida, stigmasterin, trigoneli, arginin, asam amino, asparagin, kholina, ranin, vasin (toksalbumin), zat pati, vitamin dan mineral (Anonim, 2013).

### **2.1.5 Manfaat Buncis (*Phaseolus vulgaris* Linn)**

Berikut ini manfaat buncis bagi kesehatan

#### 1. Mengendalikan glukosa

Buncis mempunyai kadar protein yang begitu tinggi. Jika sayuran ini diolah dengan benar maka protein yang ada di dalamnya dapat diserap oleh tubuh dan berguna untuk mengendalikan glukosa atau kadar gula dalam darah. Maka dari itu buncis sangat sesuai dengan penderita diabetes. Hal ini tentu saja sangat menguntungkan bagi penderita diabetes agar gula darah tetap dalam ambang batas aman (Saparinto, 2012).

#### 2. Melancarkan pencernaan

Buncis termasuk dalam keluarga kacang, yang kaya akan serat. Serat berguna untuk membantu sistem pencernaan.

#### 3. Menjaga jantung tetap sehat

Untuk mengurangi kadar kolesterol dalam darah yang bisa memicu serangan jantung diperlukan sistem pencernaan yang bekerja dengan baik. Oleh sebab itu buncis baik untuk dikonsumsi oleh pasien penyakit jantung.

Dengan mengkonsumsi buncis minimal empat kali seminggu dapat membantu organ jantung agar tetap sehat. Manfaat ini didapatkan dari asam folat yang terkandung dalam buncis.

#### 4. Meningkatkan kekebalan tubuh

Vitamin B1, B6 dan vitamin C dalam buncis dapat membuat sistem imun atau kekebalan tubuh meningkat.

#### 5. Meningkatkan metabolisme tubuh

Buncis mengandung mineral yang penting untuk metabolisme tubuh antara lain mangan, kalium, zat besi dan magnesium

#### 6. Mengatasi batu ginjal

Serat yang begitu tinggi dalam buncis dapat berguna untuk melarutkan batu ginjal sekaligus mencegah pembentukan batu pada ginjal. Buncis termasuk beberapa makanan yang mengandung oksalat. Oksalat yang terlalu banyak di dalam tubuh dapat mengganggu kesehatan, terutama bagi penderita penyakit ginjal atau kantung empedu.

Sebelum mengolah buncis menjadi masakan, cucilah buncis di air mengalir. Dalam memasak buncis hendaknya jangan terlalu matang agar kandungan fitonutrien, vitamin dan mineralnya masih ada dalam jumlah banyak di buncisnya (Anonim, 2013).

### **2.1.6 Mekanisme Buncis Terhadap Peningkatan Kadar Hemoglobin**

Buncis mengandung fitonutrien, karotenoid dan flavonoid yang memiliki efek antioksidan kuat. Penelitian baru telah menginformasikan adanya lutein, beta-karoten, violaxanthin dan neoxanthin dalam buncis. Zat gizi lain yang

terkandung dalam buncis adalah besi yang cukup tinggi serta kandungan vitamin A dan vitamin C (Anonim, 2013).

Zat besi (Fe) dan vitamin adalah salah satu faktor yang berhubungan dengan pembentukan sel darah merah dan hemoglobin dalam darah. Zat besi mengambil peran penting dalam proses distribusi oksigen dalam darah tubuh manusia. Zat besi berfungsi dalam proses produksi hemoglobin. Zat besi juga berperan penting dalam fungsi kekebalan tubuh. Kekurangan zat besi akan semakin memperbesar potensi tubuh mudah terserang penyakit dan menimbulkan penyakit anemia gizi atau yang dikenal masyarakat sebagai penyakit kurang darah.

Tubuh kehilangan zat besi hanya ketika sel darah merah hilang karena perdarahan yang menyebabkan kekurangan zat besi. Makanan yang mengandung sedikit zat besi dapat menyebabkan seseorang kekurangan zat besi untuk pertumbuhannya. Pada pria dan wanita pasca menopause, kekurangan zat besi biasanya menunjukkan adanya perdarahan pada saluran pencernaan. Pada wanita pre-menopause, kekurangan zat besi bisa disebabkan oleh perdarahan menstruasi (Hendri, 2010).

