HUBUNGAN ANTARA LATIHAN FISIK DAN KADAR HEMOGLOBIN PADA REMAJA

PROPOSAL SKRIPSI

UNIVERSITAS TRISAKTI

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

CEPHAS LEE NAFARO
NIM: 030002200168

UNIVERSITAS TRISAKTI
FAKULTAS KEDOKTERAN
JAKARTA, JUNI 2025

Bidang Ilmu: Komunitas

HUBUNGAN ANTARA LATIHAN FISIK DAN KADAR HEMOGLOBIN PADA REMAJA

PROPOSAL SKRIPSI

UNIVERSITAS TRISAKTI

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

CEPHAS LEE NAFARO
NIM: 030002200168

UNIVERSITAS TRISAKTI
FAKULTAS KEDOKTERAN
JAKARTA, JUNI

Bidang Ilmu: Komunitas

PERSETUJUAN

Proposal Skripsi

Judul:

HUBUNGAN ANTARA LATIHAN FISIK DAN KADAR HEMOGLOBIN PADA REMAJA

Nama mahasiswa: Cephas Lee Nafaro

NIM: 0300022200168

Telah disetujui untuk diuji di hadapan

Tim Penguji Proposal Skripsi

Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Pada Hari Selasa, Tanggal 30 Juni 2025

Pembimbing

dr. Donna Adriani, K. M., M.Biomed., AIFO

NIK: 3427/USAKTI

PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

Judul:

HUBUNGAN ANTARA LATIHAN FISIK DAN KADAR HEMOGLOBIN PADA REMAJA

Nama mahasiswa: Cephas Lee Nafaro

NIM: 0300022200168

Telah disetujui dan disahkan di hadapan **Dewan Penguji Proposal Skripsi**
Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Pada Hari Selasa, Tanggal 30 Juni 2025

Ketua Penguji

Nama : dr. Jihan Samira, M.Pd.Ked, Sp.MK

NIK : 2603/USAKTI

Anggota Penguji 1

Nama : dr. Donna Adriani, K. M., M.Biomed., AIFO

NIK : 3427/USAKTI

Anggota Penguji 2

Nama : dr. Dewi Hastuty, Sp.N

NIK : 3305/USAKTI

Jakarta, Juni 2025

Dekan FK Usakti

Dr. dr. Yenny, Sp.FK

NIK: 2613/USAKTI

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Cephas Lee Nafaro
NIM	: 030002200168
Program Studi	: Kedokteran
Alamat Korespondensi	: Jl. Camelot No. 151, Taman Britania, Lippo
	: Karawaci, Kota Tangerang, Banten 15139
Telepon / mobile	: 085880350520
E-mail	: 030002200168@std.trisakti.ac.id
Judul skripsi	: Hubungan antara Latihan Fisik dan Kadar Hemoglobin pada Remaja

Dengan ini menyatakan bahwa proposal skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri. Proposal skripsi ini belum pernah diajukan sebagai suatu karya ilmiah untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan SK Permendiknas No.17 tahun 2010 tentang pencegahan dan penanggulangan plagiat di perguruan tinggi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Juni 2025

Cephas Lee Nafaro
NIM: 030002200168

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus karena atas karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul "Hubungan antara Latihan Fisik dan Kadar Hemoglobin pada Remaja". Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.

Proses penyelesaian proposal skripsi ini tentu tidak lepas dari dukungan dan kontribusi berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. dr. Yenny, Sp.FK**,** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti, atas dukungan yang diberikan selama penulis menjalani pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.
2. dr. Donna Adriani K. M., M.Biomed, AIFO, selaku dosen pembimbing proposal skripsi, atas waktu, tenaga, dan pikiran yang diberikan dalam mengarahkan penulis selama proses penyusunan proposal skripsi ini.
3. Dewan Penguji Proposal Skripsi**,** atas kritik dan saran yang diberikan dalam proses penyempurnaan proposal skripsi ini.
4. dr. Tandy Chyntia Tanaji, Sp.Rad, selaku pembimbing akademik, atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama menjalani pendidikan di Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.
5. Kedua orang tua, Bapak Charles Nafaro, S.T., M.T.**,** dan Ibu Rowlyn Nafaro, S.T.**,** serta adik, atas segala dukungan moril dan materiil kepada penulis sehingga proposal skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh pihak yang telah mendukung terencananya penelitian dalam proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyajian proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga masih dapat dikembangkan lebih lanjut ke arah yang lebih kompleks dan berdaya guna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka untuk menerima masukan dari semua pihak. Namun demikian, penulis berharap agar

proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang menaruh minat pada masalah yang dibahas.

Jakarta, Juni 2025

Penulis,

Cephas Lee Nafaro

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI DAN DEKAN iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR ARTI SINGKATAN xi
DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Perumusan masalah 2
1.3 Tujuan 3
1.3.1 Tujuan umum 3
1.3.2 Tujuan khusus 3
1.4 Hipotesis 3
1.5 Manfaat 3
1.5.1 Manfaat untuk pengetahuan 3
1.5.2 Manfaat untuk profesi 3
1.5.3 Manfaat untuk masyarakat 3

BAB II TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI 4
2.1 Tinjauan pustaka 4
2.1.1 Remaja 4
2.1.2 Hemoglobin 4
2.1.3 Latihan fisik 7
2.1.4 Hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja 12
2.2 Ringkasan pustaka 14
2.3 Kerangka teori 15

BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL 16
3.1 Kerangka konsep 16
3.2 Variabel penelitian 16
3.2.1 Variabel tergantung 16
3.2.2 Variabel bebas 16
3.3 Definisi operasional 17

BAB IV METODE 18
4.1 Desain penelitian 18
4.2 Lokasi dan waktu 18
4.3 Populasi dan sampel penelitian 18
4.3.1 Populasi penelitian 18
4.3.2 Sampel penelitian 18
4.3.3 Besar sampel 19
4.3.4 Pemilihan sampel 20
4.4 Bahan dan instrumen penelitian 20
4.5 Analisis data 21
4.5.1 Analisis univariat 21
4.5.2 Analisis bivariat 21
4.6 Alur kerja penelitian 22
4.7 Etika penelitian 22
4.8 Penjadwalan penelitian 23

DAFTAR PUSTAKA 24
LAMPIRAN 26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ringkasan pustaka 14
Tabel 2. Definisi operasional 17
Tabel 3. Penjadwalan pelaksanaan penelitian 23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka teori 15
Gambar 2. Kerangka konsep 16
Gambar 3. Alur kerja 22

DAFTAR ARTI SINGKATAN

ALA	δ-Aminolevulinat
ALAS1	Aminolevulinat Sintase 1
ALAS2	Aminolevulinat Sintase 2
ATP	Adenosin Trifosfat
BM	*Body Mass* (Massa tubuh)
bpm	*Beat per Minute* (denyut per menit)
BV	Blood Volume (Volume darah)
EPO	Eritropoietin
Fe	*Ferrum* (zat besi)
FITT	*Frequency, Intensity, Time, and Type*
G6PD	Glukosa-6-Fosfat Dehidrogenase
Hb	Hemoglobin
HbA	Hemoglobin dewasa normal (α2β2)
HbA2	Hemoglobin dewasa minor (α2δ2)
HbF	Hemoglobin janin (α2γ2)
HbS	Hemoglobin sel sabit (α2βS2)
Hbmass	*Hemoglobin mass* (Massa Hb)
HIF-1α	Hypoxia-Inducible Factor-1 alpha
HRmax	*Heart Rate Maximum* (denyut jantung maksimal)
HRE	*Hypoxia Response Elements*
LBM	*Lean Body Mass* (Massa tubuh tanpa lemak)
O_2	Gas Oksigen
PaO_2	Tekanan parsial oksigen
PV	*Plasma Volume* (Volume plasma)
RBCV	*Red Blood Cell Volume* (Volume sel darah merah)
SI	Système International d'Unités (Satuan Internasional)
SKI	Survei Kesehatan Indonesia
VO_2max	Volume oksigen maksimal
VO_2peak	Puncak volume konsumsi oksigen

