

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)

Jika dirunut dari tempat asalnya, ternyata kangkung bukanlah sayuran asli Indonesia. Pertama kali ditemukan, kangkung berada di Asia, Afrika, Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Oceania. Di kawasan Asia, kangkung tumbuh liar di kawasan yang berair. Tanaman yang memiliki nama latin *Ipomoea spp.* Tanaman ini ternyata dapat ditanam hampir di semua jenis tanah.

Di Indonesia ada 2 jenis kangkung yang dibudidayakan, yaitu kangkung darat dan kangkung air. Kangkung air merupakan kangkung yang banyak ditemukan di sekitar kita. Ciri-ciri dari kangkung air adalah berdaun lebar dan tumbuh liar di dalam parit. Kangkung jenis ini tumbuh dengan cara merambat dan mengapung di atas air. Kangkung darat memiliki ciri-ciri berdaun kecil panjang meruncing (Rizki, 2013).

Berikut ini adalah klasifikasi kangkung air dalam taksonomi tumbuhan menurut Adrian (2012) :

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk



Gambar 2.1 Kangkung Air (Dokumen Pribadi, 2015)

2.1.2 Morfologi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)

Kangkung biasa dibudidayakan sebagai tanaman sayur atau sering ditemukan tumbuh liar di tempat-tempat basah, seperti dipinggir kali, rawa-rawa, atau terapung di atas air. Tanaman yang tumbuh merambat ini bisa ditemukan dari dataran rendah sampai 1000 m di atas permukaan laut.

Tanaman semusim ini memiliki panjang sekitar 3 m. Batang bulat, beruas dan berongga, gundul, bercabang, berwarna hijau dan tumbuh menjalar. Daun memanjang, tepi rata, pangkal berbentuk baji, ujung runcing, pertulangan menyirip, panjang 6-15 cm, lebar 3-9 cm, warna permukaan atas hijau tua, sedangkan bagian bawah lebih muda (Dalimartha, 2007).

Kangkung air memiliki karangan bunga di ketiak, bentuk payung atau mirip terompet, berbunga sedikit. Terdapat daun pelindung tetapi kecil, daun kelopak bulat telur memanjang tetapi tumpul. Tonjolan dasar bunga bentuk cincin, tangkai putik berbentuk benang, kepala putik berbentuk bola rangkap. Bentuk buahnya bulat telur yang di dalamnya berisi 3-4 butir biji. Bentuk biji bersegi-segi agak bulat dan berwarna coklat atau kehitam-hitaman. Daun kangkung dapat dipanen setelah 6 minggu sesudah penanaman. Apabila pucuk tanaman dipetik, cabang dari tepi daun akan tumbuh lagi dan dapat dipanen setiap 7-10 hari.

Akar kangkung tumbuh menjalar dengan percabangan yang cukup banyak. Pada bagian batang berbentuk menjalar di atas permukaan tanah basah atau terapung, kadang-kadang membelit. Tangkai daun melekat pada buku-buku batang, bentuk daunnya seperti jantung, segitiga, memanjang, bentuk garis atau lanset, rata atau bergerigi. Dengan pangkal yang terpancung atau bentuk panah sampai bentuk lanset.

Tumbuhan kangkung air dapat tumbuh dengan baik sepanjang tahun. Tanaman kangkung air termasuk semak, daur hidupnya kadang-kadang berumur satu tahun atau menahun. Tumbuhan kangkung air merupakan tumbuhan yang hidup di air yang disebut dengan hydrophyta. Sistem perakarannya di tanah meskipun tempat tumbuhnya berada pada perairan (Adrian, 2012).

Kelebihan dari kangkung adalah tanaman ini memiliki daya penyesuaian (adaptasi) yang luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuh, mudah dalam pemeliharaannya, dan relatif murah dalam penyediaan biaya usaha taninya. Disamping itu, pemungutan hasil (panen) kangkung dapat dilakukan secara rutin (periodik) setiap 10-15 hari sekali, sehingga dengan pemasukan uang dari hasil

panen yang kontinu ini dapat memperkuat (meningkatkan) posisi petani dalam memenuhi kewajiban finansialnya sehari-hari (likuiditas usahatani makin kuat) (Rukmana, 2004).

2.1.3 Kandungan Gizi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica Fosk*)

Nilai gizi atau komposisi kimia masing-masing organisme berbeda-beda. Hal ini ditentukan oleh jenis dan habitat organisme tersebut. Sayur kangkung merupakan sumber gizi yang murah harganya dan mudah didapat. Kandungan gizi dalam kangkung dapat disimak pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 : Kandungan Gizi Dalam 100 Gram Kangkung Air

Komposisi Gizi	Banyaknya Kandungan Gizi	
	1	2
Kalori	30,00 cal	29,00 cal
Protein	3,90 gr	3,00 gr
Lemak	0,60 gr	0,30 gr
Karbohidrat	4,40 gr	5,40 gr
Serat	1,40 gr	-
Kalsium	71,00 mg	73,00 mg
Fosfor	67,00 mg	50,00 mg
Zat Besi	3,20 mg	2,50 mg
Natrium	49,00 mg	-
Kalium	458,00 mg	-
Vitamin A	4825,00 S.I	6300,00 S.I
Vitamin B1	0,09 mg	0,07 mg
Vitamin B2	0,24 mg	-
Vitamin C	59,99 mg	32,00 mg
Niacin	1,30 mg	-
Air	-	89,70 gr

