

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Hemoglobin

a. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah suatu protein tetrametrik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein, yaitu senyawa porfirin besi yang disebut heme. Hemoglobin memiliki dua fungsi penting dalam tubuh manusia, yaitu pembawa oksigen ke jaringan dan pembawa karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ respirasi. Hemoglobin terdiri dari dua subunit polipeptida yang berlainan. Komponen yang terkandung dalam Hemoglobin yaitu protein, garam, besi, dan zat warna.

Mengacu pada WHO, kadar hemoglobin normal pada anak kisaran umur 5-11 tahun yakni <11,5g/dl, umur 12-14 tahun yakni <12,0g/dl, dan pada perempuan dengan usia diatas 15 tahun yakni >12,0 g/dl, dan laki-laki dengan usia diatas 15 tahun yakni >13,0 g/dl (Imas Saraswati 2021).

b. Kandungan Hemoglobin

Hemoglobin terdiri dari kata "haem" dan kata "globin", yaitu haem adalah Fe dan protoporfirin adalah mitokondria, kemudian globin adalah rantai asam amino (1 pasang rantai α dan 1 pasang non α). Hemoglobin didefinisikan sebagai protein globular yang

mengandung besi. Terbentuk dari 4 rantai polipeptida (rantai asam amino), yaitu 2 rantai alfa dan 2 rantai beta. Dari rantai tersebut terbuat dari 141-146 asam amino. Struktur setiap rantai polipeptida yang 3 dimensi dibentuk dari 8 heliks bergantian dengan 7 segmen non heliks.

Pada setiap rantai mengandung grup prostetik yang dikenal sebagai heme, yang berfungsi pada warna merah pada darah. Molekul heme mengandung cincin porphirin. Pada tengahnya, atom besi bivalen dikoordinasikan. Molekul heme ini dapat secara reversible dikombinasikan dengan satu molekul oksigen atau karbon dioksida. Hemoglobin mengikat empat molekul oksigen per tetramer (satu per subunit heme), dan kurva saturasi oksigen memiliki bentuk sigmoid (Anamisa 2021).

c. Proses pembentukan Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin terjadi di sumsum tulang belakang, melalui sel darah merah yang memasuki aliran darah sebagai retikulosit dari sumsum tulang selama 24 - 48 jam. Pada proses pematangan besi dibebaskan dari heme dan sebagian dibawa oleh plasma transferrin ke sumsum tulang untuk pembentukan sel darah merah baru dengan kurun waktu 5-9 hari (Khofifah dan Mardiana 2023). Sel darah merah berusia 120 hari, sel darah merah menjadi lebih rapuh dan kaku saat mereka menua, dan akhirnya sel darah merah pecah. Sebagian besar fagositosis hemoglobin terjadi di

limpa, sumsum tulang, dan hati, dan kemudian direduksi menjadi heme dan globin, tempat globin kembali ke sumber asam amino(Yusrin, Ananti dan Merida 2023).

Hemoglobin dalam sel darah merah mengangkut oksigen ke seluruh tubuh dari paru-paru dan menukarkannya dengan karbondioksida dari jaringan, yang kemudian dilepaskan melalui paru-paru. Agar eritrosit dapat melakukan fungsinya dengan baik, setiap eritrosit mengandung 640 juta molekul hemoglobin. Dua jalur sintesis, sintesis heme dan sintesis rantai globin, bertemu untuk membentuk hemoglobin(Ernawati 2023).

d. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein eritrosit yang berfungsi penting sebagai transport oksigen dan karbondioksida antara paru-paru dan jaringan. Terdapat dua pengangkutan penting dalam tubuh manusia. Hemoglobin adalah pengangkutan oksigen ke jaringan - jaringan tubuh dan pengangkutan karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ respirasi(Atik, Susilowati dan Kristinawati 2022).

Molekul oksigen berfungsi sarana pengikat oksigen pada tetramer yang sama. Pengikatan oksigen berlangsung lebih mudah jika oksigen sudah ada. Hemoglobin menunjukkan kinetika pengikatan komparatif, suatu sifat yang memungkinkan hemoglobin mengikat oksigen dalam jumlah besar pada organ respirasi dan

memberikan oksigen dalam jumlah sebanyak mungkin pada partial oksigen jaringan perifer.

Hemoglobin mengikat 2 proton saat kehilangan 4 molekul oksigen kemudian berpengaruh pada kemampuan pendaparan darah. Dalam paru – paru , proses ini berlangsung terbalik yaitu seiring oksigen berikatan dengan hemoglobin yang berada dalam keadaan tanpa oksigen (deoksigenasi), proton dilepas dan bergabung dengan bikarbonat sehingga terbentuk asam karbonat. dengan bantuan enzim karbonik anhidrase, asam karbonat membentuk gas CO² yang kemudian dihembuskan keluar(Anamisa 2021).

e. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

Pemeriksaan kadar hemoglobin berfungsi untuk mengetahui tingkat anemia, respons terhadap terapi anemia, atau perkembangan penyakit yang berhubungan dengan anemia (Atik et al. 2022).

1) Metode Sahli

Di Indonesia Pemeriksaan kadar hemoglobin yang biasa digunakan adalah metode Sahli. Metode ini memiliki tingkat kesalahan sebesar 10% - 15%(Laila, Zainar dan Fitri 2021). Hb Sahli atau biasa disebut Haemoglobinometer adalah satu cara pemeriksaan hemoglobin secara visual berdasarkan satuan warna (*colorimetric*). Membandingkan warna sampel darah dengan warna merah standar merupakan prosedur pemeriksaan yang dilakukan. Pemeriksaan Hb dengan menggunakan metode

Hb Sahli lebih mudah, ekonomis akan tetapi masih bersifat subjektif karena hasil diperoleh dengan mata telanjang. Hal ini karena tidak semua hemoglobin berubah menjadi hematin asam dan kemampuan untuk membedakan warna tidak sama(Kusumawati et al. 2018).