Kandungan vitamin C pada buncis berperan penting dalam pembentukan sel darah merah, karena anemia yang disebabkan kekurangan zat besi dipengaruhi juga oleh vitamin C. Vitamin C berfungsi mereduksi besi ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) menjadi ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dalam usus halus sehingga mudah diabsorpsi. Vitamin C menghambat pembentukan hemosiderin yang sulit dimobilisasi untuk membebaskan zat besi bila diperlukan oleh tubuh. Absorpsi zat besi dalam bentuk non heme dapat meningkat empat kali lipat bila ada vitamin C. Vitamin C berperan dalam

memindahkan zat besi dari transferin di dalam plasma ke feritin hati. Sebagian besar transferin darah membawa zat besi ke sumsum tulang dan bagian tubuh lainnya, di dalam sumsum tulang zat besi digunakan untuk membentuk hemoglobin (Almatsier, 2001).

## **2.2 Tinjauan Tentang Hemoglobin**

### **2.2.1 Definisi Hemoglobin**

Hemoglobin adalah suatu molekul yang berbentuk bulat yang terdiri dari 4 subunit. Setiap subunit mengandung satu bagian heme yang berkonjugasi dengan suatu polipeptida. Heme adalah suatu derivat porfirin yang mengandung besi. Polipeptida itu secara kolektif disebut sebagai bagian globin dari molekul hemoglobin. Ada dua pasang polipeptida didalam setiap molekul hemoglobin (Ganong, 2003). Komponen utama sel darah merah adalah protein hemoglobin yang mengangkut  $O_2$  dan  $CO_2$  dan mempertahankan pH normal melalui serangkaian dapar intraselular. Molekul-molekul hemoglobin terdiri dari dua pasang rantai polipeptida dan empat gugus heme, masing-masing mengandung sebuah atom besi. Konfigurasi ini memungkinkan pertukaran gas yang sangat sempurna (Supriasa, 2001).

Hemoglobin merupakan senyawa pembawa  $O_2$  pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hemeoglobin/100 ml dalam darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas sebagai  $O_2$  pada darah. Kandungan hemoglobin yang rendah dengan demikian mengindikasikan anemia (Supriasa, 2001). Pengertian lain hemeoglobin adalah pigmen merah pembawa  $O_2$  pada

eritrosit dan dibentuk oleh eritrosit yang berkembang dalam sum-sum tulang. Pembentukan berlangsung dari stadium perkembangan eritroblas sampai retikulosit. Molekul-molekul Hemoglobin terdiri atas dua pasang rantai polipeptida (Globin) dan empat kelompok heme. Globin merupakan satu protein yang terbentuk dari empat polipeptida yang sangat berlipat-lipat, sedangkan heme merupakan gugus nitrogenosa non protein yang mengandung besi (Adetia, 2014).

Sel-sel darah merah mampu mengkonsentrasikan hemoglobin dalam cairan sel sampai sekitar 34 gm/dl sel. Konsentrasi ini tidak pernah meningkat lebih dari nilai tersebut, karena ini merupakan batas metabolik dari mekanisme pembentukan hemoglobin sel. Selanjutnya pada orang normal, persentase hemoglobin hampir selalu mendekati maksimum dalam setiap sel, namun bila pembentukan hemoglobin dalam sumsum tulang berkurang, maka persentase hemoglobin dalam darah merah juga menurun karena hemeoglobin untuk mengisi sel kurang. Bila hematokrit (persentase sel dalam darah normalnya 40 sampai 45 %) dan jumlah hemeoglobin dalam masing-masing sel nilainya normal, maka seluruh darah seorang pria rata-rata mengandung 16 gram/dl hemeoglobin, dan pada wanita rata-rata 14 gram/dl (Anonim, 2012).

Hemoglobin dibentuk dalam sitoplasma sel sampai stadium retikulosit. Setelah inti sel dikeluarkan, hilang juga RNA dari dalam sitoplasma, sehingga dalam sel darah merah tersebut tidak dapat dibentuk protein lagi, begitu juga berbagai enzim yang sebelumnya terdapat dalam sel darah merah dan protein membran sel (Adetia, 2014). Pembentukan hemoglobin dimulai dalam proeritroblas dan kemudian dilanjutkan sedikit dalam stadium retikulosit, karena



ketika retikulosit meninggalkan sumsum tulang dan masuk ke dalam aliran darah, maka retikulosit tetap membentuk sedikit hemoglobin selama beberapa hari berikutnya (Anonim, 2012).