(Sumber : Rukmana 2004)

Keterangan : 1. Food and Nutrition Center Hand-Book No.1, Manila (1964)
2. Direktorat Gizi Depkes R.I. (1981)

2.1.4 Manfaat Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)

2.1.4.1 Pemanfaatan Bagian Tubuh Kangkung :

1. Daun dan Batang Kangkung Digunakan Untuk Mengatasi :

Keracunan makanan (termasuk jamur, dan cendawan liar), keracunan arsen, gelsemium elegans, urine sedikit (*oliguria*), kencing nanah, pendarahan seperti mimisan (*epistaksis*), urine berdarah, batuk darah, wasir berdarah, sulit tidur, sulit buang air besar (sembelit), terkilir, dan digigit ular maupun serangga.

2. Akar Kangkung Digunakan Untuk Mengatasi :

Keputihan (*lekore*), batuk lama, radang gusi, serta keringat dingin.

3. Cara Pemakaian :

- a. Untuk obat yang diminum, rebus atau jus akar kangkung atau seluruh tanaman segar (250-500 gram).
- b. Untuk pemakaian luar, cuci kangkung segar secukupnya, lalu tumbuk halus. Bubuhkan pada tempat yang sakit. Bisa juga dengan merebus kangkung segar. Air rebusan digunakan untuk membasuh tempat yang sakit, seperti bisul, koreng, dan gigitan ular (Dalimartha, 2007).

2.1.4.2 Gizi dan Manfaat Kangkung

1. Kaya Vitamin A

Kangkung merupakan sayuran daun yang kaya vitamin A. Kadar vitamin A pada kangkung segar sebesar 6.300 IU, sedikit lebih besar daripada bayam yang hanya mengandung sebesar 6.000 IU. Semakin hijau daunnya, semakin banyak kandungan vitamin A-nya. Warna hijau tidak hanya berhubungan dengan klorofil tetapi juga menunjukkan kadar karotenoid yang membentuk vitamin A, yakni betakaroten.

2. Memenuhi Kebutuhan Vitamin C Harian

Kandungan vitamin C dalam kangkung lebih tinggi dibandingkan dengan kadar vitamin C buah pada umumnya. Jika kesulitan memperoleh sumber vitamin C yang murah, cobalah makan kangkung. Sayuran murah ini dapat membantu memenuhi kebutuhan vitamin C harian yang diperlukan.

3. Mencegah Kekurangan Zat Besi

Kandungan mineral pada kangkung cukup lengkap. Mineral yang menonjol adalah kalsium, fosfor, kalium, dan zat besi. Kadar zat besi pada kangkung cukup tinggi, yakni 2,5mg/100gr. Di dalam tubuh, zat besi memiliki peran penting dalam penyusunan sel darah merah.

Gejala kekurangan zat besi akan cepat terdeteksi daripada gejala kekurangan mineral yang lain. Gejala umum kekurangan zat besi berupa badan lemah, sering pusing, rambut rontok, dan pandangan kurang tajam sebagai bentuk gejala anemia. Saat kita merasa lesu, penambahan asupan zat besi akan membuat tubuh merasa bugar, karena terjadi peningkatan sel darah merah yang meningkatkan ketersediaan oksigen untuk otak. Suplai oksigen yang memadai akan membuat kita merasa segar. Selain itu, aliran zat gizi yang terbawa oleh darah juga akan tercukupi dan tubuh akan menjadi kuat.

4. Mengatasi Suasana Hati yang Buruk dan Depresi

Kangkung baik dikonsumsi bagi orang yang sedang memiliki suasana hati buruk dan mengalami depresi. Benar kata orang awam yang menyebut kangkung sebagai obat tidur. Kangkung mengandung vitamin B kompleks dan omega-3 yang cukup besar.

Secara klinis, peningkatan kadar vitamin B kompleks dan omega-3 dapat meningkatkan produksi serotin dalam otak. Peningkatan kadar hormon serotin akan menciptakan suasana nyaman yang membuat kita mudah terlelap. Selain itu, kangkung juga mengandung mineral seng dan selenium yang juga berperan untuk mengendurkan saraf hingga kita merasa enak tidur.

5. Antidiabetes

Dalam penelitiannya di laboratorium, Sokeng dan Rokeya menemukan efek antidiabetes yang dimiliki ekstrak daun kangkung. Perlakuan ekstrak daun kangkung akan menghambat penyerapan gula pada mencit yang digunakan dalam uji coba tersebut. Dengan kemampuan ini, anda yang menderita diabetes melitus ada baiknya bila mencoba rutin makan sayur kangkung (Lingga, 2010).

2.2 Tinjauan Umum Mencit

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.

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 2.2 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).

2.3 Tinjauan Umum Darah

2.3.1 Sistem Hematologi

Sistem hematologi tersusun atas darah dan tempat darah diproduksi, termasuk sumsum tulang dan nodus limpa. Darah adalah organ khusus yang berbeda dengan organ lain karena berbentuk cairan.