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Dummy table* 26
Lampiran 2. Kuesioner latihan fisik 27

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Remaja merupakan kelompok usia antara 10 hingga 18 tahun yang mengalami percepatan pertumbuhan dan perubahan fisiologis yang signifikan, baik secara fisik, mental, maupun intelektual. Pada masa ini, terjadi berbagai transformasi yang kompleks, termasuk peningkatan kebutuhan metabolik dan oksigen tubuh yang sangat dipengaruhi oleh latihan fisik. Latihan fisik pada remaja telah terbukti berperan penting dalam mendukung perkembangan kesehatan, termasuk kebugaran kardiovaskular dan fungsi hematologis, salah satunya ditandai melalui kadar hemoglobin (Hb) sebagai indikator kapasitas angkut oksigen dalam darah.[1–3]

Hemoglobin adalah protein penting dalam sel darah merah yang bertugas mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan mengangkut karbon dioksida untuk dikeluarkan melalui sistem pernapasan. Produksi hemoglobin bergantung pada proses biosintesis heme yang kompleks, yang terjadi terutama di sumsum tulang dan hepatosit.[4,5] Nilai normal kadar hemoglobin pada laki-laki berkisar antara 13–18 g/dL dan pada perempuan antara 12–16 g/dL, dan kadar di bawah 12 g/dL dianggap sebagai anemia. Anemia sendiri merupakan kondisi yang umum dijumpai pada remaja dan ditentukan oleh beberapa klasifikasi, mulai dari ringan hingga berat, tergantung kadar hemoglobin.[6,7] Berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, prevalensi anemia nasional mencapai 16,2%, dengan angka tertinggi pada perempuan (18,0%) dibanding laki-laki (14,4%), dan prevalensi anemia pada kelompok usia 15–24 tahun sebesar 15,5%.[8]

Latihan fisik didefinisikan sebagai aktivitas yang terencana, terstruktur, dan berulang yang bertujuan untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran jasmani.[9] Pada remaja, latihan fisik berperan penting dalam mendukung perkembangan sistem organ serta meningkatkan kapasitas kerja tubuh, termasuk kapasitas angkut oksigen. Aktivitas ini dapat dilakukan dalam berbagai bentuk,

mulai dari aerobik seperti berlari, berenang, dan bersepeda, hingga anaerobik seperti angkat beban dan *sprint*. Untuk memastikan efektivitas latihan, digunakan prinsip FITT (*Frequency, Intensity, Time, Type*), yang secara sistematis mengatur frekuensi, intensitas usaha, durasi waktu, dan tipe latihan yang dilakukan.[10]

Secara fisiologis, latihan fisik meningkatkan kebutuhan oksigen tubuh, khususnya di jaringan otot yang aktif.[11] Peningkatan kebutuhan oksigen ini dapat menyebabkan kondisi hipoksia relatif pada jaringan perifer. Hipoksia ini kemudian memicu aktivasi Hypoxia-Inducible Factor 1-alpha (HIF-1α). HIF-1α kemudian menstimulasi ekspresi gen erythropoietin (EPO) untuk menstimulasi eritropoiesis. Peningkatan jumlah eritrosit ini akan menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin.[12–14]

Studi eksperimental oleh Lundby *et al*. (2023) menunjukkan bahwa latihan kekuatan intensif selama 8 minggu mampu meningkatkan massa hemoglobin (Hbmass) secara signifikan pada atlet pendayung pria dan wanita dengan nilai p = 0,02.[15] Penelitian serupa juga dilakukan oleh Ghosh *et al*. (2025) yang membuktikan bahwa latihan resistensi submaksimal selama 35 menit secara akut dapat meningkatkan kadar hemoglobin secara signifikan pada mahasiswa laki-laki yang telah terlatih secara jasmani dengan nilai p <0,001.[16] Hasil berbeda ditemukan oleh Patrisia *et al*. (2025) yang tidak menemukan hubungan bermakna antara tingkat aktivitas fisik dan kejadian anemia pada remaja perempuan, dengan nilai p = 0,684, mengindikasikan bahwa faktor lain seperti nutrisi dan siklus menstruasi dapat memengaruhi hasil.[17]

Berdasarkan adanya perbedaan hasil pada penelitian sebelumnya, peneliti tertarik untuk meneliti hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.

1.2 Perumusan masalah

Apakah terdapat hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan umum

Untuk meningkatkan derajat kesehatan remaja melalui latihan fisik dengan menentukan adanya hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Untuk mengetahui proporsi sosiodemografi (usia dan jenis kelamin) pada remaja.
2. Untuk mengetahui proporsi latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.
3. Untuk mengetahui hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.

1.4 Hipotesis

Terdapat hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.

1.5 Manfaat

1.5.1 Manfaat untuk pengetahuan

Hasil dari penelitian ini dapat meningkatkan perkembangan ilmu pengetahuan melalui penelitian hubungan antara latihan fisik dan kadarm hemoglobin pada remaja.

1.5.2 Manfaat untuk profesi

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja yang bermanfaat bagi kemajuan profesi kedokteran olahraga.

1.5.3 Manfaat untuk masyarakat

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan wawasan kepada masyarakat luas, terutama orang tua dan remaja, dalam kaitannya dengan latihan fisik dengan mengetahui hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja.

BAB II
TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Remaja

Remaja adalah kelompok usia 10 tahun sampai berusia 18 tahun.[1] Remaja adalah tahap kehidupan yang ditandai dengan percepatan pertumbuhan serta perkembangan fisik, mental, dan intelektual. Pada masa ini, perubahan yang paling menonjol meliputi transformasi bentuk fisik, kemampuan berpikir, organ reproduksi, serta aspek psikososial yang terjadi secara alami.[2] Pada remaja, latihan fisik dipandang sebagai elemen krusial yang memengaruhi kondisi kesehatan dan psikologis, yang kemudian diukur melalui gabungan indikator, seperti kesehatan jantung dan pembuluh darah, fleksibilitas, serta tingkat kebugaran fisik.[3]

2.1.2 Hemoglobin

2.1.2.1 Definisi dan struktur hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang mengikat senyawa besi (Fe) yang mempunyai peran penting dalam tubuh, yaitu mengangkut oksigen (O_2) dari organ pernapasan ke seluruh tubuh dan menukarnya dengan karbon dioksida dari jaringan perifer untuk dikeluarkan melalui organ pernapasan.[4] Hemoglobin berbentuk tetramer yang terdiri dari pasangan 2 subunit polipeptida yang berbeda. Huruf Yunani digunakan untuk menunjukkan setiap jenis subunit. Komposisi subunit hemoglobin utama adalah $\alpha_2\beta_2$, (HbA; hemoglobin dewasa normal), $\alpha_2\gamma_2$ (HbF; hemoglobin janin), $\alpha_2\beta^S{}_2$ (HbS; hemoglobin sel sabit), dan $\alpha_2\delta_2$ (HbA_2; hemoglobin dewasa minor). Struktur utama rantai β, γ, dan δ hemoglobin manusia sangat terkonservasi.[5]

