

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Darah

Darah merupakan salah satu jaringan dalam tubuh yang berbentuk cairan berwarna merah. Karena sifat darah yang berbeda dengan jaringan lain, mengakibatkan darah dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain sehingga dapat menyebar ke berbagai kompartemen tubuh. Penyebaran tersebut harus terkontrol dan harus tetap berada pada satu ruangan agar darah benar-benar dapat menjangkau seluruh jaringan didalam tubuh melalui suatu sistem yang disebut sistem kardiovaskuler, yang meliputi jantung dan pembuluh darah (Nugraha, 2015).

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian. Bahan interseluler adalah cairan yang disebut plasma dan di dalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah. Volume darah secara keseluruhan kira-kira merupakan satu perdua belas berat badan atau kira-kira 5 liter. Sekitar 55 persennya adalah cairan, sedangkan 45 persen sisanya terdiri atas sel darah (Pearce, 2009).

2.1.1 Komponen Darah

Darah dibentuk dari dua komponen yaitu komponen selular dan komponen non-selular. Komponen selular sering disebut juga korpuskuli, yang membentuk sekitar 45% yang terdiri dari tiga macam atau jenis sel yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit. Komponen non-selular berupa cairan yang disebut plasma dan membentuk sekitar 55% bagian dari darah. Plasma darah terdiri dari air, protein, karbohidrat, lipid, asam amino, vitamin, dan mineral (Nugraha, 2015).

2.1.2 Fungsi Darah

Menurut Nugraha (2015) Berdasarkan kandungan selular dan non-selular dalam darah, jaringan ini memiliki fungsi yang sangat penting yaitu :

1. Fungsi Respirasi

Melalui eritrosit darah memiliki fungsi mengangkut oksigen dari paru-paru menuju jaringan diseluruh tubuh dan mengangkut karbondioksida dari jaringan menuju paru-paru untuk dikeluarkan. Pengangkutan oksigen dan karbondioksida dilakukan oleh molekul yang terkandung dalam eritrosit.

2. Fungsi Nutrisi

Karbohidrat, protein, dan lemak yang kita makan akan diproses oleh sistem pencernaan didalam lumen usus nutrisi akan di absorbs menuju kapiler-kapiler darah disekitar usus. Beberapa nutrisi disintesis oleh sel dalam organ seperti hati. Semua molekul tersebut akan diangkut oleh darah, melalui sistem kardiovaskuler ntrisi akan didistribusikan keseluruh tubuh.

3. Fungsi Penyeimbang Asam-Basa Tubuh

Kelebihan suatu senyawa yang bersifat sama maupun bersifat basa akan dieksresikan oleh organ paru-paru dan ginjal. Darah yang menjangkau seluruh bagian tubuh, akan membuang senyawa yang mengganggu keseimbangan asam-basa tubuh agar dapat mempertahankan fungsi fisiologis.

4. Fungsi Transpor Hormon dan Pengaturan Metabolisme

Metabolisme terjadi karena adanya reaksi biokimia didalam tubuh untuk keberlangsungan makhluk hidup salah satunya dengan bantuan enzim sebagai katalisator, beberapa reaksi enzimatik dipengaruhi oleh faktor lain seperti hormon.

Hormon yang diproduksi oleh kelenjar endokrin akan diekskresikan didalam darah untuk dibawa menuju ke jaringan sasaran untuk direspon oleh jaringan dan dapat melakukan fungsi fisiologis.

5. Fungsi Ekskresi

Sel dalam jaringan melakukan metabolisme dan menghasilkan sisa metabolisme berupa sampah yang tidak digunakan, jika terakumulasi dalam sel atau organ akan menyebabkan kerusakan sel dan gangguan kesehatan. Sisa metabolisme akan dikeluarkan oleh sel ke dalam darah dan diangkut melalui sistem kardiovaskuler menuju organ ekskresi untuk dikeluarkan.

2.2 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein kompleks yang mengikat zat besi (Fe) dan terdapat di dalam eritrosit. Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru keseluruh tubuh dan menukarkannya dengan karbondioksida (CO_2) dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru (Nugraha, 2015).