Dalam keadaan fisiologis, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai berikut :

1. Sebagai alat pengangkut yang meliputi :
 - a. Mengangkut karbondioksida dari jaringan perifer kemudian dikeluarkan melalui paru-paru untuk didistribusikan ke jaringan yang memerlukan
 - b. Mengangkut sisa-sisa dari hasil metabolisme jaringan berupa urea, kreatinin, dan asam urat
 - c. Mengangkut sari makanan yang diserap melalui usus untuk disebarkan ke seluruh jaringan tubuh
 - d. Mengangkut hasil-hasil metabolisme jaringan
2. Mengatur keseimbangan cairan tubuh
3. Mengatur tanas tubuh
4. Berperan serta dalam mengatur pH cairan tubuh
5. Mempertahankan tubuh dari serangan penyakit infeksi
6. Mencegah perdarahan

Darah merupakan medium transport tubuh, volume darah manusia 7-10% berat badan normal dan berjumlah sekitar 5 liter. Keadaan jumlah darah pada tiap-tiap orang tidak sama, bergantung pada usia, pekerjaan, serta keadaan jantung atau pembuluh darah. Darah terdiri atas dua komponen utama, yaitu sebagai berikut :

1. Plasma darah, bagian cair darah yang sebagian besar terdiri dari atas air, elektrolit, dan protein darah (Handayani dan Haribowo, 2008). Protein plasma diklasifikasikan menjadi fraksi albumin, globulin, dan fibrinogen. Globulin selanjutnya diklasifikasi menjadi α -, β -, γ -globulin yang masing-masing memiliki banyak protein berbeda. β -globulin terdiri dari transferin, komponen komplemen, serta protrombin dan plasminogen yang bersama dengan

fibrinogen terlihat dalam pembekuan darah. γ -globulin yang terpenting adalah imunoglobulin (Aaronson dan Ward, 2008).

2. Butir-butir darah (*blood corpuscles*), yang terdiri atas komponen-komponen sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit).

2.3.2 Hematopoiesis

Hematopoiesis merupakan proses pembentukan darah. Tempat hematopoiesis pada manusia berpindah-pindah, sesuai dengan usianya. Pada usia 0 sampai 3 bulan, hematopoiesis terjadi pada *yolk sac*. Pada usia 3 sampai 6 bulan, proses pembentukan darah terjadi pada hati dan limpa. Sedangkan pada sumsum tulang merupakan tempat pembentukan darah saat usia 4 bulan sampai dewasa.

Pada orang dewasa, dalam keadaan fisiologis, semua hematopoiesis terjadi pada sumsum tulang. Dalam keadaan patologis, hematopoiesis terjadi di luar sumsum tulang, terutama di limpa yang disebut dengan hematopoiesis ekstramedular. Untuk kelangsungan hematopoiesis diperlukan beberapa hal berikut :

1. Sel Induk Hematopoietik (*hematopoietic stem cell*)

Sel induk hematopoietik adalah sel-sel yang akan berkembang menjadi sel-sel darah, termasuk sel darah merah, sel darah putih, keping darah, dan juga beberapa sel dalam sumsum tulang seperti fibroblast. Sel induk yang paling primitif disebut sebagai *pluripotent stem cell* yang mempunyai sifat mampu memperbarui diri sendiri sehingga tidak pernah habis meskipun terus

membelah (*self renewal*), mampu memperbanyak diri sendiri (*proliferasi*) dan mampu mematangkan diri menjadi sel-sel dengan fungsi tertentu (*diferensiatif*).

2. Lingkungan Mikro (*microenvironment*) Sumsum Tulang

Lingkungan mikro sumsum tulang adalah substansi yang memungkinkan sel induk tumbuh secara kondusif. Komponen lingkungan mikro ini meliputi hal-hal berikut :

- a. Mikrosirkulasi dalam sumsum tulang
- b. Sel-sel stroma (sel endotel, sel lemak, fibroblast, makrofag, dan retikulum)
- c. Matriks ekstraseluler (fibronektin, hemonektin, laminin, kolagen dan proteoglikan)
- d. Lingkungan mikro sangat penting dalam hematopoiesis, karena berfungsi untuk melakukan hal-hal berikut ini :
 - 1) Menyediakan nutrisi dan hematopoiesis yang dibawa oleh peredaran darah mikro dalam sumsum tulang
 - 2) Komunikasi antar sel
 - 3) Menghasilkan zat yang mengatur hematopoiesis (siktokin)

3. Bahan-bahan Pembentuk Darah

Bahan yang diperlukan untuk pembentukan darah adalah sebagai berikut :

- a. Asam folat dan vitamin B12, bahan pokok pembentuk inti sel
- b. Besi, diperlukan untuk pembentukan hemoglobin
- c. Cobalt, magnesium, Cu dan Zn
- d. Vitamin C dan B kompleks

4. Mekanisme Regulasi

Mekanisme regulasi sangat penting untuk mengatur arah dan kuantitas pertumbuhan sel dan pelepasan sel darah yang matang dari sumsum tulang ke darah tepi, sehingga sumsum tulang dapat merespon kebutuhan tubuh dengan cepat. Zat-zat yang berpengaruh dalam mekanisme regulasi adalah sebagai berikut :

a. Faktor pertumbuhan hematopoiesis :

- 1) *Granulocyte macrophage colony stimulating factor* (GM-CSF)
- 2) *Granulocyte colony stimulating factor* (G-CSF)
- 3) *Macrophage colony stimulating factor* (M-CSF)
- 4) *Thrombopoietin*
- 5) *Burst promoting activity* (BPA)
- 6) *Stem cell factor*

b. Ada dua jenis Sitokin, yaitu sitokin yang merangsang pertumbuhan sel induk dan sitokin yang menekan pertumbuhan sel induk, dan keduanya harus seimbang.