2) Metode Tallquist

Metode Tallquist untuk menilai anemia memiliki validitas dan akurasi diagnostik yang relatif tinggi. Metode ini dapat mendeteksi anemia ringan hingga sedang dengan cara yang dapat diandalkan dan sebanding dengan metode standar lainnya seperti hematokrit dan hemoglobin sianida.

Karena Hb bertanggung jawab untuk memberikan warna merah pada eritrosit, pemeriksaan ini didasarkan pada warna darah. Karena konsentrasi Hb dalam darah sebanding dengan warna merah darah, pemeriksaan ini dilakukan dengan membandingkan warna merah darah dengan warna standar yang sudah diketahui konsentrasi hemoglobin dalam satuan persen. Standar warna Tallquist memiliki sepuluh gradasi dari merah muda hingga merah tua, dengan rentang 10% hingga 100%, dan setiap gradasi memiliki selisih 10%.

Metode ini tidak banyak digunakan lagi karena tingkat kesalahan pemeriksaan mencapai tiga puluh hingga lima puluh persen, dan salah satu faktor kesalahannya adalah standar warna

yang tidak stabil (tidak dapat mempertahankan warna aslinya) dan mudah memudar karena standar tersebut berasal dari warna yang ditulis dalam kertas (Alsayed 2020).

3) Metode Tembaga Sulfat (CuSO_4)

Penetapan kadar hemoglobin dengan metode cupri sulfat didasarkan pada prinsip densitometri, di mana perbedaan berat jenis antara darah dan larutan tembaga sulfat menjadi indikator kadar hemoglobin. Interaksi antara hemoglobin dan tembaga sulfat membentuk kompleks yang stabil, sehingga memungkinkan pengamatan visual terhadap pergerakan tetesan darah dalam larutan. Metode ini, meskipun bersifat kualitatif, memberikan informasi cepat mengenai status hemoglobin dan sering digunakan sebagai skrining awal, terutama dalam transfusi darah. (Rahmah dan Chairunnissa 2021).

4) Metode sianmethemoglobin.

Metode sianmethemoglobin merupakan metode referensi dalam kuantifikasi hemoglobin, memiliki keunggulan dalam hal kemudahan dan akurasi dibandingkan metode Sahli. Prinsip metode ini didasarkan pada pembentukan senyawa sianmethemoglobin yang stabil dan berwarna, yang intensitas warnanya berbanding lurus dengan konsentrasi hemoglobin. Reagen Drabkin, yang mengandung senyawa sianida dan ferisianida, berperan sebagai agen konversi hemoglobin

menjadi sianmethemoglobin. Kesalahan sistematis dapat terjadi akibat variasi dalam kualitas reagen, kalibrasi spektrofotometer, dan teknik pengukuran (Supriyatin, Solikhah dan Prambudi 2024).

5) Metode *Point of Care Testing* (POCT)

Pemeriksaan *Point of Care Testing* (POCT) ialah alat kesehatan digital multicheck yang digunakan untuk mengukur hemoglobin. Metode ini banyak digunakan oleh layanan kesehatan karena mudah dibawa kemana-mana, mudah dioperasikan dan biaya pemeriksaan yang terjangkau. *Point of Care Testing* (POCT) adalah sistem pemantauan hemoglobin darah yang dirancang untuk pengukuran kuantitatif dalam kapiler darah. Pengukuran ini didasarkan pada penentuan perubahan arus yang disebabkan oleh reaksi dari hemoglobin dengan reagen pada elektroda strip. Ketika sampel darah menyentuh area target sampel strip, darah secara otomatis ditarik ke zona reaksi strip. Hasil tes akan ditampilkan setelah 6 detik untuk hemoglobin (Tambunan dan Maritalia 2023).

Penetapan status anemia dapat dilakukan melalui pengukuran kadar hemoglobin (Hb) dalam darah. Hemoglobin merupakan komponen utama sel darah merah yang berperan dalam transportasi oksigen. Penurunan kadar Hb di bawah rentang referensi mengindikasikan adanya defisiensi eritrosit atau hemoglobin, yang

secara klinis dikenal sebagai anemia. Batas bawah normal kadar hemoglobin bervariasi berdasarkan jenis kelamin, dengan nilai rujukan untuk wanita dewasa umumnya berkisar antara 12-14 g/dL dan untuk pria dewasa berkisar antara 14-16 g/dL (Anamisa 2021).

2. Anemia

a. Definisi Anemia

Anemia merupakan suatu kondisi medis di mana jumlah sel darah merah atau kandungan hemoglobin di dalamnya berada di bawah tingkat normal. Hemoglobin, sebagai protein pembawa oksigen dalam darah, sangat dibutuhkan oleh tubuh. Ketika kadar hemoglobin rendah, kemampuan darah untuk mengangkut oksigen ke jaringan tubuh menjadi berkurang. Akibatnya, muncul berbagai gejala seperti kelelahan, kelemahan, pusing, dan sesak napas. Kebutuhan hemoglobin optimal bervariasi antar individu dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, lingkungan tempat tinggal, kebiasaan merokok, dan status kehamilan. Anemia merupakan masalah kesehatan yang cukup umum, terutama pada remaja, dan seringkali disebabkan oleh kekurangan nutrisi atau kehilangan darah akibat menstruasi (Dianita 2024).