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oksihemoglobin didalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan (Pearce, 2000). Menurut Leslie (2015) hemoglobin ialah protein besar yang terdiri dari empat rantai polipeptida, yang masing-masing memiliki ikatan kovalen dengan sebuah kelompok heme.

Hemoglobin adalah protein stabil, yang dapat diubah menjadi siangmethemoglobin (Kiswari, 2014). Menurut Ganong (2003) hemoglobin adalah

suatu molekul yang berbentuk bulat yang terdiri dari 4 subunit. Setiap subunit mengandung satu bagian *heme* yang berkonjugasi dengan suatu polipeptida. Polipeptida itu secara kolektif disebut sebagai bagian globin dari molekul hemoglobin.

Hemoglobin merupakan senyawa pembawa O₂ pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah hemoglobin/100 ml dalam darah dapat digunakan sebagai indek kapasitas sebagai O₂ pada darah. Kandungan hemoglobin yang rendah dengan demikian mengindikasikan anemia (Supriasa, 2001).

2.2.1 Struktur Hemoglobin

Menurut Kiswari (2014) Struktur hemoglobin dibagi menjadi dua yang paling utama yaitu heme dan globin serta struktur tambahan.

1. Heme

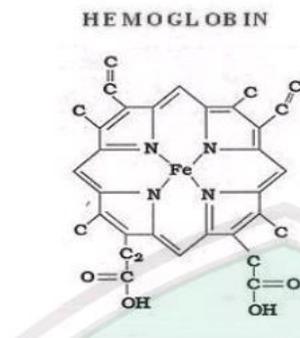
Melibatkan empat atom besi dalam bentuk Fe²⁺ dikelilingi oleh cincin protoporfirin IX, karena zat besi dalam bentuk Fe³⁺, tidak dapat mengikat oksigen. Protoporfirin IX adalah produk akhir dalam sintesis molekul heme. Protoporfirin ini hasil interaksi suksinil koenzim A dan asam delta-aminolevulinat di dalam mitokondria dari eritrosit berinti, dengan pembentukan beberapa produk antara lain, yaitu porfobilinogen, uroporfirinogen, dan coproporfirin. Besi bergabung dengan protoporfirin untuk membentuk heme molekul lengkap. Jika terjadi satu produk mengalami kerusakan maka akan merusak fungsi hemoglobin.

2. Globin

Terdiri dari asam amino yang dihubungkan bersama untuk membentuk rantai polipeptida. Hemoglobin dewasa terdiri atas rantai alfa dan rantai beta. Rantai alfa memiliki 141 asam amino, dan rantai beta memiliki 146 sama amino. Heme dan globin dari molekul hemoglobin dihubungkan dengan suatu ikatan kimia

3. Struktur Tambahan

Struktur tambahan yang mendukung molekul hemoglobin adalah 2,3-difosfogliserat (2,3-DPG), suatu zat yang dihasilkan melalui jalur Embden-Mayerthof yang anaerob selama proses glikolisis. Struktur ini berhubungan erat dengan afinitas oksigen dari hemoglobin.



Gambar 2.1 Struktur Hemoglobin
Sumber : Fatimah (2009)

2.2.2 Fungsi Hemoglobin

Menurut Pearce (2013) Fungsi hemoglobin merupakan eritrosit dalam darah arteri sistemik mengangkut O_2 dari paru-paru ke jaringan dan kembali lagi dalam darah vena dengan membawa CO_2 ke paru-paru.

Pengiriman oksigen adalah fungsi utama dari molekul hemoglobin. Selain itu, struktur hemoglobin mampu menarik CO_2 dari jaringan, serta menjaga darah pada pH yang seimbang (Kiswari, 2014).

Menurut Martini (2009) karbon dioksida dari berbagai proton, seperti ion Cl^- dan ion hydrogen asam (H^+) dari asam karbonat (H_2CO_3) dari jaringan perifer ke organ respirasi untuk selanjutnya dieksresikan ke luar. Oleh karena itu, hemoglobin juga termasuk salah satu sistem buffer atau penyangga untuk menjaga keseimbangan pH ketika terjadi perubahan PCO_2 .

