

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* (L.) Kunt.)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Pisang Ambon



Gambar 2.1 Pisang Ambon (Anonim, 2013)

Dalam taksonomi tumbuhan, kedudukan tanaman pisang dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (Hastari, 2012)

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Zingiberales
Famili : Musaceae
Genus : Musa
Species : *Musa paradisiaca* var. *Sapientum* (L.) Kunt.

Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan terna raksasa berdaun besar memanjang dari suku *Musacea*. Pisang ambon menurut ahli sejarah berasal dari daerah Asia Tenggara termasuk juga Indonesia. Pisang dapat ditanam didataran rendah hangat bersuhu 21-32 derajat celcius dan beriklim lembab.

topografi yang dihendaki tanaman pisang berupa lahan datar dengan kemiringan 8 derajat. Lahan itu terletak didaerah tropis antara 16 derajat LU – 12 derajat LS. Apabila suhu udara kurang dari 13 derajat celcius atau lebih dari 38 derajat celcius maka pisang akan berhenti tumbuh dan akhirnya mati (Suyanti dan Supriyadi, 2010).

Salah satu komoditas hortikultura dari kelompok buah - buahan yang saat ini cukup diperhitungkan adalah tanaman pisang. Pisang merupakan komoditas kelompok buah-buahan tropis yang sangat penting dalam perdagangan dunia, karena kontribusinya yang nyata terhadap kebutuhan gizi dan kesehatan masyarakat. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2007 mencapai sekitar 5.2 juta ton per tahun yang merupakan campuran berbagai jenis pisang. Dari produksi pisang yang dihasilkan di Indonesia 90% untuk konsumsi dalam negeri, sedangkan sisanya adalah untuk ekspor. Konsumsi pisang pada tahun 2005 mencapai 7.85 kg/kapita/tahun atau sekitar 30% dari total konsumsi buah/kapita/tahun (Suhartanto dkk, 2012).

Tanaman pisang merupakan tanaman yang serbaguna, mulai dari akar (rhizome) sampai daun dapat dimanfaatkan oleh manusia. Bonggol pisang banyak mengandung air dan pati yang kaya karbohidrat, jika dikeringkan menjadi abu akan menghasilkan soda yang digunakan sebagai bahan baku sabun dan pupuk kalium. Air yang terkandung dalam bonggol secara tradisional dapat digunakan sebagai obat anti sakit perut dan pendarahan pada usus. Batangnya dapat digunakan sebagai penghasil serat untuk bahan baku kain dan sebagai makanan ternak. Daunnya dapat digunakan untuk pembungkus berbagai makanan seperti nasi, makanan kecil, dan lain-lain (Sobir dkk, 2012).

Produk utama tanaman pisang adalah buahnya. Buah pisang dimanfaatkan dalam keadaan segar sebagai buah meja atau olahan. Buah pisang dapat diproses menjadi tepung pisang, pure, bir, cuka, kripik, sale, dodol, dan saus. Jantung pisang atau bunga pisang dapat di manfaatkan sebagai sayuran. Di beberapa Negara Amerika dan Afrika, buah pisang tidak hanya digunakan sebagai makanan tambahan namun sudah dikonsumsi sebagai buah segar atau buah olahan sebagai makanan pokok (Harti dkk, 2012).

Nilai nutrisi yang terkandung dalam buah pisang cukup tinggi. Kandungan gizi per 100 gram daging buah adalah energi (116-128 kcal), protein (1%), lemak (0.3%), karbohidrat (27%), mineral (Ca: 15mg, K: 380mg, Fe: 0.5 mg, Na: 1.2mg), dan vitamin (Vit. A: 0.3mg, Vit. B1: 0.1mg, B2: 0.1mg, B6: 0.7mg, Vit. C: 20mg). Kandungan Ca pada buah pisang dapat menetralkan efek garam dan MSG. K dapat menjaga keseimbangan air tubuh, kenormalan tekanan darah, fungsi jantung dan kerja otot. Dan vitamin B6 dan asam folat dapat berfungsi untuk perkembangan otak dan mencegah kanker usus (Suhartanto dkk, 2012).

Ada banyak sekali jenis pisang antara lain pisang kepok, pisang ambon, pisang raja, pisang kapas, pisang susu, dan masih banyak jenis pisang lainnya. Tetapi jenis pisang yang biasa digunakan oleh para pedagang pisang goreng, molen goreng, dan para pengusaha makanan yang menggunakan buah pisang sebagai bahan baku pada umumnya adalah pisang raja, pisang kepok, dan pisang ambon, dimana buah pisang setelah diambil buahnya, kulitnya dibuang begitu saja di tempat pembuangan sampah dan belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan dasar makanan yang menguntungkan secara ekonomi.

Kulit pisang merupakan limbah dari buah pisang yang melimpah dan masih jarang dimanfaatkan. Kulit pisang sementara ini hanya digunakan sebagai pakan ternak atau dibuang begitu saja yang dapat menimbulkan masalah lingkungan, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat meningkatkan nilai guna dari limbah kulit pisang.

2.1.2 Kulit Pisang Ambon

Kulit pisang merupakan limbah dari buah pisang yang sering dijumpai. Kulit pisang jarang dimanfaatkan sebagai bahan makanan oleh masyarakat setempat padahal kandungan gizi dalam kulit pisang tinggi. Pemanfaatan kulit pisang masih sangat rendah, karena kebanyakan masyarakat memanfaatkan kulit pisang sebagai pakan ternak atau membiarkannya menumpuk menjadi sampah. Sehingga keberadaan limbah kulit pisang dapat mencemari lingkungan.

