

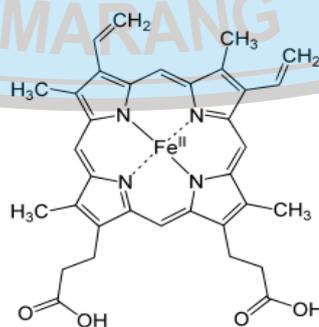
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Hemoglobin

Hemoglobin adalah suatu protein majemuk yang tersusun atas protein sederhana dan radikal prostetik hem, dimana fungsi utamanya adalah untuk mengangkut oksigen (Sumardjo, 2009).

Hemoglobin merupakan pigmen protein pemberi warna merah pada tiap sel darah merah, dimana setiap sel hemoglobin terdiri dari protein yang disebut globin dan pigmen non protein yang disebut heme (Diah, dkk 2004). Rumus kimia hemoglobin pada masing-masing subunit hemoglobin mengandung satu bagian heme dan suatu bagian polipeptida yang secara kolektif disebut globin. Setiap molekul hemoglobin terdapat dua pasang polipeptida, dimana dua dari subunit tersebut mengandung satu jenis polipeptida dan dua jenis polipeptida dari jenis lain. Hemoglobin adalah suatu jenis protein yang memiliki rumus molekul  $C_{3036}H_{4832}N_{840}S_{816}Fe_4$ .



Gambar 1. Rumus Molekul Hemoglobin

(Septi W., dkk 2014)

## **2.2. Metabolisme Hemoglobin**

Sintesis hemoglobin dimulai dengan kondensasi glisin dan suksinil KoA, membentuk d-aminolevulinic acid (ALA), dengan menggunakan enzim ALA sintase, yang terjadi di dalam mitokondria. Enzim ini adalah enzim regulator yang dapat dihambat oleh heme (sintesisnya dihambat oleh hemin). Di dalam reaksi ini, piridoksal fosfat bertindak sebagai koenzim.

Sintesis hemoglobin terjadi pada semua sel, dimana tempat sintesis utamanya adalah terjadi pada organ hepar dan retikulosit yang merupakan suatu sel pembentuk eritrosit. Kedua tempat sel ini memiliki regulasi yang berbeda, pada hepar sintesis heme diinduksi untuk menyediakan gugus prostetik guna keperluan sitokrom P<sub>450</sub>. Dalam retikulosit, sintesis heme dilakukan secara besar-besaran selama pembentukan eritrosit untuk menyediakan heme guna keperluan hemoglobin. Setelah eritrosit matang, sintesis heme dan hemoglobin berhenti.

## **2.3. Hubungan Hemoglobin dengan Oksigen**

Hemoglobin adalah suatu protein majemuk yang tersusun atas protein sederhana dan radikal prostetik hem, dimana fungsi utamanya adalah untuk mengangkut oksigen (Sumardjo, 2009). Oksigen dibawa ke jaringan tubuh melalui dua mekanisme. Dua mekanisme tersebut adalah melalui mekanisme fisika dan mekanisme kimia. Mekanisme fisika yang terjadi adalah oksigen akan terlarut dalam plasma, sedangkan cara kimia adalah melalui pengikatan antara oksigen dan hemoglobin yang disebut dengan oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>).

Hemoglobin di dalam sel darah merah memungkinkan darah untuk mengangkut 30 sampai 100 kali jumlah oksigen yang dapat ditransport dalam bentuk oksigen terlarut yang terdapat pada plasma darah. Semakin tinggi kadar hemoglobin pada manusia, maka akan semakin optimal proses transport oksigen ke dalam jaringan sehingga akan mempengaruhi nilai konsumsi oksigen maksimum ( $VO_2$  maks). Konsumsi oksigen maksimum ( $VO_2$  maks) adalah jumlah oksigen maksimal yang dapat dihantarkan dari paru-paru ke otot dalam mililiter atau dalam menit per kilo gram berat badan.

Nilai  $VO_2$  maks berkaitan dengan kemampuan individu dalam melakukan aktivitas fisik atau olahraga. Individu dengan stamina yang baik memiliki nilai  $VO_2$  maks lebih tinggi, dapat melakukan kegiatan olahraga lebih baik dan memiliki tingkat konsentrasi lebih tinggi.  $VO_2$  maks berkaitan erat dengan sistem transportasi oksigen yang diperlukan oleh tubuh untuk menghasilkan energi melalui proses metabolisme mitokondria (Huldani, 2010).