2.1.2.2 Biosintesis heme

Biosintesis heme melibatkan reaksi sitosolik dan mitokondria serta zat antara. Biosintesis heme terjadi pada sebagian besar sel mamalia kecuali eritrosit dewasa, yang tidak memiliki mitokondria. Sekitar 85% sintesis heme terjadi pada sel

prekursor eritroid di sumsum tulang, dan sebagian besar sisanya terjadi pada hepatosit.[5]

Biosintesis heme dimulai dengan kondensasi suksinil-CoA dan glisin dalam reaksi yang bergantung pada piridoksal fosfat yang dikatalisis oleh sintase δ-aminolevulinat mitokondria. Manusia mengekspresikan 2 isoenzim ALA sintase. ALAS1 diekspresikan di seluruh tubuh, sedangkan ALAS2 diekspresikan dalam sel prekursor eritrosit. Pembentukan δ-aminolevulinat merupakan pembatas laju biosintesis porfirin di hati mamalia.[5]

Setelah keluarnya δ-aminolevulinat ke dalam sitosol, reaksi yang dikatalisis oleh ALA dehidratase sitosol mengondensasi 2 molekul ALA, membentuk porfobilinogen. ALA dehidratase, yang merupakan metaloprotein seng, sensitif terhadap penghambatan oleh timbal, seperti yang dapat terjadi pada keracunan timbal.[5]

Reaksi ketiga, yang dikatalisis oleh sintase hidroksimetilbilana sitosolik melibatkan kondensasi dari kepala ke ekor 4 molekul porfobilinogen untuk membentuk tetrapirol linier hidroksimetilbilana.[5]

Siklisasi hidroksimetilbilana berikutnya, yang dikatalisis oleh sintase uroporfirinogen III sitosolik, membentuk uroporfirinogen III). Hidroksimetilbilana dapat mengalami siklisasi spontan membentuk uroporfirinogen I, tetapi dalam kondisi normal, uroporfirinogen yang terbentuk hampir secara eksklusif merupakan isomer tipe III. Namun, isomer tipe I porfirinogen terbentuk secara berlebihan pada porfiria tertentu. Karena cincin pirol uroporfirinogen ini dihubungkan oleh metilen (—CH_2—) dan bukan oleh jembatan metina (——HC—), ikatan rangkap tidak membentuk sistem terkonjugasi. Porfirinogen tidak berwarna, namun mudah teroksidasi menjadi porfirin berwarna.[5]

Keempat gugus asetat uroporfirinogen III selanjutnya mengalami dekarboksilasi menjadi substituen metil (M), membentuk koproporfirinogen III dalam reaksi sitosol yang dikatalisis oleh dekarboksilase uroporfirinogen. Dekarboksilase ini juga dapat mengubah uroporfirinogen I, jika ada, menjadi koproporfirinogen I.[5]

Ketiga reaksi terakhir biosintesis heme semuanya terjadi di mitokondria. Koproporfirinogen III memasuki mitokondria dan diubah, berturut-turut, menjadi protoporfirinogen III, dan kemudian menjadi protoporfirin III. Reaksi-reaksi ini dikatalisis oleh koproporfirinogen oksidase, yang mendekarboksilasi dan mengoksidasi dua rantai samping asam propionat untuk membentuk protoporfirinogen III. Oksidase ini khusus untuk koproporfirinogen tipe III sehingga protoporfirin tipe I umumnya tidak terjadi pada manusia. Protoporfirinogen III selanjutnya dioksidasi menjadi protoporfirin III dalam reaksi yang dikatalisis oleh protoporfirinogen oksidase.(5)

Langkah kedelapan dan terakhir dalam sintesis heme melibatkan penggabungan besi fero ke dalam protoporfirin III dalam reaksi yang dikatalisis oleh ferokelatase.(5)

2.1.2.3 Kadar hemoglobin

Nilai normal hemoglobin pada laki-laki adalah 13–18 g/dl atau dalam SI unit adalah 8,1–11,2 mmol/l. Rentang nilai normal hemoglobin pada perempuan lebih rendah yaitu 12–16 g/dl atau dalam SI unit adalah 7,4–9,9 mmol/l.(6)

Penentuan kondisi anemia mengacu pada kadar hemoglobin yang bervariasi antarindividu, dipengaruhi oleh sejumlah adaptasi fisiologis seperti ketinggian tempat tinggal, adanya gangguan paru, maupun aktivitas fisik seperti olahraga. Secara umum, kadar hemoglobin di bawah 12 g/dl menunjukkan adanya anemia.(6)

2.1.2.4 Prevalensi anemia

Berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, prevalensi anemia berdasarkan hasil pemeriksaan hemoglobin secara nasional adalah sebesar 16,2%. Berdasarkan jenis kelamin, angka perempuan yang menderita anemia lebih tinggi daripada laki-laki, yaitu sebesar 18,0%, sedangkan pada laki-laki sebesar 14,4%.(8)

Kelompok umur tertinggi yang menderita anemia adalah pada usia >75 tahun yaitu sebesar 63,2% dan terendah pada usia 25–34 tahun yaitu sebesar 13,2%. Pada kelompok umur 15–24 tahun, prevalensi anemia adalah sebesar 15,5%.(8)

2.1.2.5 Faktor-faktor yang memengaruhi kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin dalam tubuh dipengaruhi oleh berbagai faktor fisiologis, genetik, dan gaya hidup yang saling berinteraksi secara kompleks. Faktor-faktor seperti golongan darah, usia, jenis kelamin, varian hemoglobin yang diturunkan, serta kebiasaan hidup seperti merokok dan konsumsi alkohol memiliki peran signifikan dalam menentukan kadar hemoglobin seseorang. Individu dengan golongan darah tertentu, seperti O positif, ditemukan memiliki tingkat stres oksidatif yang lebih tinggi, yang dapat berdampak pada kadar hemoglobin. Selain itu, laki-laki cenderung memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi dibandingkan perempuan, diduga akibat pengaruh hormon androgen dan perbedaan fisiologis lainnya. Usia juga berperan, di mana kelompok usia 18–21 tahun menunjukkan aktivitas antioksidan berbeda yang turut memengaruhi kadar hemoglobin.[18]

Lebih lanjut, faktor genetik seperti varian hemoglobin abnormal (misalnya Hb AC) dan defisiensi enzim glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G6PD) juga memengaruhi stabilitas dan kadar hemoglobin. Gaya hidup turut menjadi determinan penting. Perempuan perokok atau konsumen alkohol berat ditemukan memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi, yang kemungkinan besar dipicu oleh adaptasi tubuh terhadap hipoksia ringan kronis akibat paparan rokok atau alkohol. Selain itu, aspek pola makan dan aktivitas fisik harian juga berkontribusi terhadap kestabilan hemoglobin.[18]

2.1.3 Latihan fisik

2.1.3.1 Definisi latihan fisik

Latihan fisik adalah subkategori dari aktivitas fisik dan dapat didefinisikan sebagai setiap gerakan yang direncanakan, terstruktur, berulang, dan disengaja yang dimaksudkan untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran fisik. Resolusi latihan fisik yang efektif bertujuan untuk mengintegrasikan kembali aktivitas fisik ke dalam kehidupan sehari-hari seseorang sehingga menjadi kebiasaan, bukan sekadar tugas.[9]