Salah satu jenis pisang yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat adalah pisang ambon, baik sebagai buah konsumsi segar, olahan, bahan baku industri maupun pakan ternak. Peningkatan produksi pisang ini mengakibatkan peningkatan limbah kulit pisang yang dihasilkan. Meskipun kulit pisang termasuk sampah organik, apabila tidak dimanfaatkan secara optimal penumpukan sampah ini dapat berpotensi menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan (Suparmi dan Prasetya, 2012).

Semakin banyak masyarakat yang mengonsumsi buah pisang ambon maka volume limbah kulit pisang yang dihasilkan juga semakin tinggi. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memaksimalkan pemanfaatan limbah kulit pisang ambon tersebut.

2.1.3 Manfaat Kulit Pisang Ambon

Secara umum kandungan gizi kulit pisang sangat banyak terdiri dari mineral, vitamin, karbohidrat, protein, lemak dan lain-lain. Komposisi zat gizi kulit pisang dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Komposisi Kandungan Gizi Pisang Ambon per 100 gram Bahan

Komposisi gizi	Pisang Ambon
Protein (%)	0,32
Lemak (%)	2,11
Karbohidrat (%)	18,5
Kalsium (mg)	715
Fosfor (mg)	117
Zat besi (mg)	1,60
Vitamin B (mg)	0,12
Vitamin C (mg)	17,5
Air (%)	69,8

Sumber: Munadjim, 1998

Kulit pisang mengandung zat gizi yang cukup tinggi terutama pada vitamin dan mineral sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dengan cara diolah menjadi tepung. Tepung kulit pisang dapat dimanfaatkan menjadi berbagai olahan makanan. Kandungan karbohidrat pada kulit pisang sebesar 18,50%, menyebabkan kulit pisang berpotensi sebagai sumber pati untuk pembuatan tepung kulit pisang. Bagian kulit pisang yang digunakan dalam pembuatan tepung kulit pisang adalah bagian dalam dari kulit pisang yang berwarna putih (Hikmatun, 2014).

Kulit buah pisang juga mengandung serotonin dan dopamin yang berfungsi sebagai transmitter yang baik untuk kesehatan saraf dan otak. Selain itu, kulit pisang mengandung metabolit sekunder yaitu alkaloid yang dapat menghambat

pertumbuhan bakteri gram positif maupun gram negatif, flavonoid yang berfungsi sebagai antibakteri dengan menghambat fungsi sitoplasma, saponin yang berperan sebagai antibakteri dengan mekanisme merusak permeabilitas dinding sel, dan tanin yang memiliki fungsi mempresipitasi protein sehingga mempengaruhi peptidoglikan bakteri. Tanin juga mengganggu fungsi sitoplasma dan membran plasma, menghambat fungsi enzim, dan menghilangkan substrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri (Allo Maranty, 2016).

Kulit pisang dapat difermentasi dengan bakteri *Rhizopus oligosporus* dalam ransum terhadap pertumbuhan ayam pedaging (Koni dkk, 2013). Selain itu limbah kulit pisang dimanfaatkan sebagai sampah organik dan pakan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai ekonomis yang tinggi jika bisa dimanfaatkan dengan baik. Kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena kulit pisang mengandung pati sebesar 0,98% (Widyaningsih, dkk 2012).

Kulit pisang dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi aneka produk pangan (produk diversifikasi). Produk pangan seperti kerupuk kulit pisang, jelly drink kulit pisang, dodol kulit pisang, dan produk lain banyak mulai diproduksi. Prospek kerupuk kulit pisang di masyarakat cukup cerah dan pangsa pasar penerima hasil produksi juga mulai terbuka lebar. Hal ini didukung juga pola konsumsi masyarakat yang mulai memperhatikan kandungan gizi makanan maka dilakukan kegiatan diversifikasi pengolahan kulit pisang tersebut sebagai alternatif makanan yang menyehatkan (Naf'an, 2012).

Kulit pisang merupakan salah satu tanaman yang mengandung zat besi cukup banyak untuk membantu meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah.

Vitamin C dalam kulit pisang juga sangat dibutuhkan untuk membantu meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah, karena dapat membantu penyerapan zat besi dalam tubuh.

2.2 Sel Darah Merah

Sel-sel darah merupakan bagian figuratif atau berbentuk sehingga dapat dilihat oleh mata, meskipun dengan bantuan alat mikroskop. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, sel-sel darah terdiri atas sel darah merah, leukosit, dan trombosit. Ketiga macam sel ini berasal dari sel-sel asal yang sama di sum-sum tulang. Sel-sel asal di sum-sum tulang tersebut selanjutnya berdiferensiasi sehingga mengambil bentuk yang berbeda-beda. Setelah matang, sel-sel tersebut keluar dari sum-sum tulang dan masuk ke dalam darah dan berada di tempat ini dalam jumlah yang berbeda dan menjalankan fungsi yang berbeda-beda pula. Bahkan leukosit, yang diuraikan menjadi 5 jenis sel dengan morfologi yang berbeda, ternyata juga mempunyai peran yang berbeda-beda pula (Sadikin, 2014).

Sel darah merah adalah sel terbanyak didalam darah. Karena sel ini mengandung senyawa yang berwarna merah, yaitu hemoglobin, maka dengan sendirinya darah berwarna merah. Sel ini dengan mudah dapat dilihat dengan bantuan mikroskop pada sediaan hapus darah. Pada sediaan hapus darah dengan pewarnaan giemsa, sel darah merah tampak sebagai sel-sel bulat dengan ciri khas tidak berinti yang menutup lapang pandang. Sesungguhnya, bila dilihat dari satu arah sel darah merah tampak sebagai lingkaran. Bila dilihat dalam arah yang tegak lurus dari arah yang pertama, akan tampak bentuk penampang bikonkaf dari sel darah merah (Sadikin, 2014).