Remaja perempuan paling berpotensi terkena anemia. Karena para remaja sering mengalami kekurangan zat besi dan konsumsi gizi tidak seimbang antara karbohidrat, protein, zat besi, mineral,

lemak, vitamin, dan komponen lainnya. Kemudian pola konsumsi makanan berkontribusi terhadap anemia(Sri Widayati et al. 2024).

b. Tanda dan gejala anemia

Anemia, atau kurang darah, adalah kondisi di mana jumlah sel darah merah atau hemoglobin dalam tubuh lebih rendah dari normal. Kondisi ini dapat menyebabkan berbagai gejala yang mengganggu aktivitas sehari-hari.

Gejala Umum Anemia:

- 1) Kelelahan dan lemas: Gejala paling sering karena tubuh kekurangan oksigen yang cukup untuk menunjang aktivitas sehari-hari.
- 2) Kulit pucat: Hemoglobin berfungsi memberi warna merah pada darah, sehingga saat kadarnya rendah, kulit akan terlihat pucat, terutama pada wajah, telapak tangan, dan bagian dalam kelopak mata.
- 3) Pusing dan sakit kepala: Kekurangan oksigen ke otak dapat menyebabkan pusing dan sakit kepala.
- 4) Sesak nafas: Aktivitas fisik ringan saja dapat menyebabkan sesak napas karena tubuh kekurangan oksigen.
- 5) Jantung berdebar: Jantung bekerja lebih keras untuk memompa darah ke seluruh tubuh guna mengimbangi kekurangan oksigen.

- 6) Kulit dan rambut kering: Anemia dapat mempengaruhi kesehatan kulit dan rambut, membuatnya menjadi kering dan rapuh.
- 7) Lidah bengkak dan mulut terasa sakit: Anemia dapat menyebabkan perubahan pada lidah, seperti menjadi bengkak atau terasa sakit.
- 8) Tangan dan kaki dingin: Pembuluh darah menyempit sebagai respons terhadap kekurangan oksigen, sehingga ujung-ujung tubuh seperti tangan dan kaki terasa dingin.

Gejala Lain yang Mungkin Muncul:

- 1) Mudah marah dan sulit berkonsentrasi: Kekurangan oksigen ke otak dapat mempengaruhi suasana hati dan kemampuan kognitif.
- 2) Nyeri dada: Terjadi karena jantung bekerja lebih keras.
- 3) Kram otot: kurang oksigen di otot dapat menyebabkan kram.
- 4) Mata berkunang-kunang: Terjadi karena aliran darah ke mata berkurang(Yulita et al. 2020).

c. Penyebab anemia

Anemia dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk pola menstruasi, asupan nutrisi yang tidak seimbang, infeksi parasit seperti cacing, kebiasaan konsumsi minuman tertentu seperti teh atau kopi setelah makan, kurang tidur, defisiensi vitamin C, dan faktor sosial ekonomi. Risiko anemia pada remaja putri lebih tinggi

dibandingkan remaja laki-laki karena kehilangan darah selama menstruasi dapat menurunkan kadar hemoglobin. Hemoglobin adalah protein dalam sel darah merah yang berfungsi membawa oksigen. Makanan yang kaya zat besi sangat penting untuk membantu tubuh memproduksi sel darah merah baru dan meningkatkan kadar hemoglobin.

Selain itu, kebiasaan mengonsumsi kopi, teh, atau makanan tinggi tanin seperti kacang-kacangan tertentu setelah makan dapat menghambat penyerapan zat besi dari makanan. Zat besi merupakan mineral penting untuk pembentukan hemoglobin, komponen utama sel darah merah yang berfungsi membawa oksigen ke seluruh tubuh. Kurangnya asupan zat besi akan menghambat produksi sel darah merah dan menyebabkan anemia. Selain itu, kurang tidur juga dapat memengaruhi produksi sel darah merah dan memperparah kondisi anemia.

Vitamin C merupakan kofaktor penting dalam proses penyerapan zat besi non-heme dari saluran pencernaan. Defisiensi vitamin C dapat menghambat penyerapan zat besi, sehingga meningkatkan risiko terjadinya anemia defisiensi besi. Selain itu, keterbatasan akses terhadap makanan sumber zat besi hewani, seperti daging merah, pada kelompok masyarakat dengan status sosial ekonomi rendah juga merupakan faktor risiko yang signifikan untuk terjadinya anemia (Elisa et al. 2023).

d. Pencegahan anemia

Upaya pencegahan dan penanggulangan anemia dilakukan dengan memberikan asupan zat besi yang cukup ke dalam tubuh untuk meningkatkan pembentukan hemoglobin. Upaya yang dapat dilakukan adalah:

1. Meningkatkan asupan makanan sumber zat besi

Untuk mencegah dan mengatasi anemia, kita perlu meningkatkan konsumsi makanan yang kaya zat besi. Makanan hewani seperti daging, ikan, dan hati adalah sumber zat besi yang baik. Selain itu, kita juga perlu mengonsumsi sayuran hijau dan kacang-kacangan, meskipun penyerapan zat besinya tidak sebaik dari sumber hewani. Agar tubuh bisa menyerap zat besi dari makanan nabati dengan lebih baik, kita perlu mengonsumsi buah-buahan yang mengandung vitamin C seperti jeruk dan jambu. Perlu diingat bahwa penyerapan zat besi bisa terganggu oleh zat lain seperti tanin, fosfor, kalsium, dan serat.

