

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Darah

Pengertian darah berasal dari bahasa Yunani yakni hemo, hemato dan haima yang berarti darah. Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan), berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga berfungsi sebagai pertahanan tubuh manusia terhadap virus atau bakteri (Sugiatno & Zundi, 2017).

Darah adalah jaringan cair yang terdiri atas dua bagian. Bahan intraseluler adalah cairan yang disebut plasma dan di dalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah. Volume darah secara keseluruhan merupakan satu perdua belas berat badan atau kira-kira 5 liter sekitar 55% adalah cairan sedangkan 45% sisanya terdiri atas sel darah (Pearce, 2010).

2.1.1 Komponen Darah

Menurut Smith dan Jarecki, (2011) dalam penelitian Rousdy dan Riza, (2018). Unsur seluler atau sel darah terbagi menjadi sel darah merah (Eritrosit), sel darah putih (Leukosit), dan keping darah (Trombosit):

1. Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah merupakan komponen esensial pada tubuh manusia yang pada keadaan normal berbentuk bikonkaf, tak berinti dan berfungsi sebagai pembawa oksigen. 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 atau disebut juga eritrosit merupakan sel darah yang jumlahnya terbanyak dalam tubuh manusia selain sel darah putih. Penghitungan sel darah merah di laboratorium dapat dilakukan secara manual, menggunakan hemocytometer dan mikroskop, atau menggunakan mesin hematology analyzer (Anamisa, 2015).

Sel darah merah mempunyai struktur yang terdiri atas pembungkus luar atau stroma, berisi hemoglobin. Sel darah merah dibentuk dalam sumsum tulang, terutama dari tulang pendek, dari sumsum tulang dalam batang iga-iga, dan dari stemum, rata-rata panjang hidup sel darah merah kira-kira 115 hari (Pearce, 2010).

2. Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih merupakan unit aktif dalam sistem pertahanan tubuh. Leukosit dalam tubuh terbagi menjadi dua golongan besar, yaitu granuler diantaranya neutrofil, eosinofil, dan basofil dan agranuler (limfosit dan monosit) yang dibagi berdasarkan ada dan tidaknya butiran dalam sitoplasma Frandson, (2009). Jumlah leukosit dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya umur, jenis kelamin, stres, penyakit, pemberian estrogen dan obat tertentu, dan pakan. Pembentukan leukosit (granulosit, monosit, dan sedikit limfosit) terjadi sebagian dalam sumsum tulang dan sebagian lagi di jaringan limpa (limfosit dan sel-sel plasma) Guyton (2003) dalam penelitian (Pratiwi 2017).

Sel darah putih rupanya bening dan tidak berwarna, bentuknya lebih besar dari pada sel darah merah, tetapi jumlahnya lebih kecil. Dalam setiap milimeter kubik darah terdapat 6.000 sampai 10.000 (rata-rata 8.000) sel darah putih (Pearce, 2010).

3. Keping Darah (Trombosit)

Trombosit adalah sel darah yang berperan penting dalam hemostasis. Trombosit tidak mempunyai inti sel, berukuran 1-4 μ , dan sitoplasmanya berwarna biru dengan granula ungu kemerahan (Kiswari, 2014).

2.1.2 Fungsi darah

Menurut Pearce, (2010) fungsi darah adalah:

1. Bekerja sebagai sistem dan proses transpor dari tubuh, menghantarkan semua bahan kimia, oksigen, dan zat makanan yang diperlukan untuk tubuh supaya fungsi normalnya dapat dijalankan, serta menyingkirkan karbon dioksida dan hasil buangan lain.
2. Hormon dan enzim diantarkan dari organ ke organ dengan perantaraan darah.
3. Plasma membagi protein yang diperlukan untuk pembentukan jaringan: menyebarkan cairan jaringan karena melalui cairan ini semua sel tubuh menerima makanannya. Dan merupakan kendaraan untuk mengangkut bahan buangan ke berbagai organ ekskretorik untuk dibuang.
4. Sel darah merah menghantarkan jaringan dan membuang sebagian karbon dioksida. Sel darah putih menyediakan bahan pelindung karena gerakan fagositosis beberapa sel maka melindungi tubuh dari serangan bakteri.

2.2 Hemoglobin

2.2.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin memiliki afinitas terhadap oksigen dengan oksigen itu membentuk oksihemoglobin didalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa ke paru-paru ke

jaringan-jaringan. Jumlah hemoglobin dalam darah normal ialah kira-kira 15 gram setiap 100ml darah, dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen” (Pearce, 2010).

Hemoglobin merupakan suatu protein tetramerik yang mengikat molekul bukan protein, yaitu seperti senyawa porfirin besi yang disebut heme. Hemoglobin mempunyai dua fungsi pengangkutan yang penting dalam tubuh manusia yakni pengangkutan oksigen ke jaringan dan pengangkutan proton serta karbon dioksida dari jaringan perifer ke organ respirasi (Gunadi dkk, 2016).

