

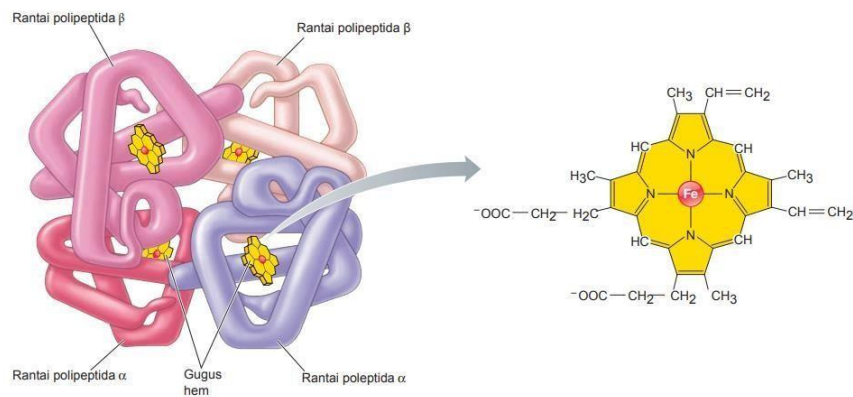
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Hemoglobin

Hemoglobin adalah sebuah metallo protein bertugas untuk mengangkut oksigen dari organ pernafasan yaitu paru-paru lalu menuju ke seluruh jaringan tubuh dan mengangkut karbondioksida yang terdapat di jaringan tersebut dibawa ke paru lalu dihembuskan keluar menuju udara bebas. (Hasanan, 2018) Terdapat 2 bagian utama dalam molekul hemoglobin, Pertama, bagian globin suatu protein tetramer, terdiri dari empat rantai polipeptida yang berlipat-lipat dan terdapat gugus non-protein berjumlah 4 dan mengandung besi yang sering disebut sebagai gugus heme, masing-masing gugus terikat ke salah satu polipeptida.



Gambar 2.1 Kerangka Hemoglobin (Sherwood, 2013)

Dari empat atom besi yang terdapat dalam hemoglobin semuanya dapat berikatan secara reversibel dengan satu molekul O₂. Oleh karena itu, setiap molekul hemoglobin dapat mengikat empat molekul oksigen. Hemoglobin dapat mengikat sampai 98% O₂ yang terdapat dalam darah karena oksigen dalam plasma tidak mudah larut. Kandungan besi dalam hemoglobin menyebabkan darah berwarna kemerahan. Ketika hemoglobin sedang mengikat O₂ dan kebiruan ketika mengalami deoksigenasi. Hal

tersebutlah yang menjelaskan mengapa darah pada arteri yang mengikat oksigen dengan baik akan berwarna merah sedangkan darah dalam pembuluh vena yang telah kehilangan kandungan O_2 -nya tampak memiliki warna kebiruan.(Sherwood, 2013)

2.1.2 Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin berperan sangat penting dalam tubuh seseorang, Beberapa fungsi utama dari Hemoglobin dalam darah antara lain :

- a) Sebagai molekul yang dapat meregulasi pertukaran antara O_2 dan CO_2 , Hb memiliki keterikatan atau kecenderungan untuk meningkatkan O_2 ketika setiap molekul diikat, hal ini menyebabkan berbeloknya kurva disosiasi menunjukkan Hb yang menjadi jenuh dengan O_2 dalam paru dan kemudian melepas O_2 masuk jaringan.
- b) Mengikat Oksigen yang terdapat pada paru dan kemudian dibawa ke seluruh tubuh untuk digunakan. Hemoglobin dapat membentuk ikatan oksihemoglobin (HbO_2) karena terdapatnya keterikatan antara Hb terhadap O_2 . Fungsi inilah yang memungkinkan Hb untuk mentranspor O_2 ke jaringan tubuh.
- c) Fungsi terakhir dan tidak kalah penting adalah kemampuan dari Hb untuk membawa karbondioksida dari jaringan dalam tubuh menuju ke organ pernafasa yaitu paru untuk dibuang ke udara bebas.(Sherwood, 2013)