2.2.3 Sintesis Hemoglobin

Menurut Setiawan (2005) Fungsi utama dari eritrosit adalah membawa O_2 ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru. Untuk mencapai pertukaran gas ini, eritrosit mengandung protein khusus yaitu hemoglobin. Setiap eritrosit mengandung 640 juta molekul hemoglobin. Tiap molekul hemoglobin (Hb)A pada orang dewasa normal (hemoglobin yang dominan dalam darah setelah usia 3-6 bulan) terdiri dari 4 rantai polipeptida $\alpha_2 \beta_2$, masing-masing dengan gugus heme sendiri. Berat molekul HbA adalah 68.000. Darah orang dewasa normal juga mengandung dua hemoglobin lain dalam jumlah kecil, yaitu HbF dan HbA₂. Keduanya memiliki rantai α , tetapi secara berurutan, dengan rantai γ dan δ , selain rantai β . Sintesis heme terutama terjadi di mitokondria melalui suatu rangkaian reaksi biokimia yang bermula dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A oleh kerja enzim kunci yang bersifat membatasi kecepatan reaksi yaitu asam δ - aminolevulinat (ALA) sintase. Piridoksal fosfat (vitamin B₆) adalah suatu koenzim untuk reaksi ini, yang dirangsang oleh eritropoietin. Akhirnya, protoporfirin bergabung dengan besi

dalam bentuk ferro (Fe^{2+}) untuk membentuk heme, masing-masing molekul heme bergabung dengan satu rantai globin yang dibuat pada poliribosom.

2.3 Zat Besi

Zat besi adalah unsur yang terdapat pada pada enzim-enzim yang mengandung *heme* misalnya hemoglobin dan sitokrom (Harti, 2014). Menurut Kiswari (2014) Zat besi merupakan unsur yang sangat penting didalam tubuh dan hampir selalu berikatan dengan protein tertentu seperti hemoglobin dan myoglobin.

Menurut Kaleka (2013) Zat besi merupakan mineral penting bagi tubuh karena fungsinya dalam pembentukan sel darah merah. Lebih dari 60% zat besi didalam tubuh manusia terdapat dalam hemoglobin. Zat besi adalah sebuah nutrisi esensial yang diperlukan oleh setiap sel manusia (Ani, 2013).

2.3.1 Metabolisme Zat Besi

Metabolisme besi sangat penting dalam pemantauan status besi dan suplemen preparat besi. Zat besi adalah unsur yang sangat penting didalam tubuh, kompartmen zat besi yang terbesar dalam tubuh adalah hemoglobin yang dalam keadaan normal mengandung kira-kira 2 gram zat besi. Hemoglobin mengandung 0,34% berat zat besi, dimana 1 ml eritrosit serta dengan 1 mg zat besi.

Ferritin merupakan tempat penyimpanan terbesar zat besi dalam tubuh. Fungsi dari ferritin adalah sebagai penyimpan zat besi terutama di dalam hati, limpa, dan sumsum tulang. Zat besi yang berlebihan akan disimpan dan bila diperlukan dapat dimobilisasi kembali. Hati merupakan tempat penyimpanan ferritin terbesar di dalam tubuh dan berperan dalam mobilisasi serum. Pada penyakit hati maupun kronis, kadar

ferritin akan meningkat, ini disebabkan meningkatnya sintesis ferritin dalam sel hati terganggu dan terdapat pelepasan ferritin dari sel hati yang rusak. Pada penyakit keganasan, sel darah kadar ferritin serum meningkat disebabkan oleh meningkatnya sintesis ferritin oleh sel leukemia. Pada keadaan infeksi dan inflamasi, terjadi gangguan pelepasan zat besi dari sel retikuloendotelial yang mekanismenya belum jelas, akibatnya kadar ferritin intrasel dan serum meningkat. Ferritin disintesis dalam sel retikuloendotelial dan diekskresikan ke dalam plasma. Sintesis ferritin dipengaruhi oleh konsentrasi cadangan besi intrasel dan berkaitan pula dengan cadangan zat besi intrasel. Zat besi dalam plasma sebagian berikatan dengan transferrin, yang berfungsi sebagai tranpor zat besi (Kiswari, 2014).