Dalam berbagai bentuk anemia, jumlah hemoglobin dalam darah menurun, dalam beberapa bentuk anemia parah. Karena hemoglobin mengandung besi yang diperlukan untuk bergabung dengan oksigen, maka dapat dimengerti hal semacam ini memperlihatkan gejala kekurangan oksigen, seperti napas pendek. Ini merupakan salah satu gejala pertama anemia kekurangan zat besi (Pearce, 2010).

2.2.2 Struktur Hemoglobin

Struktur hemoglobin tersusun dari protein tetrametrik dengan dua subunit alfa dan dua subunit beta yang mengikat dua oksigen dengan cara yang kooperatif. Subunit-subunitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap subunit hemoglobin mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas mengikat empat molekul oksigen (Dayer dkk. 2011). Proses biosintesis dari hemoglobin terdiri dari proses biosintesis heme dan globin. Dalam proses sintesis heme berlangsung secara enzimatik didalam sitosol dan mitokondria, sedangkan sintesis dari globin terjadi di ribosom dan poliribosom sitoplasma (Olver dkk. 2010).

Menurut Kiswari, (2014) molekul hemoglobin terdiri dari dua struktur utama, yaitu heme dan globin. Serta struktur tambahan :

1. Heme

Struktur ini melibatkan empat atom besi Fe^{2+} dikelilingi oleh cincin protoporfirin IX. Karena zat besi dalam bentuk Fe^{2+} , tidak dapat mengikat oksigen. Protoporfirin IX merupakan produk akhir dalam sintesis molekul heme. Protoporfirin ini hasil dari interaksi suksinil koenzim A dan asam delta-aminolevulinat di dalam mitokondria dari eritrosit berinti, dengan pembentukan beberapa produk antara lain seperti porfobilinogen, uroporfirinogen, dan coproporfirin. Besi akan bergabung dengan protoporfirin untuk membentuk heme molekul lengkap. Jika salah satu produk terjadi kerusakan maka akan terjadi kerusakan pada fungsi hemoglobin.

2. Globin

Globin terdiri dari asam amino yang dihubungkan secara bersama untuk membentuk rantai polipeptida. Hemoglobin dewasa terdiri atas rantai alfa dan rantai beta. Rantai alfa mempunyai 141 asam amino, sedangkan rantai beta mempunyai 146 asam amino. Heme dan globin dari molekul hemoglobin dihubungkan oleh ikatan kimia.

3. Struktur Tambahan Hemoglobin

Struktur tambahan yang mendukung molekul hemoglobin adalah 2,3 difosfoglisarat (2,3-DGP). Merupakan suatu zat yang dihasilkan melalui jalur Embdenmeyerhof yang anaerob selama dalam proses glikolisis. Struktur ini berhubungan erat dengan afinitas oksigen dari hemoglobin.

2.2.3 Jenis hemoglobin

Menurut Kiswari (2014) ada tiga jenis hemoglobin yang disintesis yaitu hemoglobin embrio, hemoglobin janin, dan hemoglobin orang dewasa. Masing-

masing jenis hemoglobin memiliki pengaturan khusus pada rantai globin dan setiap rantai globin dibawah pengaruh kromosom tertentu. Kromosom 11 berisi gen untuk produksi rantai beta, gamma, epsilon, dan delta. Setiap orang tua memberikan kontribusi satu gen untuk produksi salah satu rantai. Kromosom 16 bertanggung jawab untuk rantai alfa dan gen beta. Ada dua gen dalam kromosom untuk produksi rantai alfa dan dua gen untuk rantai beta. Jadi, setiap orang tua memberikan kontribusi dua gen untuk produksi rantai alfa dan satu untuk rantai beta. Dengan demikian setiap individu memiliki empat gen untuk memproduksi rantai alfa dan dua gen untuk rantai beta.

Rantai alfa adalah komponen yang menetap pada hemoglobin dewasa, karena itu, setiap hemoglobin memiliki dua rantai alfa sebagai peran untuk konfigurasi kimia. Rantai epsilon dan rantai beta digunakan untuk produksi hemoglobin embrionik. Setelah embrio berkembang, hemoglobin gower I dan II dan hemoglobin portland, disintesis dan tetap berada dalam embrio selama 3 bulan. Hemoglobin janin atau hemoglobin F, mulai disintesis sekitar 3 bulan dalam perkembangan janin dan tetap sebagai hemoglobin mayoritas saat lahir. Antara 3-6 bulan pasca melahirkan. Jumlah rantai gamma menurun dan jumlah rantai beta meningkat, menyebabkan meningkatnya hemoglobin yang mencapai 95-98%, sedangkan 1-3%-nya adalah hemoglobin F. hemoglobin F ini kurang dari 1%, merupakan bagian dari komplemen dewasa hemoglobin normal.

Asam amino adalah komponen penting dari setiap rantai globin. Posisi khas dari asam amino dalam setiap rantai, serta kekhususan dari asam amino itu sendiri, adalah penting untuk fungsi normal dari molekul hemoglobin. Kelainan struktural dari rantai protei dapat menyebabkan cacat hemoglobin.