2.1.3.2 Pedoman latihan fisik bagi remaja

Latihan fisik dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu latihan aerobik dan anaerobik. Latihan aerobik merupakan bentuk aktivitas yang melatih sistem kardiovaskular. Dalam proses ini, frekuensi napas dan denyut jantung meningkat secara bertahap dan berlangsung dalam durasi tertentu. Tujuan utama dari latihan aerobik adalah untuk meningkatkan fungsi sistem sirkulasi dan respirasi, memperkuat tendon dan ligamen, menurunkan risiko cedera, serta menyediakan energi bagi aktivitas berdurasi panjang dengan intensitas ringan.[19]

Berbeda dengan latihan aerobik, latihan anaerobik berlangsung tanpa keterlibatan oksigen sebagai sumber utama energi sehingga cenderung menyebabkan kelelahan napas secara cepat dan menghasilkan lonjakan energi dalam waktu singkat. Latihan ini merangsang kerja otot dalam intensitas tinggi, yang berkontribusi pada peningkatan kekuatan dan daya tahan otot.[19]

Latihan fisik memiliki 4 komponen yang biasa disingkat FITT yang terdiri dari *frequency* (frekuensi), *intensity* (intensitas), *time* (waktu), dan *type* (tipe). Komponen ini memberikan wawasan yang lebih rinci tentang tingkat latihan fisik individu saat ini, sekaligus menjadi dasar untuk perubahan di masa mendatang.[9]

Frekuensi merupakan jumlah sesi per minggu. Remaja disarankan untuk melakukan latihan fisik minimal 3 kali dalam seminggu, baik untuk latihan aerobik maupun anaerobik.[10]

Intensitas merupakan tenaga yang dirasakan dalam melakukan aktivitas. Ada beberapa cara untuk mengukur intensitas, misalnya relatif terhadap berjalan, tes berbicara, atau data denyut jantung.[9] Melalui tes berbicara, seseorang yang melakukan latihan dengan intensitas ringan dapat berbicara dan bernyanyi dengan mudah. Pada intensitas sedang, seseorang masih dapat berbicara, tetapi tidak dapat bernyanyi. Seseorang yang melakukan latihan dengan intensitas berat tidak dapat mengatakan lebih dari beberapa kata tanpa berhenti sejenak untuk mengambil napas.[10]

Denyut jantung (*heart rate*) adalah jumlah detakan jantung yang terjadi dalam 1 menit, biasanya dinyatakan dalam satuan *beat per minute* (bpm). Denyut jantung maksimum (*maximum heart rate* atau HRmax) merupakan jumlah detakan jantung

tertinggi yang dapat dicapai selama aktivitas fisik, dan nilainya dipengaruhi oleh usia, yang mana HRmax akan berkurang seiring bertambahnya usia.[20,21]

Intensitas dikategorikan sangat ringan jika seseorang mencapai <57% HRmax, ringan jika 57–63% HRmax, sedang jika 64–76% HRmax, berat jika 77–95% HRmax, dan mendekati maksimal jika ≥96% HRmax. Untuk memperkirakan HRmax, terdapat beberapa rumus yang dapat digunakan, dan salah satu yang paling umum adalah HRmax = 220 dikurangi usia.[20] Intensitas yang disarankan untuk usia remaja adalah sedang–berat.[10]

Waktu merupakan durasi dalam 1 sesi. Waktu yang disarankan bagi remaja dalam melakukan latihan fisik adalah 60 menit, baik untuk latihan aerobik maupun anaerobik.[10]

Tipe merupakan jenis latihan fisik yang dilakukan.[9] Beberapa contoh latihan aerobik antara lain berenang, berlari, dan bersepeda. Contoh latihan anaerobik meliputi angkat beban dan *sprint*.[19]

2.1.3.3 Fisiologi latihan fisik

Latihan fisik melibatkan sejumlah sistem fisiologis yang bekerja secara sinergis untuk memenuhi peningkatan kebutuhan metabolik tubuh, terutama otot rangka. Selama latihan fisik, terjadi aktivasi jalur metabolik yang bertujuan untuk produksi energi (ATP) yang mencukupi, baik melalui jalur aerobik yang bergantung pada oksigen maupun jalur anaerobik yang tidak bergantung pada oksigen. Aktivitas ini tidak hanya memengaruhi sistem otot, tetapi juga sistem kardiovaskular, pernapasan, endokrin, saraf, dan bahkan sistem imun dan gastrointestinal.[11]

Pada sistem kardiovaskular, latihan fisik meningkatkan denyut jantung, volume sekuncup, dan akhirnya curah jantung secara keseluruhan, guna mencukupi kebutuhan oksigen otot yang meningkat. Secara kronis, latihan rutin menginduksi perubahan morfologis seperti dilatasi ventrikel dan hipertrofi miokardial, yang meningkatkan efisiensi jantung dalam memompa darah. Latihan aerobik seperti berlari, berenang, dan bersepeda, sangat bergantung pada kemampuan sistem kardiopulmoner dalam mengangkut dan memanfaatkan oksigen, dengan parameter

seperti VO_2max digunakan untuk menilai kapasitas aerobik maksimal seseorang. VO_2max ini merupakan hasil dari curah jantung dan perbedaan arteriovenosa oksigen, dan telah terbukti berkorelasi dengan penurunan risiko mortalitas dan penyakit kardiovaskular.[11]

Di sisi lain, latihan fisik juga memberikan dampak signifikan terhadap sistem endokrin dan metabolik. Selama aktivitas fisik, terjadi peningkatan konsumsi glukosa oleh otot, yang dapat terjadi melalui mekanisme yang tidak tergantung pada insulin. Hal ini menjadikan latihan fisik sebagai terapi non-farmakologis yang sangat efektif dalam pengendalian kadar glukosa darah dan pencegahan diabetes tipe 2. Selain itu, latihan fisik menstimulasi pelepasan hormon-hormon seperti eritropoietin yang berperan penting dalam stimulasi eritropoiesis atau pembentukan sel darah merah. Peningkatan aktivitas eritropoietin ini akan mendukung produksi hemoglobin yang lebih tinggi, memungkinkan peningkatan kapasitas angkut oksigen darah.[11]

Lebih lanjut, latihan fisik juga berkontribusi pada adaptasi neuromuskular dan peningkatan densitas mitokondria, yang secara keseluruhan meningkatkan efisiensi penggunaan oksigen dan energi oleh otot. Adaptasi ini penting bagi remaja, kelompok usia yang sedang mengalami pertumbuhan dan perubahan fisiologis cepat, sehingga latihan fisik dapat mendukung perkembangan sistem organ, meningkatkan kebugaran jasmani, dan sekaligus berpotensi meningkatkan kadar hemoglobin sebagai indikator kapasitas angkut oksigen dalam tubuh.[11]

Latihan fisik, terutama yang berintensitas sedang hingga tinggi, dapat meningkatkan kebutuhan oksigen di jaringan aktif sehingga menciptakan kondisi hipoksia relatif pada otot dan jaringan perifer. Latihan dalam keadaan hipoksia, seperti pada metode *altitude training* atau *intermittent hypoxic training*, menurunkan tekanan parsial oksigen (PaO_2) yang kemudian menstimulasi adaptasi fisiologis, termasuk pada sistem kardiovaskular dan hematopoietik.[13,14]

Hipoksia diketahui sebagai stimulus utama aktivasi Hypoxia-Inducible Factor-1 alpha (HIF-1α), sebuah faktor transkripsi yang berperan penting dalam respons adaptif seluler terhadap lingkungan rendah oksigen. Dalam kondisi normoksia, HIF-1α mengalami degradasi melalui jalur ubiquitin–proteasom.