2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hb

Sistem pernapasan menjadi lebih maksimal ketika kadar hemoglobin dapat tercukupi dengan baik, hal tersebut terjadi disaat otot-otot mampu menyimpan cadangan oksigen yang cukup melalui darah. Oleh karena itu dapat diperkirakan apabila kadar hemoglobin yang terdapat pada seseorang dibawah batas normal maka kemampuan darah mengikat oksigen keseluruhan tubuhnya akan mengalami penurunan, hal

ini disebabkan oleh simpanan oksigen dalam otot tersebut rendah, sehingga menyebabkan seseorang menjadi cepat mengalami kelelahan karena darah tidak memiliki cukup cadangan oksigen yang dibutuhkan untuk mengembalikan fungsi tubuh semestinya. (Wulandari et al., 2022) Oleh sebab itu, setiap individu perlu untuk tetap menjaga kadar Hb tetap seimbang. Terdapat berbagai faktor yang dapat memberi pengaruh terhadap kadar hemoglobin seseorang.

Faktor-faktor yang dapat memberi pengaruh terhadap kadar hemoglobin seseorang sangat berhubungan dengan pola hidup seperti makanan, aktivitas fisik, kebiasaan merokok, jenis kelamin, usia, dan beberapa jenis penyakit seperti tuberkulosis, thalassemia, dan leukimia. Makanan sebagai salah satu faktor paling berpengaruh pada kadar Hb dalam darah. (Webster et al., 2021)

Hal tersebut karena makanan sangat diperlukan oleh tubuh dalam produksi Hb sebagai contoh protein merupakan zat gizi memiliki fungsi yang sangat esensial bagi tubuh protein berperan penting dalam transportasi zat besi di dalam tubuh.

Oleh karena apabila terdapat defisiensi asupan protein dapat mengakibatkan perpindahan zat besi terhambat kemudian mengakibatkan defisiensi besi sehingga terjadi anemia. (Eniwati et al., 2019) Aktivitas fisik merupakan sebuah faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin. Metabolisme tubuh dengan oksigen memberikan energi pada tubuh untuk melaksanakan aktivitas atau kegiatan sehari-hari.

Oksigen yang diperlukan untuk metabolisme menjadi semakin banyak disaat aktivitas fisik yang dilakukan seseorang semakin berat. Peningkatan pemakaian oksigen inilah yang menyebabkan kebocoran elektron dari mitokondria pada membrane sel dan berubah menjadi radikal bebas, zat ini sangat berbahaya bagi tubuh. (Siswanto et al., 2019)

Stres oksidatif tersebut merusak membrane sel dan akhirnya menyebabkan sel mengalami kehilangan fungsi seluler secara total,

proses ini terjadi pada sel eritrosit menyebabkan terjadinya hemolisis dan penurunan Hb.

Tabel 2.1 Nilai Normal Hb Berdasarkan Umur dan Jenis Kelamin(Pagana, 2019)

| No | Usia | Jenis Kelamin | Hemoglobin (g/dL) |
|----|--------------|---------------|-------------------|
| 1 | 1 – 6 Tahun | L / P | 9.5 – 14 g/dL |
| 2 | 6 – 18 Tahun | L / P | 9.5 – 14 g/dL |
| 3 | > 18 Tahun | L | 13 -18 g/dL |
| 4 | > 18 Tahun | P | 12 – 16 g/dL |
| 5 | Ibu Hamil | P | > 11 g/dL |

Faktor lain yang dapat memberi pengaruh pada kadar Hb yaitu usia dan jenis kelamin. Dalam tabel 2.1 disajikan bagaimana nilai normal rata-rata hemoglobin dibedakan sesuai dengan usia dan jenis kelamin. Pengaruh makanan dalam mendukung produksi hemoglobin sangat essensial, zat gizi untuk menyusun struktur dari molekul hemoglobin adalah zat besi dan berbagai protein lainnya, sehingga asupan gizi harus tercukupi dengan mengkonsumsi makanan yang mengandung zat besi dan zat gizi lainnya.(Zahara et al., 2023)

Jenis makanan yang terbukti mengandung banyak zat besi adalah daging, makanan laut, kacang,tahu, daun hijau dan rumput laut.(Syamsianah & Handasari, 2008)

Hal selanjutnya yang mempengaruhi kadar Hemoglobin adalah jumlah latihan fisik seseorang. Kadar hemoglobinnnya meningkat pada seseorang yang memiliki intensitas latihan fisik yang baik. Hal ini berhubungan dengan jaringan atau sel yang akan lebih tinggi kebutuhannya akan oksigen ketika beraktivitas sehingga tubuh juga akan berusaha mengkompensasi dengan produksi Hb dan sel darah merah untuk mencukupinya.