2.2.4 Fungsi Hemoglobin

Pengiriman oksigen adalah fungsi utama dari molekul hemoglobin. Selain itu, struktur hemoglobin mampu menarik karbon dioksida dari jaringan, serta menjaga darah agar pH tetap dalam keadaan seimbang. Satu molekul hemoglobin dapat mengikat satu molekul oksigen di lingkungan yang kaya oksigen, yaitu alveoli paru-paru (Kiswari, 2014) .

Hemoglobin merupakan bagian utama dari sel darah merah yang berfungsi dalam mengikat oksigen. Bila berikatan dengan oksigen maka hemoglobin akan membentuk oksihemoglobin (HbO) Selanjutnya Oksihemoglobin ini akan melepaskan oksigen ke jaringan dan membentuk kembali hemoglobin (Bhatt dkk. 2011).

Menurut Lyza (2009) fungsi hemoglobin antara lain :

1. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk dibuang, 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.
2. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa keseluruh tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
3. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida didalam jaringan-jaringan tubuh.

2.2.5 Sintesis Hemoglobin

Hemoglobin merupakan komponen darah yang disintesis di dalam sel darah merah pada saat perkembangan sel darah merah. Hemoglobin

merupakan pigmen eritrosit yang terdiri dari zat besi, porphyrin, dan protein kompleks yang menempati peran penting dalam fisiologi tubuh terutama dalam mengikat, transportasi, dan pengiriman oksigen menuju jaringan yang membutuhkan Olver dkk (2010) dalam penelitian (Salam, 2012).

Akumulasi besi oleh sel eritroblast dimulai pada awal perkembangannya. Besi diambil dari ferritin eritroblast di simpan dan dilepas untuk sintesis hemoglobin selama perkembangan eritroid berikutnya. Perkembangan metarubist menjadi retikulosit memerlukan peningkatan ambilan atau kebutuhan besi. Untuk menjaga tubuh supaya tidak anemia, maka keseimbangan zat besi di dalam tubuh perlu di pertahankan. Keseimbangan disini diartikan bahwa jumlah zat besi yang dikeluarkan dari tubuh sama dengan zat besi yang masuk di dalam tubuh yang dapat diperoleh dari makanan. Ambilan besi dari eritroblast ditentukan oleh kadar reseptor transferrin pada permukaan sel. Reseptor transferrin kembali ke sirkulasi dengan berkembangnya sel darah merah (Kiswari, 2014).

Proses sintesis utama hemoglobin terjadi di mitokondria. Hal ini terkait dengan sintesis heme dan protein globin serta melibatkan beberapa zat gizi atau senyawa-senyawa lain seperti glisin, asam amino dan vitamin B6 pada reaksi awal. Selanjutnya di dalam sitosol dua molekul Asam Aminolevulenat (ALA) dikondensasi oleh enzim ALA dehidratase yang membentuk dua molekul air dan satu molekul profobilinogen. Dalam sintesis hemoglobin besi berperan dalam tahap akhir proses pembentukan heme. Pada tahap ini terjadi penggabungan besi ferro ke dalam protoporfirin III yang dikatalisis oleh enzim ferrokatalase, selanjutnya untuk sintesis globin diperlukan asam amino biotin, asam folat,

vitamin B6 dan vitamin B12. Interaksi antara heme dan globin akan menghasilkan hemoglobin (Setyandari, 2016).

2.2.6 Faktor-Faktor Pengaruhi Status Hemoglobin

Menurut Setyandari (2016) ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi status hemoglobin salah satunya asupan makanan seperti di bawah ini :

1. Konsumsi Zat Besi

Zat besi merupakan unsur utama dalam pembentuk Hb, yang seharusnya hubungan antara kebiasaan makan sumber heme dengan kejadian anemia memiliki hubungan yang signifikan. Besi mempunyai peranan penting yaitu untuk membentuk hemoglobin, membantu berbagai proses metabolisme tubuh dan menjadi komponen beberapa enzim penting dalam tubuh. Besi dalam hemoglobin darah berperan sebagai pengangkut oksigen paru-paru ke jaringan tubuh (Setyandari, 2016).

Dalam pembentukan hemoglobin besi menjadi komponen utama dalam pembentukan heme. Dengan memperhatikan pola makan, diharapkan kebutuhan zat besi pada masing-masing individu dapat terpenuhi sebagaimana yang dibutuhkan. Kebutuhan besi per orang per hari untuk bayi (0-11 bulan) adalah 0.5-7 mg, anak usia 1-9 tahun adalah 8-10 mg, pria 10-12 tahun adalah 13 mg, pria usia 13-15 tahun adalah 19 mg, pria usia 16-18 tahun adalah 15mg, pria usia 19-65 tahun keatas adalah 13 mg, wanita usia 10-12 tahun adalah 20 mg, wanita usia 13-49 tahun adalah 26 mg, wanita usia 50-65 tahun keatas adalah 12 mg, untuk wanita hamil ditambah 9-13 mg dari kebutuhan normal, sedangkan untuk wanita menyusui ditambah 6 mg dari kebutuhan normal (Setyandari, 2016).