#### **2.4. Akibat Kekurangan Kadar Hemoglobin**

Nilai normal kadar hemoglobin pada pria adalah 14 – 18 g/dL, sedangkan pada wanita adalah 12 – 16 g/dL (Asmadi, 2008). Kelainan akibat kekurangan kadar hemoglobin disebut dengan anemia. Tiga kelompok utama anemia yang dibedakan berdasarkan penyebabnya yaitu defisiensi, hemolisis dan kelainan sumsum tulang.

a. Anemia Defisiensi Besi

Anemia defisiensi besi adalah keadaan yang mencerminkan simpanan besi yang rendah. Terdapat penurunan kadar besi yang dapat diwarnai pada sumsum tulang, yang menunjukkan kadar besi yang adekuat dalam makrofag namun terdapat penurunan jumlah eritroblas.

Penyebab lain dari anemia defisiensi besi adalah dari anemia hipokromik mikrositik, diantaranya thalasemia, dan anemia sekunder yang diakibatkan karena mengidap penyakit kronis, serta kemampuan pengikatan besi total yang menurun (David, 2007).

b. Anemia Hemolitik

Anemia hemolitik adalah suatu keadaan hemolisis sel darah yang ditandai dengan ikterus, kada bilirubin serum yang belum terkonjugasi meningkat, urobilinogen dalam urin dan tinja, haptoglobin yang meningkat, dan retikulositosis. Retikulositosis disini dapat menentukan derajat hemolisis. Pemeriksaan apus darah dapat ditemukan polikromasia, sferosit, eritrosit mengkerut dan pecah menjadi fragmen-fragmen (David, 2007).

c. Kelainan Sumsum Tulang

Kadar hemoglobin yang terjadi akibat adanya kelainan pada sumsum tulang biasanya sangat rendah, yaitu berkisar 3 – 4 gr/dl. Pada pemeriksaan apus darah menunjukkan gambaran makrositik disertai anisositosis dan poikilositosis dan kadar MCV lebih dari 100 fL. Kelainan ini juga dapat disertai dengan jumlah trombosit yang agak berkurang (David, 2007).

## **2.2. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin**

Pemeriksaan kadar hemoglobin adalah salah satu parameter pemeriksaan dalam hematologi yang bertujuan untuk mendeteksi anemia, dan mendeteksi adanya gangguan pada ginjal (Aziz, 2007). Pemeriksaan kadar hemoglobin dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode Sahli, dan metode *Cyanmethemoglobin* dengan cara manual dan otomatis (Wahdah, 2015).

### **2.2.1. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Metode Sahli**

Pemeriksaan hemoglobin yang paling sederhana adalah dengan menggunakan metode Sahli, dimana prinsip kerjanya adalah hemoglobin dihidrolisis dengan HCl menjadi asam hematin yang ditandai dengan warna coklat, kemudian dibandingkan dengan standar warna yang terdapat pada alat. Metode ini sudah sangat jarang digunakan, karena memiliki tingkat kesalahan yang besar yaitu 5 – 10%.

Metode Sahli adalah pemeriksaan kadar hemoglobin secara visual, sehingga dalam metode ini banyak sekali sumber kesalahan yang bisa didapat. Kesalahan yang dapat ditemui dalam pemeriksaan metode Sahli ini diantaranya kemampuan untuk membedakan warna tidak sama, sumber cahaya yang kurang baik, kelelahan mata, alat yang kurang bersih, dan ukuran pipet yang tidak tepat (Nadila, dkk 2010).

### **2.2.2. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Metode *Cyanmethemoglobin***

Metode yang banyak digunakan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin adalah dengan metode *cyanmethemoglobin* yang memiliki tingkat akurasi lebih baik daripada metode Sahli. Prinsip kerja dari metode ini adalah heme (ferro) dioksidasi oleh kalium ferrisianida menjadi methemoglobin yang bereaksi dengan ion sianida menjadi *cyanmethemoglobin* yang berwarna coklat, kemudian diukur dengan menggunakan panjang gelombang 540 nanometer. Pemeriksaan hemoglobin dengan metode ini lebih akurat dengan tingkat kesalahan 2% (Wahdah, 2015).