Namun saat hipoksia terjadi, HIF-1α menjadi stabil, mengalami translokasi ke dalam inti sel, dan berikatan dengan DNA untuk mengatur ekspresi gen target.[12]

Salah satu gen target utama HIF-1α adalah gen erythropoietin (EPO). Kompleks HIF-1 yang aktif akan berikatan dengan hypoxia response elements (HRE) pada wilayah promotor gen EPO sehingga meningkatkan transkripsi dan sintesis hormon EPO oleh sel-sel ginjal dan sebagian kecil di hati, sebagai respons terhadap kekurangan oksigen.[12,22]

Peningkatan EPO yang terjadi kemudian akan merangsang proses eritropoiesis, yaitu diferensiasi dan proliferasi sel progenitor eritroid di sumsum tulang menjadi eritrosit matang. Adaptasi ini meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen melalui peningkatan jumlah sel darah merah dan kadar hemoglobin, yang pada gilirannya dapat menunjang performa fisik dan kapasitas aerobik.[13]

2.1.3.4 Manfaat latihan fisik

Pada anak dan remaja, latihan fisik dapat meningkatkan kesehatan tulang, status berat badan, kesehatan kardiorespirasi dan otot, kesehatan kardiometabolik, dan kognisi, serta mengurangi risiko depresi. Pada dewasa dan lansia, latihan fisik dapat menurunkan risiko kematian karena semua penyebab, risiko kematian karena penyakit kardiovaskular, risiko penyakit kardiovaskular (termasuk penyakit jantung dan stroke), risiko hipertensi, risiko diabetes tipe 2, risiko profil lipid darah yang buruk, risiko kanker (termasuk kanker kandung kemih, payudara, usus besar, endometrium, esofagus, ginjal, paru-paru, dan perut), risiko demensia (termasuk penyakit Alzheimer), risiko depresi, risiko jatuh, dan risiko cedera akibat jatuh, serta mengurangi kecemasan. Latihan fisik dapat meningkatkan kognisi, kualitas hidup, kualitas tidur, dan fungsi fisik. Latihan fisik berdampak pula pada pertambahan berat badan yang lebih lambat, penurunan berat badan, atau pencegahan kenaikan berat badan kembali setelah penurunan berat badan awal.[10]

Latihan fisik juga dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah. Latihan fisik diketahui dapat meningkatkan Hb total dan massa sel darah merah, yang meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen.[23]

2.1.4 Hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja

Latihan fisik merupakan aktivitas yang dapat memengaruhi sistem kardiovaskular dan hematologis, termasuk kadar hemoglobin (Hb). Hemoglobin berfungsi membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, yang sangat penting dalam menunjang performa fisik. Pada masa remaja, terjadi peningkatan kebutuhan oksigen dan berbagai adaptasi fisiologis yang sensitif terhadap pengaruh latihan fisik.[24]

Kanaujia *et al*. (2024) menemukan adanya korelasi antara intensitas latihan dan adaptasi hemoglobin. Kelompok latihan dengan intensitas berat menunjukkan peningkatan kadar hemoglobin rata-rata sebesar 7,2% (±1,3), yang mengindikasikan adanya stimulasi eritropoiesis. Latihan dengan intensitas sedang menunjukkan kadar hemoglobin yang relatif stabil dengan sedikit peningkatan sebesar 2,4% (±0,8), sementara latihan dengan intensitas rendah hanya menghasilkan perubahan minimal sebesar 0,9% (±0,5). Perubahan kadar hemoglobin dapat terjadi setelah responden melakukan latihan fisik selama 12 minggu berturut-turut.[25]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lundby *et al*. (2023), didapatkan bahwa latihan kekuatan intensif selama 8 minggu dapat meningkatkan massa hemoglobin (Hbmass) secara signifikan pada atlet pendayung laki-laki dan perempuan. Dalam studi tersebut, peserta menjalani 2 jenis program latihan kekuatan—volume konvensional (3 set × 10 repetisi) dan volume tinggi (hingga 10 set × 10 repetisi)—3 kali per minggu. Hasil menunjukkan peningkatan Hbmass yang signifikan secara keseluruhan setelah intervensi ($P = 0,02$), tanpa perbedaan mencolok antara kedua kelompok latihan. Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa latihan fisik intensif, khususnya latihan kekuatan, dapat menstimulasi peningkatan kapasitas angkut oksigen melalui adaptasi hematologis.[15]

Selanjutnya, studi eksperimental oleh Ghosh *et al*. (2025) bertujuan untuk mengetahui efek akut latihan resistensi terhadap kadar hemoglobin pada mahasiswa laki-laki di yang telah menjalani pelatihan jasmani. Penelitian ini melibatkan 10 mahasiswa laki-laki dengan rerata usia 23,16 ± 1,85 tahun, yang menjalani sesi latihan selama 35 menit terdiri dari kombinasi *push-up*, *squat*, *overhead press*, dan

leg press dengan intensitas submaksimal. Kadar hemoglobin diukur sebelum dan segera setelah latihan menggunakan alat *auto-analyzer*. Hasil uji-t berpasangan menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada kadar hemoglobin setelah latihan (rata-rata meningkat dari 13,48 ± 1,41 menjadi 14,78 ± 1,32 g/dL; $p < 0,01$; $t = 12,0933$). Penelitian ini menunjukkan bahwa latihan resistensi pada intenitas submaksimal meningkatkan kadar hemoglobin secara akut, diduga melalui mekanisme pergerakan cairan intraseluler dan peningkatan tekanan osmotik akibat aktivitas otot. Hasil ini memperkuat hubungan positif antara latihan fisik dan peningkatan kapasitas transportasi oksigen melalui peningkatan kadar hemoglobin yang sangat relevan dalam konteks kesehatan dan kebugaran remaja.[16]

Namun, hasil berbeda ditemukan oleh Patrisia *et al*. (2025) dalam penelitian yang dilakukan pada 100 siswi SMP di Kota Kupang. Penelitian ini menggunakan desain potong lintang dan membandingkan tingkat aktivitas fisik (ringan, sedang, berat) dengan kejadian anemia (Hb <12 g/dL). Hasil uji chi-square menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat aktivitas fisik dan kejadian anemia ($p = 0,684$). Studi ini mengindikasikan bahwa tidak semua bentuk aktivitas fisik berdampak langsung terhadap peningkatan kadar hemoglobin, dan bahwa faktor lain seperti nutrisi, menstruasi, dan status ekonomi juga perlu diperhitungkan.[17]