Dalam pola makan dianjurkan mengonsumsi makanan yang mengandung heme iron yang terdapat pada protein hewani seperti daging, ikan, karena makanan tersebut mempunyai kemampuan menyerap heme iron yang lebih optimal. Selain itu juga dianjurkan untuk mengonsumsi sayuran berwarna hijau tua dan buah-buahan. Makanan yang mengandung vitamin C sangat dibutuhkan untuk membantu absorpsi zat besi (Setyandari, 2016).

2. Konsumsi Vitamin C

Vitamin C sangat berperan dalam meningkatkan absorpsi zat besi. Vitamin C meningkatkan absorpsi zat besi non heme sampai empat kali lipat. Diketahui bahwa vitamin C dengan zat besi membentuk senyawa askorbat besi kompleks yang larut sehingga lebih mudah untuk diabsorpsi dalam usus. Karena itu sayuran dan buah-buahan yang mengandung vitamin C sangat baik dimakan untuk mencegah anemia (Setyandari, 2016).

Vitamin C merupakan faktor untuk mengkonversi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} sehingga mudah diserap tubuh. Konsumsi vitamin C dianjurkan untuk anak 6-9 tahun sebesar 45 mg/hari dan untuk anak 10-12 Tahun sebesar 50 mg/hari. Pada masyarakat di negara berkembang yang sedikit memakan daging, vitamin C merupakan satu-satunya pemacu penyerapan zat besi yang penting. Efek absorpsi vitamin C (asam askorbat) berbanding lurus dengan kadar asam askorbat dalam makanan. Kadar Hb darah umumnya berhubungan dengan konsumsi protein, Fe dan vitamin C. Tetapi yang paling berpengaruh adalah Fe sebab Fe merupakan faktor utama pembentuk hemoglobin (Hb). Sedangkan peran vitamin C dan protein adalah membantu penyerapan dan pengangkutan besi di dalam usus (Setyandari, 2016).

3. Tingkat Konsumsi Protein

Tingkat konsumsi protein perlu diperhatikan karena semakin rendah tingkat konsumsi protein maka semakin cenderung untuk menderita anemia. Protein dan pigmen darah yang berwarna merah berfungsi sebagai pengangkut oksigen dan karbondioksida berikatan yang disebut ikatan protein. Protein juga berperan dalam proses pengangkutan zat-zat gizi termasuk besi dari saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan, dan melalui membran sel ke dalam sel-sel (Setyandari, 2016).

Sehingga apabila kekurangan protein akan menyebabkan gangguan pada absorpsi dan transportasi zat-zat gizi. Kekurangan asupan protein dari makanan juga dapat menyebabkan sintesa protein di dalam darah akan terganggu. Dalam darah atau cairan tubuh lain zat besi ditransportasikan oleh protein yang disebut transferrin. Transferrin akan membawa zat besi dalam darah yang akan digunakan pada sintesa hemoglobin. Apabila kadar transferrin dalam darah menurun maka transportasi zat besi tidak dapat berjalan dengan baik dan pada akhirnya kadar hemoglobin dalam darah juga menurun (Setyandari, 2016).

4. Tingkat Konsumsi Energi

Energi merupakan kebutuhan gizi utama manusia, karena jika kebutuhan energi tidak terpenuhi sesuai yang dibutuhkan tubuh, maka kebutuhan zat gizi lain juga tidak terpenuhi seperti protein dan mineral termasuk diantaranya adalah zat besi sebagai pembentuk sel darah merah akan menurun, yang pada akhirnya dapat menyebabkan menurunnya kadar hemoglobin darah. Zat gizi yang dapat menghasilkan energi diperoleh dari karbohidrat, lemak dan protein (Setyandari, 2016).

Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber energi, disamping membantu pengaturan metabolisme protein. Kecukupan karbohidrat di dalam diet akan mencegah penggunaan protein sebagai sumber energi. Sehingga fungsi protein dalam proses pengangkutan zat gizi termasuk besi ke dalam sel-sel tidak terganggu. Energi diperlukan untuk melakukan berbagai pekerjaan tubuh salah satunya adalah kerja tubuh dalam memetabolisme berbagai zat gizi. Apabila terjadi kekurangan energi baik secara kuantitatif maupun kualitatif, kapasitas kerja tubuh akan terganggu (Setyandari, 2016).

Energi dibutuhkan untuk aktivitas otot, sekresi kelenjar, mempertahankan potensial membran pada saraf dan serat otot, pembentukan zat-zat gizi di dalam sel, absorpsi makanan dari saluran pencernaan, dan berbagai fungsi lainnya. Semua energi makanan (karbohidrat, lemak dan protein) dapat dioksidasi di dalam sel, dan pada proses ini, dibebaskan sejumlah energi (Setyandari, 2016).