Metode pemeriksaan kadar hemoglobin yang disarankan oleh *International Committee for Standardization in Hematology* adalah metode *Cyanmethemoglobin(autoanalyzer)* yaitu dengan perhitungan secara otomatis kadar hemoglobin dalam eritrosit. Metode ini banyak digunakan karena mempunyai standar yang stabil (Nadila, 2010).

### **2.3. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin**

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin adalah faktor usia, jenis kelamin, kondisi geografis, nutrisi, dan status kesehatan seseorang. Usia dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang, karena semakin tua usia seseorang maka kadar hemoglobin akan semakin menurun. Hal ini disebabkan sistem produktivitas yang menurun terjadi akibat faktor bertambahnya usia.

Jenis kelamin juga dapat mempengaruhi kadar hemoglobin. Pria cenderung memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi daripada wanita. Perbedaan kadar hemoglobin ini disebabkan karena massa otot pada pria dan aktivitas pada pria yang lebih besar daripada wanita. Selain itu, wanita mengalami masa menstruasi setiap bulan, sehingga kadar hemoglobin pada wanita lebih rendah daripada pria.

Kondisi geografis, nutrisi, dan status kesehatan juga dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang. Seseorang yang tinggal di daerah pegunungan memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi, dikarenakan tubuh memerlukan hemoglobin guna mengikat oksigen. Selain itu, faktor status kesehatan juga dapat mempengaruhi kadar hemoglobin yaitu seseorang yang berada dalam kondisi yang tidak sehat maka kadar hemoglobin akan lebih rendah daripada seseorang dengan kondisi sehat. Nutrisi dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang. Makanan yang dikonsumsi oleh tubuh dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang. Konsumsi makanan yang banyak mengandung zat besi dapat meningkatkan kadar hemoglobin dengan baik karena akan meningkatkan produksi sel darah merah dalam tubuh.

#### **2.4. Olahraga**

Olahraga adalah serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana dengan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsional, sesuai dengan tujuan melakukan olahraga. Olahraga menjadikan tubuh melakukan metabolisme dengan lancar sehingga distribusi dan penyerapan nutrisi dalam tubuh menjadi lebih efektif dan efisien (Giriwijoyo, dkk, 2007).

Olahraga malam adalah aktivitas latihan fisik yang bertujuan untuk meningkatkan kesehatan jasmani yang dilakukan pada malam hari. Olahraga malam biasa dilakukan pada pukul 19.00 (pukul tujuh malam) bahkan hingga larut malam. Berbagai alasan yang membuat seseorang melakukan olahraga pada malam hari, baru sempat melakukan olahraga setelah aktivitas kerja yang dilakukan dari pagi hingga sore hari, menunggu macet, dan untuk mempermudah tidur malam (Isprayoga, 2015).

#### **2.4.1. Dampak Olahraga Malam**

##### **a. Mempersulit Tidur**

Olahraga paling baik dilakukan pada pagi hari dan sore hari. Salah satu alasan seseorang melakukan aktivitas olahraga di malam hari adalah untuk mempermudah tidur, padahal olahraga yang dilakukan pada malam hari justru akan dapat mempersulit tidur.

Beberapa orang yang telah melakukan olahraga malam dapat tidur dengan baik, meskipun waktu jam tidur dapat berkurang setelah aktivitas olahraga. Hal ini berdampak pada rasa lelah setelah bangun dari tidur.

##### **b. Gangguan Ritme Sirkadian**

Berolahraga di malam hari dapat mengakibatkan gangguan ritme sirkadian yang memiliki dampak pada peningkatan radikal bebas di dalam tubuh. Salah satu jenis radikal bebas yang terbentuk akibat gangguan ritme sirkadian tersebut adalah *Reactive Oxygen Species*. Kondisi ini dapat mengakibatkan stress oksidatif yang berujung pada hipertensi, aterosklerosis, diabetes, gagal jantung, stroke, dan penyakit kronis lainnya.