2. Fortifikasi bahan makanan dengan zat besi

Fortifikasi makanan adalah cara untuk membuat makanan menjadi lebih bergizi dengan menambahkan zat gizi seperti vitamin dan mineral. Proses ini biasanya dilakukan oleh industri makanan, jadi saat membeli makanan, kita bisa cek label kemasannya untuk tahu apakah makanan tersebut sudah ditambahkan zat gizi tambahan.

Di Indonesia, banyak makanan seperti tepung terigu, beras, minyak goreng, mentega, dan beberapa jenis makanan ringan sudah diperkaya dengan zat besi. Selain itu, kita juga bisa menambahkan zat besi dan vitamin lainnya ke makanan rumahan dengan menggunakan bubuk suplemen gizi.

3. Suplementasi zat besi

Ketika makanan yang kita konsumsi tidak cukup menyediakan zat besi yang dibutuhkan tubuh, kita perlu mengonsumsi suplemen zat besi. Pemberian suplemen zat besi secara rutin dalam jangka waktu tertentu bertujuan untuk meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah dengan cepat, dan juga untuk menambah cadangan zat besi dalam tubuh.

Di Indonesia, pemerintah memberikan Tablet Tambah Darah (TTD) kepada ibu hamil dan wanita usia subur. Pemberian TTD ini bertujuan untuk mencegah anemia dan meningkatkan kadar zat besi dalam tubuh (Kemenkes 2018).

3. Remaja

a. Definisi Remaja

Menurut WHO, remaja memiliki rentang usia antara 10-19 tahun sedangkan menurut peraturan menteri kesehatan RI Nomor 25 tahun 2014, remaja memiliki rentang usia 10 - 18 tahun (Astuti 2023). Remaja merupakan seseorang yang berada pada masa perkembangan yang biasa disebut dengan masa "*adolensi*" (masa

remaja masa menuju kedewasaan). Masa *adolensi* biasa disebut masa “*physiological learning*” dan “*sosial learning*”, pada masa ini remaja sedang mengalami pematangan sosial. Remaja berperan penting dalam pembangunan dan perkembangan suatu bangsa, karena remaja yang sehat adalah investasi masa depan. Masalah kesehatan merupakan salah satu yang menjadi beban pada remaja (Dianita 2024).

Menurut Powel, masa remaja digolongkan *pre adolescence, from ten to twelve years; early adolescence from thirteen to sixteen, and late adolescence, from seventeen to twenty one years*. Sedangkan menurut WHO bahwa batas usia 10-20 tahun sebagai batasan usia remaja (Wardhani dan Suryanti 2020). Remaja mengalami pertumbuhan kognitif, fisik dan psikososial yang pesat. Hal ini mempengaruhi cara berfikir mereka, menentukan Keputusan dan cara berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Masa remaja ini salah satu tahap kehidupan yang sehat, ada banyak kematian, penyakit dan cedera pada masa remaja. masa remaja akan membentuk pola perilaku seperti pola makan, aktivitas fisik (Dianita 2024).

b. Kebutuhan zat besi Remaja

Selama masa remaja, kebutuhan zat besi meningkat secara signifikan pada anak laki-laki dan perempuan karena perluasan volume darah total, peningkatan massa tubuh tanpa lemak, dan

timbulnya menstruasi pada wanita muda. Dalam standar AKG, anak di atas satu tahun membutuhkan rata-rata asupan zat besi sebanyak 7-10 miligram per hari. Adapun remaja berusia di atas 12 tahun perlu memenuhi kebutuhan rata-rata zat besi paling tidak 11-15 miligram per hari dan perempuan membutuhkan zat besi lebih banyak. Perempuan dewasa di atas 18 tahun membutuhkan rata-rata 18 miligram zat besi, sedangkan laki-laki 9 miligram (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 2019).

c. Tahap Perkembangan Remaja

Masa remaja sesuai dengan tahun-tahun sekolah menengah. Masa remaja adalah fase dimana mereka mengumpulkan banyak minat karena karakteristik spesifik dan peranannya penting dalam kehidupan orang-orang dalam masyarakat dewasa. Perkembangan remaja dibagi menjadi dua fase, yaitu sebagai berikut :

1) Masa remaja awal (11 - 14 tahun)

Pada tahap ini, individu mulai meninggalkan peran seorang anak dan berusaha untuk berkembang sebagai individu yang berbeda yang mencoba mandiri dari orangtuanya. Individu ini mencoba menerima bentuk dan kondisi fisik, serta penyesuaian diri yang signifikan dengan teman sebaya adalah titik fokus dari tahap ini.

2) Masa remaja pertengahan (14-17 tahun)

Kapasitas kognitif baru muncul pada tahap ini. Remaja pada usia ini sangat membutuhkan teman. Teman sebaya terus memiliki peran penting, Remaja juga telah mampu menjadi lebih mandiri. Remaja mulai mencapai kematangan perilaku, belajar mengatur impulsivitas, dan membuat penilaian awal tentang tujuan karir yang akan dicapai selama periode ini. Selain itu penerimaan dari lawan jenis menjadi sangat penting bagi individu.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa. Terdapat fase-fase perkembangan pada remaja. Pada tahap awal perkembangan remaja, mereka masih bingung tentang apa yang terjadi, dan mereka masih gelisah dengan perubahan fisik dan psikologis dalam diri sendiri. Namun, selama tahap pertengahan dari pertumbuhan remaja, remaja lebih merasa nyaman dengan keadaan mereka dan mulai percaya bahwa mereka memiliki teman dan pengalaman yang sama dengan teman sebaya lainnya(Suryana et al. 2022).

d. Perubahan Fisik Remaja Putri

Pada masa remaja terjadi pertumbuhan dan perkembangan. mereka mengalami perubahan bentuk badan, sikap, cara berfikir dan bertindak. Remaja sudah tidak dianggap seperti anak-anak akan tetapi mereka juga belum dikatakan orang dewasa yang memiliki

kematangan pikiran. Kehidupan perasaan dan emosi remaja mengalami masa-masa perubahan tingkah laku dan pola pikir.