5. Hormon Hematopoietik Spesifik

Eritropoietin : hormon yang dibentuk di ginjal khusus merangsang pertumbuhan prekursor eritrosit.

6. Hormon Non-spesifik

- a. Androgen : menstimulasi eritropoiesis
- b. Estrogen : inhibisi eritropoiesis
- c. Glukokortikoid
- d. Hormon tiroid

e. Growth hormon

(Handayani dan Haribowo, 2008).

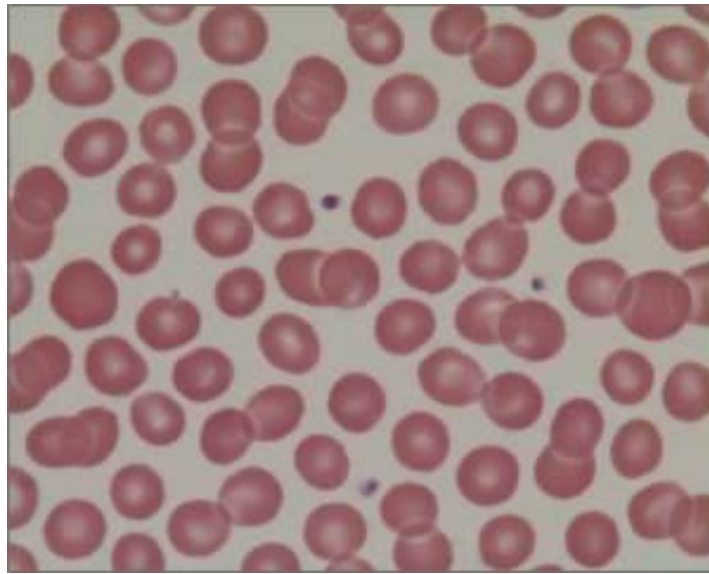
2.3.3 Eritrosit

Dalam keadaan normal, eritropoesis (produksi sel darah merah) pada orang dewasa terutama terjadi di dalam sumsum tulang, dimana sistem eritrosit menempati 20-30% bagian jaringan sumsum tulang yang aktif membentuk sel darah. Sel eritrosit berinti berasal dari sel induk multipotensial dalam sumsum tulang. Sel induk multipotensial ini mampu berdiferensiasi menjadi sel darah sistem eritrosit, mieloid, dan megakariosibila yang dirangsang oleh eritropoietin.

Sel induk multipotensial ini mampu berdiferensiasi menjadi sel induk unipotensial. Sel induk unipotensial tidak mampu berdiferensiasi lebih lanjut, sehingga sel induk unipotensial seri eritrosit hanya akan berdiferensiasi menjadi sel pronormoblas. Sel pronormoblas akan membentuk DNA yang diperlukan untuk tiga sampai empat kali fase mitosis. Melalui empat kali mitosis dari tiap sel pronormoblas akan terbentuk 16 eritrosit. Eritrosit matang kemudian dilepaskan dalam sirkulasi. Pada produksi eritrosit normal sumsum tulang memerlukan besi, vitamin B12, asam folat, piridoksin (vitamin B6), kobal, asam amino, dan tembaga.

Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa perubahan morfologi sel yang terjadi selama proses diferensiasi sel pronormoblas sampai eritrosit matang dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu sebagai berikut :

1. Ukuran sel makin kecil akibat mengecilnya inti sel
2. Inti sel menjadi makin padat dan akhirnya dikeluarkan pada tingkatan eritroblas asidosis
3. Dalam sitoplasma dibentuk hemoglobin yang diikuti dengan hilangnya RNA dari dalam sitoplasma sel



Gambar 2.3 Sel Eritrosit (Hanggara, 2009)

Eritrosit hidup selama 74-154 hari. Pada usia ini sistem enzim mereka gagal, membran sel berhenti berfungsi dengan adekuat, dan sel ini dihancurkan oleh sel sistem retikulo endotelial. Sel darah merah biasanya digambarkan berdasarkan ukuran dan jumlah hemoglobin yang terdapat di dalam sel seperti berikut ini :

1. *Normositik*, sel yang ukurannya normal
2. *Normokromik*, sel dengan jumlah hemoglobin yang normal
3. *Mikrositik*, sel yang ukurannya terlalu kecil

4. *Makrositik*, sel yang ukurannya terlalu besar
5. *Hipokromik*, sel yang jumlah hemoglobinnya terlalu sedikit
6. *Hiperkromik*, sel yang jumlah hemoglobinnya terlalu banyak

Dalam keadaan normal, bentuk sel darah merah dapat berubah-ubah, sifat seperti ini memungkinkan sel tersebut masuk ke dalam mikrosirkulasi kapiler tanpa kerusakan. Apabila sel darah merah sulit berubah bentuknya (kaku), maka sel tersebut tidak dapat bertahan selama peredarannya dalam sirkulasi (Handayani dan Haribowo, 2008).