c. Hipoksia

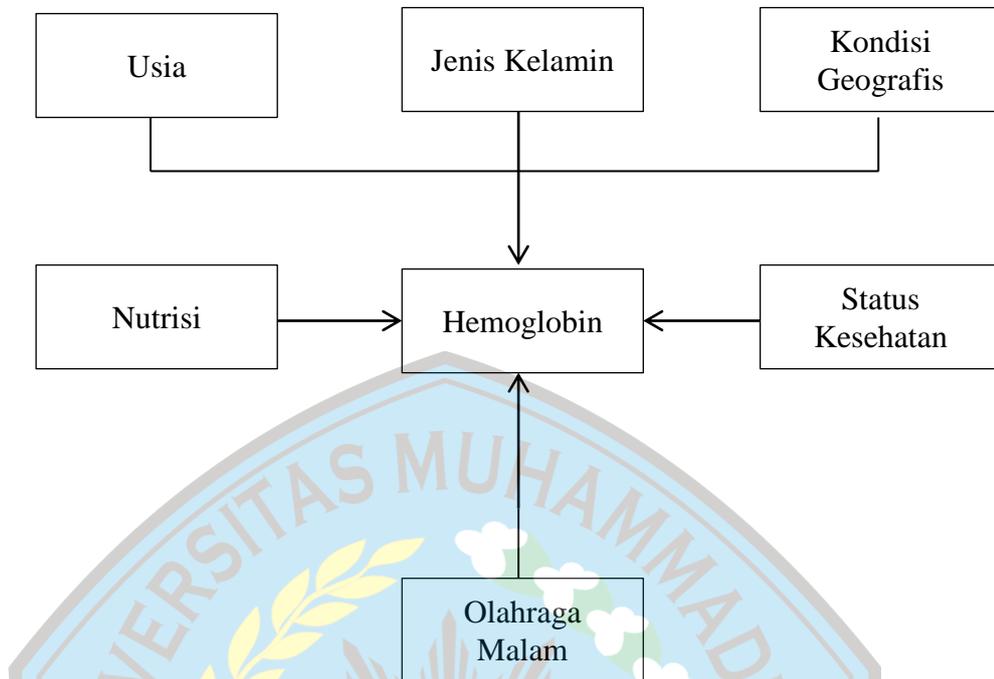
Latihan fisik atau olahraga yang dilakukan pada malam hari dapat mengakibatkan terjadi hipoksia karena kurangnya kandungan oksigen di udara pada malam hari. Hipoksia adalah suatu keadaan dimana konsentrasi oksigen di dalam sel sangat rendah (Mochamad Yunus, 2016).

d. Meningkatkan Kadar Hemoglobin

Latihan kebugaran jasmani berkaitan dengan peningkatan kadar hemoglobin dalam tubuh, yaitu volume darah dan hemoglobin dapat meningkat dengan latihan fisik atau olahraga di malam hari. Perubahan volume darah yang disebabkan olahraga berkaitan dengan perubahan kardiovaskular, dimana perubahan ini dapat meningkatkan volume darah dalam tubuh.

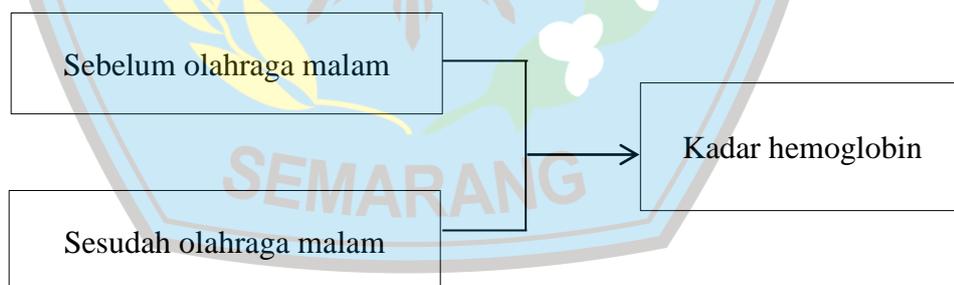
Olahraga akan mempengaruhi kadar hemoglobin dalam tubuh karena jaringan atau sel-sel tubuh lebih banyak membutuhkan oksigen saat melakukan olahraga, daripada saat beraktivitas biasa tanpa olahraga. Olahraga yang dilakukan secara rutin dapat meningkatkan kadar hemoglobin karena saat olahraga eritrosit diinduksi oleh aktivitas fisik yang berlebihan, sehingga eritrosit pun akan meningkat, yang berujung pada meningkatnya kadar hemoglobin (Evanda, 2013).

## 2.5. Kerangka Teori



Bagan 2.1 Kerangka Teori

## 2.6. Kerangka Konsep



Bagan 2.2 Kerangka Konsep

## 2.7. Hipotesis

Ada perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah olahraga di malam hari.