2.3.2 Penyerapan Zat Besi

Zat besi diserap didalam duodenum dan jejunum bagian atas melalui proses yang kompleks. Proses ini meliputi tahap-tahap utama sebagai berikut :

1) Bahan Pangan

Besi yang terdapat di dalam bahan pangan, baik dalam bentuk Fe^{2+} atau Fe^{3+} mengalami proses pencernaan.

2) Lambung

Di dalam lambung Fe^{3+} larut dalam asam lambung, kemudian diikat oleh gastroferrin dan direduksi menjadi Fe^{2+} .

3) Usus

Di dalam usus, Fe^{2+} dioksidasi menjadi Fe^{3+} . Fe^{3+} berikatan dengan apoferritin yang kemudian ditransformasi menjadi ferritin, membebaskan Fe^{2+} kedalam plasma darah.

4) Plasma

Didalam plasma, Fe^{2+} dioksidasi menjadi Fe^{3+} dan berikatan dengan transferritin. Transferritin mengangkut Fe^{2+} ke dalam sumsum tulang untuk bergabung membentuk hemoglobin. Besi dalam plasma ada dalam keseimbangan. Transferritin mengangkut Fe^{2+} ke dalam tempat penyimpanan besi di dalam tubuh seperti hati, sumsum tulang, limpa, sistem retikuloendotelial. Kemudian di oksidasi menjadi Fe^{3+} . Fe^{3+} bergabung dengan apoferritin membentuk ferritin yang kemudian disimpan, besi yang terdapat pada plasma seimbang dengan bentuk yang disimpan Kiswari (2014).

Zat besi diabsorpsi pada *brush border* sel epitel vili usus, khususnya pada duodenum dan jejunum atas. Proses absorpsi besi dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase luminal, mukosal dan korporeal. Pada fase luminal dimulai dengan pengolahan besi dalam makanan lambung hingga siap diserap di duodenum. Pada fase mukosal terjadi proses penyerapan dalam mukosa usus. Sedangkan pada fase korporeal meliputi proses metabolisme besi mulai dari transportasi besi dalam sirkulasi, utilisasi oleh sel-sel yang memerlukan dan penyimpanan besi dalam tubuh.

Pada fase mukosal, proses penyerapan besi dimulai dengan perubahan besi ferri (Fe^{3+}) menjadi ferro (Fe^{2+}) oleh enzim ferireduktase pada *brush border* sel epithelial. Proses ini mungkin dimediasi oleh protein *duodenal cytochrome b-like* (DCYTB). Besi masuk ke sitoplasma melalui membrane dan difasilitasi oleh *divalent metal transporter-1* (DMT-1). Didalam sitoplasma, sebagian besi disimpan dalam bentuk ferritin dan sebagian lagi di transportasi

ke dalam kapiler usus melalui *basolateral transporter*. Pada proses ini terjadi reduksi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} oleh enzim feroksidase, yaitu hepahestin maupun seruloplasmin pada metabolisme tembaga (Ani, 2013).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan zat besi menurut Kiswari (2014) yaitu :

- 1) Kebutuhan tubuh akan besi, tubuh akan menyerap sebanyak yang dibutuhkan. Bila simpanan besi berkurang, maka penyerapan besi akan meningkat.
- 2) Rendahnya asam klorida pada lambung dengan kondisi basa sehingga dapat menurunkan penyerapan asam klorida akan mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} yang mudah diserap oleh mukosa usus.
- 3) Adanya vitamin C gugus SH (sulfidril) dan asam amino sulfur dapat meningkatkan absorpsi karena dapat mereduksi besi dalam bentuk ferri menjadi ferro. Vitamin C dapat meningkatkan absorpsi besi dari makanan melalui pembentukan kompleks ferro askorbat. Kombinasi 200 mg asam askorbat dengan garam besi dapat meningkatkan penyerapan besi sebesar 25-50%.
- 4) Kelebihan fosfat di dalam usus dapat menyebabkan terbentuknya kompleks besi fosfat yang tidak dapat diserap.
- 5) Adanya fitat juga akan menurunkan ketersediaan Fe.
- 6) Fungsi usus yang terganggu, misalnya diare, dapat menurunkan penyerapan Fe.
- 7) Penyakit infeksi juga dapat menurunkan penyerapan Fe.