Pada periode perkembangan inilah terkadang terjadi tindakan-tindakan mengejutkan, letupan-letupan emosional yang menggebu-gebu, sehingga sering mengalami perubahan dalam perbuatannya seperti misalnya saat belajar mula-mula ia sangat bergairah namun tiba-tiba ia menjadi enggan dan malas.

1) Perubahan Eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar, seperti kesehatan, faktor gizi, hubungannya dengan kondisi sosial ekonomi keluarga dan faktor lingkungan.

a) Tinggi Badan

Anak perempuan rata-rata tinggi badan yang matang antara usia tujuh belas sampai delapan belas tahun, dan rata-rata anak laki-laki kira-kira pada usia delapan belas tahun sampai Sembilan belas tahun. Anak yang pada masa bayi diberi imunisasi memiliki kemungkinan lebih tinggi dibandingkan dengan bayi yang tidak diberi imunisasi, karena anak yang tidak diberi imunisasi itu biasanya lebih banyak menderita sakit sehingga cenderung memperlambat pertumbuhan.

b) Berat Badan

Perubahan berat badan mengikuti jadwal yang sama dengan perubahan tinggi. Berat badan mengacu pada pengukuran massa tubuh, dinyatakan dalam bentuk kilogram, dan digunakan untuk menilai gangguan makan seseorang. Berat badan dapat ditentukan menggunakan grafik pertumbuhan untuk anak-anak dan remaja atau dengan menghitung indeks massa tubuh (IMT) untuk orang dewasa.

c) Proporsi Tubuh

Pertambahan tinggi badan dan berat badan berhubungan juga dengan proporsi tubuh. Seperti bagian-bagian tubuh tertentu yang dulunya kecil saat masa anak-anak, namun saat remaja berubah menjadi besar. Hal ini dapat dilihat dengan jelas pada pertumbuhan tangan dan kaki, yang sering tidak proporsional. Perubahan lain dalam proporsi tubuh juga terlihat pada perubahan ciri-ciri wajah, pada wajah anak-anak mulai berubah. Terjadi perubahan struktur kerangka pertumbuhan otot. Pertumbuhan otot berkembang seiring dengan bertambahnya tinggi badan. Pertumbuhan otot laki-laki lebih cepat karena laki laki memiliki lebih banyak jaringan otot.

d) Organ Seksual

Pada akhir masa remaja organ seks pria maupun organ seks wanita mencapai ukuran yang matang, namun fungsinya belum matang hingga beberapa tahun kemudian. Perbedaan perkembangan antara kedua jenis seks tidak tampak jelas. Yang dapat terlihat adalah kecepatan dalam pertumbuhan jasmaniah. Pada waktu lahir, anak laki-laki lebih besar dari perempuan, tetapi anak perempuan lebih cepat perkembangannya. Anak perempuan umumnya lebih cepat dalam mencapai kedewasaannya daripada anak laki-laki. Anak perempuan pada cenderung lebih cepat mencapai kematangan seksnya sekitar satu atau dua tahun lebih awal, dan fisiknya juga lebih cepat besar dari pada anak laki-laki. Hal ini jelas pada anak umur 9 sampai 12 tahun.

2) Perubahan Internal

Perubahan yang terjadi dalam organ dalam tubuh remaja dan tidak tampak dari luar, perubahan tersebut adalah:

a) Sistem Pencernaan

Perut menjadi lebih panjang dan tidak lagi terlampau berbentuk pipa, usus bertambah panjang dan bertambah besar, otot-otot di perut dan dinding-dinding usus menjadi

lebih tebal dan lebih kuat, hati bertambah berat dan kerongkongan bertambah panjang.

b) Sistem Peredaran Darah

Jantung tumbuh selama masa remaja pada 17 – 18 tahun, beratnya dua belas kali berat pada waktu lahir. Panjang dan tebal dinding pembuluh darah meningkat dan mencapai tingkat kematangan jika jantung sudah matang.

c) Sistem pernafasan

Kapasitas paru-paru remaja perempuan hampir matang pada usia tujuh belas tahun remaja laki- laki mencapai tingkat kematangan beberapa tahun kemudian.

d) Sistem Endokrin

Gonad yang meningkat pada masa puber menyebabkan ketidak seimbangan sistem endokrin pada awal masa puber. Kelenjar seks berkembang cepat dan berfungsi, namun belum mencapai ukuran matang hingga akhir masa remaja atau awal masa dewasa.

e) Jaringan Tubuh

Perkembangan kerangka tubuh berhenti pada usia delapan belas. Jaringan, selain tulang, terus berkembang sampai tulang mencapai ukuran matang, khususnya bagi perkembangan jaringan otot(Izzani, Octaria dan Linda 2024).

4. Daun Kelor

a. Definisi Daun Kelor

Tanaman daun kelor atau *Moringa oleifera* merupakan jenis tanaman lokal yang mempunyai banyak khasiat salah satunya mempunyai efek laktogogum atau dapat meningkatkan produksi asi karena dalam daun kelor mengandung senyawa fitosterol (Simbolon 2022).

Daun kelor adalah tanaman lokal yang sudah lama dikenal masyarakat karena kaya akan nutrisi dan memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Penelitian menunjukkan bahwa daun kelor mengandung banyak vitamin (A, B, C), kalsium, kalium, zat besi, dan protein dalam jumlah yang sangat tinggi. Zat-zat gizi ini sangat mudah diserap oleh tubuh manusia.