2.4 Tinjauan Umum Hemoglobin

2.4.1 Definisi Hemoglobin

Hemoglobin, suatu protein tetramerik eritrosit, mengangkut oksigen ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida serta proton ke paru-paru. Struktur sekunder-tercier subunit-subunit hemoglobin sama dengan mioglobin. Namun, struktur tetramerik hemoglobin memungkinkan zat ini melakukan interaksi kooperatif yang sangat penting bagi fungsinya (Murray, 2009).

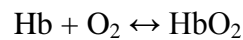
Menurut Pearce (2009), hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oksihemoglobin di dalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan.

2.4.2 Fungsi Hemoglobin

Dalam tubuh manusia, hemoglobin memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
2. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
3. Membawa karbon dioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk dibuang (Kurniawan, 2008).

Dalam menjalankan fungsinya membawa oksigen ke seluruh tubuh, hemoglobin di dalam eritrosit mengikat oksigen melalui suatu ikatan kimia khusus. Reaksi yang membentuk ikatan antara hemoglobin dan oksigen dapat ditulis sebagai berikut :



Reaksi ini dapat berlangsung dalam 2 arah. Meskipun demikian, reaksi yang berlangsung dalam arah ke kanan, yang merupakan reaksi penggabungan terjadi di dalam alveolus paru-paru, tempat berlangsungnya pertukaran udara antara tubuh dengan lingkungan. Sebaliknya reaksi yang berjalan dalam arah yang berlawanan, dari kiri ke kanan yang merupakan suatu reaksi penguraian terutama terjadi di dalam berbagai jaringan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hemoglobin dalam eritrosit mengikat oksigen di paru-paru dan melepaskannya di jaringan, untuk diserahkan dan digunakan oleh sel-sel (Sadikin, 2001).

2.4.3 Struktur Hemoglobin

Hemoglobin hanya ditemukan di sel darah merah, yang fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen dari paru-paru ke pembuluh kapiler jaringan. Hemoglobin A, hemoglobin utama pada orang dewasa, terdiri atas empat rantai polipeptida dua rantai α dan dua rantai β yang disatukan oleh interaksi nonkovalen. Setiap subunit memiliki struktur bentangan heliks- α dan kantong ikatan heme yang serupa dengan struktur yang telah dijelaskan pada mioglobin. Namun, molekul hemoglobin tetramerik secara struktural dan fungsional lebih kompleks dibandingkan mioglobin. Sebagai contoh, hemoglobin dapat mengangkut karbondioksida dari jaringan menuju paru-paru dan membawa empat molekul oksigen dari paru-paru menuju sel-sel tubuh. Selanjutnya sifat-sifat pengikatan oksigen oksigen diatur melalui interaksi dengan efektor alosterik.

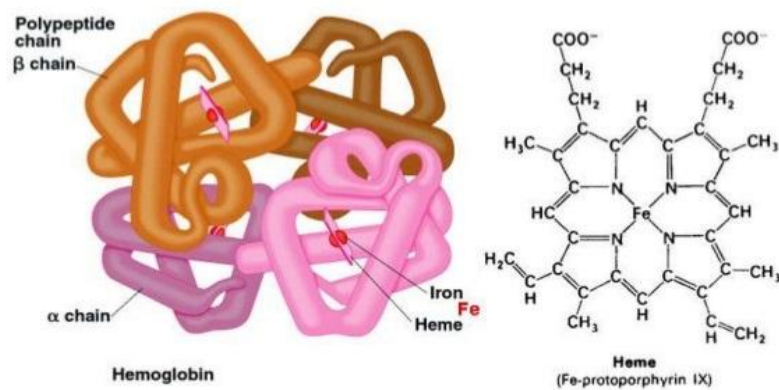
1. Struktur Kuartener Hemoglobin. Tetramer hemoglobin dapat digambarkan sebagai suatu bentuk yang terdiri dari dua dimer yang identik, $(\alpha\beta)_1$ dan $(\alpha\beta)_2$; nomor yang tertera merujuk pada dimer satu dan dua. Dua rantai polipeptida di dalam setiap dimer disatukan dengan erat, terutama melalui interaksi hidrofobik. Ikatan ionik dan ikatan hidrogen juga dijumpai diantara anggota-anggota dimer. Sebaliknya, dua dimer mampu bergerak bersamaan, yang terutama disatukan oleh ikatan polar. Interaksi yang lebih lemah diantara dimer-dimer yang bergerak tersebut menghasilkan dua dimer yang mengisi posisi-posisi yang relatif berbeda di deoksihemoglobin dibandingkan dengan oksihemoglobin.

a. Bentuk T. Bentuk deoksi dari hemoglobin disebut bentuk T atau “taut” (tegang). Dalam bentuk T, dua dimer $\alpha\beta$ berinteraksi melalui jaringan

ikatan ionik dan ikatan hidrogen yang menahan pergerakan rantai polipeptida. Bentuk T adalah hemoglobin dengan bentuk afinitas oksigen yang rendah.