Dengan demikian, dalam keadaan yang biasa morfologi sel darah merah bukanlah berupa suatu bola, akan tetapi berupa suatu bikonkaf. Namun, tidaklah berarti sel ini selalu mempunyai morfologi serupa itu. Bila sel-sel tersebut terpaksa harus melewati pembuluh kapiler dengan garis tengah rata-rata yang lebih kecil daripada garis tengah kapiler sel darah merah, sel ini dapat pula mengambil bentuk lain sedemikian rupa sehingga diameternya menjadi lebih kecil daripada kapiler. Bentuk yang mungkin untuk itu hanyalah bentuk silinder atau bahkan kerucut (Sadikin, 2014).

Selain itu, dalam penyakit bawaan tertentu sel darah merah dapat pula berbentuk bola yang sempurna seperti yang tampak dalam keadaan sferositosis. Dalam penyakit bawaan lain, yaitu ovalositosis morfologi sel darah merah seperti telur. Ada pula kelainan bawaan dengan bentuk sel darah merah yang tidak mempunyai pola geometri yang bukan berupa bikonkaf tersebut tidak dapat menyesuaikan garis tengahnya ketika melalui pembuluh kapiler. Dengan perkataan lain, sel darah merah ini tidak selentur sel darah merah biasa yang berupa bikonkaf. Oleh karena itu, ketika melalui kapiler banyak diantara sel darah merah yang tidak biasa ini rusak sehingga terjadilah pemecahan sel darah merah didalam pembuluh darah (hemolisis intravaskuler). Akibatnya, subjek dengan sel darah merah seperti itu akan mengalami keadaan kekurangan darah atau anemia (Sadikin, 2014).

Diameter sel darah manusia biasanya sebesar $7,82 \pm$ mm, sedangkan tebal bikonkaf adalah $0,81 \pm 0,35$ mm ditempat yang paling tipis dan $2,58 \pm 0,27$ ditempat yang paling tebal. Volume sel darah merah rata-rata adalah 94 ± 14 fL (femtoliter, $1 \text{ fL} = 10^{-15} \text{ L}$), sedangkan ukuran luas permukaannya adalah 135 ± 16

mm². Ukuran-ukuran ini dapat berubah menjadi lebih besar atau lebih kecil, yang selalu berhubungan dengan kelainan sel darah merah dan menyebabkan atau menyertai anemia. Bila ukuran volume sel darah merah menjadi lebih besar, keadaan tersebut biasanya dinamai sebagai makrositosis. Sebaliknya, bila ukuran volume menjadi lebih kecil dari biasanya, terjadi keadaan mikrositosis (Sadikin, 2014).

Fungsi utama sel darah merah adalah mengikat dan membawa oksigen (O₂) dari paru-paru untuk diedarkan dan dibagikan ke seluruh sel diberbagai jaringan. Untuk memenuhi kebutuhan seluruh sel tubuh akan oksigen tiap saat yang jumlahnya besar senyawa ini tidak cukup untuk dibawa dalam keadaan terlarut secara fisik saja didalam air, yang dalam hal ini cairan serum. Kelarutan oksigen secara fisik didalam darah sangat dipengaruhi oleh tekanan parsial dari gas ini (P_{O₂}) serta oleh suhu. Kedua faktor ini merupakan faktor lingkungan yang sangat mudah berubah-ubah (Sadikin, 2014).

Oleh karena itu, tidaklah mungkin untuk memenuhi keperluan akan oksigen dalam jumlah yang besar secara terus menerus bila tubuh hanya mengandalkan kedua faktor ini. Harus ada suatu mekanisme lain yang sedikit atau banyak membebaskan tubuh untuk membebaskan diri dari kedua faktor tersebut. Untuk menjamin kemandirian ini, organisme harus mampu menyediakan suatu mekanisme yang tidak terlalu tergantung pada faktor lingkungan tersebut. Satu-satunya jalan adalah dengan mengikat oksigen secara kimia dan untuk itu harus ada senyawa yang mampu melakukan pengikatan tersebut. Keperluan tersebut dipenuhi oleh senyawa yang dikenal dengan nama hemoglobin (Sadikin, 2014).

2.3 Hemoglobin

Setiap organ utama dalam tubuh manusia tergantung pada oksigenasi untuk pertumbuhan dan fungsinya, dan proses ini berada dibawah pengaruh hemoglobin. Hemoglobin juga merupakan zat warna yang terdapat dalam darah merah yang berguna untuk mengangkut oksigen dan karbondioksida dalam tubuh. Hemoglobin adalah ikatan antara protein, garam besi, dan zat warna. Molekul hemoglobin terdiri dari dua struktur utama, yaitu heme dan globin serta struktur tambahan (Kiswari, 2014).

Heme adalah struktur yang melibatkan empat atom besi dalam bentuk Fe^{2+} dikelilingi oleh cincin protoporfirin IX, karena zat besi dalam bentuk Fe^{3+} tidak dapat mengikat oksigen. Protoporfirin IX adalah produk akhir dalam sintesis molekul heme. Protoporfirin ini hasil dari interaksi suksinil koenzim A dan asam delta-aminolevulinat didalam mitokondria dari eritrosit berinti dengan pembentukan beberapa produk antara lain yaitu porfobilinogen, uroporfirinogen, dan coproporfirin. Besi bergabung dengan protoporfirin untuk membentuk heme molekul lengkap. Cacat pada salah satu produk antara dapat merusak fungsi hemoglobin (Kiswari, 2014).