2.3.3 Besi dalam Makanan

Besi dalam makanan berbentuk ferri hidroksida, kompleks ferriprotein, dan kompleks heme protein. Kandungan besi dan proporsi besi yang diabsorpsi berbeda antar makanan. Makanan yang mengandung zat besi dalam makanan hanya sekitar 5-10% yang diabsorpsi pada keadaan normal. Proporsi ini dapat meningkat menjadi 20-30% pada defisiensi besi dan kehamilan tetapi bahkan pada keadaan tersebut, sebagian besar besi dan makanan tetap tidak diabsorpsi (Setiawan, 2005).

2.3.4 Penyimpanan Zat Besi

Besi disimpan dalam bentuk ferritin dan hemosiderin. Ferritin merupakan penyusun utama kristal ferrihidrit ($\text{FeO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) dari suatu apoferritin. Apoferritin disusun dari 24 subunit yang hampir sama, diatur menjadi 12 bentuk dimer dodekahedron. Terdapat dua tipe monomer apoferritin yaitu tipe H (*heavy*) dan L (*light*). Monomer L memiliki 15 residu hidrofilik yang dapat mengikat besi sehingga besi tetap tersedia untuk pertumbuhan kristal ferrihidrit dan residu hidrofilik lebih sedikit dibandingkan dengan monomer H memiliki aktivitas feroksidase yang memungkinkan apoferritin mengambil atau melepaskan besi cukup cepat (Ani, 2013).

2.3.5 Kekurangan Zat Besi

1. Anemia

Anemia merupakan masalah kesehatan masyarakat yang secara global banyak ditemukan diberbagai negara maju maupun di negara berkembang. Penderita anemia diperkirakan hampir 2 milyar atau 30% dari populasi dunia (WHO, 2011).

Menurut (Handayani dan Hariwibowo, 2008) Anemia merupakan keadaan di mana masa eritrosit dan masa hemoglobin yang beredar tidak memenuhi fungsinya

untuk menyediakan oksigen bagi jaringan tubuh. Anemia dapat didefinisikan sebagai nilai hemoglobin, hematokrit, atau jumlah eritrosit per milimeter kubik lebih rendah dari normal (Dallman dan Mentzer, 2006).

Anemia merupakan salah satu kelainan darah yang umum terjadi ketika kadar sel darah merah dimana eritrosit dalam darah jumlahnya menurun, sehingga darah tidak dapat memenuhi fungsinya. Hal ini dapat menyebabkan masalah kesehatan karena darah berfungsi untuk membawa oksigen dalam jumlah yang cukup ke jaringan perifer. Anemia ditunjukkan oleh penurunan kadar hemoglobin, hematokrit, dan hitung eritrosit. Tetapi yang sering digunakan sebagai acuan dalam penentuan anemia adalah kadar hemoglobin dan hematokrit (Arifin dkk, 2012).

Anemia didefinisikan sebagai berkurangnya kadar hemoglobin darah dengan nilai normal yang disertai dengan penurunan jumlah eritrosit dan hematokrit tetapi kedua parameter ini mungkin normal pada beberapa pasien yang memiliki kadar hemoglobin subnormal (Setiawan, 2005).

2. Jenis-jenis Anemia

Menurut Fatimah (2015) jenis-jenis anemia dibagi menjadi 5, yaitu sebagai berikut :

- a. Anemia defisiensi besi, anemia ini terjadi karena kekurangan Fe yang diperlukan untuk sintesa hemoglobin. Anemia ini terjadi karena perdarahan kronis ataupun malabsorpsi dan malnutrisi.
- b. Anemia aplastik, yaitu akibat aplasia dari sumsum tulang, jaringan hemopoiesis diganti oleh jaringan lemak.