- b. Bentuk R. Pengikatan oksigen pada hemoglobin menyebabkan rupturnya sebagian ikatan ionik dan ikatan hidrogen diantara dimer-dimer $\alpha\beta$. Hal ini menghasilkan sebuah struktur yang disebut bentuk R atau “*relaxed*” (relaks) dengan rantai polipeptida yang memiliki pergerakan yang lebih bebas. Bentuk R adalah hemoglobin dengan bentuk afinitas oksigen yang tinggi.

Struktur Hemoglobin



Gambar 2.4 Struktur Hemoglobin (Geovani, 2014)

2.4.4 Pembentukan Hemoglobin

Meskipun sel darah muda meninggalkan sumsum tulang dan ke dalam aliran darah membentuk hemoglobin dalam jumlah kecil selama sehari-hari

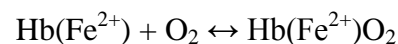
berikutnya namun sintesis haemoglobin tetap berlangsung sampai tingkat normoblast.

Bagian heme dari hemoglobin terutama disintesis dari asam asetat dan glisin dan sebagian besar sintesis ini terjadi dalam mitokondria. Asam asetat diubah dalam siklus krebs menjadi asam alfa ketoglutarat kemudian dua molekul asam alfa ketoglutarat berikatan dengan satu molekul glisin membentuk senyawa pirol. Empat senyawa pirol bersatu membentuk senyawa protoporfirin. Salah satu senyawa portoporfirin dikenal sebagai protoporfirin III, kemudian berikatan dengan besi membentuk heme. Akhirnya empat molekul heme berikatan dengan satu molekul globin. Molekul globin adalah suatu globulin yang disistesis dalam ribosom retikulum endoplasma, membentuk haemoglobin (Sastra, 2013).

2.4.5 Peran Besi (Fe) Dalam Hemoglobin

Suatu atom besi aktif (ferro) yang terkonjugasi dalam gugus heme dapat berubah menjadi atom besi inaktif atau ferri. Hal tersebut dapat terjadi apabila darah terkontaminasi oleh obat-obatan.

Agar dapat berikatan dengan oksigen, atom besi yang terkandung dalam molekul hemoglobin harus berada dalam bentuk aktif, sehingga terbentuk ikatan $\text{Hb}(\text{Fe}^{2+})$. Reaksi pengikatan dan pelepasan oksigen oleh hemoglobin dapat dituliskan sebagai berikut :



Total molekul oksigen yang dapat diikat oleh masing-masing molekul hemoglobin adalah empat molekul oksigen (terdiri atas delapan atom oksigen). Hal tersebut terjadi karena masing-masing molekul hemoglobin memiliki empat

rantai globin, sehingga dengan empat rantai globin yang terdapat dalam sebuah molekul hemoglobin. Dengan demikian, setiap molekul dapat mentransportasikan empat molekul oksigen sekaligus (Fajria, 2011).

Protein globin, meskipun tidak berikatan langsung dengan molekul oksigen, merupakan bagian yang sangat penting dari hemoglobin dan ikut menentukan daya ikat atom besi yang terkandung dalam molekul tersebut. Ikatan dan interaksi protein globin dengan hem menentukan kuat tidaknya ikatan (afinitas) antara atom besi hem dan oksigen. Interaksi tersebut juga mempengaruhi mudah atau tidaknya atom besi hem dicapai oleh molekul hem.

Pada manusia, hemoglobin yang lazim tidak hanya satu macam saja. Pada orang dewasa sehat telah diketahui terdapat dua macam hemoglobin ada bersama-sama. Kedua hemoglobin tersebut ialah HbA₁ dan HbA₂. Pada bayi dalam kandungan, terutama 2 trimester pertama, hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah bukanlah salah satu atau kedua HbA tersebut, akan tetapi hemoglobin lain yang bernama HbF. Ternyata afinitas HbF terhadap oksigen lebih besar daripada afinitas HbA. Suatu hal yang tampaknya dapat dipahami, mengikngat bayi tidak berhubungan langsung dengan udara bebas sehingga pasokan oksigen mutlak bergantung seluruhnya pada darah ibu. Hemoglobin di dalam eritrosit ibu adalah HbA. Untuk dapat menarik dan mengikat oksigen yang terikat dalam darah ibu, yang terpisah pula oleh plasenta dari darah bayi, dalam sel darah merah bayi harus ada suatu mekanisme yang dapat menarik oksigen tersebut. Mekanisme tersebut dijalankan oleh HbF tadi. Oleh karena afinitasnya akan oksigen yang lebih besar daripada afinitas HbA, oksipenpun ditarik oleh HbF yang ada dalam sel darah merah yang beredar dalam peredaran darah bayi.

Perbedaan afinitas akan oksigen ini disebabkan oleh perbedaan jenis protein globin yang membentuk tiap-tiap hemoglobin tersebut. Seperti telah disebutkan, molekul hemoglobin merupakan suatu tetramer, yaitu gabungan 4 molekul yang berinteraksi satu sama lain, sehingga secara bersama-sama membentuk suatu molekul yang lebih besar (Sadikin, 2001). Nilai Normal hemoglobin menurut SK Menkes RI Nomor : 736a/Menkes/XI/1989 dapat dilihat dalam Tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Nilai Normal Hemoglobin

Anak balita	< 11 gr/dl
Anak usia sekolah	< 12 gr/dl
Wanita dewasa	< 12 gr/dl
Pria dewasa	< 13 gr/dl
Wanita hamil	< 11 gr/dl
Wanita menyusui	< 12 gr/dl

(Sumber : Depkes 2006)

2.4.6 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

1. Kecukupan Besi Dalam Tubuh

Besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia defisiensi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah. Besi juga merupakan mikronutrien essensial dalam memproduksi hemoglobin.