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, sedangkan rantai beta memiliki 146 asam amino. Heme dan globin dari molekul hemoglobin dihubungkan oleh ikatan kimia. Struktur tambahan yang mendukung molekul hemoglobin adalah 2,3-difosfoglisarat (2,3-DPG), suatu zat yang dihasilkan melalui jalur Embden-

Meyerhof yang anaerob selama proses glikolisis. Struktur ini berhubungan erat dengan afinitas oksigen dari hemoglobin (Kiswari, 2014).

Setiap molekul heme terdiri dari empat struktur heme dengan besi dipusat dan dua pasang rantai globin. Struktur heme berada pada rantai globin. Hemoglobin mulai disintesis pada tahap normoblast polikromatik dalam eritropoiesis. Sintesis ini ditunjukkan dengan perubahan warna sitoplasma dari biru tua menjadi ungu. Sebanyak 65% dari hemoglobin disintesis sebelum inti eritrosit menghilang dan 35% disintesis pada tahap retikulosit. Eritrosit matang normal mengandung hemoglobin yang lengkap (Kiswari, 2014).

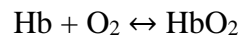
Hemoglobin dapat berada dalam keadaan terlarut langsung dalam plasma, seperti yang dijumpai pada berbagai makhluk invertebrata terutama yang sederhana. Akan tetapi, dalam keadaan seperti itu kemampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen tidak maksimum, karena pengaruh kedua faktor lingkungan tersebut masih tampak. Oksigen yang berikatan dengan hemoglobin (disebut sebagai oksihemoglobin atau HbO_2 saja) merupakan suatu senyawa yang reaktif, lebih reaktif daripada oksigen yang terlarut secara fisik demikian saja. Dalam bentuk berikatan dengan hemoglobin tersebut, oksigen bahkan lebih mudah mengoksidasi berbagai bahan disekitarnya (Sadikin, 2014).

Hemoglobin yang terbungkus didalam sel darah merah merupakan tingkat perkembangan lebih lanjut dari makhluk hidup. Dalam keadaan seperti ini, pengaruh kedua faktor lingkungan tersebut dapat dikurangi sekecil mungkin sehingga daya ikat hemoglobin secara kimia menjadi maksimum. Selain itu, karena oksigen yang berikatan dengan hemoglobin tersebut terbungkus didalam sel darah merah yang mempunyai sistem membran dan sistem reduksi yang

efisien daya rusak dari kompleks oksigen-hemoglobin, walaupun akan terjadi dan pada kenyataannya memang terjadi dalam beberapa kelainan tertentu, dapat dibatasi seminimum mungkin dan terjadi hanya terbatas didalam sel darah merah saja (Sadikin, 2014).

Dengan banyaknya oksigen yang dapat diikat dan dibawa oleh darah, berkat adanya hemoglobin yang terkandung di dalam sel darah merah pasokan oksigen ke berbagai tempat di seluruh tubuh bahkan yang paling terpencil dan terisolasi sekalipun akan terjamin. Akibatnya, berbagai sel dalam tubuh dapat bekerja melakukan fungsinya dengan energi yang cukup. Hasilnya, individu tersebut dapat berfungsi dan berkembang dengan sempurna (Sadikin, 2014).

Dalam menjalankan fungsinya membawa oksigen keseluruh tubuh, hemoglobin di dalam sel darah merah mengikat oksigen melalui suatu ikatan kimia khusus. Reaksi yang membentuk ikatan antara hemoglobin dengan oksigen tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :



Hemoglobin yang tidak atau belum mengikat oksigen disebut sebagai deoksihemoglobin atau deoksiHb dan umumnya dapat ditulis sebagai Hb saja. Hemoglobin yang mengikat oksigen disebut sebagai oksihemoglobin atau HbO₂ (Sadikin, 2014).

Seperti yang tampak pada persamaan reaksi tersebut reaksi ini dapat berlangsung dalam dua arah. Meskipun demikian reaksi yang berlangsung dalam arah ke kanan yang merupakan reaksi penggabungan atau asosiasi terjadi didalam alveolus paru-paru, tempat berlangsungnya udara antara tubuh dengan lingkungan. Sebaliknya, reaksi yang berjalan dalam arah berlawanan dari kiri ke

kanan yang merupakan suatu reaksi penguraian atau disosiasi terutama terjadi didalam berbagai jaringan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa hemoglobin dalam sel darah merah mengikat oksigen di paru-paru dan melepaskannya di jaringan untuk diserahkan dan digunakan oleh sel-sel (Sadikin, 2014).

Fungsi lain dari hemoglobin adalah mengikat dan mempermudah transportasi CO₂ yang terbentuk diseluruh jaringan yang mampu melakukan metabolisme secara aerob (dengan menggunakan oksigen) untuk dibawa ke jaringan pembuangan ekskreta yang berbentuk gas yaitu paru-paru. Dengan demikian didalam paru-paru terjadilah pertukaran gas dengan lingkungan, oksigen diambil dari lingkungan dan CO₂ dikeluarkan di lingkungan. Sel darah merah adalah sarana yang sama yang digunakan untuk proses transaksi gas antara sel tubuh dengan lingkungan (Sadikin, 2014).