2.1.4 Pengertian VO₂ Max

VO₂ Max atau bisa dipisah menjadi V merupakan singkatan dari Volume dan O₂ atau oksigen serta Max yang memiliki arti maksimum, dapat diartikan sebagai pengambilan oksigen selama aktivitas maksimum latihan yang dapat digunakan oleh tubuh saat latihan atau beraktifitas berat.(Yunitaningrum, 2014)

VO₂ Max juga diartikan sebagai jumlah oksigen yang dapat digunakan oleh tubuh dalam waktu satu menit per setiap berat badan. Tingkatan kemampuan tubuh atau ketahanan kardiorespirasi yang diukur dengan VO₂ dinyatakan dalam satuan milliliter/menit/kgBB. VO₂ Max dapat dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor.

2.1.5 Faktor yang Mempengaruhi VO₂ Max

Dibawah ini akan dibahas beberapa faktor mempengaruhi VO₂ Max seseorang diantaranya adalah :

a) Usia

Usia seseorang tentu mempengaruhi bagaimana tingkat kemampuanmaksimal oksigen yang dapat digunakan untuk melakukan aktivitas. Dibawah iniadalah tabel yang menunjukkan bagaimana rentang usia dengan nilai VO₂ MaxTabel 2. VO₂ Max pada laki-laki.

Tabel 2.2 VO₂ Max berdasarkan usia(American College of Sports Medicine & Sanders, 2019)

| VO₂ Max Laki - Laki | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kategori | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 | 60 - 69 |
| Sangat Baik | 51.1 | 48.3 | 46.4 | 43.4 | 39.5 |
| Baik | 45.4 | 44 | 42.4 | 39.2 | 35.5 |
| Cukup | 41.7 | 40.5 | 38.5 | 35.6 | 32.3 |
| Rendah | < 41.7 | < 40.5 | < 38.5 | < 35.6 | < 32.3 |
| VO₂ Max Perempuan | | | | | |
| Kategori | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 | 60 - 69 |
| Sangat Baik | 43.9 | 42.4 | 39.7 | 36.7 | 33 |
| Baik | 39.5 | 37.8 | 36.3 | 33 | 30 |
| Cukup | 36.1 | 34.4 | 33 | 30.1 | 27.5 |
| Rendah | < 36.1 | < 34.4 | < 33 | < 30.1 | < 27.5 |

b) Jenis Kelamin

Dari berbagai penelitian, jenis kelamin diketahui mempengaruhi VO₂ Max seseorang, Wanita rata-rata mencapai skor VO₂ Max 15-30% lebih rendah dibandingkan pria. Perbedaan biasanya disebabkan oleh perbedaan komposisi tubuh dan konsentrasi hemoglobin. (Isoniemi, 2022)

c) Latihan

Latihan sangat berhubungan dengan peningkatan VO₂ max seseorang, contoh latihan yang cocok dengan tujuan tersebut adalah latihan cardio. Latihan dengan tujuan memacu sistem jantung paru dan sistem otot. Durasi latihan relatif lama dengan intensitas sedang merupakan pilihan latihan yang sesuai. Beberapa bentuk latihan dengan tujuan peningkatan VO₂ Max adalah lari interval, *circuit training*, *cross country*, latihan interval atau kombinasi dengan bentuk latihan lain serta

modifikasi dari latihan tersebut akan sangat baik. Bagi seseorang yang berlatih secara rutin tentu akan mempunyai volume denyut jantung istirahat yang lebih rendah dibanding orang yang tidak terlatih. Tingkat denyut jantung tersebut akan mempengaruhi nilai VO_2 Max pada orang tersebut sehingga menjadi lebih tinggi.