Kandungan zat besi dalam daun kelor sangat tinggi, bahkan 25 kali lebih tinggi dibandingkan bayam. Oleh karena itu, daun kelor sangat potensial untuk mengatasi masalah anemia, terutama pada remaja. Penelitian juga menunjukkan bahwa tepung daun kelor mengandung zat besi hingga 28,2 mg per 100 gram (Hastuty dan Nitia 2022).

Tanaman kelor adalah tumbuhan yang bisa tumbuh dengan baik di daerah tropis seperti Indonesia. Pohon ini bisa hidup di berbagai ketinggian, mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 700 meter di atas permukaan laut. Kelor termasuk tanaman yang

kuat dan tahan terhadap cuaca panas dan kering. Bahkan, kelor bisa bertahan hidup tanpa air selama 6 bulan. Selain itu, tanaman ini mudah dibudidayakan dan tidak memerlukan perawatan yang rumit.

Di Indonesia, tanaman kelor memiliki banyak nama di berbagai daerah. Contohnya, di Jawa disebut kelor, di Madura disebut maronggi, dan di Sumatera disebut murung atau barunggai. Kelor berasal dari keluarga tumbuhan Moringaceae yang berasal dari wilayah India, Pakistan, Bangladesh, dan Afganistan (Marhaeni 2021).

b. Manfaat Daun Kelor

Di antara banyak tanaman yang tumbuh di sekitar kita, kelor adalah salah satu yang sangat istimewa. Kelor sering disebut sebagai "pohon ajaib" karena memiliki banyak sekali manfaat bagi kesehatan. Tanaman ini secara alami mengandung banyak sekali nutrisi dan zat gizi yang sangat baik untuk tubuh (Marhaeni 2021).

Daun kelor memiliki banyak manfaat, antaranya adalah:

1) Bidang Kesehatan

Daun kelor pada daun kelor ini bisa menjadi bahan baku membuat teh herbal, yang mana pemanfaatannya adalah daun kelor kering, membuat kapsul dalam bentuk tablet, dan bisa digunakan untuk beberapa penyakit pada tubuh.

2) Bidang kecantikan

Bidang kecantikan untuk membuat skincare dengan bahan daun kelor dan biji kelor, dengan manfaat untuk kulit untuk melindungi kulit dari efek kekeringan, radiasi ultra violet, dan oksidasi terhadap kulit.

3) Lingkungan

Tanaman kelor bisa menjadi upaya untuk penghijauan lingkungan rumah, karena perubahan lingkungan dapat terjadi selain karena faktor alam juga karena perilaku manusia sehingga diperlukan tindakan pelestarian lingkungan.

4) Bahan pangan

Bahan pangan dapat membuat berbagai jenis makan seperti tepung kelor, pudding. Keripik, bolu, dan juga eskrim

c. Kandungan Daun Kelor

Kelor atau *Moringa oleifera* adalah tanaman yang sangat kaya nutrisi. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan kelor sebagai makanan alternatif untuk mengatasi masalah kekurangan gizi. Daun kelor segar mengandung vitamin C yang jauh lebih banyak dibandingkan jeruk, vitamin A lebih banyak dari wortel, kalsium lebih banyak dari susu, kalium lebih banyak dari pisang, dan protein lebih banyak dari yoghurt.

Tepung kelor juga mengandung zat besi yang sangat tinggi, bahkan 25 kali lebih banyak dibandingkan bayam. Zat besi dari tepung kelor juga lebih mudah diserap oleh tubuh kita. Selain zat besi, tepung kelor juga kaya akan berbagai vitamin dan mineral lainnya. Dari kandungan nutrisinya yang lengkap, kelor sangat bermanfaat untuk mengatasi berbagai masalah kekurangan gizi (Kemenkes 2018)

100 gram daun kelor kering mengandung beragam zat seperti protein 27,1 g, lemak 2,3 g, betakaroten (vitamin A) sebanyak 18,9 mg, Thiamin (vitamin B1) sebanyak 2,64 mg, riboflavin (vitamin B2) sebanyak 20,05 mg, vitamin C sebanyak 17,83 mg, kalsium sebanyak 2,003 mg, kalori sebanyak 205 kal, karbohidrat sebanyak 38,2 g, serat 19,2 g dan zat besi sebanyak 28,2 mg. Dapat disimpulkan dalam 500 mg ekstrak kapsul daun kelor terdapat 141 mcg kandungan zat besi. Studi menunjukkan daun kelor menunjukkan efek positif pada parameter darah seperti jumlah trombosit, kadar hemoglobin, volume sel darah merah dan lain-lain (Rismawati et al. 2021).

Dosis pemberian ekstrak kapsul daun kelor berupa 500 mg per kapsul 1x minum dengan jumlah konsumsi 2 x 1 kapsul perhari dengan total asupan zat besi 28,2 mg per hari, dikali 14 hari pemberian dengan total 394,8 mg zat besi. Ekstrak kapsul daun kelor

ini merupakan produk dari CV. Syifa Herbal Alami, di Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Dengan nomor BPOM : TR 203 337 811.

d. Kontraindikasi Daun Kelor

Dalam beberapa penelitian, meskipun daun kelor memiliki beberapa manfaat kesehatan, namun daun kelor memiliki efek samping jika dikonsumsi secara berlebihan atau tidak tepat. Efek samping dari mengonsumsi daun kelor meliputi:

- 1) Daun kelor memiliki sifat pencahar, jika dikonsumsi dalam jumlah banyak dapat menyebabkan sakit perut, distensi gas, diare, dan mual.
- 2) Jika kita tidak menyukai rasanya atau makan terlalu banyak, daun kelor dapat mengaktifkan refleks muntah dan merasa mual.
- 3) Bahan kimia yang terdapat di bagian akar, bunga, dan kulit kayu kelor dapat menyebabkan kontraksi rahim pada ibu hamil dan meningkatkan risiko keguguran.
- 4) Orang yang menggunakan obat pengencer darah, seperti Warfarin, perlu menghindari konsumsi daun kelor karena akan menimbulkan komplikasi kesehatan.
- 5) Ekstrak dari biji kelor dapat menyebabkan toksisitas pada sel kekebalan tubuh.