Berbeda dengan oksigen yang hampir semuanya berikatan langsung dengan hemoglobin dalam bentuk oksihemoglobin atau HbO₂ maka hanya sebagian saja dari CO₂ yang berikatan langsung dengan hemoglobin melalui ikatan korbamino berupa HbCO₂. Sebagian yang lebih besar dari CO₂ diangkut sebagai bentuk terlarut dalam plasma. Akan tetapi berbeda dengan oksigen, CO₂ tersebut tidaklah larut secara fisik dalam bentuk senyawa tersebut akan tetapi sebagai ion bikarbonat (HCO₃) yang pembentukannya sangat memerlukan sel darah merah. Di dalam sel darah merah terdapat enzim anhidrase karbonat yang mengkatalisasi reaksi berikut:



Ion bikarbonat yang terbentuk dalam sel darah merah karena kerja enzim ini berdifusi ke luar dari sel tersebut dan masuk kedalam plasma dan dengan mudah

sekali larut di sana. Dalam bentuk ion bikarbonat inilah sebagian besar dari karbondioksida dibawa oleh darah dari seluruh jaringan menuju paru-paru untuk dibuang ke organ ini melalui udara yang dihembuskan keluar (udara ekspirasi) ke lingkungan. Dengan demikian, berlawanan dengan oksigen CO₂ diikat oleh sel darah merah dan sebagian besar diubah oleh sel menjadi ion bikarbonat yang larut dalam plasma dan dilepaskan di dalam paru (Sadikin, 2014).

Kadar hemoglobin merupakan parameter yang paling mudah digunakan dalam menentukan status anemia pada skala luas. Sampel darah yang digunakan biasanya sampel darah tepi, seperti dari jari tangan (finger prick), dapat pula dari jari kaki serta telinga dan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dianjurkan menggunakan sampel darah vena. Akan tetapi kadar hemoglobin bukan merupakan indikator yang sensitif untuk melihat status besi seseorang, karena turunnya kadar hemoglobin merupakan tahap yang sudah lanjut dari adanya defisiensi besi (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

Tiga tahap perkembangan defisiensi besi, tahap pertama terjadi bila simpanan besi berkurang yang terlihat dari penurunan feritin dalam plasma hingga 12 U/L. Hal ini dikompensasi dengan peningkatan absorpsi besi yang terlihat dari peningkatan kemampuan mengikat besi total. Pada tahap ini belum terlihat perubahan fungsional pada tubuh. Tahap kedua terlihat dengan habisnya simpanan besi, menurunnya jenuh transferin hingga kurang dari 16% pada orang dewasa dan meningkatnya protoporfirin yaitu bentuk pendahulu heme. Pada tahap ini nilai hemoglobin di dalam darah masih berada pada 95% nilai normal. Pada tahap ketiga terjadi anemia gizi besi, dimana kadar hemoglobin total turun dibawah nilai normal (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

Namun untuk mempermudah pelaksanaan pengobatan dan menyukseskan program penanggulangan anemia maka kriteria batasan kadar hemoglobin darah dapat digolongkan pada tabel berikut :

Kelompok	Umur	Hemoglobin (gr/dl)
Anak	6 bulan – 6 tahun	11
	6 tahun – 14 tahun	12
Dewasa	Laki-laki	13
	Wanita	12
	Wanita Hamil	11

Sumber : Adriani dan Wirjatmadi, 2012

2.4 Anemia

Anemia didefinisikan sebagai suatu keadaan kadar hemoglobin (Hb) di dalam darah lebih rendah daripada nilai normal untuk kelompok orang menurut umur dan jenis kelamin. Anemia gizi adalah suatu keadaan dengan kadar hemoglobin darah yang lebih rendah daripada normal sebagai akibat dari ketidakmampuan jaringan pembentuk sel darah merah dalam produksinya guna mempertahankan kadar hemoglobin pada tingkat normal (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

Anemia gizi besi adalah anemia yang timbul karena kekurangan zat besi sehingga pembentukan sel-sel darah merah dan fungsi lain dalam tubuh terganggu. Dan anemia tipe ini adalah penyebab sebagian besar anemia. Anemia gizi sangat umum dijumpai di Indonesia dan dapat terjadi pada semua golongan umur, dimana keadaan kadar hemoglobin didalam darah lebih rendah daripada normal (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

Ada beberapa gejala umum yang menimbulkan dugaan seseorang menderita penyakit ini. Gejala yang paling umum adalah pucat, yang mudah dilihat pada

wajah penderita. Gejala ini akan tampak jelas lagi pada selaput lendir, yang mudah dilihat pada mulut dan bagian dalam kelopak mata. Selain itu gejala umum yang selalu ditemukan pada berbagai jenis anemia adalah mudah lelah (Sadikin, 2014).

Kebanyakan dari anemia dapat diobati bahkan dicegah. Penanggulangan yang dini perlu segera dilakukan karena bila tidak teratasi dalam jangka waktu lama, keadaan ini akan mengganggu kinerja berbagai organ termasuk berbagai fungsi yang rumit dari susunan saraf pusat, antara lain tampak jelas dalam kemampuan inteligensi. Pada anak-anak, anemia juga akan mengganggu proses tumbuh kembang (Sadikin, 2014).

2.4.1 Anemia Defisiensi Besi

Anemia defisiensi besi bisa merupakan akibat utama karena kehilangan darah atau tidak memadainya asupan besi. Hal ini juga dapat merupakan kondisi sekunder yang disebabkan proses penyakit atau kondisi yang menguras cadangan besi, seperti pendarahan saluran pencernaan atau karena kehamilan. Pada kedua kasus tersebut, manifestasi anemia defisiensi besi secara morfologi berupa mikrositik-hipokromik, eritrosit berukuran kecil dan kekurangan kandungan hemoglobinnya. Pada pemeriksaan hematologi rutin akan terjadi penurunan kadar hemoglobin, jumlah eritrosit, nilai hematokrit, *Mean Corpuscular Volume* (MCV), dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) (Kiswari, 2014).