### **2.2.2 Fungsi Hemoglobin**

Hemoglobin dalam tubuh manusia memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Mengangkut  $O_2$  dari organ respirasi ke jaringan perifer dengan cara membentuk oksihemoglobin. Oksihemoglobin ini akan beredar secara luas pada seluruh jaringan tubuh. Jika kandungan  $O_2$  di dalam tubuh lebih rendah dari pada jaringan paru-paru, maka ikatan oksihemoglobin akan dibebaskan dan  $O_2$  akan digunakan dalam metabolisme sel.
2. Mengangkut karbon dioksida dari berbagai proton, seperti ion  $Cl^-$  dan ion hidrogen asam ( $H^+$ ) dari asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) dari jaringan perifer ke organ respirasi untuk selanjutnya diekskresikan ke luar. Oleh karena itu, hemoglobin juga termasuk salah satu sistem buffer atau penyangga untuk menjaga keseimbangan pH ketika terjadi perubahan  $PCO_2$  (Martini, 2009).

### **2.2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin**

Kadar hemoglobin seseorang tidak hanya dipengaruhi oleh paparan Pb (timbal), kebiasaan minum teh setiap hari setelah makan, mengkonsumsi alkohol serta merokok dapat mempengaruhi kadar hemoglobin. Konsumsi teh setiap hari dapat menghambat penyerapan zat besi sehingga akan mempengaruhi terhadap kadar hemoglobin (Gibson, 2005). Beberapa faktor lain yang mempengaruhi kadar hemoglobin antara lain:

#### 1) Usia

Anak-anak, orang tua, ibu yang sedang hamil akan lebih mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin. Pada anak-anak dapat disebabkan karena pertumbuhan anak-anak yang cukup pesat dan tidak diimbangi dengan asupan zat besi sehingga dapat menurunkan kadar hemoglobin.

#### 2) Jenis Kelamin

Perempuan lebih mudah mengalami penurunan daripada laki-laki, terutama pada saat menstruasi (Sarasawati, 2010).

#### 3) Penyakit Sistemik

Beberapa penyakit yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin yaitu leukimia, thalasemia, tuberkulosis. Penyakit tersebut dapat mempengaruhi produksi sel darah merah yang disebabkan karena terdapat gangguan pada sum-sum tulang (Anonim, 2005).

#### 4) Pola Makan

Pola makan adalah menu makanan yang dalam keseharian oleh seseorang. Pola makan yang sehat tercantum dalam pemilihan menu makanan yang seimbang (Prasetyono, 2009). Sumber lain juga berasal dari tumbuh-tumbuhan tetapi kecil kandungannya sehingga bisa diabaikan (Gibson, 2005). Zat besi didalam makanan berbentuk heme yaitu berikatan dengan protein atau dalam bentuk nonheme yang berbentuk senyawa besi inorganik yang kompleks. Zat besi heme lebih banyak diabsorbsi dibanding dengan zat besi nonheme. Sumber zat besi heme adalah hati, ginjal,

daging, ayam, ikan dimana dalam usus diserap 15-35 %. Sumber nonheme umumnya terdapat dalam makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti sayur-sayuran, biji-bijian, kacang-kacangan, buah-buahan dan serelia, sedikit dalam daging, ikan, telur (Adetia, 2014).

#### **2.2.4 Struktur Hemoglobin**

##### **1. Sintesis Heme**

Kedua bagian molekul hemeoglobin (heme dan globin) memiliki jalur pembentukan yang sangat berbeda. Setiap molekul hemoglobin memiliki empat gugus heme identik yang melekat ke empat rantai globin, dengan demikian sepasang rantai alfa tersusun diatas sepasang rantai non-alfa (rantai beta pada hemeoglobin dewasa). Gugus heme terdiri dari 4 struktur 4-karbon berbentuk cincin simetris yang disebut cincin pirol, yang membentuk satu molekul porfirin. Cincin porfirin dijumpai pada protein lain selain hemoglobin, termasuk mioglobin dan enzim lain (katalase, sitokrom, dan peroksidase). Cincin-cincin ini terbenam dalam kantung-kantung heme di dalam struktur protein. Biosintesis heme melibatkan dua pembentukan bertingkat sebuah rangka porfirin, di ikuti oleh insersi besi ke masing-masing dari empat gugus heme.