Hal tersebut terjadi karena denyut jantung dapat memompakan darah yang cukup walau mengalami penurunan karena otot jantung yang sudah semakin kuat. Kondisi ini memungkinkan terjadi saat telah dilakukan latihan fisik selama periodewaktu tertentu hingga terjadi kompensasi tubuh akibat dari latihan fisik. (Yunitaningrum, 2014)

d) Ketinggian suatu tempat (Kadar O_2)

Pada ketinggian tertentu terdapat perbedaan kadar oksigen dengan daratan yang lebih rendah, perbedaan kadar oksigen inilah yang menjadikan VO_2 Max seseorang menjadi terpengaruh.

Faktor fisiologis :

- 1) Kondisi jaringan otot dalam menggunakan oksigen sebagai sumberenergi yang dibutuhkan.
- 2) Kemampuan sistem jantung serta paru-paru untuk membawa oksigen masuk kedalam jaringan otot.

Perhatian khusus harus diberikan pada faktor yang menyebabkan penurunan nilai VO_2 Max yang umumnya disebabkan oleh pola hidup yang kurang sehat seperti kondisi gizi yang tidak adekuat, kebiasaan merokok dan aktivitas fisik yang berkurang karena perkembangan teknologi seperti bermain ponsel terlalu lama, bermain game atau menonton tayangan televisi dan lain sebagainya yang menyebabkan menurunnya aktivitas atau kegiatan fisik dan kemudian kedepannya akan berpengaruh pada kondisi kebugaran jantung paru seseorang.

Hal tersebut dapat memberi efek yang tidak baik seperti, mudahnya terjadinya kelelahan, dan penurunan konsentrasi. Kemudian aktivitas fisik juga berefek pada keadaan kesehatan kardiorespirasi kedepannya seperti sesak napas, nyeri dada, kemungkinan serangan jantung, dan penyumbatan pembuluh darah. Kebugaran jantung paru yang baik memberi manfaat dalam meningkatkan sensitivitas insulin serta transportasi glukosa dalam tubuh.(Nurmitasari, 2020)

2.1.6 Hubungan Hb dan VO₂ Max

Hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah memiliki fungsi dan tujuan sebagai alat pembawa atau pengikat oksigen, hal ini menjadi alasan mengapa kadar sel darah merah dan jumlah Hb menjadi sangat penting dalam menentukan seberapa banyak oksigen yang mampu dibawa masuk kedalam jaringan pada saat seseorang melakukan aktivitas fisik atau latihan.(Debbian, 2016) Kadar hemoglobin merupakan suatu faktor luar atau eksternal yang dapat menentukan nilai VO₂ Max seseorang.(Wulandari et al., 2022)

Aktivitas fisik sangat terpengaruh dengan kadar hemoglobin dalam sel darah merah seseorang, kedua hal tersebut tidak dapat dipisahkan karena memiliki hubungan keterikatan antar satu dengan yang lainnya. Pengikatan oksigen dalam sel darah merah oleh hemoglobin dapat mencapai 98,5% oksigen dalam darah sehingga ketika kemampuan mengikat dan mengangkut oksigen baik maka kadar hemoglobin seseorang bisa diprediksi tinggi.(Hariyanti et al., 2020)

Menelaah teori yang dipaparkan pada penelitian ini, Hb menjadi suatu faktor penting yang sangat mempengaruhi VO₂ Max seseorang, hal tersebut dinilai sesuai karena dengan tercukupinya Hb seseorang maka pengikatan dan transportasi oksigen dalam darah dan distribusi oksigen pada otot tubuh juga akan tercukupi, sebaliknya juga dengan turunnya atau kurangnya kadar Hb akan menyebabkan oksigenasi jaringan akan

menurun. Oleh sebab itu dapat disimpulkan secara teori bahwa kadar Hb sangat menunjang performa VO_2 Max seseorang.