Hingga saat ini di Indonesia terdapat 4 masalah gizi utama yaitu kurang kalori protein (KKP), kurang vitamin A, gangguan akibat kurang iodium (GAKI), dan kurang zat besi yang disebut anemia gizi. Sampai saat ini salah satu masalah

yang belum tampak menunjukkan titik terang keberhasilannya penanggulangannya adalah masalah kekurangan zat besi atau yang dikenal dengan sebutan anemia gizi yang merupakan masalah kesehatan masyarakat yang paling umum dijumpai terutama di negara-negara sedang berkembang. Anemia gizi pada umumnya dijumpai pada golongan rawan gizi yaitu ibu hamil, ibu menyusui, anak balita, anak sekolah, anak pekerja atau buruh yang berpenghasilan rendah (Rukman, 2014).

Prevalensi anemia gizi yang tinggi pada anak sekolah membawa akibat negatif, yaitu rendahnya kekebalan tubuh sehingga menyebabkan tingginya angka kesakitan. Dengan demikian konsekuensi fungsional dari anemia gizi menyebabkan menurunnya kualitas sumber daya manusia. Khusus pada anak balita, keadaan anemia gizi secara perlahan-lahan akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan kecerdasan, anak-anak akan lebih mudah terserang penyakit karena penurunan daya tahan tubuh, dan hal ini tentu akan melemahkan keadaan anak sebagai generasi penerus (Kiswari, 2014).

Penyebab utama anemia gizi adalah konsumsi zat besi yang tidak cukup dan absorpsi zat besi yang rendah serta pola makan yang sebagian besar terdiri dari nasi dan menu yang kurang beraneka ragam. Selain itu, investasi cacing tambang memperberat keadaan anemia yang diderita pada daerah-daerah tertentu terutama daerah pedesaan. Anemia gizi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti sosial ekonomi, pendidikan, status gizi dan pola makan, fasilitas kesehatan, pertumbuhan, serta daya tahan tubuh dan infeksi. Faktor-faktor tersebut saling berikatan (Kiswari, 2014).

Selama ini upaya penanggulangan anemia gizi masih difokuskan pada sasaran ibu hamil, sedangkan kelompok lainnya seperti bayi, anak balita, anak sekolah, dan buruh berpenghasilan rendah belum ditangani. Namun demikian, dampak negatif yang ditimbulkan anemia gizi pada anak balita sangat serius karena mereka sedang dalam tumbuh kembang yang cepat, yang nantinya akan berpengaruh terhadap perkembangan kecerdasannya. Mengingat mereka adalah penentu dari tinggi rendahnya kualitas pemuda dan bangsa kelak (Rukman, 2014).

Penanganan sedini mungkin sangat berarti bagi kelangsungan hidup pembangunan. Zat besi merupakan kelumit (*trace element*) terpenting bagi manusia. Besi dengan konsentrasi tinggi terdapat dalam sel darah merah, yaitu hemoglobin yang mengangkut oksigen dari paru-paru. Hemoglobin akan mengangkut oksigen ke sel-sel yang membutuhkannya untuk metabolisme glukosa, lemak, dan protein menjadi energi (ATP). Besi juga merupakan bagian dari sistem enzim dan mioglobin, yaitu molekul yang mirip hemoglobin yang terdapat di dalam sel-sel otot. Mioglobin yang berkaitan dengan oksigen inilah yang menyebabkan daging dan otot-otot menjadi berwarna merah. Selain sebagai komponen hemoglobin dan mioglobin, besi juga merupakan komponen dari proses oksidase pemindah energi, yaitu sitokrom oksidase, xanthin oksidase, suksinat dan dehidrogenase, serta katalase dan peroksidase (Kiswari, 2014).

2.5 Zat Besi (Fe)

2.5.1 Sifat Zat Besi

Zat besi merupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin (Hb). Dalam tubuh, zat besi mempunyai fungsi yang berhubungan

dengan pengangkutan, penyimpanan, dan pemanfaatan oksigen dan berada dalam bentuk hemoglobin, mioglobin, atau cytochrom. Untuk memenuhi kebutuhan guna pembentukan hemoglobin, sebagian besar zat besi yang berasal dari pemecahan sel darah merah akan dimanfaatkan kembali baru kekurangannya harus dipenuhi dan diperoleh melalui makanan. Taraf gizi besi bagi seseorang sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumsinya melalui saluran pencernaan, cadangan zat besi dalam jaringan, ekskresi, dan kebutuhan tubuh (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

Kandungan besi di dalam tubuh wanita sekitar 35 mg/kg berat badan dan pada laki-laki 50 mg/kg berat badan, dimana 70% terdapat di dalam hemoglobin dan 25% merupakan besi cadangan yang terdiri dari feritin dan hemosiderin yang terdapat dalam hati, limpa, dan sumsum tulang. Jumlah besi yang dapat disimpan dalam tubuh 0,5-1,5 gram pada laki-laki dewasa dan 0,3-1,0 gram pada wanita dewasa. Selain itu feritin juga berfungsi sebagai tempat penyimpan besi. Bila semua feritin sudah ditempati, maka besi berkumpul dalam hati sebagai hemosiderin. Hemosiderin merupakan kumpulan molekul feritin. Pembuangan besi ke luar tubuh terjadi melalui beberapa jalan diantaranya melalui keringat 0,2-1,2 mg/hari, air seni 0,1 mg/hari, dan melalui feses dan menstruasi 0,5-1,4 mg/hari (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