Sintesis porfirin memerlukan pembentukan sebuah rantai lurus gugus karbon yang menutupi sebuah cincin pirol. Empat pirol kemudian menyatu, dan setelah beberapa kali perubahan dan pertukaran gugus substituent, terbentuk senyawa bebas besi yang disebut protoporfirin. Konstituen gugus karbon yang membentuk cincin ini berasal dari asam

amino glisin dan sebuah koenzim, suksinil koenzim A. Sintesis heme berawal dari senyawa-senyawa ini dan berjalan dalam pola yang cukup dapat diperkirakan, sebagai berikut :

- a. Pada awalnya, dua senyawa ini glisin dan suksinil koenzim A menyatu untuk membentuk senyawa *asam aminolevulinat (ALA)*. Senyawa lurus ini adalah prekursor pertama yang nyata berkaitan dengan sintesis heme. Enzim yang mengkatalisis reaksi ini, *ALA-sintetase*, tampaknya merupakan enzim penentu kecepatan jalur metabolik ini. *Piridoksal fosfat* (vitamin B6) adalah koenzim untuk reaksi ini. Reaksi ini dirangsang oleh adanya hormon eritropoietin dan dihambat oleh pembentukan heme (kontrol umpan balik negatif). Jalur ini dimulai di mitokondria dan sitoplasma sel yang sedang berkembang.
- b. Dua molekul ALA menyatu untuk membentuk *porfobilinogen*, sebuah molekul cincin.
- c. 4 molekul senyawa ini menyatu untuk membentuk sebuah senyawa bercincin empat (tetrapirrol), yang disebut *uroporfirinogen*.
- d. Senyawa ini diubah menjadi *koproporfirinogen*.
- e. *Koproporfirinogen* diubah menjadi *protoporfirin*.
- f. Akhirnya, protoporfirin berikatan dengan besi dengan bantuan enzim penentu kecepatan jalur metabolik yang lain, yaitu *ferokelatase (heme sintetase)*. Koproporfirin dan uroporfirin yang tidak digunakan diekskresikan melalui urine dan feses.

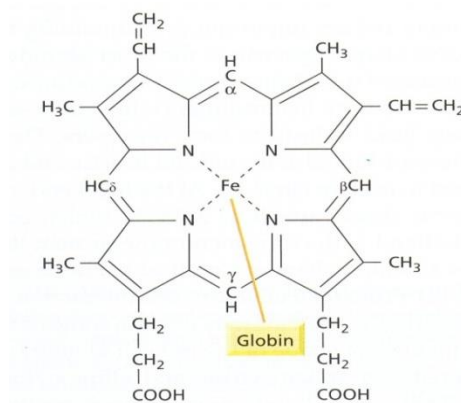
## 2. Sintesis Globin

Hemoglobin dewasa normal (HbA) 95% dari hemoglobin dewasa terdiri dari empat rantai polipeptida yang terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai beta ( $\alpha_2\beta_2$ ), yang masing – masing memiliki gugus heme terikat. Pada keadaan normal, rantai alfa dan beta diproduksi dalam jumlah setara. Rantai-rantai minor lain juga disintesis pada orang dewasa dan mencakup rantai delta dan rantai gama janin, yang membentuk dua hemoglobin dewasa minor :

- a. alfa-2 gama-2 membentuk hemoglobin janin atau F (<2,5%)
- b. alfa-2 delta-2 membentuk hemeoglobin A<sub>2</sub> (<2,5 %)

Sintesis globin diperkirakan berada dibawah kendali eritropoietin, walaupun tempat kerja molekularnya tidak diketahui. Sintesis globin juga dipicu oleh heme bebas. Sintesis globin terutama terjadi di eritroblas dini, atau basofilik dan berlanjut, dengan tingkat yang terbatas, bahkan sampai di retikilosit tidak berinti. Diperkirakan bahwa 15-20% hemoglobin disintesis selama stadium yang disebut terakhir. Gen-gen untuk pengaturan ekspresi DNA serta pembentukan RNA dan sintesis protein selanjutnya sudah berhasil di ungkapkan sepenuhnya. Anemia dapat terjadi karena kelainan di tingkat DNA, efek dalam interpretasi cetakan RNA, atau karena selama sintesis protein kode perantara *nonsense* tidak ditranslasi atau diekspresikan, karena masing-masing kromosom individual berasal dari kedua orang tua, ekspresi genetik jelas bergantung pada gen mana yang diwariskan ke anak.