- c. Anemia hemolitik, yaitu anemia yang disebabkan oleh pemendekan masa hidup eritrosit. Kemampuan tubuh dalam kompensasi eritropoesis adalah 8 kali lipat. Jika umur eritrosit $<120/8$, maka <15 hari akan terjadi anemia.
- d. Anemia megaloblastik adalah anemia yang ditandai oleh adanya eritroblas yang besar akibat gangguan sintesis DNA, sehingga terjadi dimasturbasi inti sel. Sel tersebut megaloblas.
- e. Paroxysmal nocturnal hemoglobinuria merupakan anemia hemolitik kronik akibat adanya defek pada membrane eritrosit, sehingga rentan terhadap komplemen. Kerentanan terhadap komplemen terjadi karena defisiensi glikoprotein yang berfungsi dalam regulasi komplemen.

3. Anemia Defisiensi Besi

Kekurangan zat besi adalah penyebab paling umum dari anemia di Indonesia, dan salah satu kondisi yang paling umum terlihat pada pemeriksaan kedokteran. Prevelensi zat besi menemukan bahwa besi serum rendah terjadi pada wanita dewasa sekitar 14% dan 5% pada laki-laki dewasa. Anemia terjadi pada wanita 4-6% dan pada laki-laki 3%. Diperkirakan bahwa 10-30% dari populasi dunia mengalami kekurangan zat besi (Kiswari, 2014).

Anemia defisiensi besi adalah anemia yang ditimbulkan akibat menurunnya jumlah besi total dalam tubuh sehingga cadangan besi untuk eritropoesis berkurang (Ani, 2013).

4. Penyebab Anemia Defisiensi Besi

Anemia defisiensi besi disebabkan oleh kehilangan besi, faktor nutrisi, peningkatan kebutuhan zat besi, serta gangguan absorpsi besi. Kehilangan zat besi

dapat disebabkan oleh kehilangan darah. Kehilangan darah dapat terjadi karena perdarahan menahun yang bersumber dari saluran cerna, yaitu akibat dari tukak peptik, karsinoma lambung, kolon, diverticulosis, hemoroid dan infeksi cacing tambang (Ani, 2013).

2.4 Tinjauan Kelor

Tanaman Kelor merupakan tanaman asli kaki bukit Himalaya Asia selatan, dari timur laut Pakistan (33° N, 73° E), sebelah utara Benggala Barat di India dan timur laut Bangladesh dimana sering ditemukan pada ketinggian 1.400 m dari permukaan laut, dekat aliran sungai. Kelor dibudidayakan dan telah beradaptasi dengan baik di luar jangkauan daerah asalnya, termasuk seluruh Asia Selatan, dan banyak di Asia Tenggara, Semenanjung Arab, tropis Afrika, Amerika Tengah, Karibia dan tropis Amerika Selatan. Sebagian besar tumbuh liar, namun seiring dengan menyebarkan informasi tentang manfaat dan khasiatnya, kelor mulai dibudidayakan untuk diambil manfaatnya dapat dikonsumsi, daun, bunga, akar, dan bijinya. Digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional di seluruh negara dimana tanaman ini tumbuh dengan baik (Krisnadi, 2015).

2.4.1 Taksonomi dan Klasifikasi Kelor

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Cappareles

Famili : Moringaceae
Genus : Moringa
Spesies : *Moringa oleifera* Lam

(Krisnadi, 2015)



Gambar 2.2 Klentang atau Buah Kelor (Krisnadi, 2015)



Gambar 2.3 biji kelor

2.4.2 Penyebaran Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) banyak tumbuh di daerah tropis dan subtropis serta tumbuh baik dalam kondisi tanah yang berlempung berpasir dengan derajat keasaman netral sampai sedikit asam, dan sangat toleran dengan daerah pesisir pantai. Tanaman kelor secara alamiah tumbuh baik pada daerah dengan ketinggian lebih dari 1000 m di atas permukaan laut banyak ditemukan

juga pada daerah dengan curah hujan yang rata-rata 250-3000 mm setiap tahunnya dengan suhu antara 25°C – 40°C dan toleran samapi dengan suhu 48°C .