Kecukupan besi yang direkomendasikan adalah jumlah minimum besi yang berasal dari makanan yang dapat menyediakan cukup besi untuk setiap individu yang sehat.

2. Metabolisme Besi Dalam Tubuh

Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan metabolik dan bagian yang merupakan cadangan.

Hemoglobin, mioglobin, sitokrom, serta enzim heme dan nonheme adalah bentuk besi fungsional. Sedangkan besi cadangan apabila dibutuhkan untuk fungsi-fungsi fisiologis, ferritin dan hemosiderin adalah bentuk besi cadangan yang biasanya terdapat dalam hati, limpa dan sumsum tulang.

Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran (Sastra, 2013).

2.4.7 Pemeriksaan Hemoglobin

2.4.5.1 Metode Sahli

Cara sahli banyak dipakai di Indonesia, pemeriksaan ini memiliki faktor kesalahan $\pm 10\%$. Kelemahan cara ini berdasarkan kenyataan bahwa asam hematin bukan merupakan larutan sejati dan juga alat hemoglobinmeter susah distandarkan, selain itu tidak semua macam hemoglobin dapat diubah menjadi hematin.

Prinsip pemeriksaan hemoglobin metode sahli yaitu dalam darah akan diubah menjadi asam hematin, kemudian setelah penambahan aquades, warna yang terbentuk dibandingkan secara visual dengan standar dalam alat tersebut.

2.4.5.2 Metode Cyanmethemoglobin

Prinsip pemeriksaan cyanmethemoglobin yaitu kadar hemoglobin ditetapkan dengan cara darah diencerkan dengan drabkins yang mengandung potasium feri sianida dan potasium sianida. Bahan yang pertama mengoksidir hemoglobin menjadi methemoglobin ini selanjutnya bereaksi dengan potasium sianida menjadi cyanmethemoglobin yang berwarna stabil.

Cara ini bagus untuk laboratorium rutin dan dianjurkan untuk penetapan kadar hemoglobin karena standart cyanmethemoglobin kadarnya stabil.

2.4.5.3 Metode *Portable Digital Analyzer*

Prinsip pemeriksaannya yaitu sodium deoxycholate melisiskan eritrosit dan hemoglobin terbebas. Sodium nitrit merubah hemoglobin menjadi methemoglobin yang kemudian bersama dengan sodium azida membentuk azidemethemoglobin (Fatichuddin, 2011).

2.5 Tinjauan Umum Zat Besi

2.5.1 Sifat Zat Besi

Zat besi merupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin. Dalam tubuh, zat besi memiliki fungsi yang berhubungan dengan pengangkutan, penyimpanan, dan pemanfaatan oksigen dan berada dalam bentuk hemoglobin, mioglobin atau sitokrom. Untuk memenuhi kebutuahn 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 seseorang sangat berpengaruh oleh jumlah konsumsinya melalui makanan, bagian yang diserap melalui saluran pencernaan, cadangan zat besi dalam jaringan, ekskresi dan kebutuhan tubuh.

Kandungan besi di dalam tubuh wanita sekitar 35 mg/kg BB dan pada laki-laki 50 mg/kg BB, 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 gr pada laki-laki dewasa dan 0,3-1,0 gr pada wanita dewasa, selain itu feritin juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan besi. Bila semua feritin sudah ditempati, maka besi berkumpul di dalam hati sebagai hemosiderin. Hemosiderin merupakan kumpulan molekul feritin. Pembuangan besi keluar 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.

2.5.2 Metabolisme Zat Besi

Besi merupakan unsur runutan 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 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 20-25 mg besi per hari berasal dari hemolisis dan sekitar 1 mg berasal dari jumlah terbatas. dalam keadaan normal diperkirakan seorang dewasa menyerap dan mengeluarkan zat besi dalam jumlah terbatas, sekitar 0,5-2,2 mg per hari. Sebagian penyerapan terjadi di dalam duodenum tetapi dalam jumlah terbatas pada jejunum dan ileum.

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

1. Besi yang terdapat dalam bahan pangan baik dalam bentuk ferri (Fe^{3+}) atau ferro (Fe^{2+}) mula-mula mengalami proses pencernaan
2. Di dalam usus, Fe^{3+} larut dalam asam lambung kemudian diikat oleh gastroferin dan direduksi menjadi Fe^{2+}
3. Di dalam usus, Fe^{2+} dioksidasi menjadi Fe^{3+} , Fe^{2+} selanjutnya berikatan dengan apoferritin yang kemudian ditransformasi menjadi ferritin, membebaskan Fe^{2+} ke dalam plasma darah
4. Di dalam plasma Fe^{2+} dioksidasi menjadi Fe^{3+} dan berikatan dengan transferin
5. Transferin mengangkut Fe^{2+} ke dalam sumsum tulang untuk bergabung membentuk hemoglobin
6. Transferin mengangkut Fe^{2+} ke dalam tempat penyimpanan besi di dalam tubuh (hati, tulang, limpa, sistem retikuloendotelial), kemudian dioksidasi menjadi Fe^{3+} . Fe^{3+} 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 $14 \mu\text{g}/\text{kg}$ BB/hari atau hampir sama dengan $0,9 \text{ mg}$ zat besi pada laki-laki dewasa dan $0,8 \text{ mg}$ zat besi pada wanita dewasa.