Gangguan hereditas produksi hemoglobin dapat menyebabkan anemia serius. *Messenger RNA* globin, yang dipanen dari retikulosit, membentuk suatu sistem sel in vitro stabil yang memungkinkan kita mempelajari sintesis globin di laboratorium riset. Kode kode genetik ini telah berhasil di ungkapkan, yang mengarahkan pembentukan 141 asam amino menjadi rantai alfa dan 146 asam amino menjadi rantai non-alfa.



Gambar. 2.2 (Struktur Hemoglobin)

Selama masa janin, rantai-rantai embrionik kemudian membentuk hemoglobin janin utama ( $\alpha_2$ ,  $\gamma_2$ , hemoglobin F). Hemoglobin dominan pada masa janin lanjut dan neonates dini. Perubahan hemoglobin janin menjadi hemoglobin dewasa ( $\alpha_2$ ,  $\beta_2$ ) selesai pada usia 3 sampai 6 bulan. Mekanisme sebenarnya yang mengatur perubahan ini masih belum diketahui (Ronald dan Richard, 2004).

## 2.3 Tinjauan Tentang Zat Besi

### 2.3.1 Definisi Zat Besi

Zat besi atau Fe adalah nutrisi penting untuk tubuh manusia. Kebutuhan zat besi pada tubuh pria dewasa ialah 40 - 50 mg zat besi/kg berat badan. Bagi tubuh wanita dewasa adalah 35-50 mg/kg berat badan. Zat besi mengambil peran penting dalam proses distribusi oksigen dalam darah tubuh manusia. Zat besi juga berfungsi dalam proses produksi hemoglobin (Hendri, 2012). Bentuk – bentuk konjugasi Fe adalah :

a. Hemoglobin

Mengandung bentuk ferro. Fungsi hemoglobin adalah mentranspor  $\text{CO}_2$  dari jaringan ke paru-paru untuk di ekskresikan ke dalam udara pernapasan dan membawa  $\text{O}_2$  dari paru-paru ke sel-sel jaringan. Hemoglobin terdapat dalam eritrosit.

b. Myoglobin

Terdapat di dalam sel-sel otot, mengandung Fe bentuk ferro. Fungsi myoglobin adalah dalam proses kontraksi otot.

c. Transferrin

Mengandung Fe bentuk ferro. Transferrin merupakan konjugat Fe yang berfungsi mentranspor Fe tersebut di dalam plasma darah, dari tempat penimbunan Fe ke jaringan – jaringan (sel) yang memerlukan (sum-sum tulang yang terdapat jaringan hemopoietik). Transferrin terdapat juga di dalam berbagai jaringan tubuh, dan mempunyai karakteristik yang berlain – lain.

#### d. Hemeosiderin

Adalah konjugat protein dengan ferri dan merupakan bentuk storage zat besi. Hemeosiderin bersifat lebih inert dibandingkan dengan ferritin. Untuk di mobilisasikan, Fe dari hemosiderin diberikan lebih dahulu kepada transferrin (Zauhari, 2013).

### **2.3.2 Zat Besi dalam Tubuh**

Zat besi dalam tubuh manusia sebagian besar terdapat dalam sel darah merah (eritrosit) yaitu sekitar 65% dalam jaringan hati, limpa dan sumsum tulang 30% dan sekitar 5% terdapat dalam inti sel, dalam plasma serta dalam otot sebagai myoglobin (Minarno dan Hariani, 2008). Pada wanita subur, lebih banyak Fe terbuang dari badan dengan adanya menstruasi, sehingga kebutuhan akan Fe pada wanita dewasa lebih tinggi dari pada laki-laki. Wanita hamil dan sedang menyusui juga memerlukan lebih banyak Fe dibandingkan dengan wanita biasa. Hal ini disebabkan bayi yang sedang dikandungnya juga memerlukan zat besi, sedangkan ASI mengandung Fe dalam bentuk lactotransferin (Sediaoetama, 2006).