Di Indonesia tanaman kelor sampai sekarang belum diketahui dengan jelas apakah tanaman tersebut termasuk tanaman lokal atau tanaman yang diintroroduksi dari daerah lain karena tanaman kelor jenis (*Moringa oleifera*) terdapat di India (Suwahyono, 2008).

2.4.3 Morfologi Kelor

Kelor (*Moringa oleifera*) dengan tinggi 7-12 m, batang berkayu, tegak, berwarna putih kotor, kulit tipis, permukaan kasar, percabangan *simpodial*, arah cabang tegah atau miring, biasanya tumbuh lurus dan memanjang. Pertumbuhan secara generative (biji) maupun vegetatif. Tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi sampai ketinggian ± 1000 m dpl, umumnya ditanam sebagai tapal batas atau pagar di halaman rumah atau lading. Kelor merupakan tanaman yang dapat mentolerir berbagai kondisi lingkungan, sehingga mudah tumbuh meski dalam cuaca yang tidak menentu. Kelor tahan dalam musim kering yang panjang serta tumbuh dengan curah hujan tahunan berkisar antara 250 – 1500 mm (Krisnadi, 2015).

Menurut Nuraini (2011) tanaman kelor merupakan tanaman yang memiliki ketinggian 7-11 m. batang berkayu mudah patah, memiliki cabang yang jarang, tapi memiliki akar yang kuat. Daun berbentuk bulat telur, ukuran kecil, dan tersusun majemuk di dalam satu tangkai. Bunga memiliki bau yang semerbak, berwarna putih kekuningan, dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Buah

berbentuk segitiga memanjang dengan panjang sekitar 30-50 cm, orang Jawa menyebutnya klentang.

Menurut Suwahyono (2008) bahwa buah kelor tumbuh di antara dedaunan pohon, panjang buahnya mencapai 20-60 cm, dalam satu tangkai buah berisi 12-35 butir biji kelor jika sudah kering maka akan pecah menjadi tiga bagian. Kulit biji tersebut bersifat semipermeabel di bagian dalam kulit biji mempunyai struktur lapisan putih seperti sayap yang dapat menerbangkan biji dari atas ke bawah dengan sudut mencapai 120 derajat dari pokok pohon. Setiap satu pohon kelor dapat menghasilkan 15.000 – 25.000 butir biji setiap tahunnya. Berat rata-rata biji sekitar 0,3 gram.

2.4.4 Kandungan Biji Kelor

Menurut Suwahyono (2008) kandungan yang terdapat pada biji kelor adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Biji Kelor

Unsur nutrisi	Kandungan Nutrisi Biji Kelor
Kandungan air (%)	86,9
Kalori (joule)	26,9
Protein (g)	2,5
Lemak (g)	0,1
Karbohidrat (g)	3,7
Serat (g)	4,8
Mineral (g)	2,0
Ca (mg)	30,0
Mg (mg)	24,0
P (mg)	110,0
K (mg)	259,0
Cu (mg)	3,1
Fe (mg)	5,3
Vitamin C (mg)	120,0
Vitamin A-B karoten (mg)	0,1
Vitamin B Kholin (mg)	423,0

(Sumber : Krisnadi, 2015)

2.4.5 Peranan Zat Besi dalam Peningkatan Hemoglobin

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 kekebalan tubuh manusia. Kekurangan zat besi dapat memperbesar potensi tubuh mudah terserang penyakit dan menimbulkan penyakit anemia gizi besi atau yang sering dikenal masyarakat kurang darah (Hendri, 2010).

2.4.6 Kandungan Biji Kelor Terhadap Kadar Hemoglobin

Biji kelor (*Moringa oleifera*) atau lebih umum dengan nama klentang bagi orang Jawa adalah tanaman yang memiliki banyak khasiat dengan kandungan nutrisi yang begitu banyak dibutuhkan oleh tubuh, salah satunya adalah zat besi sebanyak 5,3 mg, vitamin C 120 mg, karbohidrat 3,7 gram, mineral 4,8 gram, Ca 30 mg, dan banyak jenis asam amino didalamnya. Sehingga membuat kandungan yang sangat dibutuhkan di dalam tubuh manusia.