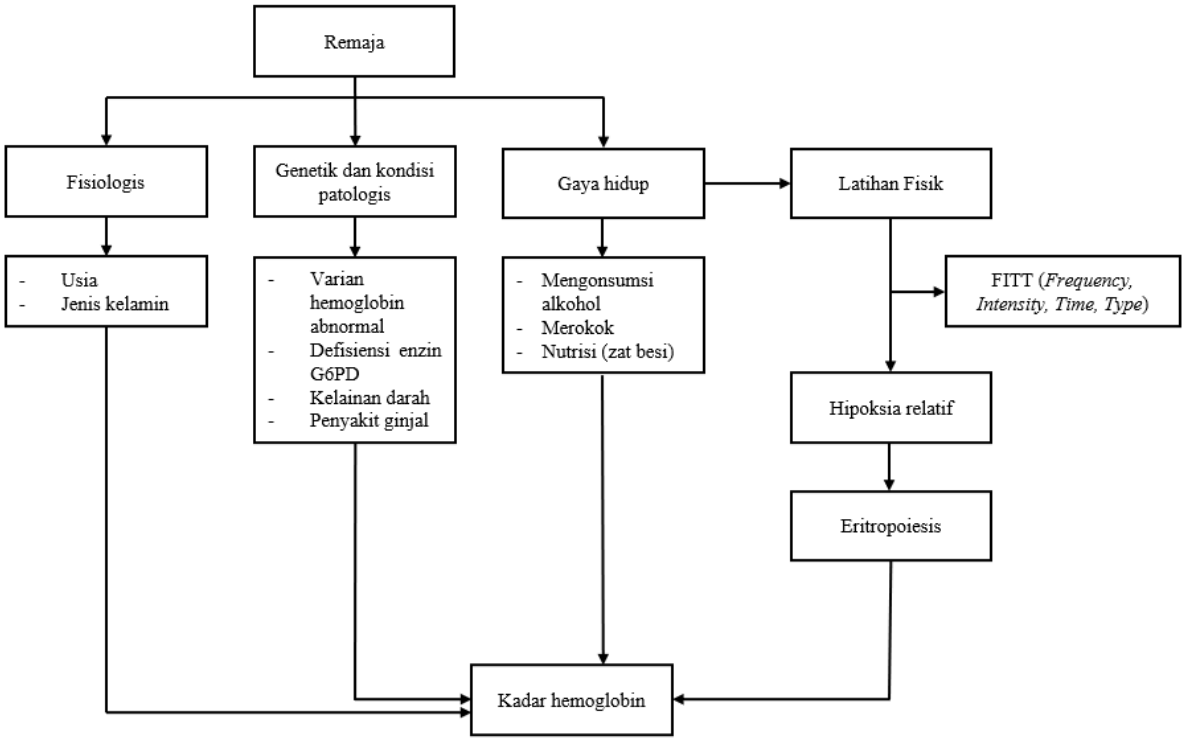
Hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti yang telah dibuktikan dari penelitian di atas. Latihan fisik, terutama yang dilakukan secara intensif dan terstruktur seperti latihan kekuatan dan latihan ketahanan, berpotensi meningkatkan kadar hemoglobin atau massa hemoglobin (Hbmass) melalui adaptasi fisiologis seperti peningkatan volume darah dan kapasitas angkut oksigen.[15] Akan tetapi, terdapat penelitian lain yang terbukti bahwa hubungan ini tidak selalu konsisten, terutama dalam populasi remaja perempuan dengan berbagai faktor yang memengaruhi status hemoglobin, seperti nutrisi dan menstruasi.[17]

2.2 Ringkasan pustaka

Tabel 1. Ringkasan pustaka

Peneliti	Lokasi & Waktu	Desain	Subjek	Variabel yang Diteliti	Lama	Hasil
Lundby C, *et al*. (2024)[15]	University of Southern Denmark, Odense, Denmark (2023–2024)	Eksperimen	20 atlet dayung elit (12 laki-laki, 8 perempuan), usia 21–23 tahun	1. Variabel tergantung: Hbmass, RBCV, BV, PV, BM, LBM, VO_2peak, performa mendayung 2 km 2. Variabel bebas: latihan kekuatan	8 minggu	Terdapat hubungan antara latihan kekuatan dan Hbmass ($p = 0,02$).
Ghosh A, *et al*. (2025)[16]	Union Christian Training College, Bengala Barat, India (April 2025)	Eksperimen	10 mahasiswa laki-laki yang terlatih secara fisik dengan usia rata-rata 23,16 ± 1,85 tahun	1. Variabel tergantung: kadar Hb 2. Variabel bebas: latihan resistensi	1 hari	Terdapat hubungan antara latihan resistensi dan kadar Hb ($p < 0,01$).
Patrisia S, et al. (2025)[17]	Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia (Agustus–Oktober 2023)	Studi potong lintang	100 siswi SMP (kelas 7) dari 13 sekolah di 6 kecamatan	1. Variabel tergantung: kejadian anemia 2. Variabel bebas: aktivitas fisik	2 bulan	Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara aktivitas fisik dan kejadian anemia ($p = 0,684$).

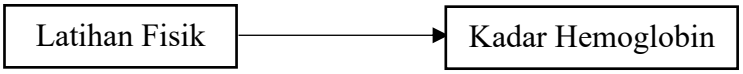
2.3 Kerangka teori



Gambar 1. Kerangka teori

BAB III
KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka konsep



Gambar 2. Kerangka konsep

3.2 Variabel penelitian

3.2.1 Variabel tergantung

Variabel tergantung pada penelitian ini adalah kadar hemoglobin.

3.2.2 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah latihan fisik.

3.3 Definisi operasional

Tabel 2. Definisi operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Mengukur	Hasil	Skala	Referensi
Latihan fisik	Setiap gerakan yang direncanakan, terstruktur, berulang, dan disengaja untuk meningkatkan atau mempertahankan kebugaran fisik.	Kuesioner	Pengisian kuesioner	1. Ya, jangka pendek: latihan fisik ≤4 minggu 2. Ya, jangka menengah: latihan fisik 5–11 minggu 3. Ya, jangka panjang: Latihan fisik ≥ 12 minggu 4. Tidak: tidak melakukan Latihan fisik	Ordinal	Rooney D, et al. (2023)[9]
Hemoglobin	Protein yang mengikat senyawa besi (Fe) untuk mengangkut oksigen (O_2) dari organ pernapasan ke seluruh tubuh dan menukarnya dengan karbon dioksida dari jaringan perifer untuk dikeluarkan melalui organ pernapasan.	Hb meter	Pengambilan darah kapiler	Laki-laki 1. Normal: 13–18 g/dL 2. Tidak normal: <13 g/dl Perempuan 1. Normal: 12–16 mg/dl 2. Tidak normal: <12 mg/dl	Ordinal	Kemenkes RI (2018)[6]

BAB IV
METODE

4.1 Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan studi observasional, yang berarti penelitian ini mencari hubungan antarvariabel satu dengan yang lainnya dan dilaksanakan hanya dengan melakukan suatu pengamatan tanpa ada perlakuan. Desain penelitian ini adalah desain potong lintang untuk menganalisis hubungan antara latihan fisik dengan kadar hemoglobin pada remaja, yang mana variabel bebas dan tergantung dinilai dalam satu kali pengukuran.

4.2 Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Menengah Atas X. Lokasi ini dipilih karena jumlah sampel yang dianggap cukup memadai dan sesuai dengan karakteristik inklusi untuk dilakukannya suatu penelitian. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober 2025.

4.3 Populasi dan sampel penelitian

4.3.1 Populasi penelitian

Populasi berfungsi sebagai sumber informasi. Populasi dalamm penelitian ini adalah siswa-siswi SMA X.

a. Populasi target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh remaja SMA X.

b. Populasi terjangkau

Populasi target dalam penelitian ini adalah siswa-siswi SMA X pada bulan Oktober 2025.

4.3.2 Sampel penelitian

Sampel adalah bagian dari populasi yang memenuhi kriteria yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

a. Kriteria inklusi
   - Siswa-siswi aktif SMA X.
   - Berusia 15–18 tahun saat dilakukannya penelitian.
   - Memberikan *informed consent* sebagai responden pada penelitian.

b. Kriteria eksklusi
   - Sedang menderita infeksi akut atau penyakit kronis.
   - Sedang menstruasi saat dilakukannya pemeriksaan.
   - Memiliki riwayat gangguan hematologi (polisitemia vera, talasemia).

4.3.3 Besar sampel

Besar sampel pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus populasi infinit dan populasi finit.