Seseorang yang sedang menjalani perawatan dan meminum obat medis juga harus menghindari mengkonsumsi daun kelor. Untuk orang yang menderita penyakit tiroid, senyawa daun kelor memang dapat membantu fungsi tiroid, tetapi tidak boleh dikonsumsi secara bersamaan dengan obat tiroid lainnya. Selain itu, tidak disarankan untuk mengonsumsi daun kelor bersamaan dengan obat diabetes, darah tinggi, dan obat yang mudah dipecahkan oleh hati karena dapat menyebabkan komplikasi.

5. Tablet tambah darah

a. Definisi TTD

Tablet tambah darah adalah suplemen gizi yang mengandung senyawa zat besi yang setara dengan 60 mg besi elemental dan 400 mcg asam folat. Kesetaraan besi elemental dan tingkat bioavailabilitasnya berbeda berdasarkan senyawa besi yang digunakan. Oleh karenanya, TTD program dan TTD mandiri harus mengacu pada ketentuan tersebut (Kemenkes 2018).

b. Panduan pemerintah mengenai pemberian TTD

Berdasarkan penelitian di Indonesia dan di beberapa negara lain tersebut, maka pemerintah menetapkan kebijakan program pemberian TTD pada rematri dan WUS dilakukan setiap 1 kali seminggu dan sesuai dengan Permenkes yang berlaku. Pemberian TTD untuk rematri dan WUS diberikan secara *blanket approach*.

Blanket Approach atau dalam bahasa Indonesia berarti “pendekatan selimut”, berusaha mencakup seluruh sasaran program. Dalam hal ini, seluruh rematri dan WUS diharuskan minum TTD untuk mencegah anemia dan meningkatkan cadangan zat besi dalam tubuh tanpa dilakukan skrining awal pada kelompok sasaran.

Rencana Strategis Kementerian Kesehatan RI tahun 2015-2019 menargetkan cakupan pemberian TTD pada rematri secara bertahap dari 10% (2015) hingga mencapai 30% (2019). Diharapkan sektor terkait di tingkat pusat dan daerah mengadakan TTD secara mandiri sehingga intervensi efektif dengan cakupan dapat dicapai hingga 90%(Kemenkes 2018).

c. Dosis pemberian TTD

Pemberian TTD dengan dosis yang tepat dapat mencegah anemia dan meningkatkan cadangan zat besi di dalam tubuh. Pemberian TTD dilakukan pada remaja putri mulai dari usia 12-18 tahun di institusi Pendidikan (SMP dan SMA atau yang sederajat) melalui UKS. Dosis pencegahan dengan memberikan satu tablet tambah darah setiap minggu selama 52 minggu(Kemenkes RI 2020).

Rekomendasi global menganjurkan untuk daerah dengan prevalensi anemia $\geq 40\%$, pemberian TTD pada rematri dan WUS terdiri dari 30-60 mg elemental iron dan diberikan setiap hari selama 3 bulan berturut-turut dalam 1 tahun. Sedangkan untuk daerah yang