Biji Kelor memiliki kandungan Vitamin C yang tinggi 120 mg/100 mg bahan. Menurut Putri (2015) vitamin C berperan sebagai antioksidan dan efektif mengatasi radikal bebas yang merusak sel atau jaringan pada tubuh. Vitamin C tidak dapat disintesis di dalam tubuh manusia, sehingga diperlukan vitamin C dari luar tubuh. Vitamin C sering terdapat bersama dengan zat-zat atau vitamin-vitamin lainnya di dalam makanan. Paling utama di dalam buah-buahan dan sayur-sayuran salah satunya adalah biji kelor (*Moringa oleifera*) (Masfufatul *ad all*, 2010).

Zat besi (Fe) dan vitamin adalah salah satu faktor yang berhubungan dengan pembentukan sel darah merah dan hemoglobin dalam darah. Zat besi memiliki peranan penting dalam proses distribusi oksigen dalam darah tubuh manusia. Menurut Marizal (2007) Zat besi didalam tubuh di bagi menjadi dua bagian yaitu fungsional dan reserve atau simpanan. Zat besi fungsional sebagian besar dalam bentuk hemoglobin dan sisanya dalam bentuk myoglobin, heme enzim dan non heme enzim.

2.5 Mencit (*Mus musculus*)

Mencit (*Mus musculus* L.) termasuk mamalia pengerat (rodensia) yang cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya cukup besar serta sifat anatomisnya dan fisiologisnya terkarakteristik dengan baik. Mencit yang sering digunakan dalam penelitian di laboratorium merupakan hasil perkawinan tikus putih “inbreed” maupun “outbreed”. Dari hasil perkawinan sampai generasi 20 akan dihasilkan strain strain murni dari mencit.

Taksonomi dan Klasifikasinya sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Sub Filum	: Vertebrata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Rodentia
Family	: Muridae
Genus	: Mus
Species	: Mus musculus



Gambar 2.4 Mencit (*Mus musculus*)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2017)

Tabel 2.2 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/ mencit
Tekanan darah	130 – 160 sistol, 102 – 110 diastol
Volume darah	76 – 80 ml/kg BB
Sel darah merah	7,7 – 12,5 x10 ³ / mm
Sel darah putih	6,0 - 12,6 x 10 ³ / mm
Trombosit	150 - 400 x 10 ³ /mm
Hematokrit	39 – 49 %
Hemoglobin	10,2 – 16,6 mgf/dl
Konsumsi pakan	4-8 gram per hari
Siklus estrus	4-5 hari

(Sumber : Puspanigrum, 2014)

Mencit (*Mus musculus L.*) memiliki ciri-ciri berupa bentuk tubuh kecil, berwarna putih, memiliki siklus estrus teratur yaitu 4-5 hari. Kondisi ruang untuk pemeliharaan mencit (*Mus musculus L.*) harus senantiasa bersih, kering dan jauh dari kebisingan. Suhu ruang pemeliharaan juga harus dijaga kisarannya antara 18-19°C serta kelembaban udara antara 30-70% (Akbar, 2010).

Mencit laboratorium dapat dipelihara dalam kotak besar atau kotak sepatu, kotak dapat dibuat dari berbagai macam bahan misalnya plastic, alumunium dan sebagainya. Ukuran panjang dan lebar kandang sebaiknya lebih panjang dari panjang tubuhnya termasuk ekornya. Agar tidak berdesakan pengisian kandang

hendaknya tidak lebih dari 20 ekor hewan. Penting juga tersedia alas tidur yang bagus dan bersih alas tidur harus diganti sesering mungkin. Syarat pemberian peroral (diminumkan) pada mencit adalah 1 ml.

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

2.6 Hipotesisi

Ada pengaruh pemberian jus biji kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar hemoglobin pada mencit (*Mus musculus*).