2.1.7 Tes Cooper

Tes lari 12 menit Cooper digunakan untuk menilai konsumsi oksigen maksimal (VO_2 Max) seseorang. Cara melakukan Tes Cooper yaitu seseorang akan melaksanakan lari atau dapat dilakukan dengan berjalan selama 12 menit pada lintasan dengan panjang 400 meter. Setelah waktu mencapai 12 menit maka akan dicatat jarak yang berhasil dicapai atau ditempuh oleh pelari. (Setu & Annas, 2021) Dalam melaksanakan Tes Cooper terdapat beberapa keuntungan dimana pengujian tidak memerlukan peralatan laboratorium sehingga membutuhkan biaya yang rendah kemudian waktu yang dibutuhkan lebih sedikit karena tes dapat dilakukan dengan beberapa peserta dalam waktu yang sama .

Namun tentu terdapat kekurangan dalam tes cooper yaitu merupakan tes yang dapat menyebabkan cedera sehingga perlu pengawasan yang baik dan tidak hanya itu tes ini membutuhkan tingkat motivasi yang tinggi untuk menguji tingkat VO_2 Max seseorang karena apabila tidak maka hasil yang didapatkan bisa terpengaruh.

2.1.8 Langkah-langkah untuk Melaksanakan Tes Cooper

- a) Dimulai dengan sikap permulaan atau siap
- b). Posisi peserta berada pada belakang garis mulai
- c) Langkah-langkah gerakan :
 1. Posisi pertama dengan aba aba "SIAP" adalah peserta mengambil sikap berdiri, persiapan berlari
 2. Kemudian pada aba-aba kedua "YA" peserta akan mulai lari secara maksimal mungkin selama 12 menit

3. Ketika waktu selesai yaitu 12 menit maka *stopwatch* akan dimatikan danpluit ditiup tanda lari telah berakhir
4. Selesai berlari jarak diukur dalam satuan meter untuk melihat seberapa jauhjarak dapat berhasil dicapai dengan berlari selama 12 menit.
5. Terakhir hasil akan dicatat.(Debbian, 2016)

2.1.9 Konversi Tes Cooper Menjadi VO₂ Max

Untuk mendapatkan perkiraan hasil VO₂ Max peserta penelitian makadilakukan konversi hasil lari 12 menit menjadi VO₂ Max dengan *Cooper's standardized equation*.

$$\text{VO}_2 \text{ Max} = (22.351 \times \text{jarak dalam kilometer}) - 11.288$$

Hal paling penting dalam cooper test adalah dalam mengikuti tes lari 12 menit seseorang harus melaksanakannya secara maksimal dan bersungguh-sungguhdalam mencapai jarak yang sejauhnyadengan berlari selama 12 menit.(Setu & Annas, 2021) Apabila tidak dilakukan dengan sungguh-sungguh maka perolehan yang didapatkan menjadi tidak sesuai dengan harapan karena tidak dapat menunjukkan kemampuan maksimal dari peserta penelitian.

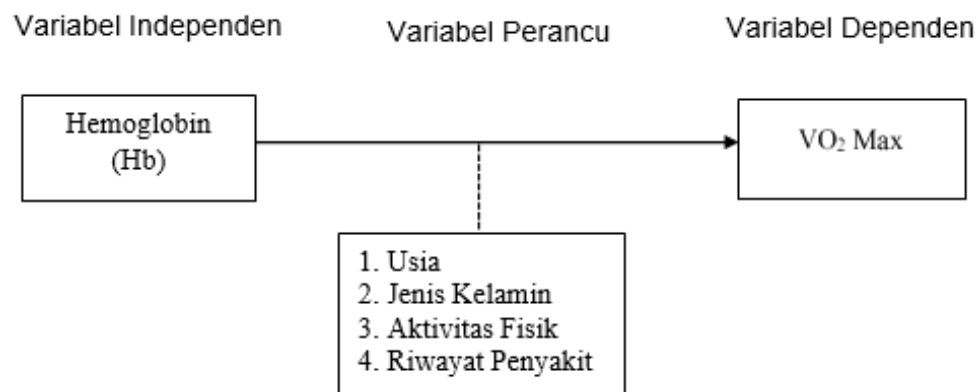
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Hasil Penelitian Terdahulu

| No | Penulis/ Tahun | Judul | Metode | Hasil | Kesimpulan |
|----|-------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | Astuti RW. (2019) | Hematorit dan Kadar Hemoglobin dengan Konsumsi | Observasi onal,cross- sectional | Kadar hemoglobin normal pada 68 atlet dan 11 tidak normal, | Didapatkan hubungan dengan nilai yang signifikan |