2.3 Tinjauan Selada Air (*Nasturtium officinale* L . R. Br)

Selada air (*Nasturtium officinale*) merupakan jenis tanaman yang tumbuh mengapung di air, yang tersebar di seluruh daratan Eropa dan Asia. Selada air ini sering dikonsumsi sebagai sayur tumis dan rasanya agak mirip dengan kangkung atau bayam (Pramudiarja, 2010). Selada air ini termasuk ke dalam famili *Brassicaceae*. Tumbuhnya menjalar seperti pada tanaman kangkung dan biasa ditanam di rawa-rawa Suwarjono (2010) dalam penelitian (Permatasari, 2011).

2.3.1 Klasifikasi Selada Air (*Nasturtium officinale*)

Klasifikasi selada air menurut Plantamor (2010) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta

Super Divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Sub kelas : Dilleniidae
 Ordo : Capparales
 Famili : Brassicaceae
 Genus : Nasturtium
 Spesies : *Nasturtium officinale*

2.3.2 Kandungan Kimia Selada Air

Selada air mengandung sejumlah nutrisi seperti vitamin C, vitamin K, vitamin A, asam folat, magnesium, tiamin, riboflavin, kalium dan kalsium (Wind, 2010). Dalam 100 gram berat selada air terdapat kandungan zat gizi sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Vitamin dan fitokimia dari selada air

Fitokimia	Jumlah/100 g yang dihasilkan dan dapat dimakan
Kalori (Kkal)	18
Protein (g)	2.4
Lemak (g)	0.8
Fibre (g)	1.2
Beta Karoten(mcg)	2016
Vitamin B1 (mcg)	0.13
Vitamin A (mg)	336
Vitamin B6 (mg)	0.18
Vitamin C (mg)	50
Vitamin E (mg)	1.17
Folat (mcg)	36
Vitamin K (mcg)	200

Sumber : Pradhan dkk, (2015).

Tabel 2.2 komposisi mineral dari selada air segar

Komposisi mineral	Jumlah/100 g yang dihasilkan dan dapat dimakan
Besi (mg)	1.8
Yodium (mcg)	12
Kalsium (mcg)	136
Magnesium (mg)	12

Fosfor (mg)	42
Potasium (mg)	184
Zinc (mg)	0.6
Selenium (mcg)	1.6
Sodium (mg/100g)	68.8
Tembaga (mg)	0.58

Sumber : Pradhan dkk, (2015).

Selada air sebagai makanan obat mampu memurnikan darah, mengandung zat antioksidan yang digunakan sebagai penangkal radikal bebas, menurunkan demam, antiseptik, menghilangkan dahak, mencegah sariawan, dan melancarkan pencernaan. Penelitian Ozen (2009) dalam penelitian (Ayu 2008). Selada air dapat memperkuat atau merangsang respon imun dengan berinteraksi dengan berbagai bahan dari sistem kekebalan tubuh. Selada air telah digunakan begitu lama untuk menyembuhkan sejumlah penyakit dengan menunjukkan bahwa selada air dapat memperbaiki peredaran darah (Matsushima dkk, 2006).

2.3.3 Morfologi dan Lingkungan Selada Air (*Nasturtium officinale*)

Selada air (*Nasturtium officinale*) adalah tanaman air, bercabang, berbatang lunak dan tumbuh menjalar. Tanaman ini batangnya tegak dengan panjang 10-60 cm dengan perakaran dari batang yang berdekatan dengan tanah dan batang bagian bawah harus sering terendam air. Daunnya berwarna hijau, berkilau dan berupa daun majemuk dengan 3 - 9 anak daun, serta bunga nyaber warna putih dengan diameter 4-6 mm dan jarang dijumpai di daerah tropis. Buah tanaman selada air (berbentuk polong dengan panjang mencapai 13-18 mm dan berisi biji. Selada air memiliki daun dengan bentuk agak bulat berdiameter sekitar 1,5-3 cm (Haryanto dkk. 2007).

Selada air berbeda dengan selada daun. Selada daun memiliki daun berwarna hijau segar, tepinya bergerigi atau berombak, dan lebih enak

dimakan mentah. Selada air mempunyai ciri-ciri batang berongga dengan daun lonjong bertangkai. Daerah asalnya adalah wilayah timur Mediterania dan wilayah yang berbatasan dengan Asia (Astawan, 2010). Bentuk morfologi selada air dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Selada air (*Nasturtium officinale*)
(Sumber: Pramudiarja 2010)

Tanaman selada air dapat dibudidayakan dalam petak-petak berisi air bersih dan tanah berbatu, sehingga memungkinkan air dapat merembes. Di kiri kanan petak dibuat saluran yang berfungsi untuk mengurangi tekanan air, serta menjaga air tetap segar dengan ketinggian maksimal 5 cm, dan memudahkan pembuangan semua bahan yang tidak diinginkan. Petak-petak tersebut perlu dijaga jangan sampai lumut dan tanaman air lainnya yang tumbuh, karena dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan selada air Alfa (2003).