Zat besi dalam makanan terdapat dalam bentuk heme dan nonheme. Zat besi heme adalah zat besi yang berikatan dengan protein, banyak terdapat dalam

bahan makanan hewani. Zat besi nonheme adalah senyawa besi anorganik yang kompleks, zat besi nonheme ini umumnya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan.

2.5.4 Zat Gizi Yang Berperan Dalam Metabolisme Zat Besi

Pada saluran pencernaan zat besi mengalami proses reduksi dari bentuk ferri (Fe^{3+}) menjadi bentuk ferro (Fe^{2+}) yang mudah diserap. Proses penyerapan ini dibantu oleh asam amino dan vitamin C. Vitamin C meningkatkan absorpsi zat besi dari makanan melalui pembentukan kompleks feroaskorbat. Kombiansi 200 mg asam askorbat dengan garam besi dapat meningkatkan penyerapan besi sekitar 25-50%. Adanya asam fitat 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 Wirjatmadi, 2012).

2.5.5 Faktor yang Berpengaruh Terhadap Absorpsi Zat Besi

Faktor yang berpengaruh terhadap absorpsi zat besi adalah bentuk besi, asam organik, tanin, tingkat keasaman lambung, dan kebutuhan tubuh. Berdasarkan sumbernya, bentuk zat besi dibagi menjadi dua macam, yaitu besi heme yang diperoleh makanan hewani dan besi nonheme yang berasal dari makanan nabati.

Asam organik seperti asam askorbat (vitamin C) dapat membantu penyerapan besi dengan cara mereduksi ferri menjadi fero yang mudah diserap. Sumber vitamin C sebagian besar berasal dari sayuran dan buah-buahan.

Tanin merupakan polifenol yang terkandung di dalam teh, kopi, dan beberapa sayuran dan buah. Tanin merupakan senyawa yang menghambat

penyerapan zat besi di dalam pencernaan. Selanjutnya, tingkat keasaman lambung sangat memengaruhi daya larut zat besi. Dalam penyerapan zat besi di dalam usus halus, dibutuhkan asam hidroklorida yang diproduksi oleh lambung.

Kebutuhan tubuh akan zat besi berpengaruh terhadap penyerapan besi. Besi makanan lebih banyak diserap dalam keadaan defisiensi dan penyerapannya ke dalam tubuh akan menurun kalau tubuh memiliki banyak simpanan besi (Fatimah, 2009).

2.6 Efektifitas Kangkung Air Terhadap Peningkatan Hemoglobin

Kadar zat besi pada kangkung cukup tinggi, yakni 2,5mg/100gr. Di dalam tubuh, zat besi memiliki peran penting dalam penyusunan sel darah merah. Saat kita merasa lesu, penambahan asupan zat besi akan membuat tubuh merasa bugar, karena terjadi peningkatan sel darah merah yang meningkatkan ketersediaan oksigen untuk otak. Suplai oksigen yang memadai akan membuat kita merasa segar. Selain itu, aliran zat gizi yang terbawa oleh darah juga akan tercukupi dan tubuh akan menjadi kuat (Lingga, 2010).

Zat besi merupakan unsur yang sangat penting untuk membentuk hemoglobin. Dalam tubuh, zat besi memiliki fungsi yang berhubungan dengan pengangkutan, penyimpanan, dan pemanfaatan oksigen. 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.

Zat besi merupakan salah satu komponen pada hemoglobin yang dapat berikatan dengan oksigen. Molekul besi merupakan salah satu komponen mikro

elemen esensial di dalam tubuh yang diperlukan dalam pembentukan sel darah (hemopoiesis), terutama dalam sintesis hemoglobin (Fajria, 2011). Hemoglobin merupakan suatu protein yang terkandung dalam sitoplasma sel darah merah (Sumartono, 2007) dan hanya ditemukan di sel darah merah, yang fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen dari paru-paru ke pembuluh kapiler jaringan (Fajria, 2011).

Meningkatnya kadar hemoglobin dalam darah dapat menyebabkan peningkatan kapasitas oksigen dalam darah. Makin banyak kadar hemoglobin dalam darah, maka akan semakin banyak pula ikatan yang terbentuk antara hemoglobin dan oksigen (Fajria, 2011). Jumlah zat besi yang harus diserap tubuh setiap hari sebanyak 1 mg, tetapi dalam kondisi berbeda jumlah zat besi yang diserap tubuh berbeda pula. Absorpsi meningkat sesuai dengan kebutuhan tubuh (Fatimah, 2009).

Konsumsi kangkung air dapat menjadi sumber asupan zat besi, sehingga kangkung air diduga dapat meningkatkan kadar hemoglobin.

2.7 Hipotesis

Ada perbedaan kadar hemoglobin pada mencit yang diberi perasan kangkung air dengan mencit yang tidak diberi perasan kangkung air.