2.5.2 Metabolisme Zat Besi

Besi (Fe) merupakan unsur runutan (*trace element*) terpenting bagi manusia. Besi dengan konsentrasi tinggi terdapat dalam sel darah merah, yaitu sebagai bagian dari molekul hemoglobin yang mengangkut paru-paru. Hemoglobin akan mengangkut oksigen ke sel-sel yang membutuhkannya untuk metabolisme

glukosa, lemak, dan protein menjadi energi (ATP). Besi yang ada dalam tubuh berasal dari tiga sumber yaitu besi yang diperoleh dari perusakan sel-sel darah merah (hemolisis), besi yang diambil dari penyimpanan dalam tubuh, dan besi yang diserap dari saluran pencernaan. Dari ketiga sumber tersebut pada manusia yang normal kira-kira 20-25mg besi per hari berasal dari hemolisis dan sekitar 1 mg berasal dalam jumlah terbatas. Dalam keadaan normal diperkirakan seorang dewasa menyerap dan mengeluarkan besi dalam jumlah terbatas, sekitar 0,5-2,2mg per hari. Sebagian penyerapan terjadi didalam duodenum, tetapi dalam jumlah terbatas pada jenum dan ileum (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

Proses penyerapan zat besi ini meliputi tahap-tahap utama sebagai berikut :

1. Besi yang terdapat dalam bahan pangan, baik dalam bentuk ferri (Fe^{+++}) atau ferro (Fe^{++}) mula-mula mengalami proses pencernaan.
2. Di dalam usus, Fe^{+++} larut dalam asam lambung kemudian diikat oleh gastroferin dan direduksi menjadi Fe^{++} .
3. Di dalam usus, Fe^{++} dioksidasi menjadi Fe^{+++} . Fe^{++} selanjutnya berikatan dengan *apoferritin* yang kemudian ditransformasi menjadi ferritin, membebaskan Fe^{++} ke dalam plasma darah.
4. Di dalam plasma Fe^{++} di oksidasi menjadi Fe^{+++} dan berikatan dengan transferin.
5. Transferin mengangkut Fe^{++} ke dalam sumsum tulang untuk bergabung membentuk hemoglobin.
6. Transferin mengangkut Fe^{++} ke dalam tempat penyimpanan besi di dalam tubuh (hati, tulang, limpa, sistem *reticuloendotelial*) kemudian dioksidasi menjadi Fe^{+++} . Fe^{+++} ini bergabung dengan *apoferritin* membentuk ferritin

yang kemudian disimpan. Besi yang terdapat dalam plasma seimbang dengan yang disimpan .

2.5.3 Kecukupan Konsumsi Zat Besi

Masukan zat besi setiap hari diperlukan untuk mengganti zat besi yang hilang melalui tinja, air seni, dan kulit. Kehilangan basal ini kira-kira 14ug/kg berat badan per hari atau hampir sama dengan 0,9mg zat besi pada laki-laki dewasa dan 0,8mg bagi wanita dewasa. Zat besi dalam makanan dapat berbentuk *heme* dan *nonheme*. Zat besi *heme* adalah zat besi yang berikatan dengan protein, banyak terdapat dalam bahan makanan hewani misalnya daging, unggas, dan ikan. Zat besi *nonheme* adalah senyawa besi anorganik yang kompleks, zat besi *nonheme* ini umumnya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan seperti sereal, kacang-kacangan, sayur-sayuran, dan buah-buahan. Zat besi *heme* dapat diabsorpsi sebanyak 20-30%, sebaliknya zat besi *nonheme* hanya diabsorpsi sebanyak 1-6% (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

2.5.4 Zat Gizi yang Berperan dalam Metabolisme Zat Besi

Pada saluran pencernaan, zat besi mengalami proses reduksi dari bentuk ferri (Fe^{+++}) menjadi bentuk ferro (Fe^{++}) yang mudah diserap oleh tubuh. Proses penyerapan ini dibantu oleh asam amino dan vitamin C. Vitamin C meningkatkan absorpsi zat besi dari makanan melalui pembentukan kompleks feroaskorbat. Kombinasi 200mg asam askorbat dengan garam besi dapat meningkatkan penyerapan besi dalam tubuh sekitar 20-50%. Adanya asam fitrat dan asam fosfat yang berlebihan akan menurunkan ketersediaan zat besi, fosfat dalam usus akan menyebabkan terbentuknya kompleks besi fosfat yang tidak dapat diserap (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

2.5.5 Faktor yang Mempermudah Absorpsi Zat Besi

Hasil dari suatu penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 37% zat besi *heme* dan 5% zat besi *nonheme* yang ada dalam makanan dapat diabsorpsi. Zat besi *nonheme* yang rendah absorpsinya dapat ditingkatkan apabila adanya peningkatan asupan vitamin C dan faktor-faktor lain yang mempermudah absorpsi seperti daging, ikan, dan ayam (Adriani dan Wirajatmadi, 2012).

1. Vitamin C

Vitamin C berperan dalam pembentukan substansi antara sel dari berbagai jaringan, meningkatkan daya tahan tubuh, meningkatkan aktivitas fagositosis sel darah putih, meningkatkan absorpsi zat besi dalam usus, serta transportasi besi dari transferin dalam darah ke feritin dalam sumsum tulang, hati, dan limpa.