Selada air tumbuh di danau, waduk, sungai, air tawar, dan di tanah basah. Selada air juga ditemukan di sumber-sumber air bersih yang mengalir pelan atau wilayah air yang berdekatan dengan mata air dan kawasan bantaran kali atau pada tanah basah. Ph tanah untuk pertumbuhan selada air antara 4.3 sampai 8.3, Selada air asli dari Asia, Eropa, Barat, dan Afrika (WIDRN, 2009). Selada air juga digunakan sebagai obat untuk bronkitis, diabetes, deuresis, sebagai anti

ulserogenik, mengobati kudis, melancarkan pencernaan, antimikroba, tuberkulosis, influenza, asma, suplemen nutrisi dan, serta antikarsinogenik (Hoseini dkk .2009). Selada air mempunyai khasiat untuk mengurangi resiko kanker payudara, pengobatan kanker paru-paru, dan kanker-kanker yang lain pada manusia, serta memperlancar fungsi pencernaan dan pankreas (Ozen, 2009).

2.4 Zat Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan zat gizi mikro yang sangat diperlukan tubuh. Umumnya zat besi yang berasal dari sumber pangan nabati (nonheme), seperti: sayur-sayuran dan kacang-kacangan mempunyai proporsi absorpsi yang rendah dibandingkan dengan zat besi yang berasal dari sumber pangan hewani (heme), seperti: telur, daging, dan ikan. Kekurangan zat besi sebagai salah satu dari sepuluh masalah kesehatan yang paling serius yang ada di Indonesia (Lestari, dkk, 2017).

Zat besi bersama dengan protein (globin) dan protoporphirin mempunyai peranan yang penting dalam pembentukan hemoglobin. Selain itu besi juga terdapat dalam beberapa enzim yang berperan dalam metabolisme oksidatif, sintesis DNA, neurotransmitter, dan proses katabolisme. Berdasarkan bentuk ikatan dan fungsinya zat besi di dalam tubuh terbagi atas 2 macam, yaitu: (2). Cadangan dan transport zat besi (non heme iron) ada sekitar 90% berasal dari makanan, yaitu dalam bentuk senyawa besi inorganik feri (Fe^{3+}), agar diserap dalam usus besinya harus diubah dulu menjadi bentuk fero (Fe^{2+}), contoh non heme iron adalah hemosiderin dan ferritin. Zat besi yang membentuk ikatan heme dengan protein (heme-protein) adalah sekitar 10% berasal dari makanan. (1). Zat

besi ini dapat langsung diserap tanpa memperhatikan cadangan besi dalam tubuh, asam lambung ataupun zat yang dikonsumsi. (Amalia & Agustyas, 2016).

2.4.1 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 (Hb), sebagian kecil dalam bentuk mioglobin, dan jumlah yang sangat kecil tetapi vital adalah heme enzim dan non-heme enzim. Zat besi yang ada dalam bentuk simpanan tidak mempunyai fungsi fisiologi selain sebagai bufer, yaitu menyediakan zat besi jika dibutuhkan untuk kompartemen fungsional. Apabila zat besi cukup dalam bentuk simpanan, maka kebutuhan akan eritropoiesis (pembentukan sel darah merah) dalam sumsum tulang akan selalu terpenuhi. Dalam keadaan normal, jumlah zat besi dalam bentuk cadangan ini adalah kurang lebih seperempat dari total zat besi yang ada dalam tubuh.

Zat besi yang disimpan ini, berbentuk hemosiderin dan ferritin, terdapat dalam limpa, hati, dan sumsum tulang. Pada keadaan tubuh memerlukan zat besi dalam jumlah banyak, misal pada anak yang sedang tumbuh (balita), wanita menstruasi dan wanita hamil, maka jumlah simpanan biasanya rendah. Pada bayi, anak, dan remaja yang mengalami masa pertumbuhan, maka kebutuhan zat besi untuk pertumbuhan perlu ditambahkan kepada jumlah zat besi yang dikeluarkan lewat basal.

Dalam memenuhi kebutuhan akan zat gizi, dikenal dua istilah kebutuhan gizi (*requirement*) dan kecukupan (*allowance*). Kecukupan gizi menunjukkan kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi hampir semua orang menurut jenis kelamin, ukuran tubuh, golongan umur, dan aktivitas untuk mencapai derajat

kesehatan yang optimal, sedangkan kebutuhan gizi menunjukkan banyaknya zat gizi minimal yang diperlukan masing-masing individu untuk hidup sehat (Kiswari, 2014)

2.4.2 Zat Besi Dalam Makanan

Dalam makanan terdapat 2 macam zat besi, yaitu besi heme dan besi non-heme. Besi non-heme merupakan sumber utama zat besi dalam makanan. Besi non-heme tersebut terdapat dalam semua jenis sayuran, misalnya sayuran hijau, kentang, kacang-kacangan, dan sebagian dalam makanan hewani, sedangkan besi heme hampir semua terdapat dalam makanan hewani, anatar lain daging, hati, ikan, ayam, dan organ-organ lain (Kiswari, 2014).