1. Rumus populasi infinit:

$$n_0 = \frac{\mathrm{Z} \propto^2 \times p \times q}{d^2}$$

Keterangan:

n_0 = Besar sampel optimal yang dibutuhkan

$Z_\propto$ = Tingkat kemaknaan dikehendaki adalah 95% dengan nilai 1,96

p = Prevalensi anemia pada kelompok umur 15–24 tahun (15,5%)

q = Prevalensi yang tidak memiliki anemia $(1 - p)$

d = Akurasi ketepatan pengukuran yang besarnya (0,05)

Dari keterangan di atas, dapat dibuat rumus besar populasi infinit dari penelitian ini:

$$n_0 = \frac{1{,}96^2 \times 0{,}155 \times (1 - 0{,}155)}{(0{,}05)^2}$$

$$n_0 = 201{,}26 = 202$$

Berdasarkan rumus di atas, besar sampel optimal adalah 202.

2. Rumus populasi finit:

$$n = \frac{n_0}{(1 + \frac{n_0}{N})}$$

Keterangan:

n = Besar sampel yang dibutuhkan untuk populasi finit

n_0 = Besar sampel dari populasi infinit ($n_0 = 202$)

N = Besar populasi remaja di SMA X ($N = 100$)

$$n = \frac{202}{(1 + \frac{202}{100})}$$

$$n = 66{,}89 = 67$$

Sampel finit pada penelitian ini adalah 67 dengan ditambahkan *drop out* sebesar 15% menjadi:

$$67 + 15\% = 77{,}05 = 78$$

Besar sampel yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah 78.

4.3.4 Pemilihan sampel

Sampel dipilih dengan cara *stratified random sampling*, yang merupakan teknik pengambilan sampel di mana populasi terlebih dahulu dibagi ke dalam beberapa subkelompok (strata) yang memiliki karakteristik homogen, dalam penelitian ini yaitu kelas. Setelah itu, sampel diambil secara acak dari masing-masing strata sesuai dengan proporsi atau ukuran yang telah ditentukan. Teknik ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap strata terwakili secara proporsional dalam sampel sehingga merepresentasikan keseluruhan populasi secara lebih akurat.

4.4 Bahan dan instrumen penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan data primer yang diambil secara berurutan berdasarkan kedatangan responden dengan memberikan

penjelasan secara langsung kepada masing-masing responden terkait dengan tujuan dan proses pengambilan data dengan menggunakan lembar kuesioner.

4.5 Analisis data

Pada peneliitian ini, pengolahan data menggunakan program Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versi 30.

4.5.1 Analisis univariat

Analisis univariat digunakan untuk melihat dan menganalisis data yang telah diperoleh dari hasil penelitian. Data yang telah diolah selanjutnya akan disajikan berupa tabel berdasarkan masing-masing variabel untuk dibuat bentuk persentasenya. Analisis ini digunakan untuk mengetahui gambaran distribusi variabel bebas (latihan fisik) dan variabel tergantung (kadar hemoglobin).

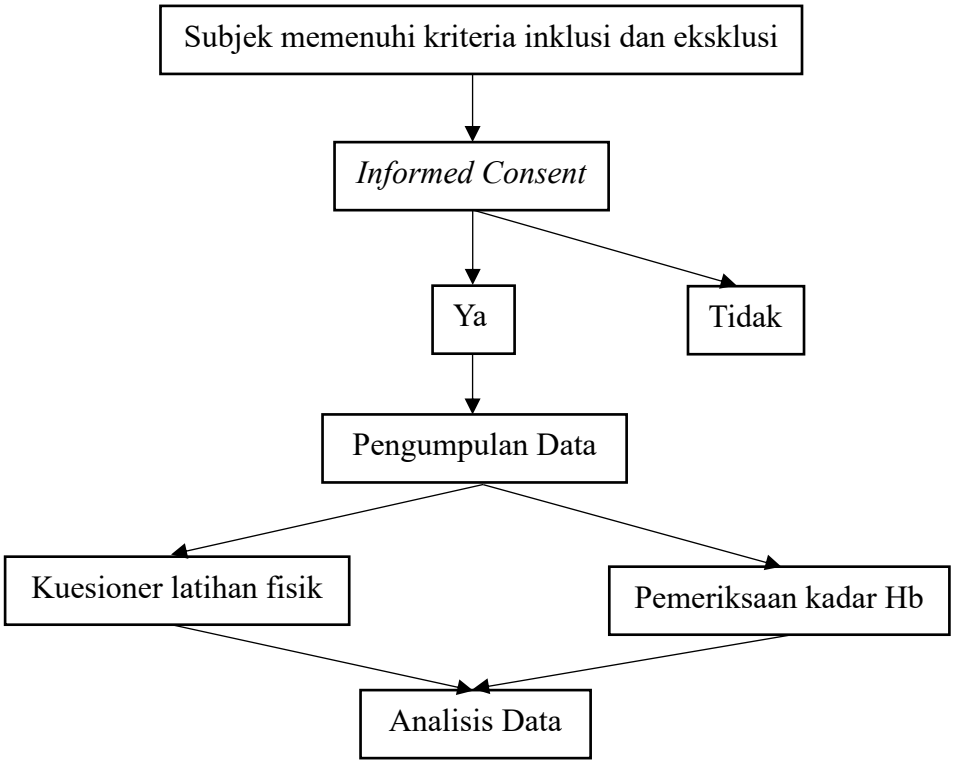
4.5.2 Analisis bivariat

Analisis bivariat merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara variabel bebas (latihan fisik) dan variabel tergantung (kadar hemoglobin). Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan uji statistik *chi-square* dengan derajat kepercayaan sebesar 95% dan *p-value* sebesar 5%. Chi-square (χ^2) adalah salah satu uji statistik non-parametrik yang digunakan untuk menguji hubungan antara 2 variabel kategorik dalam sebuah tabel kontingensi. Uji ini membandingkan frekuensi yang diamati (*observed*) dengan frekuensi yang diharapkan (*expected*) untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik. Jika nilai p (probability) <0,05, terdapat hubungan bermakna antara variabel bebas dan tergantung. Jika tidak memenuhi dengan *chi-square*, analisis akan menggunakan uji *Fisher's Exact*.

Uji *Fisher's Exact* adalah metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk menguji hubungan antara dua variabel kategorik dalam tabel kontingensi 2x2, terutama saat jumlah sampel kecil atau ketika asumsi uji *chi-square* tidak terpenuhi. Uji ini menghitung probabilitas secara tepat dari distribusi frekuensi yang diamati tanpa bergantung pada distribusi normal atau pendekatan asimtotik. Uji *Fisher's*

Exact sangat berguna ketika ada sel dengan frekuensi <5 karena dalam kondisi ini uji *chi-square* bisa memberikan hasil yang kurang akurat. Jika nilai p dari uji ini kurang dari batas signifikansi, yaitu <0,05, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan bermakna antara kedua variabel.

4.6 Alur kerja penelitian



Gambar 3. Alur kerja

4.7 Etika penelitian

Penelitian ini akan dilakukan setelah lolos kaji etik Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.