Vitamin C dapat meningkatkan absorpsi zat besi *nonheme* sampai empat kali lipat. Vitamin C dengan zat besi membentuk senyawa askorbat besi kompleks yang larut dan mudah diabsorpsi, karena itu sayur-sayuran segar dan buah-buahan yang banyak mengandung vitamin C baik dikonsumsi untuk mencegah anemia. Hal ini mungkin disebabkan bukan saja karena bahan makanan itu mengandung zat besi yang banyak, melainkan mengandung vitamin C yang mempermudah absorpsi zat besi, sebab dalam hal-hal tertentu faktor yang menentukan absorpsi lebih penting dari jumlah zat besi yang ada dalam bahan makanan itu.

2. Protein

Protein adalah zat pembangun yang merupakan komponen penting dalam siklus kehidupan manusia. Protein digunakan sebagai zat pembangun tubuh untuk mengganti dan memelihara sel tubuh yang rusak, reproduksi, untuk mencerna makanan serta kelangsungan proses normal dalam tubuh. Sumber zat protein

adalah kacang-kacangan dan hasil olahannya, telur, teri, ikan segar, daing, hati, udang, susu, dan sebagainya perlu ditambahkan dalam menu makanan sebagai zat tambah darah untuk mencegah dan mengatasi anemia.

Protein nabati maupun hewani tidak meningkatkan absorpsi zat besi, tetapi bahan makanan yang disebut *meat factor* seperti daging, ikan, dan ayam, apabila ada dalam menu makanan walaupun dalam jumlah yang sedikit akan meningkatkan absorpsi zat besi *nonheme* yang berasal dari sereal dan tumbuh-tumbuhan.

Butir-butir darah merah juga dibuat dari protein. Di samping itu, dalam cairan darah sendiri harus terdapat protein dalam jumlah yang cukup, karena berguna dalam mempertahankan tekanan osmose darah. Jika protein dalam cairan darah tidak cukup, maka tekanan osmose darah akan turun.

2.6 Mekanisme Zat Besi pada Kulit Pisang dapat Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Kulit pisang merupakan limbah yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Kandungan unsur gizi kulit pisang cukup lengkap seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Kulit pisang ambon memiliki kandungan zat besi 1,6mg dan vitamin C 17,5mg per 100gr bahan yang sangat diperlukan untuk membantu pembentukan hemoglobin dalam tubuh (Munadjim, 1988).

Kulit pisang ambon (*Musa parasidiaca* var. *Sapientum* (L) kunt.) mengandung mineral, zat besi, dan vitamin C cukup banyak. Zat besi diperlukan untuk pembentukan hemoglobin dalam tubuh, karena hemoglobin terdiri atas protein yang kaya akan zat besi. Kekurangan zat besi akan mempengaruhi penurunan kadar hemoglobin dalam darah. Selain itu, vitamin C juga sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kadar hemoglobin, karena dapat membantu penyerapan zat besi dalam tubuh. Dari kandungan kimia dalam kulit pisang ambon tersebut, diharapkan dapat menjadi obat alternatif dalam mengobati anemia.

2.7 Mencit (*Mus musculus*)

Mencit merupakan hewan yang paling umum digunakan pada penelitian laboratorium sebagai hewan percobaan. Mencit memiliki banyak keunggulan sebagai hewan percobaan, yaitu siklus hidup yang relatif pendek, jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifat tinggi dan mudah dalam penggunaannya. Mencit merupakan omnivora alami, sehat, dan kuat, kecil, dan jinak. Selain itu, hewan ini juga mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah dan biaya ransum rendah (Tahani, 2013).

Mencit memiliki bulu pendek halus berwarna putih serta ekor berwarna kemerah-merahan dengan ukuran lebih panjang daripada badan dan kepala. Mencit memiliki warna bulu yang berbeda disebabkan oleh perbedaan dalam proporsi darah mencit liar dan memiliki kelenturan pada sifat-sifat produksi dan reproduksinya. Menurut Tahani (2013), mencit memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Chordata
 Kelas : Mamalia
 Ordo : Rotentia
 Famili : Muridae
 Genus : Mus
 Spesies : *Mus musculus*



Gambar 2.7 Mencit (*Mus musculus*) (Whitedifarimouse, 2010)

Mencit jantan lebih banyak digunakan karena siklus hormonnya lebih homogen dibandingkan hewan yang betina dan waktu tidur hewan betina empat kali lebih lama dari hewan jantan bila diberi obat. Berikut ini adalah data biologis pada mencit:

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/menit
Tekanan darah	130-160 sistol, 102-110diastol
Volume darah	76 – 80 ml/kg BB
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
Hematokrit	39 – 49 %
Hemoglobin	10,2 – 16,6 mg/dl
Konsumsi pakan	4-8 gram per hari
Siklus estrus	4-5 hari

Sumber : (Puspaningrum, 2014)

Mencit merupakan golongan binatang menyusui atau mamalia yang memiliki kemampuan berkembangbiak sangat tinggi, mudah dipelihara dan menunjukkan reaksi yang cepat terlihat jika digunakan sebagai objek penelitian. Alasan lain mencit digunakan dalam penelitian medis dikarenakan genetik mencit, karakteristik biologi dan perilakunya sangat mirip manusia, sehingga banyak gejala kondisi pada manusia yang dapat direplikasikan pada mencit (Fauziyah, 2013).

2.8 Hipotesis

Ada pengaruh pemberian jus kulit pisang ambon (*Musa parasidiaca* var. *Sapientum* (L) *kunt.*) terhadap kadar hemoglobin pada mencit (*Mus musculus*).