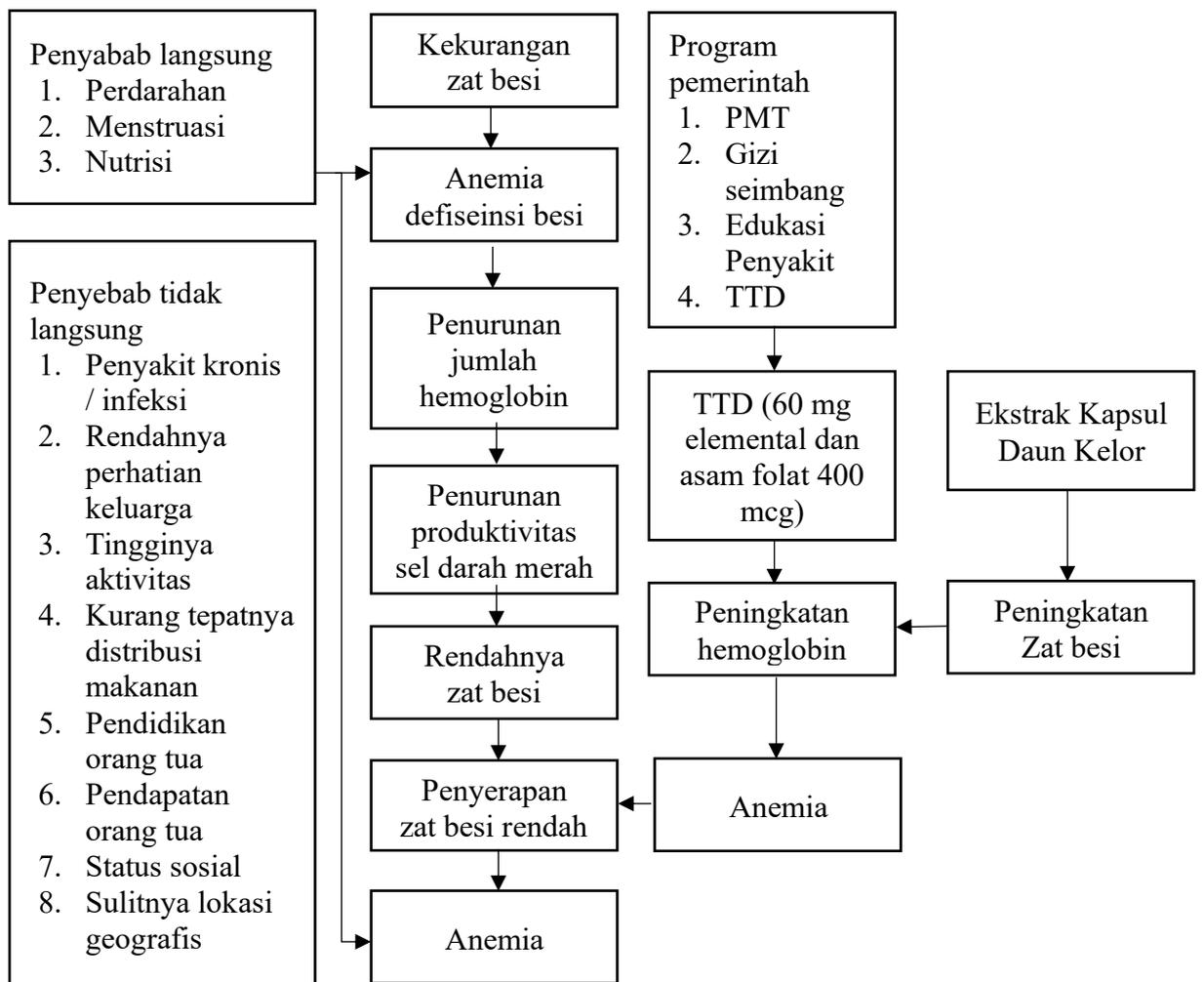
prevalensi anemianya $\geq 20\%$, suplementasi terdiri dari 60 mg elemental iron dan 2800 mcg asam folat dan diberikan 1 kali seminggu selama 3 bulan on (diberikan) dan 3 bulan off (tidak diberikan)(Kemenkes 2018).

d. Efek Samping

Efek samping minum TTD. Pada individu tertentu, konsumsi TTD dapat menimbulkan gejala seperti mual, nyeri di daerah lambung, muntah dan kadang-kadang terjadi diare atau sulit buang air besar. Mual, selain bisa muncul karena minum TTD, dapat juga merupakan kondisi yang umum terjadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi mual atau gejala lainnya seperti nyeri lambung adalah dengan mengkonsumsi TTD pada malam hari menjelang tidur.

B. Kerangka Teori

Kerangka teori merupakan struktur konseptual yang digunakan untuk menjelaskan, menganalisa dan memprediksi kejadian tertentu (Dewi 2021).

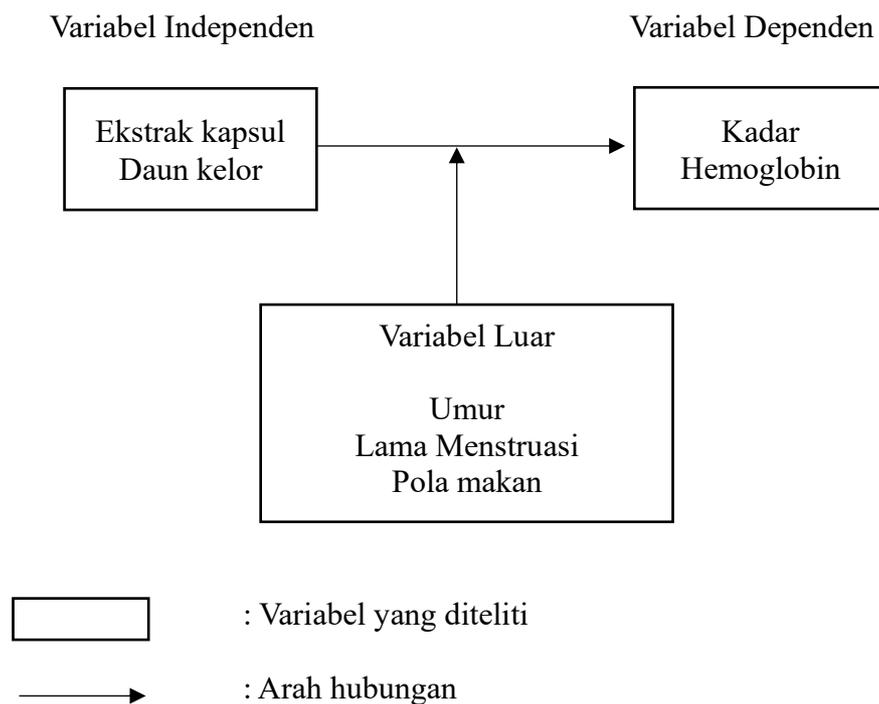


Gambar 1. Kerangka Teori *causal pathway*

Sumber : Cristin Octaviani Sagala, Noerfitri (Sagala dan Noerfitri 2021)

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep merupakan struktur sistematis dan logis untuk mengelompokkan dan menghubungkan konsep yang saling berkaitan dengan kejadian tertentu (Dewi 2021).



Gambar 2. Kerangka Konsep

D. Hipotesis Penelitian

Ada pengaruh terhadap peningkatan kadar hemoglobin sebelum dan setelah pemberian ekstrak kapsul daun kelor pada remaja di SMK 1 Temon.