### **2.3.3 Zat Besi dalam Makanan**

Zat besi (Fe) terdapat dalam bahan makanan hewani, kacang-kacangan, dan sayuran berwarna hijau tua. Pemenuhan Fe oleh tubuh memang sering dialami sebab rendahnya tingkat penyerapan Fe di dalam tubuh, terutama dari sumber Fe nabati yang hanya diserap 1-2%. Penyerapan Fe asal bahan makanan hewani dapat mencapai 10-20%. Fe bahan makanan hewani (heme) lebih mudah diserap daripada Fe nabati (non heme). Sumber terbaik zat besi berdasarkan makanan ialah hati, tiram, kerang, buah pinggang, daging tanpa lemak, ayam/itik dan ikan.



Kacang dan sayur yang dikeringkan adalah sumber iron yang baik daripada tumbuhan (Hendri, 2010).

Tabel 2.1 Sumber zat besi (per 100 gr)

<b>Jenis Fe</b>	<b>(mg)</b>
Daging	2,2-5
Ikan	1,2-4
Telur	1,2-1,5
Kacang Hijau	6
Kacang Kedelei	15,7

Beberapa jenis makanan yang mengandung zat besi adalah daging sapi, kambing, ayam, ikan, ikan tuna, dan telur. Dari enam jenis makanan ini, daging sapi dan kambing menempati posisi tertinggi. Dalam 100 gr daging sapi, misalnya, terkandung 2,5 mg lebih zat besi. Selain zat besi, daging sapi juga mengandung protein, vitamin A, zinc(seng), Omega-3, vitamin B12, dan lemak tak jenuh. Agar makanan yang mengandung zat besi tersebut terserap dengan baik, sebaiknya dibantu dengan asupan vitamin C. Keanekaragaman konsumsi makanan sangat penting dalam membantu meningkatkan penyerapan Fe di dalam tubuh. Kehadiran protein hewani, vitamin C, vitamin A, zink (Zn), asam folat, zat gizi mikro lain dapat meningkatkan penyerapan zat besi dalam tubuh. Manfaat lain mengkonsumsi makanan sumber zat besi adalah terpenuhinya kecukupan vitamin A. Makanan sumber zat besi umumnya merupakan sumber vitamin A (Hendri, 2010).

### 2.3.4 Metabolisme Zat Besi

Besi adalah *trace element* yang paling banyak terdapat di tubuh. Sekitar 65% dari 4000 mg besi yang normal terdapat di dalam tubuh (60mg/kg pada laki-laki dan 50 mg/kg pada perempuan) terikat ke heme. Diperlukan satu milligram besi untuk setiap millimeter sel darah merah yang diproduksi. Setiap hari, 20 sampai 25 mg besi diperlukan untuk eritropoesis sebanyak 95% di daur ulang dari besi yang berasal dari perputaran eritrosit dan katabolisme hemoglobin. Hanya 1mg/hari (yang merupakan 5% dari perputaran besi) yang baru diserap untuk mengimbangi pengeluaran (minimal) besi melalui feses dan urine. Besi tubuh lainnya, yang merupakan sepertiga dari besi total tubuh, tersimpan dalam hati, limpa, dan sum-sum tulang, atau terangkut dalam mioglobin dan koenzim protein pengangkut elektron sitokrom. Besi simpanan terdapat dalam bentuk hemeosiderin atau ferritin. Angka-angka normal untuk metabolisme besi diperlihatkan dalam tabel (Ronald dan Richard, 2004).

Tabel 2.2 Angka Normal Untuk Metabolisme Besi

Metabolisme Besi	Angka Normal
Besi serum (Fe)	50-150 $\mu\text{g/dL}$
Kapasitas mengikat besi total	240-360 $\mu\text{g/dL}$
Persen saturasi	20-45%
Feritin serum	12-300 $\mu\text{g/L}$
Protoporfirin eritrosit bebas	15-18 $\mu\text{g/L}$

### 2.3.5 Penyerapan Zat Besi

Zat besi (Fe) lebih mudah diserap dari usus halus dalam bentuk ferro. Penyerapan ini mempunyai mekanisme autoregulasi yang diatur oleh kadar

ferritin yang terdapat di dalam sel-sel mukosa usus. Pada kondisi Fe yang baik, hanya sekitar 10% dari Fe yang terdapat di dalam makanan diserap ke dalam mukosa usus, tetapi dalam kondisi defisiensi lebih banyak Fe dapat diserap untuk menutupi kekurangan tersebut.