2.4.3 Metabolisme Zat Besi

Metabolisme zat besi sangat penting dalam pemantauan zat besi dan suplemen preparat zat besi. Zat besi merupakan unsur yang penting dalam tubuh dan hampir selalu berikatan dengan protein tertentu seperti hemoglobin, mioglobin. Kompartemen zat besi yang terbesar dalam tubuh adalah hemoglobin yang dalam keadaan normal mengandung kira-kira 2 gram zat besi. Hemoglobin megandung 0,34% berat zat besi, di mana 1 ml eritrosit setara dengan 1 mg zat besi (Kiswari, 2014).

Mekanisme metabolisme zat besi didalam tubuh adalah zat besi bersama dengan protein (globin) dan protoporphirin mempunyai peranan yang penting dalam pembentukan hemoglobin. Selain itu besi juga terdapat dalam beberapa enzim yang berperan dalam metabolisme oksidatif, sitesis DNA, neurotransmitter, dan proses katabolisme. Berdasarkan bentuk ikatan dan fungsinya zat besi didalam tubuh terbagi atas 2 macam, yaitu : (1). Cadangan dan transport zat besi

(non hemeiron) (2). Zat besi yang membentuk ikatan heme dengan protein (heme-protein), (Amalia & Agustyas, 2016).

Ferritin merupakan tempat penyimpanan terbesar untuk zat besi dalam tubuh. Fungsi ferritin adalah sebagai tempat penyimpanan zat besi terutama di dalam hati, limpa, dan sumsum tulang belakang. Zat besi yang berlebihan akan disimpan dan apabila diperlukan dapat di gunakan kembali. Hati merupakan tempat penyimpanan ferritin terbesar yang berada di dalam tubuh dan berperan dalam mobilisasi ferritin serum. Sintesis ferritin dipengaruhi oleh konsentrasi cadangan besi intrasel (hemosiderin), proses sintesis ferritin terjadi di dalam sel retikuloendotelial yang akan diekresikan didalam plasma. Zat besi dalam plasma sebagian berikatan dengan transferrin, yang berfungsi sebagai transport zat besi.

Transferrin merupakan suatu glikoprotein, setiap molekul transferrin mengandung 2 atom Fe. Zat besi yang berikatan dengan transferrin akan terukur sebagai kadar besi serum yang dalam keadaan normal hanya 20-25% transferrin yang jenuh dengan zat besi, sedangkan kapasitas daya ikat transferrin seluruhnya disebut daya ikat besi total (*total iron binding capacity*, TIBC) (Kiswari, 2014).

2.4.4 Penyerapan Zat Besi

Penyerapan zat besi (Fe) yang berasal dari bahan makanan hewani dapat mencapai 10- 20%. Zat besi bahan makanan hewani (heme) lebih mudah diserap dari pada zat besi nabati (non heme). Keanekaragaman konsumsi makanan sangat penting dalam membantu meningkatkan penyerapan Fe di dalam tubuh. Kehadiran vitamin C, protein hewani, vitamin A, zink (Zn), asam folat, zat gizi mikro lain dapat meningkatkan penyerapan zat besi dalam tubuh. Manfaat lain

mengonsumsi makanan sumber zat besi adalah terpenuhinya kecukupan vitamin A.

Makanan sumber zat besi umumnya merupakan sumber vitamin A. Sumber zat besi yang berasal dari produk nabati di antaranya sayuran hijau (bayam, brokoli, aprikot kering), kacang bakar dan jenis kacang polongan, dan roti gandum. Sedangkan yang berasal dari produk hewani diantaranya irisan daging sapi merah, telur, babi atau kambing. Tubuh tampaknya tidak mudah untuk menyerap zat besi pada makanan nabati, tapi vitamin C (yang ditemukan pada sayuran hijau, buah jeruk, kismis kering) menambah penyerapan zat besi. Sebaliknya, tanin yang ditemukan di teh dapat mengurangi penyerapan zat besi. Jadi, mengonsumsi makanan yang kaya zat besi dan mengandung vitamin C (misalnya segelas jus jeruk dan semangkuk sereal) Waryono (2010) dalam penelitian (Roosleyn, 2016).

Asupan serapan zat besi yang tidak adekuat juga dapat menyebabkan anemia, seperti mengonsumsi makanan yang memiliki kualitas besi yang tidak baik (rendah vitamin C, makanan tinggi serat, rendah daging), mengonsumsi makanan yang dapat mengganggu penyerapan zat besi seperti meminum kopi, teh dan mengonsumsi makanan sampah (junk food) yang hanya sedikit bahkan ada yang tidak ada sama sekali mengandung besi, Vitamin C, vitamin A, kalsium, riboflavin, dan asam folat. sementara kandungan lemak jenuh, kolestrol, dan natrium tinggi. Proporsi lemak sebagai penyedia kalori lebih dari 50% total kalori yang terkandung dalam makanan itu (Lestari, dkk, 2017).