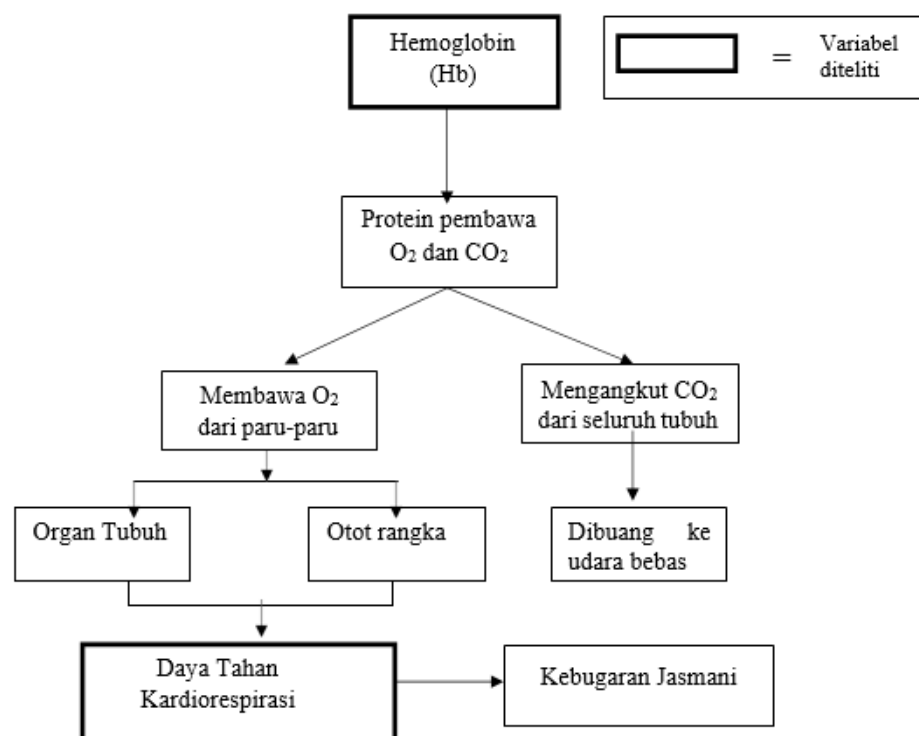
| | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Oksigen Maksimal (VO ₂ Max) pada atlet remaja | | nilai VO ₂ Max pada kategori baik 50.6 %, Sangat Baik 26.6% dan Superior 1.3% dan sisanya kurang-cukup | antara kadar Hb dengan VO ₂ Max dengan r=0.323 dan P= 0.002 < 0.05 |
| 2 | Wati IDP.(2021) | Are Hemoglobin and Volume Oxygen Maximum (VO ₂ Max) relevant to each other? | Deskriptif, korelasional | Didapatkan rata-rata kadar Hb yaitu 14,16 dan nilai VO ₂ Max sebesar 33 | Didapatkan korelasi antara kadar Hb dengan VO ₂ Max sebesar 0,484 |
| 3 | Gligoriska et al. (2020) | Correlations between red blood cells variables, cardio-physiological and anthropological variables in young athletes | Quasi experimental | Subjek dengan jenis kelamin laki-laki memiliki rata-rata nilai hb sebesar 13.91 g/dl dan VO ₂ Max 39,59. Sedangkan Perempuan dengan hb rata-rata 12.9 g/dl dan VO ₂ Max 29.86 | Hemoglobin dengan VO ₂ Max memiliki korelasi positif lemah pada laki-laki dengan nilai (r = 0.21). Pada Perempuan tidak terdapat korelasi signifikan |

2.3 Kerangka Berpikir



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Kerangka teori menjelaskan mengenai variabel yang terdapat dalam penelitian.



Gambar 2.3 Kerangka Teori

2.4 Hipotesis Penelitian

H₀ : Meningkatnya kadar Hb tidak berkorelasi dengan semakin baik tingkat VO₂Max seseorang

H_a : Semakin tinggi kadar Hb berkorelasi dengan semakin baik tingkat VO₂Max seseorang