Ekskresi Fe dilakukan melalui kulit di dalam bagian-bagian tubuh dan dilepaskan oleh permukaan tubuh, jumlahnya sangat kecil sekali, hanya sekitar 1 mg dalam sehari semalam. Pada wanita subur lebih banyak Fe terbuang dari badan dengan adanya menstruasi sehingga kebutuhan Fe pada wanita dewasa lebih tinggi daripada laki – laki. Wanita hamil dan sedang menyusui juga lebih banyak memerlukan Fe dibandingkan dengan wanita biasa, karena bayi yang sedang di kandung juga memerlukan zat besi sedangkan ASI (Air Susu Ibu) mengandung Fe dalam bentuk lactotransferin (Zauhari, 2013) .

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

Menurut almatsier (2002), absorpsi terjadi dibagian atas usus halus (duodenum) dengan bantuan alat angkut protein khusus. Terdapat dua jenis alat angkut protein didalam sel mukosa usus halus yang membantu penyerapan besi, yaitu transferin dan feritin. Transferin yaitu protein yang disintetis didalam hati. Banyak faktor berpengaruh terhadap absorpsi besi antara lain :

#### **1. Bentuk besi**

Bentuk besi didalam makanan berpengaruh terhadap penyerapannya. Besi heme yang merupakan bagian dari hemoglobin dan mioglobin yang terdapat didalam daging hewan yang dapat diserap dua kali lipat daripada

besi non heme. Besi non heme terdapat didalam telur, sereal, kacang-kacangan, sayuran hijau dan buah-buahan.

2. Asam organik

Vitamin C sangat membantu penyerapan besi nonheme dengan merubah bentuk feri menjadi fero.

3. Tanin

Tanin terdapat didalam teh, kopi dan beberapa jenis sayuran dan buah yang menghambat absorpsi besi dengan cara mengikatnya.

4. Tingkat Keasaman Lambung

Tingkat keasaman lambung meningkat daya larut besi. Penggunaan obat-obatan yang bersifat basa seperti antasid menghalangi absorpsi besi.

5. Kebutuhan tubuh

Kebutuhan tubuh akan besi sangat berpengaruh besar terhadap absorpsi besi. Bila tubuh kekurangan besi atau kebutuhan meningkat pada masa pertumbuhan, absorpsi besi non heme dapat meningkat sampai sepuluh kali, sedangkan besi heme dua kali.

### **2.3.7 Kekurangan Zat Besi**

Defisiensi besi terutama menyerang golongan rentan, seperti anak-anak, remaja, ibu hamil dan menyusui serta pekerja berpenghasilan rendah. Secara klasik defisiensi besi dikaitkan dengan anemia gizi besi, namun sejak 25 tahun terakhir banyak bukti menunjukkan bahwa defisiensi besi berpengaruh luas terhadap kualitas sumber daya manusia, yaitu terhadap kemampuan belajar dan produktivitas kerja (Almatsier, 2003).

Kehilangan besi dapat terjadi karena konsumsi makanan yang kurang seimbang atau gangguan absorpsi besi. Kekurangan besi dapat terjadi karena perdarahan yang mengakibatkan hilangnya zat besi dalam tubuh. Sehingga harus diobati dengan pemberian zat besi tambahan dan asupan makanan yang cukup (Anonim, 2011).

Kekurangan besi terjadi dalam tiga tahap. Tahap pertama terjadi bila simpanan besi berkurang yang terlihat dari penurunan ferritin dalam plasma hingga  $12\mu\text{g/L}$ , hal ini dikompensasi dengan peningkatan absorpsi besi yang terlihat dari peningkatan kemampuan mengikat besitotal (*Total Iron Binding Capacity*). Tahap ini belum terlihat perubahan fungsional pada tubuh. Tahap kedua terlihat dengan habisnya simpanan besi, menurunnya jenuh transferrin hingga kurang dari 16% pada orang dewasa dan meningkatnya protoporfirin, yaitu bentuk pendahulu (precursor) heme. Tahap ini nilai hemeoglobin dalam darah masih berada pada 95% nilai normal. Hal ini dapat mengganggu metabolisme energy, sehingga menyebabkan menurunnya kemampuan bekerja. Tahap ketiga terjadi anemia gizi besi, dimana kadar hemoglobin total turun dibawah nilai normal. Anemia gizi berat ditandai oleh sel darah merah yang kecil (mikrositosis) dan nilai hemoglobin rendah (hipokromia). Anemia gizi besi dinamakan anemia hipokromik mikrositik.