4.8 Penjadwalan penelitian

Tabel 3. Penjadwalan pelaksanaan penelitian

Kegiatan	WAKTU				
	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Pemilihan judul					
Penyusunan dan penyelesaian BAB I **(Pendahuluan)**					
Penyusunan dan penyelesaian BAB II (**Tinjauan Pustaka)**					
Penyusunan dan penyelesaian BAB III **(Kerangka konsep & definisi operasional)**					
Penyusunan dan penyelesaian BAB IV **(Metode)**					
Persiapan ujian					

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2014 tentang Upaya Kesehatan Anak. Jakarta; Kemenkes RI; 2014.
2. Mustari R, Marlina M, Sahirah S. Hubungan tingkat pengetahuan terhadap sikap remaja putri tentang perubahan fisik menghadapi pubertas di SMPN 1 Kota Palopo. SAINTEKES. 2024;3(1):1–9. Doi:10.55681/saintekes.v3i1.284.
3. Oktaviana N, Jariono G, Indarto P. Kajian kepustakaan : metode latihan fisik terhadap peningkatan kebugaran jasmani remaja. J Pendidikan. 2019;8(1):176–90.
4. Fauziah VS, Istianah T, Wilujeng O. Overview of hemoglobin levels in construction workers in Tanjungsari Village, Sukaresik District, Tasikmalaya Regency. 2022;2(1):1–5.
5. Rodwell VW, Bender D, Botham KM, *et al*. Harper's illustrated biochemistry. 31st ed. New York: McGraw Hill LLC; 2018.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Pedoman interpretasi data klinik. Jakarta: Kemenkes RI; 2011.
7. Prabandari AS, Sari AN, Pramonodjati F, *et al.* Edukasi pencegahan anemia dan pemeriksaan kadar hemoglobin pada remaja putri di Kelurahan Gedangan Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo. IJCE. 2023;5(2):138–43.
8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Survei kesehatan Indonesia (SKI) 2023 dalam angka. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan; 2023.
9. Rooney D, Gilmartin E, Heron N. Prescribing exercise and physical activity to treat and manage health conditions. Ulster Med J. 2023;92(1):9– 15.
10. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for Americans. 2nd ed. Washington, DC: HHS; 2018.
11. Matthews MJ, Kanungo S, Baker RJ, Kenter K. Exercise physiology: a review of established concepts and current questions. Physiologia. 2024;4(2):202–12.
12. Haase VH. Regulation of erythropoiesis by hypoxia-inducible factors. Blood Rev. 2013;27(1):41–53.
13. Park HY, Jung WS, Kim SW, Kim J, Lim K. Effects of interval training under hypoxia on hematological parameters, hemodynamic function, and

endurance exercise performance in amateur female runners in Korea. Front Physiol. 2022;13:1–9.

14. Millet GP. The authors reply: hypoxic training terminology: time for consensus? Sports Med. 2010;40:521–3.

15. Lundby C, Mazza O, Nielsen J, *et al*. Eight weeks of heavy strength training increases hemoglobin mass and VO_2peak in well-trained to elite female and male rowers. J Appl Physiol. 2024;136(1):1–12.

16. Arnab G, Kishore M. Acute Effect of Resistance Exercise on Hemoglobin Level (HBG) Among Physically Trained Boys. Journal of Sports Medicine and Therapy. 2025 Apr 18;10(2):027–30.

17. Patrisia S, Artawan IM, Buntoro IF, Woda RR. Relationship of physical activity with the incidence of anemia in junior high school adolescent girls in Kupang City. East Afr Scholars J Med Sci. 2025;8(5):147–52.

18. Satyender K, Dil S. Factors affecting haemoglobin levels in diverse populations: an in-depth analysis. Int J of Pharm Sci. 2024;2(7):2051–7.

19. Saptono T, Sumintarnisih, Saleh RAP. Perbandingan latihan aerobik dan anaerobik terhadap tingkat imunitas atlet bolavoli melalui physical fitness test. J Penjaskesrek. 2021;8(2):172–88.

20. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.

21. Chan JFW, Yuan S, Kok KH, *et al*. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. Lancet. 2020;395(10223):514–23.

22. Sepriadi, Jannah K, Eldawaty. The effect of jogging exercise to improve hemoglobin levels. J Phys Conf Ser. 2020.

23. Ahmed MH, Ghatge MS, Safo MK. Hemoglobin: structure, function and allostery. In: Subcell biochem. 2020. 94;345–82. Doi:10.1007/978-3-030-41769-7_14.

24. Semenza GL. Regulation of erythropoiesis by the hypoxia-inducible factor pathway: effects of genetic and pharmacological perturbations. Annu Rev Med. 2023;74:307–19. Doi:10.1146/annurev-med-042921-102602

25. Kanaujia S, Yadav AP. Effects of exercise intensity on hemoglobin levels in athletes: a study on perceived effort and blood adaptations. Int J Sports Health Phys Educ. 2024;6(1):273–4. Doi:10.33545/26647559.2024.v6.i1d.177.

LAMPIRAN

Lampiran 1. ***Dummy table***

Distribusi sosiodemografi dan karakteristik responden

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Usia (tahun)		
15 – 16		
17 - 18		
Jenis kelamin		
Laki – laki		
Perempuan		
Latihan fisik		
≤4 minggu		
5–11 minggu		
≥ 12 minggu		
Tidak		
Kadar hemoglobin (g/dL)		
Normal		
Anemia		

Hubungan antara latihan fisik dan kadar hemoglobin pada remaja

Variabel	**Kadar hemoglobin (g/dl)**				Nilai p
	Normal		Anemia		
	n	%	n	%	
Latihan fisik					
≤4 minggu					
5–11 minggu					
≥ 12 minggu					
Tidak					

Lampiran 2. Kuesioner latihan fisik

Kuesioner Latihan Fisik

A. Pertanyaan Umum

Identitas Responden

Nomor Register : .....

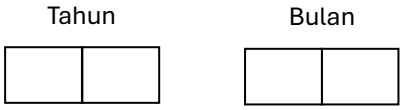
Nama : ..... Jenis Kelamin: Laki-laki/Perempuan

Alamat : .....

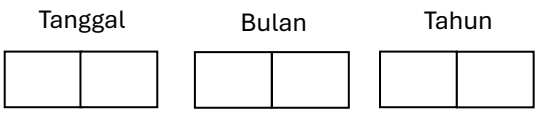
No. HP : .....

Lingkari pilihan sesuai jawaban yang diberikan!

1. Usia (tahun, bulan) :



2. Tanggal/bulan/tahun kelahiran :



3. Apakah dalam 1 minggu terakhir pernah didiagnosis menderita demam berdarah, pemyakit ginjal, anemia, atau gangguan darah lain (polisitemia vera, talasemia) atau mendapatkan transfusi darah?
   1) Ya 2) Tidak
4. Apakah Anda sedang menstruasi (bagi perempuan)?
   1) Ya 2) Tidak

B. Pertanyaan tentang Latihan Fisik

1. Apakah anda melakukan latihan fisik secara rutin?
   1) Ya 2) Tidak
2. Jika Ya, sejak kapan Anda melakukan latihan fisik secara rutin?
   1) ≤4 minggu 2) 5–11 minggu 3) ≥12 minggu

3. Jika Ya, dalam satu bulan terakhir, berapa kali dalam dalam 1 minggu Anda berolahraga?
   1) Tidak pernah 2) 1–2 kali 3) 3–5 kali
   4) 6–7 kali
4. Berapa lama durasi setiap kali Anda berolahraga?
   1) <30 menit 2) 30 menit–1 jam 3) >1 jam
5. Latihan fisik apa yang pernah Anda lakukan dalam satu bulan terakhir? (boleh dijawab lebih dari satu)?
   1) Senam 2) Lari 3) Jalan santai
   4) Lain-lain sebutkan…..

Pertanyaan berikutnya hanya dijawab bila Anda melakukan olahraga dalam satu bulan terakhir.

1. Saat Anda melakukan latihan fisik apakah anda masih dapat bernyanyi?
   1) Ya 2) Tidak
2. Saat anda melakukan latihan fisik apakah anda masih dapat berbicara dengan teman?
   1) Ya 2) Tidak
3. Setelah latihan fisik Apakah anda merasa lebih bugar?
   1) Ya 2) Tidak