2.5 Tinjauan Mencit (*Mus Musculus*)

Menurut Malole dan Promono (1989) dalam penelitian Pribadi (2008) mencit dapat hidup di berbagai daerah mulai dari iklim dingin, sedang maupun panas dan dapat hidup dalam kandang atau hidup bebas sebagai hewan liar.

2.5.1 Klasifikasi Mencit

Klasifikasi mencit (*Mus musculus*) menurut Priambodo (2003) dalam penelitian Pribadi (2008) klasifikasi mencit (*Mus musculus L.*) adalah :

Kerajaan : Animalia
 Filum : Chordata
 Kelas : Mamalia
 Ordo : Rodentia
 Bangsa : Muridae
 Marga : Mus
 Jenis : *Mus musculus L.*

Mus musculus jantan dan betina muda susah untuk dibedakan. *Mus musculus* betina dapat dikenali karena jarak yang berdekatan antara lubang anus dan lubang genitalnya. Testis pada *Mus musculus* jantan pada saat matang seksual dapat terlihat sangat jelas, berukuran relatif besar dan biasanya tidak tertutup oleh rambut Muliani (2011) dalam penelitian (Tahani, 2013).



Gambar 2.2 *Mus Musculus* (Sumber : Hasanaaah, 2009)

Menurut Smith dkk (1987) mencit membutuhkan makanan setiap harinya sekitar 3-5 gram, diantaranya faktor yang perlu diperhatikan dalam memberikan makanan kepada mencit yaitu kualitas bahan pangan terutama daya cerna dan palatabilitas. Hal ini dikarenakan kualitas makanan mencit akan berpengaruh terhadap kondisi mencit secara keseluruhan diantaranya kemampuan untuk tumbuh berbiak ataupun dapat mempengaruhi perlakuan terhadap pengobatan dalam penelitian (Hasanaaah, 2009).

2.5.2 Fisiologi Mencit (*Mus musculus*)

Mencit (*Mus musculus*) memiliki ciri-ciri berupa berwarna putih, bentuk tubuh kecil, memiliki siklus estrus teratur yaitu 4-5 hari. Kondisi ruang untuk pemeliharaan mencit 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%. Masa reproduksi mencit betina berlangsung 1,5 tahun. Mencit betina ataupun jantan dapat dikawinkan pada umur 8 minggu. Lama kebuntingan 19-20 hari. Jumlah anak mencit rata-rata 6-15 ekor dengan berat lahir antara 0,5-1,5 g. Mencit sering digunakan dalam penelitian dengan pertimbangan hewan tersebut memiliki beberapa keuntungan yaitu periode kebuntingannya relatif singkat, dan mempunyai anak yang banyak, daur estrusnya teratur dan dapat dideteksi, serta terdapat keselarasan pertumbuhan dengan kondisi manusia (Akbar, 2010).

Menurut Kusmawati (2004) dalam penelitian Hasanaaah (2009), Mencit dewasa memiliki berat badan sekitar 20-40 g pada hewan jantan, sedangkan 18-35 g pada hewan betina. Kedewasaan mencit dicapai pada saat usia 35 hari. Untuk lebih jelasnya lihat tabel di bawah.

Lama hidup	1-2 tahun, bisa sampai 3 tahun
Umur dewasa	35 hari
Lama bunting	19-21 hari
Umur dikawinkan	8 minggu (jantan dan betina)
Berat dewasa	20-40 g jantan; 18-35 g betina
Berat lahir	0,5-0,1 gram
Umur disapih	21 hari
Konsumsi oksigen	2,38-4,48 ml/g/jam
Jumlah anak	Rata-rata 6 bisa 15
Suhu (rektal)	36-39 ⁰ C (rata-rata 37,9 ⁰ C)
Volume darah	75-80 ml/kg
Sel darah merah	7,7-12,5 X 10 ³ /mm ³
Sel darah putih	6,0-12,6 X 10 ³ /mm ³
Trombosit	150-400 X 10 ³ /mm ³
Hb	13-16/100 ml
Kecepatan tumbuh	1 g/hari

Tabel 2.3 : Data biologis mencit di laboratorium. Kusumawati (2004) dalam penelitian Hasanaaah (2009).

Mencit merupakan hewan yang paling banyak digunakan sebagai hewan model laboratorium dengan kisaran penggunaan antara 40-80%. Mencit banyak digunakan sebagai hewan laboratorium (khususnya digunakan dalam penelitian biologi), karena memiliki keunggulan-keunggulan seperti jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, siklus hidup relatif pendek, serta sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip hewan lain, seperti sapi, domba, kambing, dan babi (Pribadi, 2008). Menurut Malole dan Pramono (1989), berbagai keunggulan mencit seperti: cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya tinggi dan sifat anatomis dan fisiologisnya terkarakterisasi dengan baik dalam penelitian (Pribadi, 2008).

2.6 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan teoritis diatas hipotesis dapat dirumuskan sebagai berikut : Ada pengaruh pemberian jus selada air (*Nasturtium officinale*) terhadap kadar hemoglobin pada mencit (*Mus Musculus*).