Kekurangan besi pada umumnya menyebabkan pucat, rasa lemah, letih, pusing, kurang nafsu makan, menurunnya kebugaran tubuh, menurunnya kemampuan kerja, menurunnya kekebalan tubuh dan gangguan penyembuhan luka.

Pada anak-anak kekurangan besi menimbulkan apatis, mudah tersinggung, menurunnya kemampuan untuk berkonsentrasi dan belajar (Almatsier, 2003)

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

Mencit (*Mus musculus*) dikenal sebagai obyek yang banyak dipilih untuk penelitian karena memberikan nilai yang lebih dalam penelitian genetik, akibatnya jumlah spesies sangat banyak. Daftar spesies itu dipublikasikan pada “*Internasional Nommittee on Laboratory Animal*”. Hewan percobaan ini dapat disebut juga tikus atau tikus putih, tetapi karena hewan ini sangat kecil diantara berbagai jenis hewan percobaan dan karena sangat banyak jenis mencit, sehingga lebih baik jika hewan ini dinamakan mencit.

Mencit termasuk dalam genus *Mus*, *subfamily Murinae*, *family Muridae*, *order Rodentia*. Mencit yang sudah dipelihara di laboratorium sebenarnya masih satu family dengan mencit liar. Mencit yang paling sering dipakai untuk penelitian biomedis adalah *Mus musculus*. Berbeda dengan hewan – hewan lainnya, mencit tidak memiliki kelenjar keringat. Pada umur 4 minggu berat badanya mencapai 18-20 gram. Jantung terdiri dari 4 ruang dengan dinding atrium yang tipis dan dinding ventrikel yang lebih tebal. Peningkatan temperature tubuh tidak mempengaruhi tekanan darah, sedangkan frekuensi jantung, *cardiac output* berkaitan dengan ukuran tubuhnya. Hewan ini memiliki karakter yang lebih aktif pada malam hari daripada siang hari (Adetia, 2014).



Gambar 2.3 Mencit (*Mus musculus*) (Adetia, 2014)

Mencit laboratorium dapat dipelihara dalam kotak sebesar kotak sepatu, kotak dapat dibuat dari berbagai macam bahan, misalnya plastic, aluminium dan sebagainya. Ukuran panjang dan lebar kandang sebaiknya lebih panjang dari pada panjang tubuh hewan termasuk ekornya. Agar tidak berdesakan pengisian kandang hendaknya tidak lebih dari 20 ekor hewan. Penting juga tersedia alas tidur dengan kualitas bagus dan bersih, alas tidur harus diganti sesering mungkin. Syarat pemberian per oral (diminumkan) pada mencit adalah 1ml.

Mencit laboratorium biasanya diberi makan, makanan berbentuk pellet tanpa batas atau makanan ayam (poor), juga penting diperhatikan bahwa mencit laboratorium tidak boleh dengan keadaan tanpa air minum. Air minum harus selalu tersedia, persediaan air minum yang tidak terkontaminasi dapat menjadi masalah penting dalam pemeliharaan mencit laboratorium. Pada umumnya air minum dapat diberikan dengan botol-botol gelas atau plastik dan mencit dapat minum dari botol tersebut melalui pipa gelas atau pipa logam (Diah, 2004).

Tabel 2.3 Data Biologis Mencit

<b>Kriteria</b>	<b>Nilai</b>
Lama hidup	1-2 tahun atau 1-3 tahun
Lama produksi ekonomis	9 bulan
Lama bunting	19 – 21 hari
Kawin sesudah beranak	1 – 24 jam
Umur disapih	21 hari
Umur dewasa	35 hari
Umur dikawinkan	8 minggu (jantan dan betina)
Berat dewasa	20 – 40 gr jantan, 18 – 35 dewasa
Berat lahir	0,5 – 0,1 gr
Jumlah anak	Rata – rata 6 – 15
Suhu	35 – 39 <sup>0</sup> C (rat-rata 37,4 <sup>0</sup> 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	9.18-8.62 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	762.000-1.249.055 ul
Hemeatokrit	39 – 49 %
Hb	12,15 – 14,91 g/dl

Sumber : M.Edhie Sulaksono, *Center for Research and Development of Disease Control*, NIHRD, 2002

## 2.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir diatas maka dirumuskan hipotesisnya adalah ada pengaruh pemberian rebusan buncis terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada mencit.